

Georgian Scientists

ქართველი მეცნიერები

ასოციაცია მეცნიერებისათვის

Association for Science

Journal DOI: <https://doi.org/10.52340/gs>

<https://journals.4science.ge/index.php/GS/index>

სარედაქციო საბჭო

თამარ ხახუტაშვილი - მთავარი რედაქტორი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი, ასოციატა მეცნიერებისათვის პრეზიდენტი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკის დირექტორი <https://orcid.org/0000-0003-0953-2073>

ნინო ბერიანიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მთავარი რედაქტორის მოადგილე, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

მარიეტა სულაბერიძე - რედაქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

ომარ ლანჩავა - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ტექნიკური მეცნიერებების დოქტორი, პროფესორი ; <https://orcid.org/0000-0003-4249-9404>

მალხაზ წიქარიშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

გელა ყიფიანი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

მარინა ქურდაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

მარიამ კობერიძე - გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პროფესორი

გიორგი გოროშიძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, <https://orcid.org/0000-0002-6244-2942>

ვახტანგ კვაჭაძე - ფიზიკის მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი; <https://orcid.org/0000-0002-3875-505X>

ლელა ბახტაძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი

ავთანდილ ამირანაშვილი - მ. ნოდias სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი

აგაევ რაუფ მაგსუდ ოღლუ - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოს მ. თოფჩუბაშევის სახელობის ქირურგიის სამეცნიერო ცენტრის დირექტორი, აზერბაიჯანის სამედიცინო უნივერსიტეტის ქირურგიული სნეულებათა დეპარტამენტის პროფესორი, კათედრის გამგე (ბაქო, აზერბაიჯანი)

ირაკლი ნადირაძე - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, პათოლოგიისა და კანის სიმსივნეების ცენტრის ხელმძღვანელი, საქართველო ისრაელის ერთობლივი კლინიკა GIDMEDI: თბილისი, საქართველო; <https://orcid.org/0000-0002-4764-655X>

ელი კაკიაშვილი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ქირურგი, გალილეის სამედიცინო ცენტრი, ნაჰარია, ისრაელი; მედიცინის ფაკულტეტი გალილეაში, ბარ ილანის უნივერსიტეტი, საფადი, (ისრაელი); <https://orcid.org/0000-0002-8796-9724>

ლუის მ. ალედორტი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, მერი ვაინფელდი კლინიკური კვლევის პროფესორი ჰემოფილიაში, მოუნთ სინაის მედიცინის სკოლა, ნიუ იორკი

ნადეი ჰაკიმი - GCSJ, MD, PhD, FRCS, FRCSE, FACS, FICS(Hon), FASMB, FIMSA(Hon) მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ტრანსპლანტაციის ქირურგი, ლონდონის საიმპერატორო კოლეჯი, ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი; ზოგადი ქირურგი, კლივლენდის კლინიკა (ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი); <http://orcid.org/0000-0001-9442-7950>

მამუკა ბოკუჩავა - პროფესორი, სისხლძარღვთა ქირურგი, ანგიოლოგი, მედიცინის დოქტორი, ნ. ბოხუას სახელობის სისხლძარღვთა და გულის დაავადებათა ცენტრის დირექტორის მოადგილე; <https://orcid.org/0000-0002-6719-1302>

მერაბ კილაძე - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. აშშ-ს, საერთაშორისო, ევროპის და რუსეთის ქირურგთა ასოციაციების წევრი, ქირურგი, კლინიკა გიდმედის ქირურგიული სამსახურის უფროსი

გოგი (გიორგი) ბოჭორიშვილი - პროფესორი, მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, უროლოგი, თბილისი, საქართველო

ნინო კიკნაძე - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი. საქართველოს გარემოს დაცვის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი. ამერიკის ქიმიის საზოგადოების (ACS) წევრი, ბათუმი, საქართველო; <https://orcid.org/0000-0001-7864-3899>

ავთანდილ ბარდაველიძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ტექსტის რედაქტორი:

მარიამ ჩაჩანიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

მიხეილ ერგემიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ინფორმატიკის ბაკალავრი

ვებ რედაქტორი:

გიორგი ბანეთიშვილი - თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ეროვნული სამეცნიერო ბიბლიოთეკა

ნინო მანველიძე, მედეა ბურჯანაძე, ლალი ჟღენტი - აჭარის ნაძვნარ კორომებში გავრცელებული უმთავრესი ქერქიჭამიები და მათი ბუნებრივი მტრები-----	1-8
გელა ღვინევაძე, შორენა დეკანოზიძე, ნინო ჩორბაული - ინფორმაციის დამახსოვრების სტრატეგიები-----	9-18
სოფიო ფალიანი - საქართველოს გაციფრების პროცესის ანალიზი და შეფასება-----	19-23
პაატა ჟორჟოლიანი, ზაზა ბოხუა, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - M1 და M2 მაკროფაგების როლი ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის ენდომეტრიოიდულ ადენოკარცინომამდე პროგრესირებაში-----	24-37
ისმაილ ა. ჰაჯი-ისმაილ, ვიტალი ბ. რიმაშევსკი, იოანე მძევაშვილი - მსხვილი ნაწლავის გართულებული დივერტიკულური დაავადების დიაგნოსტიკური კრიტერიუმები, კონტრასტით გაძლიერებული კომპიტიერული ტომოგრაფიის გამოყენებით-----	38-49
პაატა ჟორჟოლიანი, ზაზა ბოხუა, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - FOXP3+ ექსპრესიის თავისებურებები ენდომეტრიუმის სიმსივნის წინარე და სიმსივნურ დაზიანებებში: იმუნური მიკროგარემოს დინამიკის შედარებითი კვლევა-----	50-63
ბაქარ გეწაძე, ავთანდილ შარვაშიძე - საქართველოს სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ინოვაციური კონტროლის მეთოდის შემუშავება უსაფრთხოების კულტურის ჩამოყალიბების პარალელურად-----	64-81
ლია გაჩეჩილაძე, რომან სამხარაძე, გიორგი გიორგაძე - პროგრამული საწვრთნელის შემუშავება მაგნიტური დისკების მუშაობის დაგეგმვის სწავლებისთვის-----	82-89
ცირა ჟორჟოლიანი, ემზარ გორდაძე, ანა კვაშილავა - საქართველოს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების აქტუალური პრობლემები, გადაჭრის გზები და მიმართულებები-----	90-99
ნონა ქარციძე, ირინა უგრეხელიძე, ნინო სარაგა, დავით სულაბერიძე, სულხან კუპრაშვილი - შუა საუკუნეების ქართული მოჭიქული კერამიკა: დიალოგი ორნამენტული მოტივების მეშვეობით-----	100-118
ნინო მანველიძე, მედეა ბურჯანაძე, ლალი ჟღენტი - გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში აღმოსავლურ ნაძვზე (<i>Picea orientalis</i> L.) გავრცელებული ენტომოფაუნა-----	119-128
ვანო ოთხოზორია, მედეა ნარჩემაშვილი, თამარ მენაბდე - კომპლექსური სიგნალების ფრაქტალური კლასიფიკაციის მეთოდი-----	129-134
თამარი ბურნაძე - ზღაპრის არქეტიპები როგორც დალის საბავშვო ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“-----	135-144
ელენე ფანცხავა - ბლოკჩეინის, როგორც განვითარებადი, ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვა მდგრადი ენერგეტიკული სისტემის წინსვლისთვის-----	145-152
თამარ სვანაძე, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - ეპითელურ-მეზენქიმული ტრანსფორმაციის მარკერების ექსპრესიის თავისებურებები საშვილოსნოს ყელის უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზის პროგრესირებაში-----	153-168
მაია ლომსაძე-კუჭავა, თამარ წერეთელი, ხათუნა გიორგაძე - პროფესიული ეთიკა ენერგეტიკაში და რბილი უნარები-----	169-181
თენგიზ ვადაჭკორია, ეკა ცქიტიშვილი, ლალი ჟღენტი - ქობულეთის (აჭარა, საქართველო) კარტოფილის აგროცენოზების თავისუფლად მცხოვრები და ფიტოპარაზიტული ნემატოდების ტაქსონომიური სტრუქტურა-----	182-190
დათო კუჭაშვილი - ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის გამოწვევები პანდემიის და რუსეთ-უკრაინის ომის პერიოდში-----	191-204
ზვიად ღურუაია, ნათია კენჭაძე, მარინა ბასილაშვილი - მედიცინა და ხელოვნური ინტელექტი-----	205-211
ნატო თოლორაია - ატომური და მოლეკულური გამოსხივების სპექტრები ელექტრონების და პროტონების აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას-----	212-223

მანანა შალამბერიძე, თინათინი გუგუშაშვილი - აგროსასურსათო სექტორის განვითარებაში ინვესტიციების როლი-----	224-228
ჟანა ასანიძე - ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკა 2020-2025 წწ. („პალიტრა-ტვ-ის“, „რუსთავი 2-ის“, ტვ „იმედის“ მაგალითზე) ლიტერატურის მიმოხილვა-----	229-250
სოფიო ფალიანი, ლევან რატიანი - ნანოტექნოლოგია, როგორც აგროსექტორის ტრანსფორმატორი-----	251-256
შორენა გვენეტაძე - საგადასახადო დავის წარმოება საქართველოში-----	257-262
თამარ ნიკოლაიშვილი, ციციო ფარულავა, ინგა მამუჩიშვილი, ნინო ქანთარია, გიორგი ბურკაძე - T ლიმფოციტების სუბპოპულაციების ცვლილებები სხვადასხვა ტიპის ენტერიტის დროს-----	263-270
დავით აფხაზავა, ნოდარ სულაშვილი, ჯაბა ტყემალაძე - ღეროვანი უჯრედების სისტემები და რეგენერაცია-----	271-319
თამარ ებანოძე, გიორგი დურგლიშვილი, ლელა ბერიძე, ნატო დურგლიშვილი, ნინო გრძელიძე, სოფიო საფარიძე, მარიამ მერკვილაძე - ლიპოიდური ნეკროზიოზი (კლინიკური შემთხვევა)-----	320-325
თამარ ებანოძე, გიორგი დურგლიშვილი, ლელა ბერიძე, ნატო დურგლიშვილი, ნინო გრძელიძე, სოფიო საფარიძე, მარიამ მერკვილაძე - ბარტ სინდრომი (კლინიკური შემთხვევა)-----	326-329
ელისო მურადაშვილი, მედეა ბურჯანაძე, ზაირა ტყეშელაშვილი - პომიდვრის სამხრეთ ამერიკული მენაღმე ჩრჩილის Tuta absoluta-ს ფენოლოგია და განვითარების ციკლი შიდა ქართლსა და სამცხე-ჯავახეთში-----	330-343
ნინო თავდგირიძე, გიორგი თევდორაშვილი, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - CD44, FOXP3 და Ki67, როგორც საკვრეცხის უმწიფარი ტერატომების აგრესიულობისა და მეტასტაზირების პოტენციალის პროგნოზული მარკერები-----	344-358
გიორგი მორჩილაძე, მანანა ხარხელი, დავითი ნარმანია, ეკა ჩოხელი, შორენა დავითაია, ნინო ვარდიშვილი, მიხეილ მაკასარაშვილი - საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მართვის ზოგიერთ საკითხის შესახებ აბსტრაქტი-----	359-366
ია ყურაშვილი, ეკატერინე სანაია, ნინო ქიტოშვილი, ავთანდილ სიჭინავა, გიორგი დარსაველიძე - ალფა ნაწილაკებით დასხივების გავლენა p-ტიპის Si+2ატ.%Ge შენადნობის ფუძემდრის p-n სტრუქტურის ელექტრულ მახასიათებლებზე-----	367-374
სოფიო მშვილდაძე - სასკოლო კულტურის ფორმირების გამოწვევები და განვითარების გზები--	375-379
სოფია მშვილდაძე, ნინო ჩიკვილაძე - ტექნოლოგიების როლი განათლების სისტემაში-----	380-383
მარიამ ქარჩავა-შარტავა - სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების მასმედიის, კერძოდ ტელევიზიის, ინტერესი განათლების საკითხებისადმი (სამეცნიერო სტატიების მიმოხილვა)-----	384-393
ბექა მეტრეველი, დავით გაგუა, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - ჰორმონული რეგულაციებისა და პროლიფერაციულ-აპოპტოზური მარკერების ექსპრესიის თავისებურებები საშვილოსნოს ადენომიოზის, ენდომეტრიოზისა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებში: რეტროსპექტული იმუნოჰისტოქიმიური კვლევა-----	394-407
ელენე ფანცხავა, მაკა ჯიშყარიანი - საერთაშორისო ურთიერთობები და ენერგეტიკის მდგრადი განვითარება-----	408-416
ნათია ნახუცრიშვილი, სანდრო ბახტაძე, ირაკლი ჯავახიშვილი, რაფიელ თხინვალი-საქართველოს რადიოს ისტორიის საწყისი ეტაპები-----	417-423
გრიგორ ქამუშაძე, დავით შენგელია, გიგი გორგაძე, ბაჩო შენგელია - უკანა კაფსულის ხელოვნური ბროლის იმპლანტაციის შემდგომი შემდგომი პრევენცია და მკურნალობა-----	424-436
პაატა მეშველიანი, გიორგი დიდავა, გაია თომაძე, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე - იმუნოჰისტოქიმიური მარკერების SOX2-ის, Ki67-ისა და p53-ის ექსპრესიის თავისებურებები ბარეტის საყლაპავის, დისპლაზიასა და ადენოკარცინომამდე პროგრესირებაში-----	437-450
ნატო ფაილოძე, ანაზორ გვეტაძე, ანი დავითულიანი, ნინო მზარელუა - ორნამენტის ფერისა და ფორმის კავშირი ტრიკოტაჟის ტილოს ხლართის სტრუქტურასთან-----	451-457
Vartan Mamikonian, Djemal Mamamniashvili - Application of Smart Contract in Supply Chain-----	458-464

მანანა მოისწრაფიშვილი, ხათუნა ამყოლაძე, ნია ნათბილაძე - მექანიკა, წარმოება და რკინიგზა: ეფექტური სინერგია ინდუსტრიული წინსვლისთვის-----	465-468
ლალი ხუნწარია - წრფივი გარდასახვების საფუძველზე გამოსახულებათა კოდირების სხვადასხვა ასპექტები-----	469-472
ლუკა კახიძე, ნანა რაზმაძე, ნინო რატანი, მზია ქიტოშვილი, ნუცა გუმბერიძე - შრომის უსაფრთხოების სტანდარტები და სამშენებლო სექტორის გამოწვევები-----	473-482
დემურ ტალახაძე, ანზორ აბშილავა, დარეჯან თევზაძე, ნანა დოლიძე, ნელი ლულუნიშვილი, თამარ გურული - ჭიათურის მანგანუმის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გადამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავება-----	483-490
Эльвира Юсифова- Конституционно-правовой механизм защиты прав человека: опыт Азербайджана в сравнении с Россией, Украиной и Грузией-----	491-498
ზურაბ ბოსიკაშვილი, ლოლიტა ბეჟანიშვილი - საქმეთა მართვის ინტელექტუალური სისტემების აგების შესახებ-----	499-512
ავთანდილ ტუკვაძე, აკაკი აბზიანიძე, ელენე გელაშვილი - ხელისუფლების და ოპოზიციის თანაარსებობის თავისებურებები საქართველოში-----	513-536
ნინო მელიქიძე - ბანკში თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების და ტექნოლოგიების ეფექტიანობის შეფასება Balanced Scorecard (BSC) მეთოდის გამოყენებით-----	537-553
George Madzgarashvili - Undesirable Transformations of Certain Nutrients during Pre- processing and Protection against Them -----	554-563
ტოლია კილასონია, აკაკი გიგინეიშვილი, მარეხ მაზანაშვილი -ქანების წანაცვლების კონტროლი ინდუქციური -----	564-578
უზომა დივინელოვა მოსეს ოზუომბა, ზვიად ღურჯაია - ხმის ტალღების სწავლის ეფექტი EMG სიგნალებზე ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით-----	579-585

აჭარის ნაძვნარ კორომებში გავრცელებული უმთავრესი ქერქიჭამიები და მათი ბუნებრივი მტრები

ნინო მანველიძე¹, მედეა ბურჯანაძე², ლალი ჟღენტი³

¹დოქტორანტი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, e-mail:

Manvelidzenini@gmail.com. ²ბიოლოგიის დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

პროფესორი, e-mail: m.burjanadze@agruni.edu.ge. ³ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის

სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, e-mail: jgenti.lali@bsu.edu.ge.

აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია 2021-2023 წლებში აჭარის ა/რ შუახევისა და ხულოს მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე ზ.დ. 700–1500 მ-მდე სიმაღლის ფარგლებში ნაძვნარ კორომებში გავრცელებული მავნე ქერქიჭამიების სახეობრივი მრავალფეროვნება, რომლებიც აზიანებენ აღმოსავლური ნაძვის - *Picea orientalis* L. და იწვევენ მცენარის ხმობას. ასევე განხილულია მავნე ქერქიჭამიების ბუნებრივი მტრები - ენტომოფაგები და ენტომოპათოგენური მიკროორგანიზმები.

საველე კვლევები განხორციელდა შუახევის მუნიციპალიტეტში ზ.დ 700-900 მ. ფარგლებში, ხოლო ხულოს მუნიციპალიტეტში ზ.დ. 1200-1500 მეტრი სიმაღლის ფარგლებში.

კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მარშრუტული ექსპედიციის, კვადრატის და მწერების რკვევა-იდენტიფიკაციის მეთოდები. მიღებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება მოხდა მათემატიკური მოდელირების IMB – SP SS 23 პროგრამის საშუალებით.

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ შუახევისა და ხულოს ნაძვნარ კორომებში აღმოსავლური ნაძვის - *Picea orientalis* L. დაზიანებას და მცენარის ხმობას იწვევს ქერქიჭამიების სამი სახეობა: *Ips typographus* Linnaeus, *Ips sexdentatus* Boerner და *Dendroctonus micans* Kugelann. ასევე დავადგინეთ, რომ სამივე სახეობა ქერქის ქვეშ ცხოვრობს ერთად. დადგენილი იქნა მათი გავრცელების ოპტიმალრი ზღვარი. ჩვენს მიერ შესწავლილია აღნიშნული სახეობების ბიოეკოლოგია, მკვებავ მცენარეზე გავრცელების ადგილსამყოფელი და მათი ბუნებრივი მტრები (ენტომოფაგები და ენტომოპათოგენური მიკროორგანიზმები) - *Rhizophagus dispar* Paykull (Coleoptera, Monotomida), *Rhizophagus grandis* Gtllenthal (Coleoptera, Monotomida), *Thanasimus Formicarius* Linnaeus (Coleoptera, Cleridae), *Controtylenchus diplogaster* (Nematoda, Diplogasteridae), *Gregarina typographi* (Apicomplexa, Gregarinidae), *Chytridiopsis typographi* (Microsporidia, Chytridiopsida), *Beauveria bassiana* (Sordariomycetes, Beauveria).

საკვანძო სიტყვები: ქერქიჭამიები, ნაძვნარი კორომი, ენტომოფაგები, ენტომოპათოგენები, ფერომონები.

შესავალი

აჭარის ფლორისტული რაიონი გამოირჩევა რელიქტური კოლხური მთის და მთისწინეთის ტყეების მრავალფეროვნებით, რომელთა შორის დიდი ადგილი უჭირავს წიწვოვან ტყეებს აღმოსავლური ნაძვის - *Picea orientalis* (L.) და კავკასიური სოჭის - *Abies nordmanniana* (Stev.) გაბატონებული სახეობებით. აღსანიშნავია, რომ ველური ბუნების მსოფლიო ფონდის (WWF) ინიციატივით „ევროპის ტყეების 100-მდე ცხელი წერტილი, ანუ დაცული ტყეების 100-მდე მონაკვეთი, რომელსაც აუცილებლად სჭირდება დაცვა, ერთ-ერთი პირველი პრიორიტეტი მიენიჭა აჭარის უნიკალურ ტყის ეკოსისტემებს. [1].

ბოლო წლებში საგანგაშო გახდა აღმოსავლეთის ნაძვის (*Picea orientalis* L.) ხმოვის ინტენსივობა შიდა მთიანი აჭარის წიწვოვან ტყეებში, რაც გამოწვეულია ქერქიჭამია ხოჭოების (Coleoptera: Scolytidae IN: CABI 2024) მავნე ზემოქმედებით.

ქერქიჭამიები მსოფლიოში ცნობილია, როგორც მერქნიანი სახეობების მნიშვნელოვანი მავნებლები, რადგან ისინი ვითარდებიან და იკვებებიან მცენარის ქერქის ქვეშ. დასასახლებლად ირჩევენ ხის სხვადასხვა ნაწილს (ფესვები, ფესვის ყელი, ღერო, ტოტები, ყლორტები) და იმავე ნაწილში ხის სხვადასხვა ფენას. ეს გარემოება დამახასიათებელია სახეობებისთვის [2]. ისინი მცენარეს ძირითადად ფიზიოლოგიურ ზიანს აყენებენ, ხოლო ზოგიერთი სახეობა ტექნიკური ზიანის მომტანია. აღნიშნული საკითხი რეგიონის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა.

ქერქიჭამიების პოპულაციის რიცხოვნობის რეგულირებაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭებათ სასარგებლო ორგანიზმებს - ბუნებრივ მტრებს, რომლებიც იწვევენ მათი პოპულაციების რეგულირებას ეკოსისტემებში. დღეისათვის ბიოლოგიური კონტროლი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ნაწილს მავნე მწერების ინტეგრირებული დაცვის საქმეში (IPM). ბიოლოგიური აგენტები (ენტომოფაგები, ენტომოპათოგენები) გამოირჩევიან სამიზნე მწერებზე სპეციფიკური მოქმედებით და ისინი უსაფრთხოა, როგორც სასარგებლო ფაუნისათვის, ასევე ადამიანისა და გარემოსათვის.

წარმოდგენილ ნაშრომში საუბარია აჭარის ა/რ შუახევისა და ხულოს მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე ზ.დ. 700-1500 მ-ზე გავრცელებულ ქერქის მავნე ხოჭოებზე და მათ ბუნებრივ მტრებზე - ენტომოფაგებზე და ენტომოპათოგენურ მიკროორგანიზმებზე.

მასალა და მეთოდика

ქერქიჭამიების სახეობრივი შემადგენლობისა და გავრცელების ინტენსივობის შესაფასებლად 2021-2023 წლებში კვლევა ჩატარდა შუახევის მუნიციპალიტეტში ზ.დ. 700-900 მ სიმაღლეზე, ხოლო, ხულოს მუნიციპალიტეტში ზ.დ. 1200-1500 მ. სიმაღლეზე, სადაც ნაძვის მხოლოდ ერთი სახეობა - აღმოსავლეთის ნაძვი (*Picea orientalis* L.) არის გავრცელებული.

ქერქიჭამიებით გამოწვეული დაზიანების აღმოჩენა და მათი ინტენსივობის განსაზღვრა მოხდა კვლევის არსებული მეთოდით [3]. კვლევები ჩატარდა კვადრატული და მარშრუტის მეთოდების გამოყენებით საკვლევი კორომების ენტომოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად [4].

კვადრატული მეთოდი გულისხმობს კონკრეტული უბნების (კვადრატების) იდენტიფიცირებას საკვლევ ტერიტორიაზე, სადაც ტარდება დაკვირვებები და მონაცემთა

შეგროვება მწერებზე და მცენარეთა მდგომარეობაზე. მარშრუტის მეთოდი გულისხმობს ტერიტორიის დათვალიერებას წინასწარ განსაზღვრული მარშრუტის შესაბამისად, რაც საშუალებას იძლევა გამოავლინოს მავნებლების გავრცელება სხვადასხვა ზონაში. ეს მეთოდი შეიძლება სასარგებლო იყოს სეზონის განმავლობაში ფიტოსანიტარული მდგომარეობის დინამიკის შესაფასებლად. ამ მეთოდების ერთობლივი გამოყენება იძლევა ეკოსისტემის ფიტოსანიტარული მდგომარეობის სრულ სურათს.

შეგროვდა მწერები განვითარების ყველა სტადიაზე (კვერცხები, ლარვები, ზრდასრული ხოჭოები). შეგროვებული მასალის პროცენტული მაჩვენებელი განისაზღვრა ლაბორატორიულად. მწერების რაოდენობა განისაზღვრა 4-ბალიანი შკალით არსებული მეთოდების გამოყენებით [3, 4].

საკვლევ ტერიტორიებზე შეგროვებული ბიომასალა მოთავსდა სპეციალურ ჭურჭელში სათანადო ეტიკეტით და პორტატული თერმული ჩანთით ბიომასალა გადავიტანეთ ლაბორატორიაში შემდგომი კვლევისთვის [5]. მწერების იდენტიფიკაციისა და ტაქსონომიური კვლევისთვის გამოიყენებოდა ენტომოლოგიური სარკვევები [6, 7].

ქერქიჭამიების კერების აღმოჩენის და ფრენის დინამიკის შესწავლის მიზნით, გამოყენებული იქნა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები - ფერომონები. სიგნალიზაციის მიზნით (შუახვეი, ხულო) ჩამოიკიდა 2 ცალი სქესმჭერი 1 ჰა-ზე. ფერომონიანი სქესმჭერების გამოყენება მწერების მისაზიდად მოხდა უახლესი მეთოდის მიხედვით [8].

ქერქიჭამიების გამოვლენილ სახეობებში დაავადების დიაგნოსტიკისა და პათოგენების იდენტიფიკაციისათვის ხოჭოებს კვვეთდით და მისი ცხიმოვანი სხეულიდან, ნაწლავიდან და გონიდიებიდან ვამზადებდით ნაცხებს, რომელთაც ვსინჯავდით სინათლის მიკროსკოპში სხვადასხვა გადიდებაზე (150x - 600x). [9].

მიღებული მონაცემები საიმედოდ დამუშავდა და გამოითვალა აბოტის [10] ფორმულით და მათემატიკური მოდელირების პროგრამის IMB-SP SS 23 [11] გამოყენებით.

შედეგები

აჭარის ნამდნარ კორომებში გავრცელებული მავნე ქერქიჭამიების სახეობრივი შემადგენლობის და გავრცელების ახალი კერების დასადგენად, ასევე მათი ბუნებრივი მტრების - ენტომოფაგებისა და ენტომოპათოგენური მიკროორგანიზმების დასადგენად ჩატარდა კვლევები შუახვეისა და ხულოს მუნიციპალიტეტების ნამდნარ კორომებში (24305,1 ჰა). დავადგინეთ, რომ აღმოსავლური ნამდის ქერქის დაზიანება და ნამდის ხმოზა გამოწვეულია ძირითადად სამი სახეობის ქერქიჭამიებით: მბეჭდავი ქერქიჭამია - *Ips typographus* L., ექვსკბილა ქერქიჭამია - *Ips sexdentatus* Boern. და ნამდის დიდი ლაფანჭამია - *Dendroctonus micans* Kugelann, რომელთა შორის პოპულაციის სიდიდით და დასახლების სიმჭიდროვით დომინირებს მბეჭდავი ქერქიჭამია (*Ips typographus* L.).

საკვლევ ტერიტორიებზე ხმოზადი ხეების ქერქის შესწავლით დავადგინეთ, რომ ქერქიჭამიების გამოვლენილი სამივე სახეობა ქერქის ქვეშ ცხოვრობს ერთად დასახლების სხვადასხვა სიხშირით, სადაც პოპულაციის რიცხოვნობის სიმცირით გამოირჩევა ექვსკბილა ქერქიჭამია (*Ips sexdentatus* Boern.). შესწავლილია სამივე სახეობის განვითარების ციკლი და

დავადგინეთ, რომ სამივე სახეობა ერთი წლის განმავლობაში იძლევა ერთ სრულ თაობას (სურათი 1).

Genus	Stage	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>D. micans</i>	Egg	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
	L.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	P.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
	A.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. typographus</i>	Egg	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	L.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	P.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
	A.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. sexdentatus</i>	Egg	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	L.	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	P.	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	A.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

სურათი 1. აჭარის პირობებში *Ips typographus* L., *Ips sexdentatus* Boern. და *Dendroctonus micans* Kugelann ერთწლიანი გენერაცია

ჩვენს მიერ შესწავლილია ქერქიჭამიების ფრენის დინამიკა ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე განთავსებული ფერომონიანი მწერსაჭერების გამოყენებით. ზრდასრული ხოჭოების გამოჩენამდე მწერსაჭერებს ვათვალიერებდით ყოველ დღე, ხოჭოების გამოჩენის შემდეგ ყოველკვირეულად. შედეგად, ხოჭოების პირველი ფრენა დაფიქსირდა 5-16°C ტემპერატურაზე, ხოლო მუდმივი ფრენა და ძლიერი აქტივობა იყო 20-25°C ტემპერატურაზე. ფერომონიან მწერსაჭერებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ქერქიჭამიების გამოვლენილი სახეობები დასახლების სხვადასხვა ინტენსივობით გვხვდება ყველგან, სადაც აღმოსავლეთის ნადვია გავრცელებულია, მაგრამ ძირითადად გვხვდება ზღვის დონიდან 700-დან 1000 მ-მდე, რაც მიუთითებს მათი გავრცელების ოპტიმალურ ზღვარზე.

ქერქიჭამიების მომრავლებულ პოპულაციებში თანდათან თავს იყრიან ენტომოფაგები (მტაცებლები). ჩვენი გამოკვლევებით აჭარის ნადვანარ კორომებში ქერქიჭამიების პოპულაციებში ნაპოვნი იყო სამი სახეობის მტაცებელი ხოჭო: არაფარდი რიზოფაგუსი - *Rhizophagus dispar* Payk., დიდი რიზოფაგუსი - *Rhizophagu grandis* Gyllenha და ჭიანჭველა ხოჭო - *Thanasimus formicarius* L..

Rhizophagus dispar Payk. (Coleoptera, Monotomida) - ეს სახეობა გვხვდებოდა ჩვენს მიერ გამოვლენილი ქერქიჭამიების სამატლე სასვლელებში და მტაცებლობდნენ ქერქიჭამიების კვერცხებსა და მატლებზე. მათ იზიდავს ქერქიჭამია ხოჭოების ფერომენები.

Rhizophagu grandis Gyllenha (Coleoptera, Monotomida) გვხვდებოდა *D. micans* - ის სამატლე სასვლელებში.

ჩვენი კვლევის პროცესში ქერქიჭამიებით დასახლებული ქერქის ქვეშ, ასევე გამოვლინდა *Thanasimus formicarius* L. (Coleoptera, Cleridae), რომელთა მატლებიც იკვებებოდნენ ქერქიჭამიების მატლებით და ჭუპრებით, ხოლო ხოჭოები ქერქიჭამიებს თავს ესხმოდნენ ხეზე დასახლების დროს.

დავადგინეთ, რომ ქერქიჭამიების სასვლელელებში ენტომოფაგების დასახლების სიხშირე დამოკიდებულია მავნებლის კერის ხანგრძლივობაზე, წლის სხვადასხვა პერიოდსა და დასახლების ინტენსივობაზე. მათი სახეობათა რიცხვი იზრდება მანვებლის კერის ხანგრძლივობის ზრდასთან ერთად, ენტომოფაგები დაახლოებით 2 – 3-ჯერ მეტი რაოდენობით გვხვდებიან ძლიერ დაზიანებულ და ზეხმელ ხეებზე, აგრეთვე ძირკვებზე, ვიდრე შედარებით ახალ დასახლებულ კერებში. ცხრილი 1-ში მოცემულია გამოვლენილი ენტომოფაგების სახეობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა.

მტაცებლები(%) ქერქიჭამიები	<i>Thanasimus formicarius</i>	<i>Rhizophagus grandis</i>	<i>Rhizophagus dispar</i>
<i>Ips typographus</i>	26	-	21
<i>Ips sexdentatus</i>	13	-	39
<i>Dendroctonus micans</i>	8	66	14

ცხრილი 1. ქერქიჭამიების პოპულაციებში გამოვლენილი მტაცებელი ხოჭოები

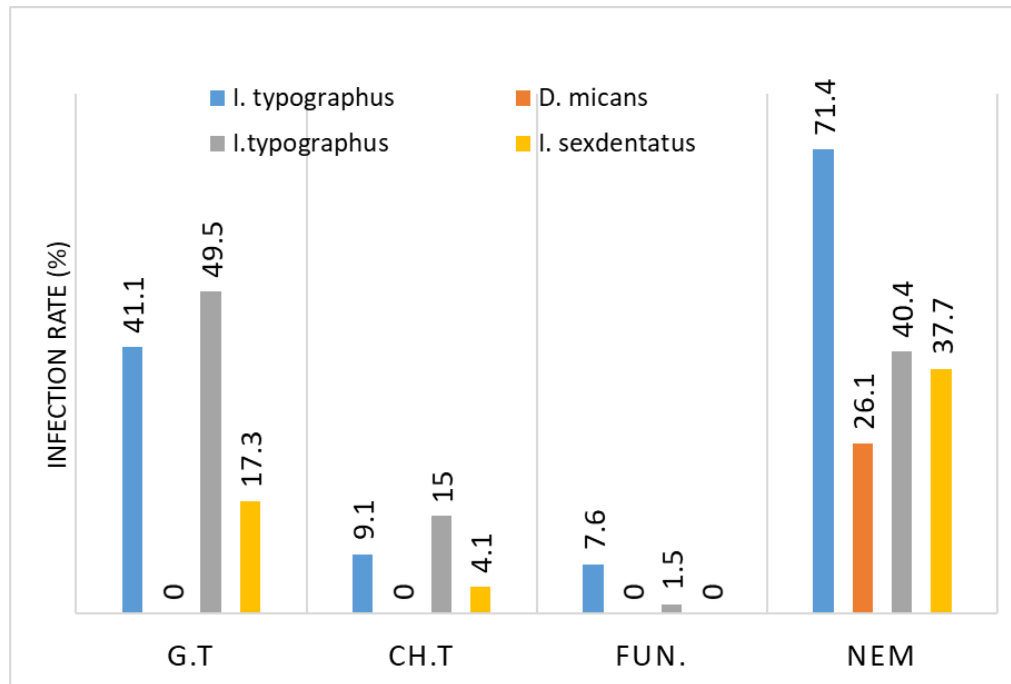
ქერქიჭამიების პათოგენური მიკროორგანიზმების გამოვლენისათვის ქერქიჭამია ხოჭოები შეგროვდა ფერომონიანი სქესმჭერებიდან და აღმოსავლური წიბის (*Picea orientalis* L.) ქერქიდან. ქერქის ქვეშ ხოჭოები სახლობენ ერთ ბიოტოპში, სადც ასევე გვხვდება სხვადასხვა სახეობის ნემატოდები, რომელთა არსებობაც დაფიქსირდა ასევე ხოჭოების ჰემოლიმფაში. შედეგები მოცემულია ცხრილი 2-ში.

ქერქიჭამიების პოპულაციებში ცოცხალი ხოჭოების ორგანიზმში ჩვენს მიერ გამოვლენილია პათოგენები, რომელთა გავრცელების შედარებითი რაოდენობა მოცემულია ცხრილი 2-ში.

დასახელება	მ.ზ.დ	D.b (n)	ინფიცირებული		<i>G.t</i>		<i>Ch.t</i>		Fun.		Nem	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>I. typographus</i>	800	197	124	62.9	51	41.1	18	9.1	15	7.6	40	71.4
<i>D. micans</i>	900	42	11		-	-	-	-	-	-	11	26.1
<i>I. typographus</i>	900	132	82	72.5	56	49.5	17	15	2	1.5	46	40.7
<i>I. sexdentatus</i>	1000	98	48	48.9	17	17.3	4	4.1	-	-	37	37.7

ცხრილი 2. პათოგენები და ნემატოდები ქერქიჭამიებში და ინფექციის რაოდენობა (%) აჭარის (შუახევი, ხულო) წიწვოვან კორომებში. (D.b = გაკვეთილი ხოჭოები; G.t = *Gregarina typographi*; Ch.t = *Chytridiopsis typographi*; Fun = სოკოები; EPV = entomopxvirus; Nem = ნემატოდები; n = რიცხვი)

ქერქიჭამიების პოპულაციებში ცოცხალი ხოჭოების ორგანიზმში ჩვენს მიერ გამოვლენილია პათოგენები, რომელთა გავრცელების შედარებითი რაოდენობა მოცემულია სურათი 2-ში.



სურათი 2. აჭარის წიწვოვან კორომებში (შუახევი, ხულო), ქერქიჭამიებში გამოვლენილი პათოგენების შედარებით პროცენტული რაოდენობა

(G.t= *Gregarina typographi*; Ch.t=*Chytridiopsi typographi*;
Fun=სოკოები, Vir.=ვირუსი; Nem=ნემატოდები)

დასკვნა

კვლევამ აჩვენა, რომ შუახევისა და ხულოს მუნიციპალიტეტების ნაძვნარ კორომებში აღმოსავლური ნაძვის (*Picea orientalis* L.) ქერქის დაზიანება და ხმოზა ძირითადად გამოწვეულია სამი სახეობის ქერქიჭამით: *Ips typographus* L., *Ips sexdentatus* Boern. და *Dendroctonus micans* Kugelann. ამ მავნებლების გავრცელების ოპტიმალური ზღვარი განისაზღვრა ზღვის დონიდან 700-1000 მ-ის ფარგლებში, ხოლო ფრენის დაწყება და ძლიერი აქტიურობა გამოვლინდა 5-16 °C - 20-25 °C ტემპერატურაზე, რაც მიუთითებს კრიტიკული სიმაღლის ზონებსა და კლიმატურ პირობებზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ მავნებლების დინამიკაზე.

კვლევის შედეგების მიხედვით, ქერქიჭამიების პოპულაციების ზრდასთან ერთად აღინიშნება მათი ბუნებრივი მტრების - ენტომოფაგების რაოდენობრივი ზრდა, კვლევაში გამოვლინდა სამი სახეობის მტაცებელი ხოჭო: *Rhizophagus dispar* Payk., *Rhizophagus grandis*

Gyllenha და *Thanasimus formicarius* L., რომლებიც იკვებებიან ქერქიჭამიების კვერცხებით, მატლებით და ზრდასრული ხოჭოებით.

ქერქიჭამიების პოპულაციებიდან ჩვენს მიერ გამოვლენილია პათოგენური მიკროორგანიზმები: *Gregarina typographi* (Apicomplexa, Gregarinidae), *Chytridiopsis typographi* (Microsporidia, Chytridiopsida), ენტომოპათოგენური სოკო - *Beauveria bassiana* (Sordariomycetes, Beauveria), ნემატოდა *Contortylenchus diplogaster* (Nematoda, Diplogasteridae).

გამოვლენილი ენტომოფაგებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ქერქიჭამიების რიცხოვნობის რეგულირებაში, ისინი ერთიან კომპლექსში უნდა გამოვიყენოთ მავნებლის წინააღმდეგ ინტეგრირებული ბრძოლის სქემაში, რაც ხელს შეუწყობს წიწვოვანი ტყეების სატყეო-პათოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებას, ვინაიდან ამ ეკოსისტემების დაცვა აუცილებელია რეგიონის ბიომრავალფეროვნებისა და ეკოლოგიური სტაბილურობის შესანარჩუნებლად.

საერთო ჯამში, კვლევამ მნიშვნელოვანი ინფორმაცია მოგვცა ქერქიჭამიების მავნე ზემოქმედებისა და მათი ბუნებრივი მტრების როლზე, რაც ხელს უწყობს მავნებლების მართვის ღონისძიებების გაუმჯობესებას და ქერქიჭამიებისგან გამოწვეული ზიანის შემცირებას.

ლიტერატურა

- [1] Manvelidze Z., Memiadze N., IN: The map-"100 European Forests We Should Protect Now", 1997, Georgia, 2022.
- [2] Burjanadze M., Supatashvili A., Harmful Bark beetles common in coniferous forests of Georgia, Georgia, 2020.
- [3] Zehnder G., Overview of Monitoring and Identification Techniques for Insect Pests, 2020. <https://eorganic.org/node/2721>
- [4] Dobrovolsky B. B. Phenology of insects: Ucheb. пособие для ун-тов, ред. и с.-х. узов. - М.: Vysshaya Shkola, 1969, p 232. (in Russia).
- [5] LSAM. How to Make an Insect Collection. lsuinsects. Org / DIY Insect Collection. pdf. DIY Insect Collection. <http://lsuinsects.org>
- [6] Busarova N.V., Negrobov O.P. Entomology. Key to insect families 2nd ed., Per. and additional Textbook for universities, 2020, p 182. (in Russia).
- [7] Jacobson G.G., Beetle determinant Eur. parts of the USSR. Leningrad, 1931, p 454. (in Russia).
- [8] Santín C., Doerr SH., Preston C., González-Rodríguez G., Pyrogenic organic matter production from wildfires: a missing sink in the global carbon cycle. Global Change Biology, 1633, 2015.
- [9] Burjanadze M. Entomopathogenic fungi of Ips Typographus in Georgia. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop, "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes", Vol. 30(1) pp 151-156, 2005

- [10] Abbott W.S., A method of computing the effectiveness of an insecticides, Journal of Economic Entomology 18, 1925, pp 265-267.
- [11] Marcus R., Eaves D.M., Statistical and Computational Analysis of Bioassay Data. In: Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes. Navon, Amos, Ascher, K. R. S. (Editor), CAB Intl, p 324, 2000.

The main bark beetles and their natural enemies in the pine forests of Adjara region (Georgia)

Abstract

The paper discusses the species diversity of harmful bark beetles spread in spruce forests at elevations ranging from 700 to 1500 meters above sea level in the municipalities of Shuakhevi and Khulo in the Autonomous Republic of Adjara during 2021–2023. These bark beetles damage the bark of oriental spruce (*Picea orientalis* L.), causing the trees to wither. The study also examines their natural enemies, including entomophagous and entomopathogenic microorganisms.

Field studies were conducted in the Shuakhevi municipality at elevations between 700–900 meters and in the Khulo municipality at elevations between 1200–1500 meters.

The research employed route-based expeditions, quadrat sampling, and insect trapping-identification methods. Statistical analysis of the collected data was performed using the mathematical modeling software IBM SPSS 23.

The study identified three bark beetle species causing bark damage and tree mortality in the spruce forests of Shuakhevi and Khulo: *Ips typographus* Linnaeus, *Ips sexdentatus* Boerner and *Dendroctonus micans* Kugelann. It was established that all three species coexist under the bark. Their optimal distribution range was determined, and their bioecology, habitats on host plants, and natural enemies (entomophagous and entomopathogenic microorganisms) were studied. The identified natural enemies include:

- *Rhizophagus dispar* Paykull (Coleoptera, Monotomidae),
- *Rhizophagus grandis* Gyllenhal (Coleoptera, Monotomidae),
- *Thanasimus formicarius* Linnaeus (Coleoptera, Cleridae),
- *Controtylenchus diplogaster* (Nematoda, Diplogasteridae),
- *Gregarina typographi* (Apicomplexa, Gregarinidae),
- *Chytridiopsis typographi* (Microsporidia, Chytridiopsida),
- *Beauveria bassiana* (Sordariomycetes, Beauveria).

Keywords: Bark beetles, Spruce forests, Entomophages, Entomopathogens, Pheromones.

ინფორმაციის დამახსოვრების სტრატეგიები

გელა ღვინეფაძე¹, ნინო ჩორხაული², შორენა დეკანოსიძე³

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ghvinepadzegela08@gtu.ge, orcid.org/0009-0001-2350-5648;

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, m.chorkhauli@gtu.ge, ³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, dekanosidzeshorena08@gtu.ge

აბსტრაქტი

21-ე საუკუნის ერთ-ერთი უმთავრესი მახასიათებელია ინფორმაციის მოზღვაება. შესაბამისად, ადამიანის მოღვაწეობის ნებისმიერი დარგისათვის ფრიად აქტუალური პრობლემა ხდება ამ ნაკადიდან რელევანტური მასალების ამორჩევა. აქედან გამომდინარე, მწვავედ დგება უამრავი სიახლიდან ექსტრაქტის ამოღებისა და მისი როგორც ქაღალდსა თუ ელექტრონულ მატარებლებზე, ასევე, - გონებაში დამახსოვრების საკითხიც, როგორც ხნიერი ადამიანებისა, ასევე, - ახალგაზრდების თაობისთვისაც.

აღნიშნული პრობლემის მოსახსნელად ან, სულ ცოტა, მისი შემსუბუქების მიზნით, სპეციალისტების მიერ შემუშავებულია რიგი რეკომენდაციებისა, რომელთა გათვალისწინებას, როგორც პრაქტიკამ აჩვენა, ხელშესახები შედეგების მოტანა ძალუძს ინფორმაციის დამახსოვრების უნარის გასაუმჯობესებლად.

წინამდებარე სტატიაში დაწვრილებით განიხილება ამ მხრივ საზღვარგარეთელი სპეციალისტების მიერ შესრულებული, ერთ-ერთი გამორჩეული ნაშრომი. ამასთან, შეფასებულია მასში წარმოდგენილი რეკომენდაციების ღირებულება.

ამ რჩევების შესწავლა და საკუთარ პრაქტიკაში გამოყენება ადამიანებს შესაძლებლობას აძლევს, სწრაფად და ხანგრძლივის დროის, მთელი სიცოცხლის მანძილზეც კი, დაიმახსოვრონ მათთვის საჭირო ინფორმაცია.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს აღნიშნულ ნაშრომში გამოთქმული შემდეგი მოსაზრება:

„დამახსოვრების კარგი უნარი არ არის მხოლოდ ასეთი ნიჭით დაბადებული, ელიტარულ ჯგუფში შემავალი პირების ექსკლუზიური კუთვნილება - ნებისმიერ ადამიანს შეუძლია ივარჯიშოს და განავითაროს ინფორმაციის დამახსოვრების უნარი“.

მაგრამ საქმე ისაა, რომ ამ რჩევების პირდაპირი გზით გადმოღება ყოველთვის სასურველ ეფექტს ვერ იძლევა, მით უფრო არაინგლისურენოვანი ადამიანებისათვის. თუმცა მიგვაჩნია, რომ მათი მოდიფიცირება, ადგილობრივ სიტუაციასა და ენობრივ სამყაროსთან მისადაგების მიზნით, როგორც წესი, ამართლებს.

ამასთან ერთად, ჩვენ მიერ ნაჩვენებია, რომ ჩამოთვლილი რეკომენდაციების გარკვეული მოდიფიკაციების შემდეგ თითქმის ყველა მათგანით სარგებლობა არის შესაძლებელი.

წარმოდგენილ სტატიაში განიხილება ქართველ მეცნიერთა, და მათ შორის ამ სტატიის ავტორთა მიერ აღნიშნული მიმართულებით გადადგმული ნაბიჯებიც. კერძოდ, პირველწყაროში აღწერილი თითქმის ყოველი რეკომენდაციისათვის შემოთავაზებული არის ესა თუ ის სიახლე.

გარდა ამისა, სტატიის ავტორები ხაზს ვუსვამთ იმ მჭიდრო კავშირს, რომელიც არსებობს ინფორმაციის დამახსოვრების სტრატეგიების შემუშავებასა და კრეატიული აზროვნების დისციპლინას შორის.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ჩვენ აღნიშნული მიმართულების საგნებსაც ვუკითხავთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის დეპარტამენტებში ბაკალავრიატისა და მაგისტრატურის სტუდენტებს.

სტატიაში განხილვად თემასა და კრეატიული აზროვნების დისციპლინას შორის მჭიდრო კავშირიდან გამომდინარე, გამოვთქვამთ ასეთ მოსაზრებასაც:

განხილვადი პირველწყაროს თავშივე დეკლარირებულ რეკომენდაციას კიდევ უფრო ფართო ასპარეზი უნდა მიეცეს. კერძოდ, ვთვლით, რომ დასამახსოვრებელი მასალა არა მარტო კარგად უნდა იქნეს კარგად ახსნილი, არამედ, ფაქტობრივად, ნებისმიერი და მით უფრო რთული პრობლემების გადაწყვეტის მცდელობებამდე უნდა მივმართოთ კრეატიული აზროვნების სფეროსათვის ცნობილ მიდგომებს.

სტატიაში აღწერილი გვაქვს ქართველი ნოვატორების მიერ ამ მიმართულებით შესრულებული რამდენიმე თვალსაჩინო ნაშრომი, რომელთაც საზღვარგარეთული სამეცნიერო გამოცემების ინტერესიც გამოიწვიეს.

საკვანძო სიტყვები: ინფორმაციის გონებაში დამახსოვრების სტრატეგიები, კრეატიული აზროვნების მეთოდები.

ძირითადი ნაწილი

დღეს ინფორმაციის მოზღვაების ეპოქაში მრავალ სხვა პრობლემასთან ერთად მეტად აქტუალური ხდება სხვადასხვა წყაროში მოძიებული, ამასთან, თუნდაც სწორად შერჩეული მასალების და/ან მათი ექსტრაქტის დამახსოვრების საკითხი.

ის საკმაოდ მწვავედ დგას არა მარტო ხანშიშესული ადამიანების, არამედ - ახალგაზრდა თაობის წინაშეც, რადგან ბოლო წლებში მეტად სწრაფად ახლდება საკუთარ სპეციალობაში ასათვისებელი მასალა და, გარდა ამისა, ფაქტობრივად, უკვე აუცილებელი ხდება 2-3 ენის ცოდნაც.

მართალია, ამ კუთხით ცალკეული ადამიანების უნარები ერთმანეთისაგან შესაძლებელია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს (და ასე არის კიდევ), მაგრამ შესაბამის სფეროში მომუშავე მკვლევრების აზრით [1]:

„დამახსოვრების კარგი უნარი არ არის მხოლოდ ასეთი ნიჭით დაბადებული, ელიტარულ ჯგუფში შემავალი პირების ექსკლუზიური კუთვნილება - ნებისმიერ ადამიანს შეუძლია ივარჯიშოს და განავითაროს ინფორმაციის დამახსოვრების უნარი“.

რაც მთავარია, ამ მიმართულებით მომუშავე სპეციალისტები რეკომენდაციას უწევენ მათ მიერვე აპრობირებულ რიგ ხერხებს (საზღვარგარეთულ ლიტერატურაში ამ ხერხებს ტრიუკებს უწოდებენ), რომლებიც ადამიანებს შესაძლებლობას აძლევს, გაცილებით სწრაფად, ხანგრძლივის დროის, მთელი სიცოცხლის მანძილზეც კი, დაიმახსოვრონ საჭირო ინფორმაცია, რისი გაკეთებაც მათ აქამდე უჭირდათ.

ქვემოთ ამ სპეცხერხებიდან და რჩევებიდან ჩამოვთვლით ყველაზე უფრო პოპულარულებს, შემდეგ კი, განვიხილავთ ზოგიერთი მათგანისათვის ჩვენ მიერ შემუშავებულ მოდიფიკაციებს, მისადაგებულს, პირველ რიგში, დაპროგრამების სპეციალობების შემსწავლელი სტუდენტებისათვის:

1. უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია, რომ დასამახსოვრებელი მასალა იყოს კარგად ახსნილი და გასაგები - წინააღმდეგ შემთხვევაში მისი მექანიკურად დამახსოვრება დიდ სარგებელს ვერ მოგვიტანს. ასე რომ, ჯობია, დამახსოვრების მცდელობამდე მასალის ღრმად გაგების პროცესს სათანადო დრო დავუთმოთ!

2. შემდეგი რჩევაა, დასამახსოვრებელი ინფორმაცია ისეთ მასალასთან, ფაქტსა თუ მოვლენასთან დავაკავშიროთ, რომელიც ჩვენთვის უკვე კარგად ნაცნობია.

შემჩნეულია, რომ იზოლირებული მასალის დამახსოვრება უფრო რთული საქმეა და რეკომენდებულია, დასამახსოვრებელი ინფორმაცია მივაბათ თუნდაც ისეთ ფაქტებს, რომლებიც უშუალოდ ამ მასალასთან არანაირ კავშირში იმყოფება!

იმავე წყაროში მოყვანილია ასეთი რეკომენდაციის ნიმუში:

„თუ ვერ მოიფიქრებთ ამგვარი კავშირის დასამყარებლად რომელიმე გზას (შევნიშნავთ, რომ, ჩვენი აზრით, აქ იგულისხმება რაიმე, ლოგიკურად მეტნაკლებად გამართლებული მიმართება), მაშინ შექმენით გიჟური კავშირი, მაგალითად, თქვით, ცდილობთ დაიმახსოვროთ ის ფაქტი, რომ ზღვის დონეზე წყალი დუღს 212 გრადუს ფარენჰეიტზე და 212 არის თქვენი საუკეთესო მეგობრის ტელეფონის ნომრის პირველი სამი ციფრი. დააკავშირეთ ეს ორი რიცხვი ერთმანეთთან და, ამასთან, წარმოიდგინეთ, რომ თქვენი ტელეფონი მდულარე ოკეანეში ჩააგდეთ. ასეთ გიჟურ ბმას შეუძლია დაგეხმაროთ საჭირო ინფორმაციის მყარად დამახსოვრებაში“.

3. უკვე ბევრი ადამიანი სარგებლობს არა მარტო სპეციალური ლიტერატურით, არამედ იმ კურსების მომსახურებითაც, რომლებზეც შეისწავლება დამახსოვრების უნარის განვითარებისათვის სპეციალურად შემუშავებული ვიზუალიზაციის ხერხები. პრაქტიკა აჩვენებს, ის სტუდენტები, რომლებიც ეუფლებიან ამ მიმართულებით შესაბამის უნარ-ჩვევებს, არა მარტო გრძელვადიან სამუშაო მეხსიერებას იძენენ, - არამედ მათ უვითარდებათ უფრო მაღალი დონის აზროვნების უნარიც.
4. შეეცადეთ გადახედოთ ინფორმაციას ძილის წინ თუნდაც მხოლოდ რამდენიმე წუთის განმავლობაში. კვლევები აჩვენებს, რომ ტვინი ამუშავებს და ინახავს ინფორმაციას ძილის დროსაც.
5. დაელოდეთ რამდენიმე საათს, ან თუნდაც ერთ-ორ დღეს და დასასწავლი მასალის ხელახლა გადაკითხვის გარეშე გამოსცადეთ თავი, ნამდვილად დარჩა თუ არა ეს ინფორმაცია თქვენს მეხსიერებაში.

6. ცოდნა სამუშაო მეხსიერებიდან რომ გრძელვადიანში გადავიდეს, გამოიყენეთ გამეორება, რისთვისაც უნდა მოამზადოთ კითხვარები და ფლექსიონები თვითშემოწმებისათვის.
გამეორება დაიწყეთ რამდენიმე დღის შემდეგ და ყოველი შემდგომის წინ დროის ინტერვალი გაზარდეთ.
7. ცნობილია, რომ ინფორმაციის ხელით ჩაწერა გვეხმარება მის უკეთ დახსოვნაში. ამასთან, სცადეთ დაწეროთ თქვენი შენიშვნები როგორც ლექციის დროს, ასევე - მისი დამთავრებისთანავე.
როდესაც წერთ ინფორმაციას, რომლის დამახსოვრებაც გსურთ, შეეცადეთ, წარმოთქვათ იგი ხმამაღლა და ამავე დროს, რამდენადაც შესაძლებელია, ვიზუალურადაც წარმოიდგინოთ შესატყვისი კონცეფცია.
8. დახსოვნების ერთ-ერთი ხერხია ცნებების დაჯგუფება. ვთქვათ, გსურთ garlic, rose, hawthorn, mustard (ნიორის, ვარდის, კუნელის, მდოგვის) მცენარეთა სახელების დამახსოვრება. ოთხივეს აბრევიატურა GRHM შეგიძლიათ დაუკავშიროთ GRAHAM ნამცხვარს და მაშინ ამ მცენარეების სახელების გახსენება უფრო გაადვილდება.
9. გამოიყენეთ მნემონიკა. მისი გავრცელებული ხერხია დასამახსოვრებელი ობიექტების პირველი ასოების მიხედვით წინადადების შედგენა.
იქვე მოყვანილია ამ რეკომენდაციის ეფექტიანობის მაგალითიც, ბევრ ბავშვს არითმეტიკული მოქმედებების თანმიმდევრობის დამახსოვრება გაუადვილდა ასეთი წინადადების მეშვეობით:
Please Excuse My Dear Aunt Sally (parentheses, exponents, multiply, divide, add, subtract).
10. დასახსოვრებელი ინფორმაციის შესახებ ხმამაღლა ესაუბრეთ საკუთარ თავს. ეს შეიძლება თავიდან უცნაურადაც მოგეჩვენოთ, მაგრამ პრაქტიკამ აჩვენა ამ ხერხის ეფექტიანობა.
11. ფიზიკური ვარჯიში! მას შეუძლია მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს თქვენი მეხსიერება და სწავლის შესაძლებლობები.
12. ვიზუალური და სივრცითი ტექნიკის ხერხების გამოყენება. მოიცავს ხუთ გრძნობას და გულისხმობს სწავლის პროცესში სურათების, სიმღერების ჩართვით ადამიანის გრძნობებზე ზემოქმედებას და ამ პროცესის სახალისოდ გადაქცევას. ამასთან, მისი ერთ-ერთი სახესხვაობაა მეხსიერების წარმოდგენა ნაცნობ ვიზუალურ სივრცედ, მაგალითად, თქვენი სახლის ოთახებად, სადაც „განალაგებთ“ ამგვარ კონცეფცია-სურათებს: მაგიდაზე - დაბზარულ კვერცხს, დივანზე შემოსკუპებულ ვარდის ბუჩქს,...
13. შესაძლებელია სიმღერების, სასიამოვნო მუსიკალური ბგერების (jingles), ვიზუალური მეტაფორების „მიზმაც“ საჭირო ინფორმაციასთან, მეტიც, - თვით განტოლებებთანაც კი მათი დაკავშირება.
რეკომენდაციაა - მიაკითხოთ Google-ს ან თვითონვე შექმნათ მელოდია რთულად დასამახსოვრებელი ობიექტისათვის.
14. დაბოლოს, უნდა ჩაატაროთ ექსპერიმენტები და სიაში ჩამოთვლილი რეკომენდაციებიდან ამოირჩიოთ ის ხერხები, რომლებიც მეტი ეფექტის მომტანი აღმოჩნდება თქვენთვის.

როგორც ბოლო პუნქტიდან ჩანს, ყოველთვის ვერ ხერხდება ზემოთ მოყვანილი სიიდან თითოეული პუნქტის პირდაპირი წესით გადმოღება, მით უფრო არაინგლისურენოვანი ადამიანებისათვის, მაგრამ გარკვეული მოდიფიკაციების ჩატარების შემდეგ თითქმის ყველა მათგანით სარგებლობა არის შესაძლებელი.

ქვემოთ აღვწერთ ზემოთ ჩამოთვლილ პუნქტებში მოყვანილი რეკომენდაციებისთვის ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ ზოგიერთ სიახლეს:

1. მიგვაჩნია, რომ ამ პირველ პუნქტში დეკლარირებულ რეკომენდაციას კიდევ უფრო ფართო ასპარეზი უნდა მიეცეს, კერძოდ, არა მარტო დასამახსოვრებელი მასალა უნდა იქნეს კარგად ახსნილი, არამედ, ფაქტობრივად, ნებისმიერი და მით უფრო რთული პრობლემების გადაწყვეტის მცდელობებამდე უნდა მივმართოთ კრეატიული აზროვნების სფეროსათვის ცნობილ მიდგომებს.

სწორედ ასეთი უნარების დაუფლების მიზნით, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტზე კომპიუტერული ინჟინერიისა და ფიზიკის დეპარტამენტების სტუდენტებს, როგორც ბაკალავრებს, ასევე მაგისტრანტებს, რამდენიმე წელიწადია, ეკითხებათ შემდეგი საგნები:

„კრეატიული აზროვნება“, „კრეატიული აზროვნების მეთოდები“, „კრეატიული აზროვნება და ინფორმატიკა“.

ამ თემატიკასთან დაკავშირებით, გაკეთებული გვაქვს მოხსენებები და გამოქვეყნებული სტატიები, რომელთაგან განხილვად თემასთან რელევანტურობის კუთხით გამოვყოფდით წყაროებს [2 -5].

ამჯერად, სტატიის ავტორების მიზანია, ეს საგნები, შესაბამისი მოდიფიცირების შემდეგ, იკითხებოდეს უნივერსიტეტის ყველა ფაკულტეტზე და მათ გაუძღვნენ ადგილობრივი ენთუზიასტი კადრები, რომელთაც ჩვენგან გაეწევათ ქმედითი დახმარება.

2. მეორე პუნქტში მოყვანილ რეკომენდაციასთან მიმართებით ვიტყვით, რომ საჭირო ინფორმაციის დასახსოვრებლად ის უმჯობესია, ფაკულტეტებზე შესაბამისი პროფილის საგნების სწავლისას მიღებულ ცოდნასთან იქნეს მიბმული.

ამ გზით, ფაქტობრივად, ორი კარგი საქმე გაკეთდება. თუმცა, ზოგ შემთხვევაში დასახული მიზნის მისაღწევად, შესაძლებელია, ჩვენ მიერ შემუშავებულ ისეთ ხერხსაც მივმართოთ, რომლითაც სარგებლობა მისაღები და საინტერესოც კი იქნება ნებისმიერი სპეციალობის ადამიანისათვის.

მაგალითად, ჩვენი მობილური ტელეფონის ნომრის დამახსოვრების მსურველს ინფორმაცია მივაწოდოთ ისეთი ლექსის სახით, რომლის პირველ ცხრა სიტყვაში სიმბოლოების რიცხვი სწორედ ამ ნომერს განსაზღვრავს.

და რა თქმა უნდა, აქვე უნდა გავიხსენოთ წლების წინ ქართველი მათემატიკოსის მიერ დაწერილი ლექსი, განკუთვნილი π რიცხვის მნიშვნელობის ძალიან დიდი სიზუსტით დასამახსოვრებლად:

„რომ π ნახო, π იცოდე, გახსოვდეს ეს რიცხვი მარად, აჰა, ლექსი მოგაწოდე, გეხმარება უებარად“.

3. დამახსოვრების უნარის განვითარების მიზნით ორგანიზებულ სპეციალურ კურსებს რაც შეეხება, ეს საქმე ჩვენს უნივერსიტეტში ნაწილობრივ გვარდება კრეატიული აზროვნების საგნების სილაბუსებში ერთ-ერთ თემად დამახსოვრების სტრატეგიების შესახებ მასალების, მათ შორის ამ სტატიაში განხილულთა, შეტანით.
4. „შეცადეთ გადახედოთ ინფორმაციას ძილის წინ... კვლევები აჩვენებს, რომ ტვინი ამუშავებს და ინახავს ინფორმაციას ძილის დროსაც“ რეკომენდაციასთან მიმართებით აღვნიშნავთ, რომ არაერთხელ დადასტურებულა, ზოგიერთი მეტად ღირებული იდეა მკვლევარებს სწორედ ამ დროს დაჰბადებიათ (თუმცა, აქვე შევნიშნავთ, რომ სასურველია, ასეთი შესაძლებლობით იშვიათად, მხოლოდ განსაკუთრებული ვითარებისას ვისარგებლოთ).
5. მეხუთე და მე-6 პუნქტები. დროის გარკვეული ინტერვალის შემდეგ წინა მეცადინეობებზე გაცნობილი მასალების დახსომების დონის შესამოწმებლად სტუდენტებს შეუძლიათ გამოიყენონ სტატიის ავტორების მიერ შექმნილი, რამდენიმე მოდიფიკაციის ცოდნის გამოკითხვის სისტემები, რომლებიც თავისი ძირითადი ფუნქციის შესრულებასთან ერთად იმახსოვრებენ გამოკითხვის ადრე ჩატარებულ ეტაპებზე რესპოდენტების მიერ მიღწეულ შედეგებს.
7. მართლაც, ღირებული რეკომენდაციაა! ეს გამოთქმებიც გავიხსენოთ: *ხელის გაწაფვა, get the hang of it, набить руку*, რომლებიც ხელით ქმედებებსა და ტვინს შორის სრულიად განსაკუთრებული კავშირების არსებობაზე მეტყველებენ.
ამავე პუნქტში მოყვანილ მეორე რეკომენდაციასთან დაკავშირებით შევნიშნავთ, რომ მისი გათვალისწინება ასევე დაგვეხმარება საკუთარი მეტყველებისა შემჩნეული დეფექტების გამოვლენა-გამოსწორებაში.
8. ასეთ რეკომენდაციას შესაძლებელია დამატებითი განზომილებაც მივანიჭოთ, ვთქვათ, სტუდენტებისთვის მიცემული დავალების სახით:
დაწერონ კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც რამდენიმე დასახსომებელი ტერმინიდან, მაგალითად, 4-5 ამხანაგის გვარის ან სახელის საწყისი ასოებისაგან შედგენილ აბრევიატურას შესაფერის ტერმინს გამოუძებნის ქართული ენის სამყაროდან.
9. მე-8 პუნქტში განხილულ შემთხვევებში საკითხის დაყენება-გადაწყვეტა მხოლოდ ერთგვარადად ხდება. შესაბამისად, მრავალჯერადი გამოყენების ინფორმაციის ადვილად დასახსომებლად კიდევ უფრო უპრიანად მიგვაჩნია ზედა პუნქტში შემოთავაზებული მიდგომის გამოყენება.
10. იხ. მე-7 პუნქტში მეორე რეკომენდაციის თაობაზე ჩვენი მოსაზრება.
11. ფიზიკური ვარჯიშის ცხოვრების წესად დამკვიდრება არა მარტო მეხსიერების უნარის გაუმჯობესებისთვისაა საჭირო!
ნებისმიერი ახალი საგნის წაკითხვის წინ ჩვენ ინფორმატიკის ფაკულტეტის სტუდენტებს პირველივე ლექციაზე ვაძლევთ შესაბამის რჩევებს. ვითვალისწინებთ მათი საქმიანობის სპეციფიკას და ვამცნობთ, კომპიუტერთან ინტენსიურად მომუშავე ადამიანებმა თუ როგორ უნდა აიცილონ თავიდან მოსალოდნელი პრობლემები, რომელთაც შეიძლება გამოიწვიონ მათი მხედველობისა და ხერხემლის დაზიანება.

12. ვიზუალური და სივრცითი ტექნიკის ხერხების გამოყენებას ჯერ კიდევ უხსოვარი დროიდან მიმართავდნენ ჩვენი შორეული წინაპრები, რომლებიც თუ ყველაზე ადრე არა, ერთ-ერთმა პირველები დამკვიდრდნენ ადგილზე და ხელი მოჰკიდეს მიწათმოქმედებას! შესაბამისად, ისინი „იძულებულნი“ გახდნენ ამ საქმიანობის სწორად წარმართვისთვის საჭირო ინფორმაციის მისაღებად დაჰკვირვებოდნენ, დაეფიქსირებინათ და წინასწარაც გაეთვალათ მზისა და მთვარის ტრექტორიები, შეემუშავებინათ თვლისა და ანგარიშის ხერხები. იხ. ამ თემისადმი მიძღვნილი ჩვენი სტატია [6].
13. ამ პუნქტში მოყვანილი რეკომენდაციის ეფექტიანობის დასტურად სტუდენტებს შევახსენებთ იაკობ გოგებაშვილის შედეგს „იავნანამ რა ჰქმნა“.

ზემოთ მოყვანილი ჩამონათვლიდან ადვილი შესამჩნევია, რომ [1] წყაროში მოყვანილ რჩევებს ბევრი რამ აქვთ საერთო კრეატიული აზროვნების განსავითარებლად შემუშავებულ რეკომენდაციებთან, მეთოდებსა და იმ ინსტრუმენტებთან, რომლებიც რეალიზებულია კომპიუტერული პროგრამების დონეზეც კი.

ქვემოთ მოგვყავს კიდევ რამდენიმე მაგალითი იმ განსაკუთრებით ღირებული შედეგებიდან, როდესაც ქართველი სპეციალისტები მათ წინაშე დასახული პრობლემების გადასაწყვეტად მიმართავდნენ კრეატიული მიდგომების სფეროსათვის კარგად ცნობილ, ერთ-ერთ ყველაზე ქმედით მეთოდს. მხედველობაში გვაქვს **ინტერდისციპლინური კავშირების** გამოძებნა ისეთ დისციპლინებს შორის, რომელთაც, ერთი შეხედვით, არაფერი ჰქონდათ ერთმანეთთან საერთო:

- პროფესორ გურამ ჩაჩანიძის მიერ შექმნილი სასკოლო სახელმძღვანელოები, რომლებიც აგებულია ისტორიის, მათემატიკის, არქიტექტურის და სხვ. დისციპლინებისათვის ცნობილი ფაქტების ურთიერთდაკავშირების საფუძველზე. აქვე შევნიშნავთ, რომ ეს მიდგომა საზღვარგარეთის ქვეყნების საგანმანათლებლო სივრცეებისთვისაც იქცა მისაბამ მაგალითად [7].
- პროფ. რამაზ გახოკიძის მიერ ცილათა სტრუქტურების სამუსიკო ფრაზებთან (ფუგებთან) კავშირების გამოვლენა [8].
- სხვადასხვა სფეროდან მოხმობილი მონაცემების, ფაქტების, არტეფაქტების ანალიზისა და მათი შეჯერების საფუძველზე დაიწერა მონოგრაფია „В начале было...“. მასში წამოყენებული და დასაბუთებულია ენის (ენების) წარმოშობის ახალი, ე.წ. *წყლის თეორია*. აღვნიშნავთ, რომ ეს ნაშრომი საზღვარგარეთული ინტერგამოცემლობების ყურადღების საგნადაც იქცა [9-10].

დავუბრუნდეთ თავის დასაწყისში მოყვანილი სიის პირველსავე რეკომენდაციას:

„აუცილებელია, რომ დასამახსოვრებელი მასალა იყოს კარგად ახსნილი და გასაგები“.

მისი გათვალისწინება, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია ინფორმაციის სპეციალობათა შემსწავლელი სტუდენტებისთვის.

საქმე ისაა, რომ, ამ სფეროში განსაკუთრებული ინტენსივობით ხდება სიახლეების შემოტანა, რაც მოითხოვს მოძველებული სისტემების სისტემატურად გადახედვა-კორექტირებას.

აღნიშნული პროცესების გაადვილების მიზნით, ჩვენ მიერ შემუშავებული იქნა კომპიუტერული პროგრამების სპეციფიკური სახის იერარქიული სახის კომენტარებით გაწყობის კონცეფცია, რომლის გამოყენება რეკომენდებულია ოპერატორების შედარებით დიდი მოცულობის ბლოკებისათვის.

მისი არსი ამგვარად აიხსნება:

1. თითოეული ბლოკის დასაწყისსა და ბოლოში უნდა განთავსდეს ერთნაირი ინფორმაციის შემცველი კომენტარები, ოღონდ განსხვავებული *begin* და *end* (ანდა *დასაწყისი* და *დასასრული*) პრეფიქსებით.

მაგალითი:

// *begin* – ბლოკში გამოითვლება...

ოპერატორი_1;

.....

ოპერატორი_k;

// *end* - ბლოკში გამოითვლება...

2. კომენტარებს უნდა ჰქონდეთ პროგრამის ანალოგიური სტრუქტურა, ამასთან, მეტი ვიზუალური ეფექტის მისაღებად გაუკეთდეთ შესაბამისი დამკრები.

მაგალითი:

// *begin_1* – ბლოკში გამოითვლება...

ოპერატორი_1;

.....

// *begin_1.1* – ბლოკში გამოითვლება...

ოპერატორი_1;

.....

ოპერატორი_i;

// *end_1.1* - ბლოკში გამოითვლება...

.....

ოპერატორი_m;

// *end_1* - ბლოკში გამოითვლება...

3. დაბოლოს, აღნიშნული კონცეფციის გათვალისწინება შესაძლებელია მოხდეს როგორც უკვე არსებულ სპეციალიზებულ ტექსტურ რედაქტორებში end-კომენტარების და მათი სტრუქტურების ავტომატური გენერირებით, ხოლო მეწყვილე კომენტარის განადგურების შემთხვევაში მეორე მათგანის ასევე ავტომატურად ამოგდების გზით, აგრეთვე - ახლად ფორმირებულებშიც.

დასკვნა

განიხილება ინფორმაციის გონებაში დამახსოვრების გაადვილების მიზნით შემუშავებული სტრატეგიები, რაც განსაკუთრებით აქტუალური გახდა ბოლო ათწლეულებში

მისი ნაკადის აქამდე არნახული მოზღვაგების გამო. გარჩეულია ამ მიმართულებით ერთ-ერთი გამორჩეულ საზღვარგარეთულ ნაშრომში რეკომენდებული რეკომენდაციები. ხაზგასმულია ის გარემოება, რომ მათი პირდაპირი გზით გადმოღება ყოველთვის სასურველ შედეგს ვერ იძლევა და პრობლემების მოსახსნელად შემოთავაზებულია ქართველი მეცნიერთა, მათ შორის სტატიის ავტორთა მიერ მიღებული გადაწყვეტილებანი. ხაზგასმულია განსახილველი თემის მჭიდრო კავშირი კრეატიულ აზროვნებასთან. სწორედ ამ დასახელების საგანი იკითხება სტატიის ავტორების მიერ წლების განმავლობაში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტზე და აღწერილია ზოგიერთი მომენტი მათი გამოცდილებიდან.

ლიტერატურა

1. UNC (2018). *Memorization Strategies - Learning Center*. [online] Learning Center. Available at: <https://learningcenter.unc.edu/tips-and-tools/enhancing-your-memory/>.
2. გ. ღვინევაძე. *ვისწავლოთ შემოქმედებითად აზროვნება*. ტექნიკური უნივერსიტეტი; 2012:246.
3. გ. ღვინევაძე. კრეატიული აზროვნების საფუძვლები. ტექნიკური უნივერსიტეტი; 2024:196
4. გ. ღვინევაძე, თ. შავიშვილი. „გადაწყვეტილების მიღების ეფექტიანობის ამალგების გზები.“ თბილისი. სტუ-ს გამომცემლობა, „შრომები“, 2020, №1 (515), გვ. 80-93. ISSN 1512-0996.
5. გ. ღვინევაძე, თ. შავიშვილი. “ინტერდისციპლინური მიდგომების ეფექტიანობა მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში”. 2021. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“. სტუ, „შრომები, მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, 2021. №1 (32), გვ. 316-319. ISSN 1512-3979.
6. გ. ღვინევაძე. “ტრანს- და ინტერდისციპლინური მიდგომები პრობლემების გადასაწყვეტად”. II საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საქართველო და ევროინტეგრაცია“. სტუ, სტატიების კრებული, 29-30 სექტემბერი 2022. გვ. 114-122. <https://drive.google.com/file/d/1Bxge5mIXd-6LgEnfMQUiNR2mp2RmV5dF/view>
7. გ. ღვინევაძე. “მთვარე - თვლისა და ანგარიშის პროცესების ინსპირატორი”. თბილისი. სტუ-ს გამომცემლობა, “შრომები”, 2024, №2 (532), ISSN 1512-0996, გვ. 177-186.
8. ალგებრა და საქართველოს მათიანე / გურამ ჩაჩანიძე ; [რედ.: თ. გეგელია, ლ. სანიკიძე]. - განათლება, 1991. - 240 გვ. : ილ.
9. https://www.youtube.com/watch?v=9s02B_WrE2M
10. http://www.ifapcom.ru/files/2016/UGRA_ENGL_BLOK_WEB.pdf.
11. Гвинепадзе, Г. (2021). *В начале было ...* Lap-publishing.com, LAP Lambert Academic Publishing, p.116.

Strategies for Memorizing Information and Methods of creative Thinking

Gela Gvinepadze¹, Shorena Dekanosidze², Nino Chorckauli³

¹Georgian Technical University; ²Georgian Technical University;

³ Georgian Technical University

Abstract

One of the main characteristics of the 21st century is the enormous growth of information. Consequently, the selection of relevant materials from this flow becomes a very urgent problem for any sphere of human activity. Therefore, the issue of extracting and preserving the essence from a vast amount of novelty—whether on paper or in electronic formats—while also retaining it in the minds of both the older and younger generations, becomes increasingly pressing. In order to solve the above-mentioned problem or, at least, to alleviate it, specialists have developed a number of recommendations, the consideration of which, as practice has shown, can bring tangible results in improving the ability to memorize information. This article examines in detail one of the outstanding works carried out by foreign specialists in this area. In addition, the value of the recommendations presented in it is assessed. Studying these tips and applying them in practice allows people to quickly and permanently remember the necessary information, sometimes for a lifetime. The following opinion expressed in the said article deserves special attention: “Good memorization is not an exclusive property of an elite group of people born with such talent - anyone can practice and develop the ability to memorize information.” But the fact is that the direct transfer of these tips does not always give the desired effect, especially for people who do not speak English. However, we believe that their modification, taking into account the local situation and the language world, is usually justified. At the same time, we have shown that after some modifications of the listed recommendations, almost all of them can be used. The presented article examines the steps taken in this direction by Georgian scientists, including the authors of this article. In particular, almost every recommendation described in the source offers one or another innovation. In addition, the authors of the article emphasize the close connection between the development of information memorization strategies and the discipline of creative thinking. Here we note that we also teach subjects in this area to undergraduate and graduate students at the departments of the Faculty of Computer Science and Control Systems of the Technical University of Georgia. Based on the close connection of the topic discussed in the article with the discipline of creative thinking, we express the following opinion: The recommendation stated in the chapter of the discussed original source should receive an even wider arena. In particular, we believe that the material to be learned should not only be well explained, but before attempting to solve any, especially difficult, problems, one should turn to approaches known in the field of creative thinking. In the article, we described some notable works of Georgian innovators in this area, which have attracted the interest of foreign scientific publications.

Keywords: information memorization strategies, creative thinking methods.

Analysis and Assessment of the Digitization Process of Georgia

Sofia Paliani

PhD Student, Department of Business Technologies, Faculty of Business Administration, Georgian Technical University, E-mail: s_paliani@yahoo.com, Tel: +995 592 909 333

Abstract

This article examines the state of digitization among sovereign states and analyzes Georgia's position in the ongoing process, in general, at the regional and subregional levels. The research in the paper is conducted using international indicators and is mainly based on the UN Index and its sub-components. The development growth rate has been dynamic since 2012, as the index's normative adoption rate in percentage terms in 2012 was 56%, and in 2024 - 78%. The review and ranking of indicators revealed that Georgia's position in the rating lists is dynamic; sub-indicators capture the strengths and weaknesses of the process.

Overall, the index indicators allow for predictions and recommendations. In terms of digitalization, the country moved into the VHEGDI; in other words, it has moved into a very high-level group and is a leading country in the South Caucasus in this regard.

Keywords: Digitalization Process; International Indicators; UN Indexes Index and Sub-components.

Introduction

At the end of the 20th century, the technological revolution expanded the scope of communication tools, and developed countries began to implement e-government to increase government work efficiency. At the beginning of the 21st century, modern digital technologies made it possible to unite government units in a single system and exchange information worldwide.

E-government is a structured digital government, a modern type of management discipline whose goal is to “create opportunities for the rapid delivery of quality services.” (Kardava E., და სხვ., 2021) For the user.

The process of digitization is regulated by e-government, and accordingly, the topic of the article is discussed together with all its constituent units (citizens, state, business) since the e-government development index indicator also provides us with accurate information about the level of digitization of participants. We live in a digital era, and the issue discussed in the article about the formation of digital culture is a product of the ongoing process, i.e., globalization.

Georgia easily adapts to digitalization, the human resource development indicator shows readiness, and the rating lists reflect the high indicators of the country's development. The paper aims to analyze

the digitalization process in a historical-territorial context by involving indicators and ranking data, and in the article we present an assessment of Georgia's position in this process.

Main Text

The achievements of the “Electronic Revolution” of the last century - the creation of the computer and the first communication network - became the reason for accelerating development. It became clear to everyone that the network could form new forms of relations, and by the end of the twentieth century, developed countries began to implement technological reforms. The “Informational/Digital Revolution” entered an active phase in the first decade of the 21st century after the adoption of relevant legislative changes and the involvement of developing countries in the process. In the process of digitization, several models of digital governance were formed by the requirements of users. The type oriented to the civil sector is considered the Continental-European model, and the type focused on the simplification of state services is considered the Anglo-American model. The third type is the Asian model, which actively introduces digital skills in culture and education. Paraphrase from the textbook of scientists. (Jolia, Education and Labor in the Digital Enviroment, 2021)

Due to its geographical location, Georgia is a member of the Asian global region. Therefore, to maximize the realization of digitalization, it is important to consider the experience of successful countries in this region that occupy a leading position in the global list. The Asian region is in second place in the list of world regions according to the 2024 index, behind Europe and ahead of America.

The level of digitization of countries is assessed by indices developed by various international organizations and institutions. Today, the definition of the term indicator is not fixed, since it was created in parallel with “Digitization” and is being formed along with the ongoing process. However, we have the opportunity to give an assessment based on its properties as a social and technological unit based on mathematization, which simplifies the processing of voluminous information, identifies the causes of delays, and allows us to make predictions. (Kevin E. Davis, Benedict Kingsbury, & Sally Engle Merry, 2024)

The digitization process in Georgia is carried out by various state agencies and this process is managed by “the Georgian Innovation and Technology Agency.” (Gurtskaia Tatia & Paliani Sofia, 2023)

International cooperation is presented on the ICT cluster platform cluster.ge, Georgia’s indicators in global statistics are quite good. For example, ease of starting a business is second, ease of doing business is sixth, contract enforcement is eighth, etc. Georgia has an above-average GCI index among developing economies. Georgia is ranked 57th among 100 countries by the DIGX index of the quality of use of information and communication technologies. The Human Development Index-HDI Georgia records a good indicator is a “Highly Developed” country.

The United Nations publishes the EGDI index data every two years, which involves assessing the development of national governments of 193 sovereign states and placing them in ratings. The involvement of the Georgian government in the digitalization process has been recorded since 2003. The dynamics have been recorded since 2012, and this is due to the good implementation of programs supporting digital development.

The index norm is a single whole and is divided into four groups according to the level of approximation: very high level from 0.75 to 1.00, high level from 0.50 to 0.75, medium level from 0.25 to 0.50, and low level from 0.00 to 0.25 inclusive.

The EGDI index consists of three units: OSI, TII, and HCI. The OSI index consists of five components: IF, SP, CP, TEC, and EPI. (<https://publicadministration.un.org/>, 2024)

The definitions of the indices and sub-indicators are presented along with the analysis and the following findings were identified.

1. The level of convergence of Georgia's Development Index with the norm was determined at 42% until 2012. In 2012-2022, an increase in data was recorded. Georgia moved to the high group of the rating list and occupied 71.7% of the norm. In 2022-2024, the country's place was recorded in the very high group and approached the norm by 78%. This is considered an achievement based on the increase in the value of the sub-indices. In 2003-2012, Georgia's place in the rating list alternated between 83rd and 100th places. In 2012-2024, against the background of an increase in values, a shift was recorded in the rating list, and until now, its place has been steadily alternating between 56th and 69th places.
2. The Human Capital Index -HCI measures human resource capabilities and it is noteworthy that Georgia has consistently been in the very high value group from 2003 to 2024.
3. The TII sub-index measures the state of telecommunications infrastructure. From 2003 to 2012, the value of this index was consistently considered in the low group; since 2014, it has been gradually increasing, and in 2024, it moved to the very high-value group.
4. The OSI index measures the volume and quality of electronic services, and their indicators and definitions are presented below. In 2003-2010, Georgia occupied a place in the low and medium groups according to the OSI index. In 2012-2024, the position moved to the high group. The maximum in numbers was recorded in 2018, when the percentage of normative adoption approached 0.69%. Overall, the increase in the index value in 2012-2024 is assessed as a good indicator since, unlike other indices, it remains in the high group. This is explained by the fact that, except for the EPI-Electronic Participation Index, all other indicators maintain their position; this applies to CP-content summary, SP-service delivery, IF-Institutional Framework, and TEC-technological indicators. The most variation in decline has been recorded in the TEC technological indicator. Based on this, we draw the following conclusions.

1) In historical terms, i.e., in general, in 2003-2024, a change in the development trajectory was observed in 2012, and the risks of degradation were completely eliminated.

- The dynamics of the digitalization process in Georgia began in 2012.
- According to the Human Development Index, Georgia maintained its position from 2003 to 2024 and is consistently in the high-performing group of countries in the world. The stability of the data and its high value for 21 years indicate that human resources are distinguished by very high receptivity.
- Telecommunications infrastructure data for 2012-2024 are assessed as an indicator of above-average development.
- The electronic services index remains in the high group.

2) In territorial terms, Denmark leads the world ranking list from 2018 to 2024. France, Estonia, Liechtenstein, and other European countries, from time to time, maintain leading positions in the sub-indices, which is natural since the European global region leads the list with a score of 0.84. Asia, which

is currently ahead of America and its data is 0.69, is in second place in the same list. The leading places in the Asian region are shared by Singapore, South Korea, Saudi Arabia, and the United Arab Emirates. Since 2022, Georgia has been included in the highest-level group of the EGDI worldwide and, together with the developed countries of Asia, has been included in the list of the highest-rated countries in the region. It occupies a good place in the West Asian sub-region, and Georgia is a leading country in the South Caucasus.

The historical and territorial ranking of international indicators revealed the weaknesses and strengths of the current process. Despite many negative facts, Georgia gradually overcame the challenges and, in 2012, moved to the high-level group in terms of digitalization. In 2022, it moved to the very high-level group. The frozen conflict did not affect the digitalization process that has been actively underway since 2012. Obviously, we consider the current internal political instability to be the weak side of the digitalization process or the main factor hindering digitalization. The indicator analysis confirms that, overall, Georgia has mastered the full spectrum of digital transformation, which implies a high level of ICT implementation and the formation of an increasing dynamic of the digitalization process. Public acceptance of digitization is high, and we believe that technological support for scientific structural units is necessary for the rapid development of this process.

Conclusion

The digitization process is actively underway worldwide, and in this regard, Georgia took several important steps from 2012 to 2024. Today, the country is represented by the EGDI index as one of the high-performing countries in the world in the digitization process, as the index indicator in 2022 was 0.7501 and with this value moved to the very high level-VHEGDI group. Georgia was placed on the list of high-performing countries in the Asian region and is a leader in introducing digital services in the South Caucasus. In 2024, Georgia is again in the very high-level group and maintains its position, which is undoubtedly a great achievement for the country, given the ongoing political process. It is also worth noting that in 2024, an increase in the level of digitization was also recorded to the denominator [0.7792], which, in our opinion, is considered a success since the level of approximation to the norm was determined at 78%. The ranking and analysis of the indicators revealed that the indicators have a positive trajectory in global indices, society is ready for new transformations, and Georgia has the potential to be one of the leading countries in the Asian region in terms of digitalization.

Bibliography

Gurtskaia Tatia, & Paliani Sofia. (2023). Digital Transformation of the Economy. *ECONOMICS*, 72-86.

<https://publicadministration.un.org/>. (2024). *E-Government Survey 2022-2024, The Future of Digital Government*. New York: <https://publicadministration.un.org/>.

Jolia, G. (2021). *Education and Labor in the Digital Environment*. Tbilisi: Publishing House "Technical University".

Kardava E., Gabisonia Z., Gabrielashvili G., Gagnidze N., Paichadze G., & Samadashvili I. (2021). *Electronic Governance and Leadership*. Tbilisi: Civil Service Bureau.

Kevin E. Davis, Benedict Kingsbury, & Sally Engle Merry. (2024). Indicators as a Technology of Global Governance. *Indicators as a Technology of Global Governance*, Indicators as a Technology of Global Governance.

Machavariani, I., Mumladze, D., Kezevadze, N., Sikharulidze, N., & Jgenti, N. (2002). *Economic and Social-Political Geography of the World*. Tbilisi: Tbilisi State Institute of Economic Relations.

საქართველოს გაციფრების პროცესის ანალიზი და შეფასება

სოფიო ფალიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის, ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის დოქტორანტი, E-mail: s.paliani@yahoo.com

ანოტაცია

წინამდებარე სტატიაში შესწავლილია გაციფრების მდგომარეობა სუვერენულ სახელმწიფოთა შორის და გაანალიზებულია საქართველოს პოზიცია მიმდინარე პროცესში ზოგადად, რეგიონის და ქვერეგიონების დონეზე. ნაშრომში კვლევა ჩატარებულია საერთაშორისო ინდიკატორებით და ძირითადად ეფუძნება გაერო-ს ინდექსს და მის სუბ-კომპონენტებს. განვითარების ზრდის მაჩვენებელი დინამიურია 2012 წლიდან, რადგან მითითებული ინდექსის ნორმატივის ათვისების მაჩვენებელი პროცენტებში 2012 წელს შეადგენდა 56%-ს და 2024 წელს კი - 78%-ს. ინდიკატორთა განხილვით და რანჟირებით გამოვლინდა, რომ სარეიტინგო სიებში საქართველოს პოზიცია დინამიურია, ქვეინდიკატორები აფიქსირებენ პროცესის ძლიერ და სუსტ მხარეებს. მთლიანობაში ინდექსის მაჩვენებლები იძლევა პროგნოზირებისა და რეკომენდაციის გაცემის საშუალებას, ქვეყანამ გაციფრების კუთხით 2022 წელს VHEGDI, ე.ი. ძალიან მაღალი დონის ჯგუფში გადაინაცვლა და ამ მხრივ წამყვანი ქვეყანაა სამხრეთ კავკასიაში.

საკვანძო სიტყვები: გაციფრების პროცესი; საერთაშორისო ინდიკატორები; გაეროს განვითარების ინდექსი და ქვეკომპონენტები

M1 და M2 მაკროფაგების როლი ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის ენდომეტროიდულ ადენოკარცინომამდე პროგრესირებაში

პაატა ჟორჟოლიანი¹; ზაზა ბოხუა²; შოთა კეპულაძე³; გიორგი ბურკაძე⁴

¹თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი; ²თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მეანობა-გინეკოლოგიისა და რეპროდუქციული ჯანმრთელობის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ³თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი; ⁴თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

აბსტრაქტი

ენდომეტრიუმის კეთილთვისებიან ჰიპერპლაზიიდან ავთვისებიან ადენოკარცინომამდე პროგრესირება მოიცავს იმუნურ მიკროგარემოში სხვადასხვა სახის კომპლექსურ ურთიერთქმედებას. ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავდა იმუნოჰისტოქიმიური ტექნოლოგიის გამოყენებით სხვადასხვა მარკერის ექსპრესიის შეფასებას, როგორცაა მაგალითად M1/M2 მაკროფაგები. ასევე M1/M2 თანაფარდობას, ჰორმონული პროფილის ექსპრესიასა და სიმსივნის მაინფილტრირებელ ლიმფოციტებს (TILs) შორის შესაძლო კავშირის გამოსავლენას. კვლევის დიზაინს წარმოადგენდა რეტროსპექტული კოჰორტული კვლევა და მოიცავდა 120 შემთხვევას, რომლებიც გადანაწილებულია სამ ნოზოლოგიურ ერთეულში: ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე, ჰიპერპლაზია ატიპიით და ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული ადენოკარცინომა. M1/M2 თანაფარდობა და ER/PR ექსპრესია შეფასდა იმუნოჰისტოქიმიური კვლევის ტექნოლოგიის გამოყენებით. ჩვენმა კვლევამ აჩვენა, რომ M1/M2 თანაფარდობა თანდათან მცირდება ენდომეტრიუმის მარტივი ტიპის ჰიპერპლაზიიდან (საშუალოდ: 2.0) ადენოკარცინომამდე (საშუალოდ: 0.5, $p < 0.01$) პროგრესირებისას, რაც მიუთითებს გადასვლას ანთების საწინააღმდეგოდან (M1 მაკროფაგები) იმუნოსუპრესიულ (M2 მაკროფაგები) მიკროგარემოზე. ჩვენი კვლევის შედეგები აჩვენებს იმუნური და ჰორმონური ფაქტორების კრიტიკულ როლს ენდომეტრიუმის სხვადასხვა ტიპის დაზიანებების პროგრესირებაში. M1/M2 კოეფიციენტის დაქვეითება, TIL-ის პროცენტული მაჩვენებლის ზრდა და ER/PR ექსპრესიის შემცირება დაკავშირებულია ენდომეტრიუმის სიმსივნისწინარე მდგომარეობების ავთვისებიან პროგრესიასთან და დაავადების სიმძიმესთან. ჩვენი კვლევის შედეგები კიდევ ერთხელ ხაზს უსვამს იმუნური მიკროგარემოსა და ჰორმონური გზების მიმართ პერსონალიზებული თერაპიული სტრატეგიების პოტენციალს. საჭიროა ამ მიმართულებით დამატებითი კვლევები ბიომარკერების პერსპექტიული გამოყენებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ენდომეტრიუმის კიბო; ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია; იმუნური მიკროგარემო; მაკროფაგების პოლარიზაცია; M1/M2 თანაფარდობა; TILs;

შესავალი

ენდომეტრიუმის მიკროგარემო არის დინამიური და კომპლექსური ერთეული, რომელზეც გავლენას ახდენს სხვადასხვა ჰორმონური, იმუნური და უჯრედული ურთიერთქმედება, რომლებიც მნიშვნელოვანია ნორმალური ფიზიოლოგიური პროცესებიდან პათოლოგიურ მდგომარეობებამდე ტრანსფორმირებისას[1].

ენდომეტრიუმის მიკროგარემო არის დაავადების განვითარებაში კრიტიკულად მნიშვნელოვანი, განსაკუთრებით ისეთ პირობებში, როგორიცაა ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია, ატიპიური ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია და ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული ადენოკარცინომა. ჰორმონური სიგნალის გადამცემის, პროლიფერაციულ-აპოპტოზური მექანიზმებისა და იმუნური უჯრედების პოპულაციების ურთიერთქმედება აყალიბებს კეთილთვისებიანი მდგომარეობიდან ავთვისებიან მდგომარეობამდე პროგრესირებას, სწორედ ამიტომაც ეს ურთიერთქმედებები გადამწყვეტია ბიომარკერებისა და პოტენციური თერაპიული სამიზნეების იდენტიფიცირებისთვის [2].

ენდომეტრიუმის კიბო 2022 წლის მონაცემებით მთელს მსოფლიოში, ქალთა პოპულაციაში რეპროდუქციული სისტემის ყველაზე გავრცელებული ავთვისებიანი სიმსივნეა 420 000-ზე მეტი ახალი შემთხვევით და 97 000 ლეტალური გამოსავლით. ახალი დიაგნოსტიკური და თერაპიული სტრატეგიების მიღწევების მიუხედავად, მნიშვნელოვანი ხარვეზები რჩება ადრეული გამოვლენის, რისკის სტრატეფიკაციისა და დაავადების პროგრესირების საფუძვლად არსებული მოლეკულური მექანიზმების გაგებაში. ისეთი მცდელობები, როგორიცაა კიბოს გენომის ატლასის (TCGA) მოლეკულური კლასიფიკაციები, ხაზს უსვამს ენდომეტრიუმის კიბოს ჰეტეროგენობას და გამოავლენს მოლეკულურ ქვეტიპებს, როგორც პროგნოზისა და თერაპიული პასუხის კრიტიკულად მნიშვნელოვან განმსაზღვრელ ფაქტორებს.[3], [4]

ჰორმონური ცვლილებები მნიშვნელოვნად მოქმედებს ენდომეტრიუმის მიკროგარემოზე, განსაკუთრებით რეპროდუქციულ და პერიმენოპაუზურ ქალებში. ესტროგენისა და პროგესტერონის ჰორმონალური ღერძი თამაშობს ცენტრალურ როლს ენდომეტრიუმის ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში. თუმცა, ისეთი აბერაციები, როგორიცაა ესტროგენის ჭარბი აქტივობა ან პროგესტერონის დაქვეითებული რეაქცია, მჭიდროდ არის დაკავშირებული უჯრედების აბნორმალურ პროლიფერაციასთან, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ჰიპერპლაზია და ავთვისებიანი სიმსივნე. კვლევები ხაზს უსვამს, რომ ჰორმონული დისბალანსის გახანგრძლივება, განსაკუთრებით პერიმენოპაუზურ ქალებში, ამძაფრებს პათოლოგიური ტრანსფორმაციის რისკს, რაც ხაზს უსვამს ენდომეტრიუმის პათოლოგიების ჰორმონური საფუძვლების უფრო ღრმად შესწავლის აუცილებლობას.[4], [5], [6]

რეპროდუქციული და პერიმენოპაუზის ასაკის დაყოფა კონკრეტულ ასაკობრივ დიაპაზონებად (მაგ., 18-45 წელი რეპროდუქციული ასაკისთვის და 46-55 წელი პერიმენოპაუზური ასაკისთვის) არ არის პირდაპირ ასახული, როგორც ოფიციალური კლასიფიკაცია ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) მიერ. თუმცა, იგი ფართოდ გამოიყენება კლინიკურ პრაქტიკაში და კვლევაში, როგორც ქალის ცხოვრების ფიზიოლოგიური და ჰორმონური სტადიების აღწერის საშუალება. ჯანმო აღიარებს რეპროდუქციულ ასაკს რეპროდუქციული ჯანმრთელობის შესახებ არსებულ ლიტერატურაში, როგორც წესი, 15-დან 45 წლამდე. ეს ფართო სპექტრი ხშირად გამოიყენება გლობალური საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის კონტექსტში, მათ შორის დედათა ჯანმრთელობისა და ნაყოფიერების კვლევებში. ჯანმო არ განსაზღვრავს მკაცრ ქვედა ან ზედა ზღვარს რეპროდუქციული ასაკისთვის კლინიკური თვალსაზრისით, რადგან ის სრულიად შეესაბამება ბიოლოგიური ნაყოფიერების მდგომარეობას.

ჯანმო განსაზღვრავს პერიმენოპაუზას, როგორც მენოპაუზისკენ მიმავალ გარდამავალ ფაზას, რომელიც ხასიათდება ჰორმონალური რყევებით და მენსტრუალური დარღვევებით. ეს ეტაპი იწყება მენოპაუზის დაწყებამდე რამდენიმე წლით ადრე და მთავრდება ბოლო მენსტრუაციიდან ერთი წლის შემდეგ.[7]

ასაკობრივი დიაპაზონი, რომელიც ჩვეულებრივ გამოიყენება კლინიკურ და ეპიდემიოლოგიურ კვლევებში (მაგ., 18-45 წელი რეპროდუქციული ასაკისთვის და 46-55 წელი პერიმენოპაუზის ასაკში) არის ფიზიოლოგიური ნორმებიდან მიღებული მიახლოებები და დადასტურებული მტკიცებულებებით და არა WHO-ს ოფიციალური გაიდლაინებით.

ეს კლასიფიკაცია ხელს უწყობს რისკებისა და ინტერვენციების სტრატეგიკაციას ისეთ პირობებში, როგორიცაა ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია, კიბო და ჰორმონალური დარღვევები.

ენდომეტრიუმის იმუნური მიკროგარემო მჭიდრო კავშირშია მის ფიზიოლოგიურ და პათოლოგიურ მდგომარეობებთან. ის წარმოდგენილია სხვადასხვა იმუნური უჯრედებით, მათ შორის T ლიმფოციტებით, B ლიმფოციტებით, მაკროფაგებითა და ბუნებრივი მკვლელები (NK) უჯრედებით. ეს უჯრედები ხელს უწყობენ იმუნურ მეთვალყურეობას და მოდულაციას, ორმაგ როლს ასრულებენ სიმსივნის დათრგუნვასა და პროგრესირებაში. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა მაკროფაგებს, რომლებიც ავლენენ ფუნქციურ პლასტიურობას. ადგილობრივი სიგნალიდან გამომდინარე, მათ შეუძლიათ პოლარიზება M1 (ანთების საწინააღმდეგო, სიმსივნის დამთრგუნველი) ან M2 (ანთების საწინააღმდეგო, სიმსივნის ხელშემწყობ) ფენოტიპებად. ავთვისებიანი სიმსივნეების დროს M2 მაკროფაგების დომინირება დაკავშირებულია იმუნური მექანიზმების დაზიანებასთან, გაძლიერებულ ანგიოგენეზთან და მეტასტაზირების პროცესებთან. მაშინ, როცა M1 მაკროფაგები დაკავშირებულია სიმსივნის საწინააღმდეგო იმუნიტეტთან, რაც ასახავს მაკროფაგების როლის სირთულეს ენდომეტრიუმის პათოლოგიაში. [6]

იმუნური უჯრედების ურთიერთქმედება პროლიფერაციულ-აპოპტოზურ გზებთან არის ასევე მნიშვნელოვანი სიმსივნის დინამიკის ფორმირებაში. გენეტიკური და ეპიგენეტიკური

ცვლილებებით გამოწვეული დარღვეული გზები ახდენს უჯრედულ ცვლაზე ზემოქმედებას. პროლიფერაციული მარკერები, როგორიცაა Ki-67 და აპოპტოზური მარკერები, როგორიცაა კასპაზა-3, იდენტიფიცირებულია, როგორც კრიტიკული მოთამაშეები ამ პროცესებში. იმუნური უჯრედების, განსაკუთრებით მაკროფაგების, გავლენა ამ გზებზე ციტოკინების გამოთავისუფლებისა და უჯრედ-უჯრედული პირდაპირი ურთიერთქმედების გზით კიდევ უფრო ხაზს უსვამს ენდომეტრიუმის დაავადების პროგრესირების სირთულეს.[8], [9]

ახალი მტკიცებულებები ხაზს უსვამს საშვილოსნოს მიკრობიომის როლს ენდომეტრიუმში იმუნური და ანთებითი რეაქციების ფორმირებაში. დისბიოზი, ან მიკრობული დისბალანსი, დაკავშირებულია ანთებით გზებსა და კანცეროგენეზში. მიკრობული შემადგენლობის ცვლილებები, როგორიცაა შემცირებული *Lactobacillus* spp. და გაზრდილი პათოგენური სახეობები, დაკავშირებულია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიასთან და ავთვისებიან სიმსივნესთან. ეს დასკვნები ვარაუდობს, რომ მიკრობიომზე მიზანმიმართული ინტერვენციები შეიძლება გახდეს ღირებული ინსტრუმენტი ენდომეტრიუმის პათოლოგიების მართვისთვის.[10], [11]

იმუნური უჯრედების პოპულაციების სივრცითი და რაოდენობრივი განაწილება, განსაკუთრებით M1 და M2 მაკროფაგები, იძლევა ღირებულ შეხედულებებს ენდომეტრიუმის კიბოსწინარე და კიბოს მდგომარეობების იმუნური დინამიკის შესახებ. არსებულმა კვლევებმა ხაზგასმით გამოავლინა მაკროფაგების პოლარიზაციის კრიტიკული როლი სხვადასხვა გინეკოლოგიურ კიბოს შემთხვევებში. თუმცა, M1 და M2 მაკროფაგების სპეციფიკური როლი ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიასა და კარცინომაში ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი. ჩვენი ცოდნის ეს ნაკლოვანებები ხაზს უსვამს ამ იმუნური უჯრედების ქვეჯგუფებზე ფოკუსირებული კვლევის აუცილებლობას, რათა გაირკვეს მათი წვლილი დაავადების ინიცირებასა და პროგრესირებაში.

ჩვენი კვლევა იყენებს იმუნოჰისტოქიმიურ ტექნოლოგიას (IHC) ენდომეტრიუმის იმუნური მიკროგარემოს გასაანალიზებლად, ფოკუსირებულია M1 და M2 მაკროფაგების ექსპრესიაზე ენდომეტრიუმის სიმსივნისწინარე და სიმსივნური მდგომარეობებისას. 2017 წლიდან 2025 წლამდე საარქივო მასალის გამოყენებით, რომელიც მოიცავს ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის, ატიპიური ჰიპერპლაზიის და ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომის შემთხვევებს, კვლევა მიზნად ისახავს შექმნას ძლიერი მონაცემთა ბაზა ამ იმუნური მარკერების შესწავლით ჰორმონური და პროლიფერაციულ-აპოპტოზური ცვლილებების კონტექსტში, ასევე იმუნურ-ენდომეტრიუმის ურთიერთქმედების შესახებ, რაც საბოლოოდ ხელს შეუწყობს ენდომეტრიუმის დაავადებების ახალი დიაგნოსტიკური და თერაპიული სამიზნების იდენტიფიცირებას.

მასალები და მეთოდები

კვლევის დიზაინი: ჩვენი კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტული დიზაინის მქონე კვლევას, რომელიც აანალიზებდა ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის, ატიპიური ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიისა და ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომის ჰისტოლოგიური დიაგნოზის მქონე პაციენტთა საარქივო მასალას. საარქივო მასალა

შეგროვდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სასწავლო-სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიიდან, რომელიც მოიცავს 2017-2025 წლებს. პაციენტის შესახებ ინფორმაცია იყო ანონიმური, არაპერსონიფიცირებული, რათა უზრუნველყოფილიყო საფუძვლიანი ანალიზი ეთიკური სტანდარტების დაცვით.

კვლევა მოიცავდა სამ განსხვავებულ ჯგუფს: ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია - 40 შემთხვევა; ენდომეტრიუმის ატიპიური ჰიპერპლაზია - 40 შემთხვევა; ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომა - 40 შემთხვევა;

კვლევაში ჩართვის კრიტერიუმები: ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის, ატიპიური ჰიპერპლაზიის ან ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომის ჰისტოლოგიურად დადასტურებული დიაგნოზი. ქსოვილის ადეკვატურობა და შესაბამისი კლინიკური მონაცემების ხელმისაწვდომობა. მანამდე ონკოლოგიური კუთხით არანამკურნალები პაციენტები;

გამორიცხვის კრიტერიუმები: ცუდად ფიქსირებული ქსოვილის ნიმუშები. პაციენტები თანმხლები სისტემური ანთებითი ან აუტოიმუნური დაავადებებით.

რეპროდუქციული და პერიმენოპაუზის ასაკის დაყოფა განხორციელდა შემდეგ ასაკობრივ დიაპაზონებად (მაგ., 18-45 წელი რეპროდუქციული ასაკისთვის და 46-55 წელი პერიმენოპაუზური ასაკისთვის).

ფორმალინში ფიქსირებული, პარაფინით ჩაყალიბებული (FFPE) ქსოვილის ბლოკები მოძიებული იყო ჰისტოპათოლოგიური და იმუნოჰისტოქიმიური ანალიზისთვის. თითოეული ქსოვილის ბლოკი დაჭრილი იქნა 2-4 მკმ სისქეზე მიკროტომის გამოყენებით და დაფიქსირდა დამუხტულ-სლაიდებზე. ქსოვილები შეიღება ჰემატოქსილისა და ეოზინის (H&E) სტანდარტული პროტოკოლის თანახმად ავტომატურ შეღების აპარატში.

იმუნოჰისტოქიმია (IHC): გამოყენებულ იქნა შესაბამისი ანტისხეულები M1 მაკროფაგები: Anti-CD68 და M2 მაკროფაგები: Anti-CD163; და იმუნოჰისტოქიმიური ვიზუალიზაციის სისტემა Novolink Polymer Detection System. ანტისხეულები და ვიზუალიზაციის სისტემა მოწოდებულია Leica-ს მწარმოებლის მიერ.

IHC პროტოკოლი: ქსოვილის ანათლები დეპარაფინიზებული იყო ქსილოლში და რეჰიდრატირებული იყო ეთანოლის ხსნარებით. ანტიგენის აღდგენა განხორციელდა ციტრატის ბუფერის გამოყენებით (pH 6.0) რეგულირებადი ხელსაწყოს დახმარებით 20 წუთის განმავლობაში.

ენდოგენური პეროქსიდაზას აქტივობა დაიბლოკა ინკუბაციით 3% წყალბადის ზეჟანგით 10 წუთის განმავლობაში. ანათლები ინკუბირებული იყო ღამით 4°C-ზე პირველადი ანტისხეულებით ოპტიმიზებული განზავების დროს. მეორადი ანტისხეულები, რომლებიც კონიუგირებული იყო რძის პეროქსიდაზასთან (HRP) გამოიყენებულ იქნა 30 წუთის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. ქრომოგენული გამოვლენა ჩატარდა 3,3'-

დიაგნოზიზაციის (DAB) გამოყენებით. **ხარისხის კონტროლი:** დადებითი კონტროლი - ქსოვილები, რომლებიც ცნობილია სამიზნე ანტიგენების ექსპრესიით;

იმუნური უჯრედების რაოდენობრივი განსაზღვრა: იმუნური უჯრედების ექსპრესია (M1 და M2 მაკროფაგები) რაოდენობრივად შეფასდა სამ მაღალი მხედველობის ველში (400 X HPF) თითო სლაიდზე ციფრული გამოსახულების ანალიზის პროგრამული უზრუნველყოფის QuPath-ის გამოყენებით. სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტების პროცენტული შემცველობა ასევე განისაზღვრა H&E ტექნოლოგიით შეღებილ ანათლებზე შესაბამისი International Tils Working Group-ის მიერ მოწოდებული პროტოკოლების გათვალისწინებით.

M1 და M2 მაკროფაგების თანაფარდობა გამოითვლებოდა თითოეული შემთხვევისთვის.

სტატისტიკური ანალიზი: აღწერილობითმა სტატისტიკამ შეაჯამა იმუნური უჯრედების სიმკვრივე და M1/M2 თანაფარდობა.

შედარებითი ანალიზები პათოლოგიურ ჯგუფებს შორის ჩატარდა ANOVA-ს გამოყენებით ნორმალ განაწილებული მონაცემებისთვის ან Kruskal-Wallis-ის ტესტების გამოყენებით არაპარამეტრული მონაცემებისთვის. კორელაციები იმუნურ პროფილებსა და კლინიკოპათოლოგიურ მახასიათებლებს შორის შეფასდა სპერმანის კორელაციის გამოყენებით.

სტატისტიკურად სარწმუნო მნიშვნელობად განისაზღვრა $p < 0.05$. ანალიზები ჩატარდა SPSS პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით (ვერსია 26.0).

კვლევა მხარდაჭერილია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ეთიკის კომისიის განხილვის საბჭოსგან. ინფორმირებული თანხმობა მოხსნილი იყო კვლევის რეტროსპექტული ხასიათის გამო და პაციენტის ყველა მონაცემი ანონიმური იყო კონფიდენციალურობის უზრუნველსაყოფად.

კვლევის მონაცემები შედარდა არსებულ ლიტერატურასთან, რათა დადგინდეს უფრო სარწმუნოდ იმუნური დინამიკის მსგავსი ცვლილებები სხვადასხვა ენდომეტრიუმის პათოლოგიებში.

ეს ყოვლისმომცველი მეთოდოლოგია უზრუნველყოფს ენდომეტრიუმის მიკროგარემოს იმუნური მიკროგარემოს სარწმუნო ანალიზს, რაც ხელს უწყობს დაავადების პროგრესირების მექანიზმების გამოვლენას.

შედეგები

აღწერითი სტატისტიკური ანალიზის თანახმად კვლევაში ჩართული იყო პრემენოპაუზური 35% და პოსტმენოპაუზური 65% ენდომეტრიუმის შემთხვევა. ჰისტერექტომიის ნიმუშები შეადგენდა 60%-ს, ხოლო კიურეტაჟის შედეგად მიღებული ნიმუშები შეადგენდა შემთხვევების 40%-ს.

იმუნური და ჰორმონური მარკერების ანალიზმა აჩვენა შემდეგი განაწილება. M1/M2 თანაფარდობა: საშუალო M1/M2 თანაფარდობა იყო 1.22 (SD: 0.84). კოეფიციენტები ყველაზე

მაღალი იყო ჰიპერპლაზიაში ატიპიის გარეშე (საშუალოდ: 2.0), ხოლო ჰიპერპლაზიაში ატიპიით (საშუალოდ: 0.75) და ყველაზე დაბალი ადენოკარცინომაში (საშუალოდ: 0.5; $p < 0.01$).

Binomial Test

						95% Confidence Interval	
	Level	Count	Total	Proportion	p	Lower	Upper
Histopathological Diagnose	Endometrial Endometrioid Adenocarcinoma	40	120	0.333	<.001	0.2499	0.425
	Endometrial Hyperplasia with Atypia	40	120	0.333	<.001	0.2499	0.425
	Endometrial Hyperplasia without Atypia	40	120	0.333	<.001	0.2499	0.425
pT stage	0	80	120	0.667	<.001	0.5748	0.750
	1	20	120	0.167	<.001	0.1049	0.246
	2	20	120	0.167	<.001	0.1049	0.246
Age	0	30	120	0.250	<.001	0.1755	0.337
	1	90	120	0.750	<.001	0.6627	0.825
Specimen Type	Curetage	30	120	0.250	<.001	0.1755	0.337
	Hysterectomy	90	120	0.750	<.001	0.6627	0.825
Histological Differentiation	0	80	120	0.667	<.001	0.5748	0.750
	1	20	120	0.167	<.001	0.1049	0.246
	2	10	120	0.083	<.001	0.0407	0.148
	3	10	120	0.083	<.001	0.0407	0.148

Note. H_0 is proportion $\neq 0.5$

ცხრილი 1: ბინომინალური ტესტის შედეგები კვლევაში ჩართული შემთხვევების ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზების; მასალის ტიპის; პაციენტის ასაკის; ავთვისებიან სიმსივნეების ჰისტოლოგიური დიფერენციაციისა და პათოლოგიური pT-ის განაწილება;

რაც შეეხება სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტების TILs%-ის განაწილებას. უმნიშვნელო TILs-ის ინფილტრაცია დაფიქსირდა ჰიპერპლაზიაში ატიპიის გარეშე, ხოლო TILs% პროგრესულად გაიზარდა ადენოკარცინომაში (საშუალოდ: 15%, $p < 0.01$).

ER/PR ექსპრესია დაფიქსირდა ყველაზე მაღალი ჰიპერპლაზიის დროს ატიპიის გარეშე (ER: 80%, PR: 70%), ზომიერი ხარისხის ჰიპერპლაზიის დროს ატიპიით (ER: 60%, PR: 50%) და ყველაზე დაბალი ადენოკარცინომაში (ER: 30). %, PR: 20% $p < 0.05$).

შესწავლილ ჯგუფებში რაიმე სახის ქრონიკული დაავადება და სისტემური მდგომარეობები არ ფიქსირდებოდა შემთხვევების 50%-ში, პრედიაბეტური მდგომარეობა გვხვდებოდა (5%), დიაბეტი (10%) და სიმსუქნე (25%). სიმსუქნე უფრო ხშირი იყო ჰიპერპლაზიის დროს ატიპიით (ქარბი შემთხვევების 45%, $p < 0.05$).

ჯგუფებს შორის შედარებითა ანალიზმა აჩვენა: M1/M2 თანაფარდობა: პრემენოპაუზურ ქალებს ჰქონდათ უფრო მაღალი კოეფიციენტი (საშუალოდ: 1.8) პოსტმენოპაუზურ ქალებთან შედარებით (1.1, $p < 0.05$).

სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტების TILs%: პოსტმენოპაუზურ ქალების შემთხვევებში ნაჩვენებია მნიშვნელოვნად მაღალი TILs ინფილტრაცია (საშუალოდ: 18%, $p < 0.01$) ადენოკარცინომის შემთხვევებში.

ER/PR ექსპრესია: უფრო მაღალია პრემენოპაუზურ ქალებში (ER: 75%, PR: 65%) პოსტმენოპაუზურ ქალებთან შედარებით (ER: **50%, PR: 40%; $p < 0.05$).

Correlation Matrix

Correlation Matrix

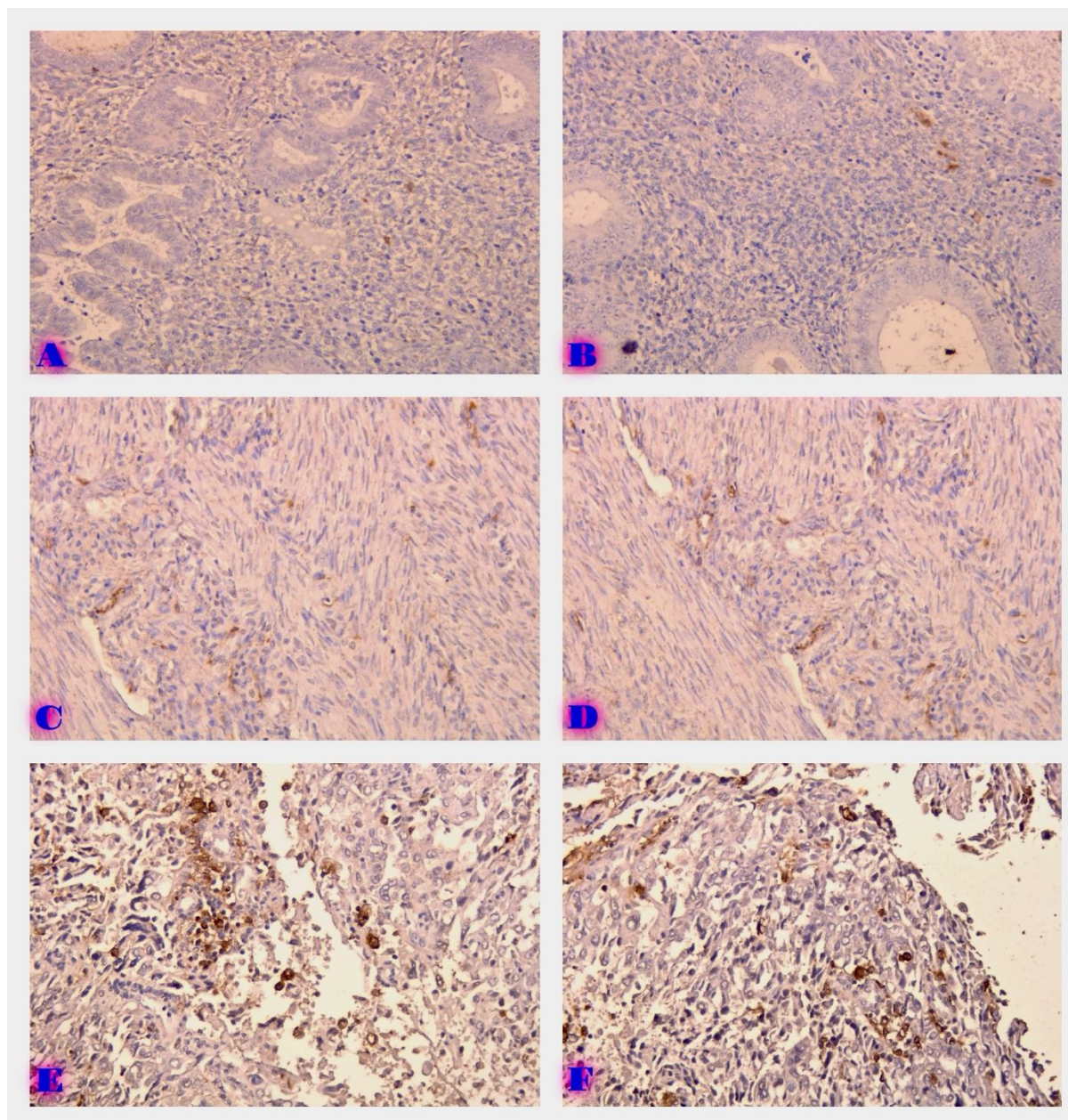
		M1/M2 Ratio	Histological Differentiation	TILs %
M1/M2 Ratio	Pearson's r	—		
	df	—		
	p-value	—		
Histological Differentiation	Pearson's r	-0.463	—	
	df	118	—	
	p-value	<.001	—	
TILs %	Pearson's r	-0.637	0.363	—
	df	118	118	—
	p-value	<.001	<.001	—

ცხრილი 2: მაკროფაგების განაწილების, სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტებისა და ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული ადეკონარცინომის ჰისტოლოგიური დიფერენციაციის კორელაციური კავშირები;

ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე აღნიშნულ ჯგუფში დაფიქსირდა: მაღალი M1/M2 კოეფიციენტები (2.0, $p < 0.01$) უმნიშვნელო TIL-ებით (0%) და ძლიერი ER/PR ექსპრესიით.

ჰიპერპლაზია ატიპიით აღნიშნულ ჯგუფში დაფიქსირდა: ზომიერი M1/M2 თანაფარდობა (0.75) და მზარდი TIL-ები (5-10%), ER/PR ექსპრესიის დაქვეითებასთან ერთად ($p < 0.05$).

ადენოკარცინომის ჯგუფში დაფიქსირდა: დაბალი M1/M2 თანაფარდობა (0.5, $p < 0.01$) და TIL-ის ყველაზე მაღალი ინფილტრაცია (15%, $p < 0.01$) ჰორმონალური რეცეპტორების ექსპრესიის მნიშვნელოვანი დაკარგვით.



სურათი 1: A. CD68 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე შემთხვევაში IHC 400X; B. CD163 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე შემთხვევაში IHC 400X; C. CD68 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ატიპური ჰიპერპლაზიის შემთხვევაში IHC 400X; D. CD163 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ატიპური ჰიპერპლაზიის შემთხვევაში IHC 400X; E. CD68 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული კარცინომის შემთხვევაში IHC 400X; F. CD163 ექსპრესია ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული კარცინომის შემთხვევაში IHC 400X; E.

განსჯა

ჩვენი კვლევის ფარგლებში შეფასდა ენდომეტრიუმის სხვადასხვა დაზიანებების პროგრესირებისას იმუნური მიკროგარემოს, ჰორმონალური რეცეპტორების სტატუსის თავისებურებები. M1/M2 თანაფარდობის შესამჩნევი დაქვეითება ჰიპერპლაზიიდან ატიპიის გარეშე ადენოკარცინომამდე ხაზს უსვამს გადასვლას ანთების პროფილაქტიკურიდან იმუნოსუპრესიულ მიკროგარემოზე. მაღალი M1 მაკროფაგების სიმკვრივე ჰიპერპლაზიაში

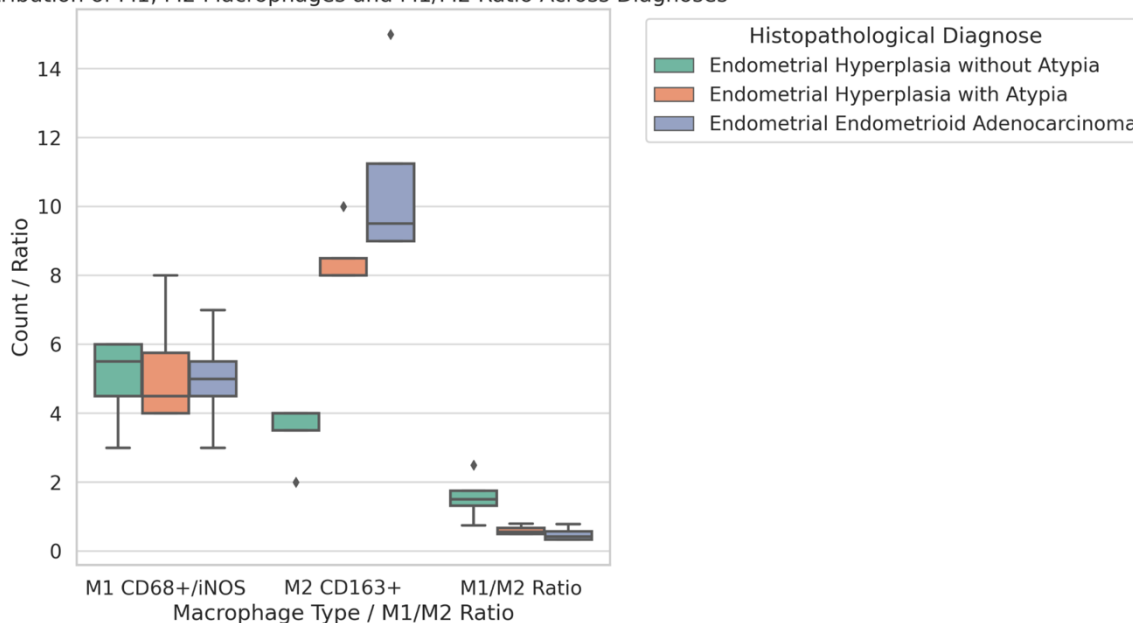
ატიპიის გარეშე (M1/M2 თანაფარდობა: 2.0) შეესაბამება ტანგის და სხვების დასკვნებს[12]. რომლებმაც თავიანთ კვლევაში ასევე განაცხადეს M1 მაკროფაგების დამცავი როლის შესახებ ენდომეტრიუმის კეთილთვისებიან პირობებში. და გამოავლინეს ასევე M2 მაკროფაგების ინფილტრაციის სიჭარბე ადენოკარცინომაში (M1/M2 თანაფარდობა: 0.5, $p < 0.01$) ემოხვევა ჟაოს და სხვების კვლევებს[13], აჩვენებს მათ როლს იმუნური ზედამხედველობის აცილებისა და სიმსივნის პროგრესირებაში.

TIL-ების პროგრესირებადი ზრდა ჰიპერპლაზიიდან ადენოკარცინომამდე ხაზს უსვამს იმუნური სისტემის მიერ ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის დეტექციას. გაზრდილი TIL-ები ადენოკარცინომაში (15%, $p < 0.01$) ადასტურებს **Cunha et al-ის დასკვნებს**[14], რომელმაც გამოავლინა უფრო მაღალი TIL სიმკვრივეები უკეთესი შედეგების მქონე პაციენტებში. თუმცა, სიმსივნური ანტიგენების ქრონიკულმა ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს იმუნური ამოწურვა, როგორც აღწერილია **Makker et al**[7].

ER/PR ექსპრესიის დაქვეითება კეთილთვისებიანი მდგომარეობიდან ავთვისებიან მდგომარეობამდე ასახავს ჰორმონალური რეგულირების დაკარგვას. რეცეპტორების მაღალი ექსპრესია ჰიპერპლაზიაში ატიპიის გარეშე (ER: **80%, PR: 70%) მიუთითებს მგრძნობელობაზე ჰორმონალური თერაპიის მიმართ, როგორც აღნიშნა **Bochman** [7]. ამის საპირისპიროდ, PR-ის მნიშვნელოვანი დაქვეითება ადენოკარცინომაში (PR: 20%, $p < 0.01$) მხარს უჭერს **Amanth and other დასკვნებს**, აკავშირებს მას სიმსივნის უფრო მაღალ ხარისხთან და ცუდ პროგნოზთან[15].

M1/M2 თანაფარდობა: M1/M2 თანაფარდობის პროგრესირებადი შემცირება ჰიპერპლაზიიდან ადენოკარცინომამდე მიუთითებს მის პოტენციალს, როგორც დაავადების პროგრესირებისა და პროგნოზის ბიომარკერს.

Distribution of M1, M2 Macrophages and M1/M2 Ratio Across Diagnoses



დიაგრამა 1: boxplots ნახატები საშუალებას იძლევა სხვადასხვა ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზის შემთხვევაში დეტალური შედარების თითოეული მაკროფაგის ტიპისა და თანაფარდობისთვის;

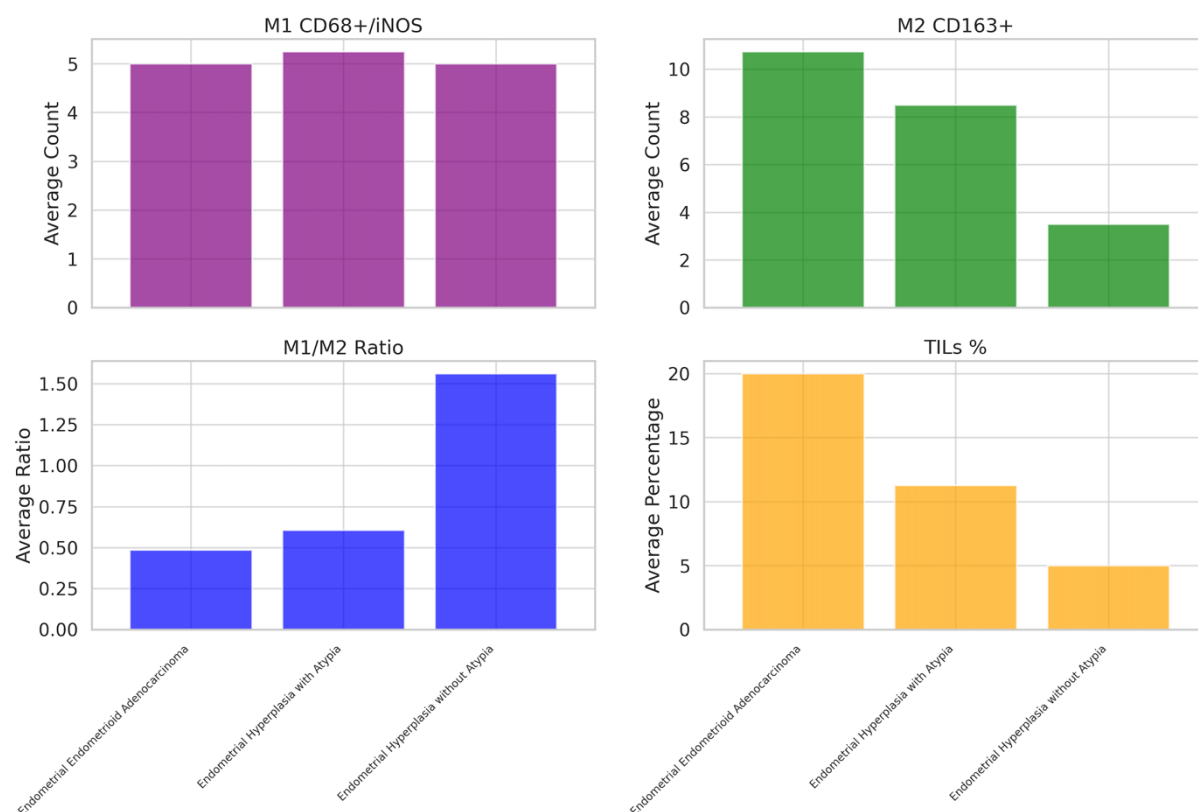
TIL-ები და იმუნური გამშვები პუნქტები: ადენოკარცინომაში გაზრდილი TIL მიუთითებს იმუნური გამშვები პუნქტის ინჰიბიტორებზე შესაძლო რეაგირებაზე.

ჰორმონალური თერაპია: დაავადების ადრეულ სტადიაზე PR სიგნალის აღდგენამ შეიძლება შეაფერხოს პროგრესირება ჰორმონზე პასუხისმგებელ სიმსივნეებში.

მეტაბოლური მოდულაცია: ცხოვრების სტილის ინტერვენციებმა, რომლებიც მიმართულია სიმსუქნისა და დიაბეტის მიმართ, შეიძლება შეამსუბუქოს სიმსივნის პროგრესირება იმუნური და ჰორმონალური ბალანსის აღდგენით.

ჩვენი კვლევის შეზღუდულობა მდგომარეობს შემდეგში: რეტროსპექტულმა დიზაინმა და ნიმუშის მცირე რაოდენობამ (n=120) შეიძლება შეზღუდოს მიღებული შედეგების განზოგადება. მოლეკულური პროფილის არარსებობა (მაგ., POLE; MSI სტატუსი);

Summary of Important Findings by Histological Diagnosis



დიაგრამა 2: M1 და M2 მაკროფაგების ასევე M1/M2 თანაფარდობისა და სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტების გადანაწილება სხვადასხვა ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზის მიხედვით.

დასკვნა

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევა ავლენს კომპლექსურ ურთიერთკავშირს ენდომეტრიუმის იმუნურ მიკროგარემოსა და ჰორმონალურ რეგულაციას შორის. M1/M2 თანაფარდობისა და ჰორმონალური რეცეპტორების ექსპრესიას პროგრესირებად დაქვეითებას ადგილი აქვს სიმსივნისწინარე პროცესებიდან ავთვისებიანი პროცესებად ტრანსფორმაციისას. აღინიშნება

გაზრდილი TIL-ის ინფილტრაცია დაავადების პროგრესირებასთან ერთად, განსაკუთრებით პოსტმენოპაუზურ ქალებში. ჩვენი კვლევის საფუძველზე შესაძლოა ვივარაუდოთ რომ M1/M2 თააფარდობას, სიმსივნის მაინფილტრირებალი ლიმფოციტების TIL-ების და ER/PR ექსპრესიის შეფასებას როგორც დიაგნოსტიკური და პროგნოზული მარკერების პოტენციალი აქვს.

ჩვენი კვლევის შედეგები ასევე ხაზს უსვამს ინტეგრირებული მიდგომის აუცილებლობას, რომელიც გააერთიანებს იმუნურ მოდულაციასა და ჰორმონალური თერაპიულ ჩარევებს ენდომეტრიუმის პათოლოგიების კლინიკური მენეჯმენტის გასაუმჯობესებლად. მომავალი კვლევა ფოკუსირებული უნდა იყოს მოლეკულურ პროფილირებაზე და ამ მარკერების პერსპექტიულ ვალიდაციაზე პერსონალიზებული თერაპიული სტრატეგიების შემუშავებისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] J. Tu *et al.*, “Growth arrest-specific transcript 5 represses endometrial cancer development by promoting antitumor function of tumor-associated macrophages,” *Cancer Sci*, vol. 113, no. 8, pp. 2496–2512, Aug. 2022, doi: 10.1111/cas.15390.
- [2] S. Mei *et al.*, “PRMT5 promotes progression of endometrioid adenocarcinoma via ER α and cell cycle signaling pathways,” *Journal of Pathology: Clinical Research*, vol. 7, no. 2, pp. 154–164, Mar. 2021, doi: 10.1002/cjp2.194.
- [3] M. Bied, W. W. Ho, F. Ginhoux, and C. Blériot, “Roles of macrophages in tumor development: a spatiotemporal perspective,” *Cell Mol Immunol*, vol. 20, no. 9, pp. 983–992, Sep. 2023, doi: 10.1038/s41423-023-01061-6.
- [4] H. Tong *et al.*, “Tumor-associated macrophage-derived CXCL8 could induce ER α suppression via HOXB13 in endometrial cancer,” *Cancer Lett*, vol. 376, no. 1, pp. 127–136, Jun. 2016, doi: 10.1016/J.CANLET.2016.03.036.
- [5] B. Allard, M. S. Longhi, S. C. Robson, and J. Stagg, “The ectonucleotidases CD39 and CD73: Novel checkpoint inhibitor targets,” *Immunol Rev*, vol. 276, no. 1, pp. 121–144, Mar. 2017, doi: 10.1111/IMR.12528.
- [6] A. S. Uduwela, M. A. K. Perera, L. Aiqing, and I. S. Fraser, “Endometrial-myometrial interface: Relationship to adenomyosis and changes in pregnancy,” *Obstet Gynecol Surv*, vol. 55, no. 6, pp. 390–400, Jun. 2000, doi: 10.1097/00006254-200006000-00025.
- [7] C. Ozturk, G. Askan, S. Duman Ozturk, O. Okcu, B. Sen, and R. Bedir, “High Tumor Infiltrating Lymphocytes Are Associated with Overall Survival and Good Prognostic Parameters in Endometrial Endometrioid Carcinoma Patients,” *Turkish Journal of Pathology*, vol. 39, no. 1, p. 75, 2023, doi: 10.5146/TJPATH.2022.01596.

- [8] A. Camboni and E. Marbaix, “Ectopic endometrium: The pathologist’s perspective,” *Int J Mol Sci*, vol. 22, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/IJMS222010974.
- [9] X. F. Jiang *et al.*, “Tumor-associated macrophages correlate with progesterone receptor loss in endometrial endometrioid adenocarcinoma,” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 39, no. 4, pp. 855–863, Apr. 2013, doi: 10.1111/j.1447-0756.2012.02036.x.
- [10] X. F. Jiang *et al.*, “Tumor-associated macrophages correlate with progesterone receptor loss in endometrial endometrioid adenocarcinoma,” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 39, no. 4, pp. 855–863, Apr. 2013, doi: 10.1111/j.1447-0756.2012.02036.x.
- [11] A. Vanderstraeten, S. Tuyaerts, and F. Amant, “The immune system in the normal endometrium and implications for endometrial cancer development,” *J Reprod Immunol*, vol. 109, pp. 7–16, Jun. 2015, doi: 10.1016/J.JRI.2014.12.006.
- [12] Y. Pan, Y. Yu, X. Wang, and T. Zhang, “Tumor-Associated Macrophages in Tumor Immunity,” *Front Immunol*, vol. 11, p. 583084, Dec. 2020, doi: 10.3389/FIMMU.2020.583084/BIBTEX.
- [13] X. Song, R. Na, N. Peng, W. Cao, and Y. Ke, “Exploring the role of macrophages in the progression from atypical hyperplasia to endometrial carcinoma through single-cell transcriptomics and bulk transcriptomics analysis,” *Front Endocrinol (Lausanne)*, vol. 14, 2023, doi: 10.3389/FENDO.2023.1198944.
- [14] A. Mantovani, F. Marchesi, A. Malesci, L. Laghi, and P. Allavena, “Tumour-associated macrophages as treatment targets in oncology,” *Nat Rev Clin Oncol*, vol. 14, no. 7, pp. 399–416, Jul. 2017, doi: 10.1038/NRCLINONC.2016.217.
- [15] Á. López-Janeiro *et al.*, “The association between the tumor immune microenvironments and clinical outcome in low-grade, early-stage endometrial cancer patients,” *J Pathol*, vol. 258, no. 4, pp. 426–436, Dec. 2022, doi: 10.1002/PATH.6012.

The Role of M1 and M2 Macrophages in the Progression of Endometrial Hyperplasia to Endometrioid Adenocarcinoma

Paata Zhorzholiani¹; Zaza Bokhua²; Shota Kepuladze³; Giorgi Burkadze⁴

¹PhD Student at Tbilisi State Medical University; ²Associate Professor at Tbilisi State Medical University Department of Obstetrics-Gynecology and Reproductive Health; ³Anatomical and Clinical Pathologist at Tbilisi State Medical University; PhD; ⁴Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Department of Molecular pathology; Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

Abstract

Background: The progression of endometrial pathologies, from benign hyperplasia to malignant adenocarcinoma, involves complex interactions between the immune microenvironment, hormonal receptor dynamics, and systemic conditions. This study aims to evaluate immune markers, such as M1/M2 macrophage ratios and tumour-infiltrating lymphocytes (TILs), alongside estrogen (ER) and progesterone (PR) receptor expression in different endometrial conditions.

Methods: This retrospective study included 120 cases categorised into three groups: endometrial hyperplasia without atypia, hyperplasia with atypia, and endometrial endometrioid adenocarcinoma. Immune markers (M1/M2 ratio, TILs) and hormonal receptors (ER, PR) were assessed using immunohistochemistry. Statistical comparisons were conducted across diagnostic groups stratified by age and systemic conditions.

Results: The M1/M2 Ratio declined progressively from hyperplasia without atypia (mean: 2.0) to adenocarcinoma (mean: 0.5, $p < 0.01$), indicating a shift from a pro-inflammatory to an immunosuppressive microenvironment. TILs %: Minimal in hyperplasia without atypia (0%), increasing significantly in adenocarcinoma (mean: 15%, $p < 0.01$). ER/PR expression decreased from hyperplasia without atypia (ER: 80%, PR: 70%) to adenocarcinoma (ER: 30%, PR: 20%, $p < 0.01$). Premenopausal women exhibited higher receptor expression than postmenopausal women ($p < 0.05$).

Conclusion: This study demonstrates the critical role of immune and hormonal markers in the progression of endometrial diseases. The decline in M1/M2 ratios, rising TILs, and reduced ER/PR expression correlate with disease severity and systemic conditions. These findings suggest the potential of targeting the immune microenvironment and hormonal pathways for personalised therapeutic strategies. Future research should explore the molecular mechanisms underlying these changes and validate these biomarkers in prospective studies.

Keywords: Endometrial Cancer; Endometrial Hyperplasia; Immune Microenvironment; Macrophage Polarization; M1/M2 Ratio; Tumor-Infiltrating Lymphocytes (TILs);

Diagnostic Criteria for Complicated Diverticular Disease of the Colon Using Contrast-Enhanced Computed Tomography

Ismail A. Hadji-Ismail PhD¹, Vitali B. Rymasheuski PhD², Ioane Mdzevashvili³

¹Assoc. Prof., Chair of Surgery, Institute of Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the educational institution "Belarusian State Medical University. Minsk Region, Republic Of Belarus. ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-5460-0448>

²Assoc. Prof., Head of the Computed Tomography Department of the Healthcare Institution «Minsk Regional Clinical Hospital», Minsk Region, Republic Of Belarus. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5460-0448>

³Resident Chair Of General Surgery, Chair of Surgery, Institute of Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the educational institution. Belarusian State Medical University, Minsk Region, Republic Of Belarus. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6361-6889>

Abstract

Despite extensive research and publications on diverticular disease of the colon (DDC), the diagnostic algorithm and treatment strategy remain subjects of ongoing debate. The incidence of DDC is steadily increasing. The age distribution of patients diagnosed with complicated and uncomplicated DDC is as follows: under 30 years – less than 1%, under 40 years – 5%, under 60 years – 30%, and over 80 years – 50-60%. Approximately 10-25% of patients develop diverticulitis, and 15% of them experience a more severe complication – perforation with peritonitis.

Our study aimed to develop diagnostic criteria for complications of diverticular disease of the colon (DDC) using contrast-enhanced computed tomography (CT) for determining treatment tactics.

Methodically we analyzed 128 CT scans with intravenous contrast performed on patients with various manifestations of DDC complications, who were treated at the proctology department of the Minsk Regional Clinical Hospital between January 2020 and December 2023. Bowel preparation was carried out using a special diet and laxatives containing polyethylene glycol.

A risk assessment scale was developed and four risk groups were formed, to which patients were assigned depending on the number of points: 0 points - no risk, 1-3 points - low risk, 4-5 points - moderate risk, 6 or more points – high risk.

According to the results of our study, we determined the extent of diverticula distribution along the segments of the colon: isolated sigmoid - 71 (55.5%), left colon - 38 (29.7%), right colon - 1 (0.8%), total involvement - 18 (14%). Establish the localization of diverticula in relation to the mesentery was established: mesenteric border – 67 (52.3%), anti-mesenteric (free) border - 23 (18%), mixed localization (mesenteric and anti-mesenteric) - 38 (29.7%).

The analysis of the obtained results allowed us to determine the treatment tactics for each patient depending on the nature of the existing complications of diverticular disease of the colon.

Using a diagnostic map during computed tomography with bolus contrast is key for developing diagnostic criteria for complications of diverticular colon disease. Diagnostic maps are essential for accurate diagnosis and preoperative treatment planning.

Key words: CT, diverticular disease, bowel

Introduction

Despite extensive research and publications on diverticular disease of the colon (DDC), the diagnostic algorithm and treatment strategy remain subjects of ongoing debate [1,2]. The incidence of DDC is steadily increasing. The age distribution of patients diagnosed with complicated and uncomplicated DDC is as follows: under 30 years – less than 1%, under 40 years – 5%, under 60 years – 30%, and over 80 years – 50-60% [3]. Clinical manifestations of the disease are variable, ranging from discomfort with mild abdominal pain to intestinal obstruction and peritonitis [4,5]. Approximately 10-25% of patients develop diverticulitis, and 15% of them experience a more severe complication – perforation with peritonitis [6,7]. The absolute prevalence of peritonitis in DDC is relatively low. However, its danger lies in the significant postoperative mortality, ranging from 4 to 26% regardless of the chosen surgical strategy [8]. The key to selecting the correct treatment for a particular form of DDC is a timely and well-founded diagnosis, taking into account both instrumental data and clinical manifestations [9,10].

Currently, there are over 30 different classification systems for diverticular disease of the colon. Of these, about ten are widely used [11]. The main drawbacks of these classifications include their artificial nature (a simple listing of known phenomena) and violation of the principle of mutually exclusive categories (a situation where the same clinical case can be assigned to different groups) [12,13]. The emergence of new diagnostic methods, such as computed tomography, which began to be widely used in many countries around the world since the mid-20th century, served as the basis for the development of a new type of classification taking into account computed tomography gradations of the course of diverticular disease of the colon. In 1989, Neff C.C. et al. proposed their classification, based on the results of computed tomography and including 5 stages [14,15]:

0. Uncomplicated diverticulitis; diverticulum, wall thickening, increased density of pericolic fat;
1. Localized complication with local abscess;
2. Pelvic abscess;
3. Presence of distant abscesses;
4. Presence of other complications.

In recent years, computed tomography (CT) has gained increasing importance and has become the gold standard for determining the radiographic stage of the disease and differentiating complicated from uncomplicated cases of diverticular disease of the colon. However, therapeutic decisions made based on CT results should assume a correspondence between the nature of the inflammatory process as revealed by radiographic, clinical, and intraoperative findings, which is not always possible [16,17].

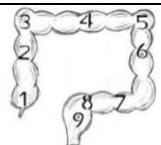
Objective of the Study:

To develop diagnostic criteria for complications of diverticular disease of the colon (DDC) using contrast-enhanced computed tomography (CT) for determining treatment tactics.

Materials and Methods:

To achieve our goal, we analyzed 128 CT scans with intravenous contrast performed on patients with various manifestations of DDC complications who were treated at the proctology department of the Minsk Regional Clinical Hospital between January 2020 and December 2023. The group included 69 women (53.9%) aged 34 to 86 years (mode = 58, median = 61.5) and 59 men (46.1%) aged 30 to 82 years (median = 54, mode = 59). During the CT scan with contrast, we evaluated pathological changes in the colon wall, its lumen, and the organs of the abdomen and pelvis in general, according to the diagnostic map we developed for this purpose (Table 1). Bowel preparation was carried out using a special diet and laxatives containing polyethylene glycol. The CT scan with contrast was performed in stages: first, a native scan, then scanning with bolus contrast in the late arterial, portal, and parenchymal phases. The bolus injection rate of the contrast agent was 3.5-5.0 ml/sec. The number of bolus phases was 3: 1st - saline, 2nd - contrast agent, 3rd - saline. This allowed us to thoroughly study the pathological changes and determine the segmental involvement of the colon wall with uncomplicated and complicated diverticula and their connections with other organs of the abdomen and pelvis. To avoid adverse reactions to intravenous contrast administration, all patients underwent a questionnaire the day before the CT scan with contrast to determine the risk of allergic reactions and signed a voluntary written informed consent, which indicated the purpose of the study, the features of the procedure, and possible complications. The questionnaire included a variety of questions, such as: the presence of any type of allergy, whether any studies with contrast media had been performed before and what the consequences were (manifestations of an allergic reaction from skin reactions to anaphylactic shock), the presence of chronic diseases (diabetes mellitus, bronchial asthma, renal failure, etc.), and pregnancy. Numerical values were assigned to the answers. As a result of calculating the sum of the scores, a risk assessment scale was developed and four risk groups were formed, to which patients were assigned depending on the number of points: 0 points - no risk (CT with contrast can be performed); 1-3 points - low risk (CT with contrast can be performed); 4-5 points - moderate risk (weigh the pros and cons, consider alternatives); 6 or more points - high risk: (CT with contrast is contraindicated, seek alternatives).

Table 1. Computed tomographic diagnostic chart of diverticular colon disease with bolus contrast (innovation proposal – certificate No. 289/24, 06/24/2021/ “Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education”

-full name: gender: F\M – age: - weight: - height: - medical chart number - place of residence: - time spent on the procedure\min: - radiation exposure\mSv: - 18G (зелёный), 20G (розовый)\used catheter for IV: 18G (green), 20G (pink). - the model of the device used: - Date of filling in the protocol: «----»«---»«-----»г.				 Segments of the large intestine				- Slice plane: axial. - reconstructions: coronal, sagittal, - MIP-reconstruction, 3D-reconstruction, - contrast agent: - Contrast enhancement: - volume of contrast medium: - colon cleansing: yes\no					
Segments of the large intestine				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
The wall of the colon	Its diameter\мм-mm												
	Its layers	Differentiated											
		Poorly differentiated											
		Not differentiated											
Её толщина - Its thickness\мм-mm													
Gastration	Reinforced												
	Absent												
	Uneven												
	Saved												
Mesenteric l/nodes	Enlarged												
	Not enlarged												
Intestinal blood stream	Not defined												
	Weak												
	Reinforced												
Diverticula	Their number	≤ 4											
		5-9											
		≥10											
	Their localization	Mesenteric margin											
		Anti mesenterial margin											
		Mixed											
	Размер/мм Size\mm	The largest											
		The smallest											
Complications	Acute	Covered deformation	Diverticulitis with infiltrate <3 cm										
			Diverticulitis with	Edge deformation									
				Stenosis									

		Perforation	Abscess/cm	Obturation												
				Paracolic												
				Inter-loop abscess												
			Pelvic													
				Peritonitis (purulent /fecal)												
	Chronic (fistulas)	Intestinal-cutaneous														
		Colovesical														
		Colovaginal														
		Intestinal fistula														
	Distance between diverticula\сколько пар? how many pairs? <1cm= , 1-2,5 cm= , 2,6 -4 cm= , >4 cm=															
sigma: elongated single looped, two - looped, multi – looped									Angle of rectosigmoid connection: <70° 70-120°, >120°							
The angle of the diverticulum relative to the intestinal wall \ the number of diverticula with this angle: <20° (); 20-40° (); 41-60° (); >60° ().																
Other pathology of the intestinal lumen:																
Other pathology of the intestinal wall:																
Other pathology of the abdominal cavity:																
Note: the distances between the diverticulas should be marked in pairs, so if there are two diverticulas closely located relative to each other, they make up one pair, we write 1 in parentheses, if 3 diverticulas are closely located relative to each other, they make up 2 pairs, the distance between the first and second, second and third should be measured and indicated in the table.																

Study Results

By comparing the data from diagnostic charts using CT and MRI with intraoperative findings and postoperative assessment of gross specimens, we were able to:

- Determine the extent of diverticula distribution along the segments of the colon: isolated sigmoid - 71 (55.5%), left colon - 38 (29.7%), right colon - 1 (0.8%), total involvement - 18 (14%).
- Establish the localization of diverticula in relation to the mesentery: mesenteric border - 67 (52.3%), anti-mesenteric (free) border - 23 (18%), mixed localization (mesenteric and anti-mesenteric) - 38 (29.7%).
- Systematize pathological changes occurring in the lumen of the intestine, its wall, and the mesentery, and their relationship to other organs of the abdominal cavity and pelvis. This allowed us to develop diagnostic criteria characteristic of the following complications.

1. Diverticulitis: CT findings. Diverticula have a mesenteric or mixed localization. The source of the inflammatory process (diverticulitis) is the mesenteric border in 100% of cases. In the area of inflamed diverticula, the integrity of the wall is preserved, its thickness is 4-5 mm; the mesentery is thickened up to 3 cm with indistinct contours. Locally, there are no dynamic changes in the intestine (peristalsis), in the remaining segments of the colon these changes are preserved.

2. Occult perforation of the diverticulum:

2.1. Infiltrative occult perforation of the diverticulum. CT findings.

Diverticula have a mesenteric or mixed localization, the source of occult perforation is the mesenteric border in 100% of cases. The integrity of the colon wall in the area of the bottom of the inflamed diverticulum is disrupted. There is a thickening of the colon wall and a narrowing of its lumen. The mesentery is infiltrated with regional lymphadenopathy. Dynamic changes in the colon wall (peristalsis) in the area of the infiltrate are absent, in the remaining segments of the colon, peristalsis is preserved. Depending on the thickness of the colon wall in the area of the inflammatory process, its extent and the size of the infiltrate, it is necessary to distinguish three degrees of change in the colon lumen.

Marginal deformation of the colon wall (without impaired intestinal passage).

Colon wall thickness: 0.6-0.7 cm, length of deformation: 3-4 cm, mesentery infiltrate size: 4-5 cm

Stenosis of the colon lumen (compensated impaired intestinal passage).

Circular wall thickness: 0.8-0.9 cm, stenosis length: 5-6 cm, mesentery infiltrate size: 6-7 cm

Obstruction of the colon lumen (decompensated impaired intestinal passage).

Circular wall thickness: 1.0-1.2 cm, obstruction length: ≥ 7 cm, mesentery infiltrate size: ≥ 8 cm.

2.2. Abscessing occult perforation of the diverticulum. CT findings.

Diverticula has mesenteric or mixed location; Source of inflammation is mesenteric border in 100% of cases; Presence of gas and fluid in the abscess cavity (Hounsfield units: -150, -1000 HU and +5, +80 HU respectively) Absence of dynamic changes in the colon wall (peristalsis) in the area of the abscess; peristalsis is preserved in other segments of the colon.

3. Perforation of the diverticulum with the development of diffuse purulent/fecal peritonitis. CT findings. Diverticula location: Antimesenteric or mixed Perforation: Occurs due to diverticula of the free (antimesenteric) border Presence of gas and fluid of a mixed nature in the abdominal cavity (Hounsfield units: -50 HU, -1000 HU and +50 HU, +125 HU respectively) Widespread infiltration and clouding of the mesenteric and omental fat; asymmetric thickening and enhanced contrast of the peritoneum. Absence of dynamic changes in the colon wall (peristalsis).

4. Intestinal fistulas (internal and external). The development of intestinal fistulas in diverticular disease occurs in two stages: formation and functioning of the fistula.

CT findings: Diverticula are located on the anti-mesenteric border or mixed; the formation of fistulas occurs due to diverticula of the free (anti-mesenteric) border in 100%; tight adhesion of the colon wall to the adjacent organ. With native scanning and after bolus contrast: densification of the mesenteric and omental fat, thickening of the peritoneum in the area of the forming fistula tract. At the functioning stage, visualization of the fistula tracts is noted with non-contrast examination and after contrast administration. Dynamic changes in the colon wall (peristalsis) in the area of the fistula are absent, in the remaining segments peristalsis is enhanced.

Discussion

Thus, the analysis of the obtained results allowed us to determine the treatment tactics for each patient depending on the nature of the existing complications of diverticular disease of the colon, where the following groups were identified:

- 54 (42.2%) patients with diverticulitis were admitted to the hospital with the first attack of the disease. At this stage, all received medical therapy and were discharged home after improvement. Within the next year, 26 (48.1%) of them were re-hospitalized with a more severe clinical picture and serious complications. They were provided with surgical care in accordance with the complications that arose. The remaining 28 (51.9%) patients continue to be treated conservatively;
- 51 (39.8%) patients with infiltrative covered perforation, depending on the nature of the infiltrate, the following pathological changes in the wall of the colon and its lumen were diagnosed: **marginal deformity** in 21 (41.2%), without impaired bowel passage, which was an indication for elective surgery, **stenosis of the colon lumen** in 22 (43.1%) patients with compensated impaired bowel passage, these patients also underwent elective surgery, and **obstruction of the colon lumen** in 8 (15.7%) patients with decompensated large bowel obstruction (acute obstructive large bowel obstruction), which was an indication for emergency surgery;
- 14 (11%) patients with abscessing covered diverticular perforation, who were operated on urgently after a comprehensive examination and a short course of conservative therapy.
- 19 (14.8%) patients with perforation of the diverticulum into the free abdominal cavity with peritonitis, in 4 of them, according to the history, spontaneous perforation without a previous clinic was noted, patients in this group were operated on urgently;
- 16 (12.5%) patients with various intestinal fistulas: external - 7 (43.7%), internal - 9 (56.3%), these patients were operated on electively.

Our observation: Patient R., born in 1963, was admitted to the emergency department of the Minsk Regional Clinical Hospital with complaints of abdominal pain, which intensified with palpation in the left iliac region, disordered bowel movements for the past two weeks, loss of appetite, and general weakness. According to a colonoscopy performed a year prior, the patient had diverticula of the colon of various sizes (from 4 to 8 mm in diameter) without signs of inflammation.

She was hospitalized in the proctology department for further examination and treatment. A fibrogastroduodenoscopy, computed tomography (CT) with bolus contrast of the abdominal cavity (AC) and pelvic organs (PO), and an additional irrigoscopy were performed.

CT of the AC and PO with bolus contrast revealed a thickening of the sigmoid colon wall up to 9 mm, approximately 100 mm in length, a blurred contour of the colon in the area of wall thickening, and densification of the adjacent tissue. Multiple diverticula of the left and right colonic flexures of various sizes from 5 to 9 mm in diameter were found. (Fig. 1).

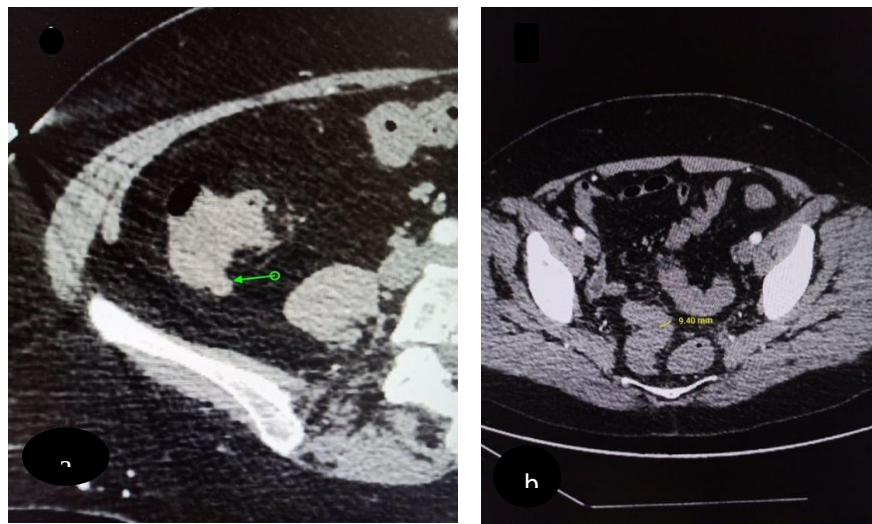


Fig. 1. CT of abdominal organs with bolus contrast: a) the diverticulum of the colon (indicated by an arrow), round in shape, 8 mm in diameter, without signs of diverticulitis (has clear smooth contours, adjacent fatty tissue, the intestinal wall in the adjacent sections are not changed); b) a section of the sigmoid colon up to 10 cm long with a wall thickened to

9 mm, the outer contour of the intestine in this area is indistinct, the adjacent fiber is somewhat compacted, the mesentery is heavy, small lymph nodes are visualized along the mesentery (short axis – up to 4 mm).

During the examination to determine the boundaries of the proposed colon resection, an irrigoscopy with double contrast was performed in three stages: 1) tight filling of the large intestine with barium suspension; 2) emptying of the bowel with study of the relief; 3) inflation of the bowel with air, which allowed us to confirm the presence of diverticula in the wall and partially characterize the existing complications (Fig. 2).

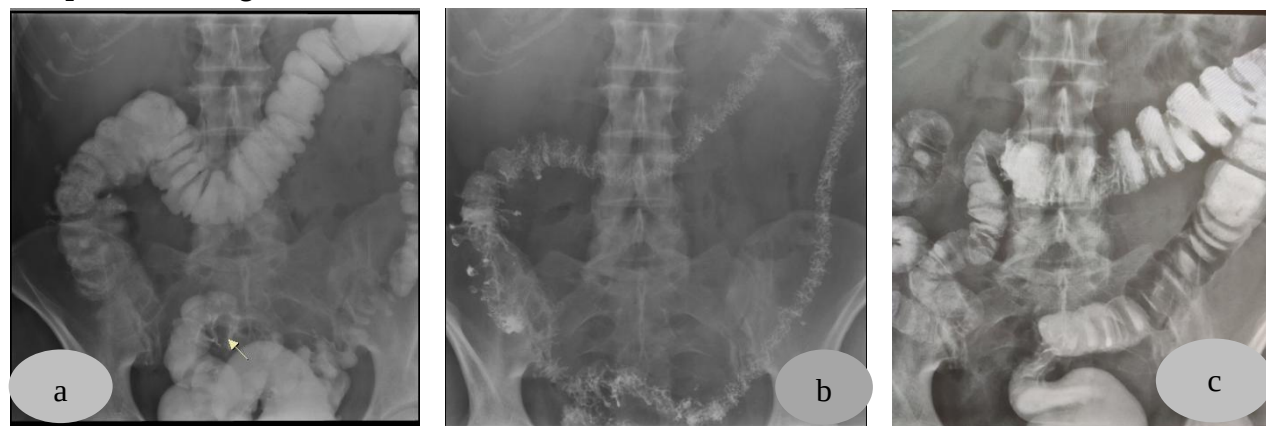


Fig. 2. Aiming R-grams obtained by barium enema (irrigoscopy) with double contrast during tight filling and emptying:

- a) irrigoscopy with tight filling of the colon (clearly visible covered perforation of the sigmoid colon with stenosis of its lumen – indicated by an arrow);
- b) irrigoscopy after emptying the large intestine, many diverticulae of the left and right flanks of the colon are visualized;
- c) control irrigoscopy (one year after surgery), well-functioning End-to-end ileotransversoanastomosis and End-to-end transversorectoanastomosis are visible

Based on the results of instrumental examinations (CT with bolus contrast and irrigoscopy), the following diagnosis was made: Diverticular disease of the left colon, complicated by covered

perforation with an infiltrate and stenosis of the sigmoid colon. Diverticular disease of the right colon with diffuse hypertrophy of its layers.

Intraoperative findings: During the revision of the abdominal organs, a large infiltrate was found in the region of the rectosigmoid junction with involvement of the sigmoid wall and its mesentery. In the right lateral channel, numerous adhesions were found involving the cecum, ascending colon, and greater omentum. Operation performed: left hemicolectomy with formation of a transverse-recto-anastomosis "end-to-end", right hemicolectomy with formation of an ileo-transverse anastomosis "end-to-end", omentopexy. At the end of the operation, a visual assessment of the gross specimens was performed (Fig. 3). The right colon had multiple diverticula with signs of chronic inflammation. The left colon had multiple diverticula, stenosis of the lumen, and a thickened wall approximately 10 cm in length.

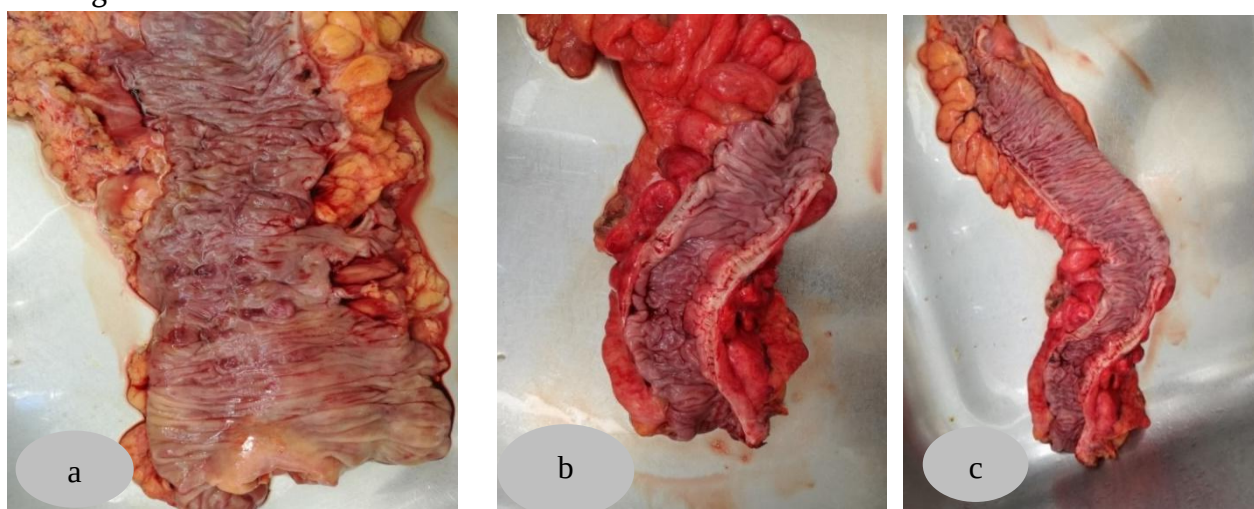


Fig. 3. Gross morphology:

- a) the right flank of the colon with diverticula and signs of inflammation;
- b) the left flank of the colon with covered perforation of the diverticulum and stenosis of the sigmoid colon length = 10 cm;
- c) diverticula of the left flank of the colon with hypertrophy of its wall throughout.

Conclusions. Diverticular disease of the colon and its complications pose a significant problem, not only medically but also socially, requiring a systematic approach and close collaboration between physicians of diagnostic specialties and surgeons. The use of a diagnostic map when performing computed tomography with bolus contrast is an important tool for developing diagnostic criteria for complications of diverticular disease of the colon. Diagnostic maps are a necessary condition for making a correct diagnosis and determining the treatment tactics in the preoperative period.

References

1. Vermeulen J., Lange J.F. Treatment of perforated diverticulitis with generalized peritonitis: past, present, and future. *World J Surg.* 2010;34(3):587-593. doi: 10.1007/s00268-009-0372-0.
2. Shaikh S., Krukowski Z.H. Outcome of a conservative policy for managing acute sigmoid diverticulitis. *Br J Surg.* 2007;94(7):876-879. doi: 10.1002/bjs.5703.
3. Ivashkin V.T., Shelygin Yu.A., Achkasov S.I., Vasilyev S.V., Grigoryev Ye.G., Dudka V.V., et al. Diagnostics and treatment of diverticular disease of the colon: guidelines of the Russian gastroenterological Association and Russian association of coloproctology. *Rus J Gastroenterol Hepatol Coloproctol.* 2016;26(1):65-80. doi.org/10.22416/1382-4376-2016-26-1-65-80.
4. Gielens M.P., Mulder I.M., van der Harst E., Gosselink M.P., Kraal K.J., Teng H.T., et al. Preoperative staging of perforated diverticulitis by computed tomography scanning. *Tech Coloproctol.* 2012;16(5):363-368. doi: 10.1007/s10151-012-0853-2.
5. Kaiser A.M., Jiang J.K., Lake J.P., Ault G., Artinyan A., Gonzalez-Ruiz C. et al. The management of complicated diverticulitis and the role of computed tomography. *Am J Gastroenterol.* 2005;100(4):910-917. doi: 10.1111/j.1572-0241.2005.41154.x.
6. Krukowski Z.H., Matheson N.A. Emergency surgery for diverticular disease complicated by generalized and faecal peritonitis: a review. *Br J Surg.* 1984;71(12):921-927. doi: 10.1002/bjs.1800711202.
7. Lammers B.J., Schumpelick V., Röher H.D. Standards in der Diagnostik der Divertikulitis. *Chirurg.* 2002;73(7):670-674. doi: 10.1007/s00104-002-0496-3.
8. Laméris W., van Randen A., van Gulik T.M., Busch O.R., Winkelhagen J., Bossuyt P.M., et al. A clinical decision rule to establish the diagnosis of acute diverticulitis at the emergency department. *Dis Colon Rectum.* 2010;53(6):896-904. doi: 10.1007/DCR.0b013e3181d98d86.
9. Tack D., Bohy P., Perlot I., De Maertelaer V., Alkeilani O., Sourtzis S., et al. Suspected acute colon diverticulitis: imaging with low-dose unenhanced multi-detector row CT. *Radiology.* 2005;237(1):189-196. doi: 10.1148/radiol.2371041432.
10. McGillicuddy E.A., Schuster K.M., Davis K.A., Longo W.E. Factors predicting morbidity and mortality in emergency colorectal procedures in elderly patients. *Arch Surg.* 2009;144(12):1157-1162. doi: 10.1001/archsurg.2009.203.
11. Shelygin Yu.A., Achkasov S.I., Moskalev A.I. Classification of diverticular disease. *Koloproktologia.* 2014;4:5-13.
12. Hadji-Ismail I.A., Rummo O.O., Varabei A.V., Senkevich O.I., Marakhouskaja E.I. Rare localization of diverticula of the colon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Medical series.* 2023;20(1):28-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2023-20-1-28-33>.
13. Hadji -Ismail I.A. Classification of diverticular colon disease. *Healthcare.* 2022;5:21-28.
14. Neff C.C., van Sonnenberg E. CT of diverticulitis. Diagnosis and treatment. *Radiol Clin North Am.* 1989;27(4):743-752.
15. Hawkins A.T., Wise P.E., Chan T., Lee J.T., Glyn T., Wood V., et al. Diverticulitis: an update from the age old paradigm. *Curr Probl Surg.* 2020;57(10):100862. doi: 10.1016/j.cpsurg.2020.100862.

16. Sartelli M., Moore F.A., Ansaloni L., Di Saverio S., Coccolini F., Griffiths E.A., et al. A proposal for a CT driven classification of left colon acute diverticulitis. World J Emerg Surg. 2015;10:3. doi: 10.1186/1749-7922-10-3.

17. Poletti P.A., Platon A., Rutschmann O., Kinkel K., Nyikus V., Ghiorghiu S., et al. Acute left colonic diverticulitis: can CT findings be used to predict recurrence? AJR Am J Roentgenol. 2004;182(5):1159-1165. doi: 10.2214/ajr.182.5.1821159.

მსხვილი ნაწლავის გართულებული დივერტიკულური დაავადების დიაგნოსტიკური კრიტერიუმები, კონტრასტით გაძლიერებული კომპიუტერული ტომოგრაფიის გამოყენებით

ისმაილ ა. ჰაჯი-ისმაილ¹, ვიტალი ბ. რიმაშევსკი², იოანე მძევაშვილი³

¹ასოც. პროფესორი, ქირურგიის კადეტრა, ჯანდაცვის პერსონალის მომზადებისა და გადამზადების საგანმანათლებლო დაწესებულება, ბელორუსიის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მინსკის რეგიონი, ბელორუსიის რესპუბლიკა;

²ასოც. პროფესორი, კომპიუტერული ტომოგრაფიის განყოფილების ხელმძღვანელი, მინსკის რეგიონული კლინიკური ჰოსპიტალი, მინსკის რეგიონი, ბელორუსიის რესპუბლიკა;

³ზოგადი ქირურგიის კადეტრის რეზიდენტი, ჯანდაცვის პერსონალის მომზადებისა და გადამზადების საგანმანათლებლო დაწესებულება, ბელორუსიის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მინსკის რეგიონი, ბელორუსიის რესპუბლიკა.

აბსტრაქტი

მიუხედავად მსხვილი ნაწლავის დივერტიკულოზის (მნდ) ფართომასშტაბიანი კვლევისა და გამოქვეყნებული მასალებისა, დიაგნოსტიკური ალგორითმი და მკურნალობის სტრატეგია კვლავ დისკუსიის საგანია. მნდ-ის შემთხვევების რაოდენობა მუდმივად მზარდია.

გართულებული და ჩვეულებრივი დივერტიკულოზის დიაგნოზით პაციენტების ასაკობრივი განაწილება შემდეგია: 30 წლამდე - 1%-ზე ნაკლები, 40 წლამდე - 5%, 60 წლამდე - 30% და 80 წელზე მეტი - 50-60%. პაციენტების დაახლოებით 10-25%-ს უვითარდება დივერტიკულიტი და მათგან 15%-ს უვითარდება უფრო მძიმე გართულება - პერფორაცია პერიტონიტით.

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო მნდ-ის გართულებების დიაგნოსტიკური კრიტერიუმების შემუშავება კონტრასტირებული კომპიუტერული ტომოგრაფიის (კტ) გამოყენებით მკურნალობის ტაქტიკის განსაზღვრისთვის.

მეთოდურად გავაანალიზეთ 128 კტ სკანირება ინტრავენური კონტრასტით, რომელიც ჩატარდა მნდ-ის სხვადასხვა გამოვლინებების მქონე პაციენტებზე, რომლებიც მკურნალობდნენ „მინსკის რეგიონულ საკლინიკო საავადმყოფოს“ პროქტოლოგიის განყოფილებაში 2020 წლის იანვრიდან 2023 წლის დეკემბრამდე. ნაწლავების მომზადება ჩატარდა სპეციალური დიეტისა და პოლიეთილენგლიკოლის შემცველი საფადართო საშუალებების გამოყენებით.

შემუშავდა რისკის შეფასების სკალა და ჩამოყალიბდა ოთხი რისკ-ჯგუფი, რომლებშიც პაციენტებს განათავსებდნენ ქულების რაოდენობის მიხედვით: 0 ქულა - რისკი არ არის, 1-3 ქულა - დაბალი რისკი, 4-5 ქულა - საშუალო რისკი, 6 ან მეტი ქულა - მაღალი რისკი. ჩვენი კვლევის შედეგების მიხედვით, განვსაზღვრეთ დივერტიკულების გავრცელების ხარისხი მსხვილი ნაწლავის სეგმენტების გასწვრივ: იზოლირებული სიგმოიდური - 71 (55.5%), მარცხენა მსხვილი ნაწლავი - 38 (29.7%), მარჯვენა მსხვილი ნაწლავი - 1 (0.8%), სრულად ჩართულობა - 18 (14%).

დადგინდა დივერტიკულების მდებარეობა მეზენტერიის მიმართ: მეზენტერული კიდე - 67 (52.3%), ანტიმეზენტერული (თავისუფალი) კიდე - 23 (18%), შერეული მდებარეობა (მეზენტერული და ანტიმეზენტერული) - 38 (29.7%). მიღებული შედეგების ანალიზმა საშუალება მოგვცა განვსაზღვროთ მკურნალობის ტაქტიკა თითოეული პაციენტისთვის მსხვილი ნაწლავის დივერტიკულოზის არსებული გართულებების ბუნების მიხედვით.

ბოლუსური კონტრასტით კომპიუტერული ტომოგრაფიის დროს დიაგნოსტიკური რუკის გამოყენება საკვანძოდ მნიშვნელოვანია კოლონის დივერტიკულოზის გართულებების დიაგნოსტიკური კრიტერიუმების შემუშავებისთვის. დიაგნოსტიკური რუკები აუცილებელია ზუსტი დიაგნოზისა და ოპერაციამდელი მკურნალობის დაგეგმვისთვის.

საკვანძო სიტყვები: კტ, დივერტიკულოზი, ნაწლავი.

FOXP3+ ექსპრესიის თავისებურებები ენდომეტრიუმის სიმსივნისწინარე და სიმსივნურ დაზიანებებში: იმუნური მიკროგარემოს დინამიკის შედარებითი კვლევა

პაატა ჟორჟოლიანი¹; ზაზაბოხუა²; შოთა კეპულაძე³; გიორგი ბურკაძე⁴
თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ენდომეტრიუმის კარცინომა არის ქალთა პოპულაციაში კიბოსთან დაკავშირებული სიკვდილიანობის წამყვანი მიზეზი, სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ქვეტიპები, როგორიცაა ენდომეტროიდული და სეროზული კარცინომა, ავლენს განსხვავებულ კლინიკურ ქცევას. მარეგულირებელი T უჯრედები (Tregs), რომლებიც აღინიშნება FOXP3 ექსპრესიით, ცნობილია, რომ გადამწყვეტ როლს ასრულებს სიმსივნის მიკროგარემოს იმუნურ მოდულაციაში. პროგრამირებული უჯრედის სიკვდილის ლიგანდი 1 (PDL1) არის კიდევ ერთი საკვანძო იმუნური გამშვები პუნქტის მოლეკულა, რომელიც სხვადასხვა ავთვისებიან სიმსივნეში დაკავშირებულია იმუნური სისტემისაგან სიმსივნური უჯრედების თავის არიდებასთან. ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს გამოვავლინოთ FOXP3 და PDL1-ის ექსპრესიის თავისებურებები ენდომეტრიუმის კეთილთვისებიან და ავთვისებიან დაზიანებებში. კვლევაში ჩართული იყო ჯამში 150 შემთხვევა. FOXP3 და PDL1 ექსპრესია შეფასდა იმუნოჰისტოქიმიის გამოყენებით და ჩატარდა სტატისტიკური ანალიზი ამ მარკერებსა და კლინიკო-პათოლოგიურ მახასიათებლებს შორის კორელაციის შესაფასებლად, როგორიცაა ასაკი, სიმსივნის სტადია და ჰისტოლოგიური ქვეტიპი.

კვლევამ აჩვენა, რომ FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ავთვისებიან დაზიანებებში (საშუალოდ 22-30%) კეთილთვისებიან ჰიპერპლაზიებთან შედარებით (საშუალოდ 5%). სეროზული კარცინომის შემთხვევებში გამოვლინდა ყველაზე მაღალი FOXP3 ექსპრესია (30%), რასაც მოჰყვა ენდომეტროიდული კარცინომა (22%). დაფიქსირდა დადებითი კორელაცია FOXP3 და PDL1 ექსპრესიას შორის (Spearman-ის კორელაციის კოეფიციენტი = 0.75, $p < 0.001$). გარდა ამისა, უფრო მაღალი FOXP3 და PDL1 ექსპრესია დაფიქსირდა მაღალი სტადიის სიმსივნეებში (pT2) ადრეულ სტადიის სიმსივნეებთან შედარებით (pT1). პოზიტიური კორელაცია FOXP3 და PDL1 ექსპრესიას შორის მიუთითებს იმუნური აცილების პოტენციურ მექანიზმზე და მხარს უჭერს იმუნური გამშვები პუნქტის ინჰიბიტორების გამოყენებას, როგორც თერაპიულ სტრატეგიას ენდომეტრიუმის კარცინომის შემთხვევებში.

საკვანძო სიტყვები: FOXP3; PDL1; ენდომეტრიუმის კარცინომა; სეროზული კარცინომა;

შესავალი

ენდომეტრიუმის პათოლოგიები, დაწყებული კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიიდან უაღრესად აგრესიულ კარცინომის ჰისტოლოგიურ ტიპამდე, წარმოადგენს გინეკოლოგიური დაავადებების მეტად მნიშვნელოვან და მრავალფეროვან სპექტრს.[1] ეს დაზიანებები ავლენს ჰისტოპათოლოგიური, ჰორმონური და იმუნოლოგიური ჰეტეროგენურობის სხვადასხვა ხარისხს. გლობალურად, ენდომეტრიუმის კარცინომა მეექვსე ყველაზე გავრცელებული კიბოა ქალთა პოპულაციაში, რაც წარმოადგენს 2020 წლის მონაცემებით ყოველწლიურად დაახლოებით 417,000 ახალ შემთხვევას 97,000 ლეტალური გამოსავლით. ყოველწლიურად აღინიშნება სიხშირის ზრდის ტენდენცია, განსაკუთრებით განვითარებულ ქვეყნებში, სიმსუქნის მაჩვენებლისა და სხვა ცხოვრების სტილის ფაქტორების გამო.[2]

მიუხედავად იმისა, რომ ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე ხშირად კეთილთვისებიანია და ასოცირდება პროგრესირების დაბალ რისკთან (5%-ზე ნაკლები), ჰიპერპლაზია ატიპიით მნიშვნელოვნად მაღალი რისკის შემცველია, მკურნალობის გარეშე შემთხვევების 30%-მდე პროგრესირებს. ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომა წარმოადგენს ყველა ენდომეტრიუმის კარცინომას 80-85%-ს და როგორც წესი, მგრძნობიარეა ჰორმონული თერაპიის მიმართ, მაშინ როდესაც სეროზული კარცინომა წარმოადგენს იშვიათ, მაგრამ ძალზე აგრესიულ ვარიანტს, რომელიც დაკავშირებულია ცუდ პროგნოზთან და ადრეულ მეტასტაზებთან, შეადგენს შემთხვევების 10%-ზე ნაკლებს. [3], [4]

იმუნური მიკროგარემო გადამწყვეტ როლს ასრულებს ენდომეტრიუმის დაზიანებების პროგრესირების მოდულაციაში. როდესაც დაზიანებები ჰიპერპლაზიიდან კარცინომამდე პროგრესირებს იმუნური პასუხი განიცდის სხვადასხვა სახის ცვლილებას. მარეგულირებელი T უჯრედები (Tregs), რომლებიც ხასიათდება ტრანსკრიფციის ფაქტორი FOXP3-ის (Forkhead Box P3) ექსპრესიით, ამ იმუნური მოდულაციისთვის კრიტიკურად მნიშვნელოვანია. Tregs თრგუნავს იმუნურ პასუხს, ხელს უწყობს იმუნურ ტოლერანტობას და საშუალებას აძლევს სიმსივნურ უჯრედებს თავი აარიდონ იმუნურ მეთვალყურეობას. Tregs-ის მომატებული რაოდენობა ქსოვილებში ხშირად ასოცირებულია კიბოსწინარე მდგომარეობებთან და ადრეული სტადიის კიბოსთან. თუმცა, მაღალმა ექსპრესიამ კიბოს ადრეულ შემთხვევებში შეიძლება ხელი შეუწყოს სიმსივნის პროგრესირებას სიმსივნის საწინააღმდეგო იმუნური პასუხის შემცირებით. [4], [5]

FOXP3 არის კრიტიკული ტრანსკრიფციის ფაქტორი, რომელიც მართავს Tregs-ის განვითარებას, შენარჩუნებას და დამთრგუნველ ფუნქციებს. ეს უჯრედები ორმაგ როლს ასრულებენ: მიუხედავად იმისა, რომ ისინი აუცილებელია იმუნური ჰომეოსტაზის შესანარჩუნებლად და აუტოიმუნიტეტის პრევენციისთვის, გადაჭარბებულმა ექსპრესიამ სიმსივნის მიკროგარემოში შეიძლება ხელი შეუწყოს იმუნური სისტემიდან თავის აცილებას. FOXP3+ Tregs ხშირად გამდიდრებულია სხვადასხვა კიბოს სიმსივნური სტრომა, მათ შორის ენდომეტრიუმის კარცინომა. მათ სიმკვრივესა და ფუნქციურ სტატუსს შეუძლია უზრუნველყოს სიმსივნის მიკროგარემოს იმუნური დინამიკის შესახებ მნიშვნელოვანი ინფორმაცია.[6]

ენდომეტრიუმის პათოლოგიებზე დიდ გავლენას ახდენს ჰორმონური სიგნალები, განსაკუთრებით ესტროგენი (ER) და პროგესტერონი (PR). ეს ჰორმონები არეგულირებენ უჯრედების პროლიფერაციას და დიფერენციაციას ენდომეტრიუმში და ურთიერთქმედებენ მიკროგარემოს იმუნურ უჯრედებთან. ER და PR სიგნალის გადაცემამ შეიძლება ირიბად გავლენა მოახდინოს FOXP3+ Tregs-ზე, შექმნას იმუნოსუპრესიული გარემო, რომელიც ხელს უწყობს სიმსივნის ზრდას.

FOXP3 ექსპრესიის ER/PR სტატუსთან დაკავშირება უნიკალურ შესაძლებლობას იძლევა გამოვიკვლიოთ ენდომეტრიუმის დაზიანებებში ჰორმონურ და იმუნურ გზებს შორის ურთიერთქმედება. [7]

პროგრამირებული სიკვდილის-ლიგანდი 1 (PD-L1) არის იმუნური გამშვები პუნქტის მთავარი მოლეკულა, რომელიც ურთიერთქმედებს PD-1 რეცეპტორთან T უჯრედებზე, რაც იწვევს T-უჯრედების განლევას და იმუნური სისტემისაგან გაქცევას. გაზრდილი PD-L1 ექსპრესია ხშირად შეინიშნება მაღალი სტადიის კიბოს დროს და ასოცირდება იმუნოსუპრესიულ მიკროგარემოსთან. FOXP3+ Tregs და PD-L1 ხშირად თანაარსებობენ სიმსივნეებში, რაც სინერგიულად აქვეითებს იმუნურ პასუხს. ენდომეტრიუმის დაზიანებებში ამ მარკერების ერთდროული ექსპრესიის გამოკვლევამ შეიძლება მოგვაწოდოს იმუნური აცილების მექანიზმებზე დამატებითი ინფორმაცია, რაც დაავადების პროგრესირების საფუძველია.[7]

მიუხედავად FOXP3+ Tregs-ისა და PD-L1-ის ვრცელი კვლევისა სხვადასხვა სიმსივნეებში, მათი როლი ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიასა და კარცინომაში ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი. პროგრესირება ჰიპერპლაზიიდან კარცინომამდე წარმოადგენს კრიტიკულ ფანჯარას იმუნური დისრეგულაციის სიდრმისეულად გასაგებად.

კვლევის მასალა და მეთოდები

ჩვენი კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტული დიზაინის მქონე კვლევას, რომელიც ანალიზებდა ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის, ატიპიური ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიისა და ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდული და სეროზული ადენოკარცინომის ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზის მქონე პაციენტთა საარქივო მასალას. საარქივო მასალა შეგროვდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სასწავლო-სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიიდან, რომელიც მოიცავს 2017-2025 წლებს. პაციენტის შესახებ ინფორმაცია იყო ანონიმური, არაპერსონიფიცირებული, რათა უზრუნველყოფილიყო საფუძვლიანი ანალიზი ეთიკური სტანდარტების დაცვით.

კვლევა მოიცავდა ოთხ განსხვავებულ ჯგუფს: ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია - 40 შემთხვევა; ენდომეტრიუმის ატიპიური ჰიპერპლაზია - 40 შემთხვევა; ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომა - 40 შემთხვევა; ენდომეტრიუმის სეროზული ადენოკარცინომა - 30 შემთხვევა;

კვლევაში ჩართვის კრიტერიუმები: ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზიის, ატიპიური ჰიპერპლაზიის, ენდომეტრიოიდული ან სეროზული ადენოკარცინომის/კარცინომის ჰისტოპათოლოგიურად დადასტურებული დიაგნოზი. ქსოვილის ადეკვატურობა და შესაბამისი

კლინიკური მონაცემების ხელმისაწვდომობა. მანამდე ონკოლოგიური კუთხით არანამკურნალები პაციენტები;

გამორიცხვის კრიტერიუმები: ცუდად ფიქსირებული ქსოვილის ნიმუშები. პაციენტები თანმხლები სისტემური ანთებითი ან აუტოიმუნური დაავადებებით.

რეპროდუქციული და პერიმენოპაუზის ასაკის დაყოფა განხორციელდა შემდეგ ასაკობრივ დიაპაზონებად (მაგ., 18-45 წელი რეპროდუქციული ასაკისთვის და 46-55 წელი პერიმენოპაუზური ასაკისთვის).

ფორმალინში ფიქსირებული, პარაფინში ჩაყალიბებული (FFPE) ქსოვილის ბლოკები მოძიებული იყო ჰისტოპათოლოგიური და იმუნოჰისტოქიმიური ანალიზისთვის. თითოეული ქსოვილის ბლოკი დაჭრილი იქნა 2-4 მკმ სისქეზე მიკროტომის გამოყენებით და დაფიქსირდა დამუხტულ-სლაიდებზე. ქსოვილები შეიღება ჰემატოქსილინისა და ეოზინის (H&E) სტანდარტული პროტოკოლის თანახმად ავტომატურ შეღების აპარატში.

იმუნოჰისტოქიმია (IHC): გამოყენებულ იქნა შესაბამისი ანტისხეულები FOXP3 (abcam) და PDL1 (Leica PD-L1 Clone: 73-10 Assay) იმუნოჰისტოქიმიური ვიზუალიზაციის სისტემა Novolink Polymer Detection System. ანტისხეულები და ვიზუალიზაციის სისტემა მოწოდებულია Leica-ს მწარმოებლის მიერ.

IHC პროტოკოლი: ქსოვილის ანათლები დეპარაფინიზებული იყო ქსილოლში და რეჰიდრატირებული იყო ეთანოლის ხსნარებით. ანტიგენის აღდგენა განხორციელდა ციტრატის ბუფერის გამოყენებით (pH 6.0) რეგულირებადი ხელსაწყოს დახმარებით 20 წუთის განმავლობაში.

ენდოგენური პეროქსიდაზას აქტივობა დაიბლოკა ინკუბაციით 3% წყალბადის ზეჟანგით 10 წუთის განმავლობაში. ანათლები ინკუბირებული იყო 4°C-ზე პირველადი ანტისხეულებით ოპტიმიზებული განზავების დროს. მეორადი ანტისხეულები, რომლებიც კონიუგირებული იყო რმის პეროქსიდაზასთან (HRP) გამოიყენებულ იქნა 30 წუთის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. ქრომოგენული გამოვლენა ჩატარდა 3,3'-დიამინობენზიდინის (DAB) გამოყენებით. ხარისხის კონტროლი: დადებითი კონტროლი - ქსოვილები, რომლებიც ცნობილია სამიზნე ანტიგენების ექსპრესიით (პლაცენტა - PDL1-ის ექსპრესიის კონტროლი);

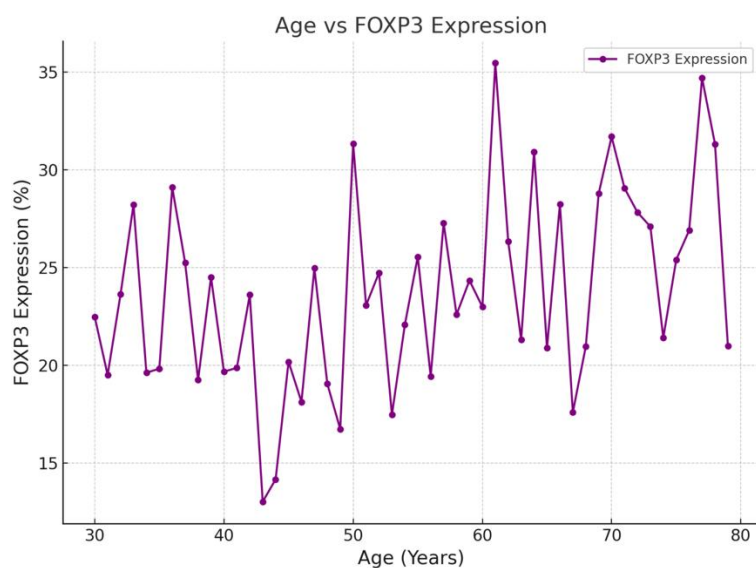
შედეგები

ჩვენი კვლევის ფარგლებში შესწავლილია 150 შემთხვევა, რომელიც მოიცავდა ენდომეტრიუმის კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიის 80 შემთხვევას და ენდომეტრიუმის ავთვისებიანი დაზიანების 70 შემთხვევას, მათ შორის ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდულ ადენოკარცინომისა და ენდომეტრიუმის სეროზულ კარცინომას. დაფიქსირდა შემდეგი შედეგები.

ასაკობრივი განაწილება: პრემენოპაუზური ქალების საშუალო ასაკი იყო 34.5 წელი (n=65), ხოლო პოსტმენოპაუზური ქალების საშუალო ასაკი იყო 61.2 წელი (n=85). პოსტმენოპაუზის

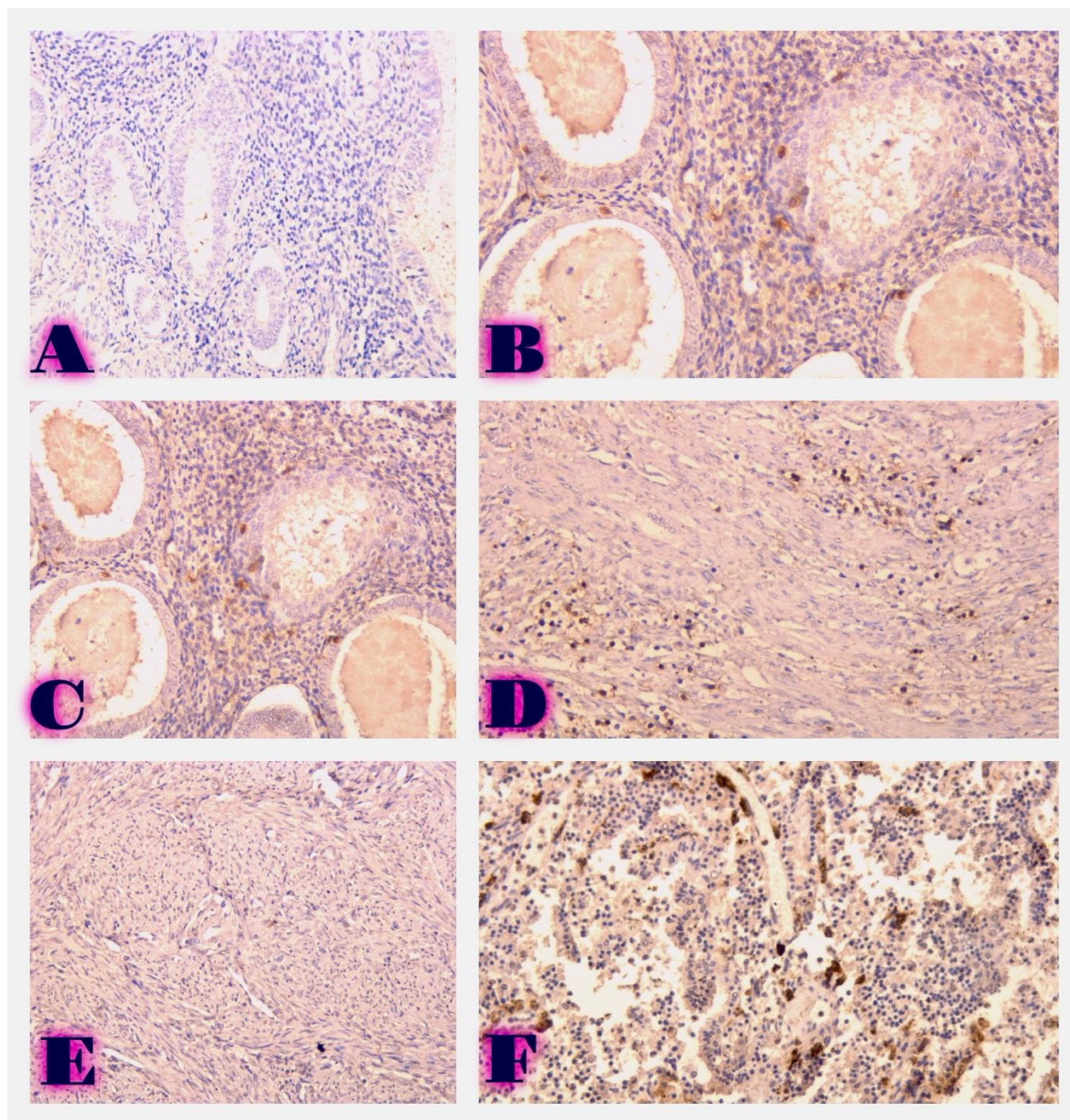
ჯგუფს შორის 70%-ს აღენიშნებოდა ავთვისებიანი დაზიანებები (ძირითადად ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომა და სეროზული კარცინომა), ხოლო 30%-ს ჰქონდა კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზია. პრემენოპაუზის ჯგუფში 85%-ს აღენიშნებოდა კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზია და 15%-ს ჰქონდა ავთვისებიანი დაზიანებები.

FOXP3 ექსპრესია ასაკის მიხედვით: FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო პოსტმენოპაუზურ ქალებში (საშუალოდ 25%) პრემენოპაუზურ ქალებთან შედარებით (საშუალოდ 18%) ($p < 0.05$). მონაცემები მიუთითებს ასაკთან ერთად იმუნური რეგულაციის ცვლილებაზე, რაც პოტენციურად ხელს უწყობს ავთვისებიანი სიმსივნეების იმუნურ მიკროგარემოს.

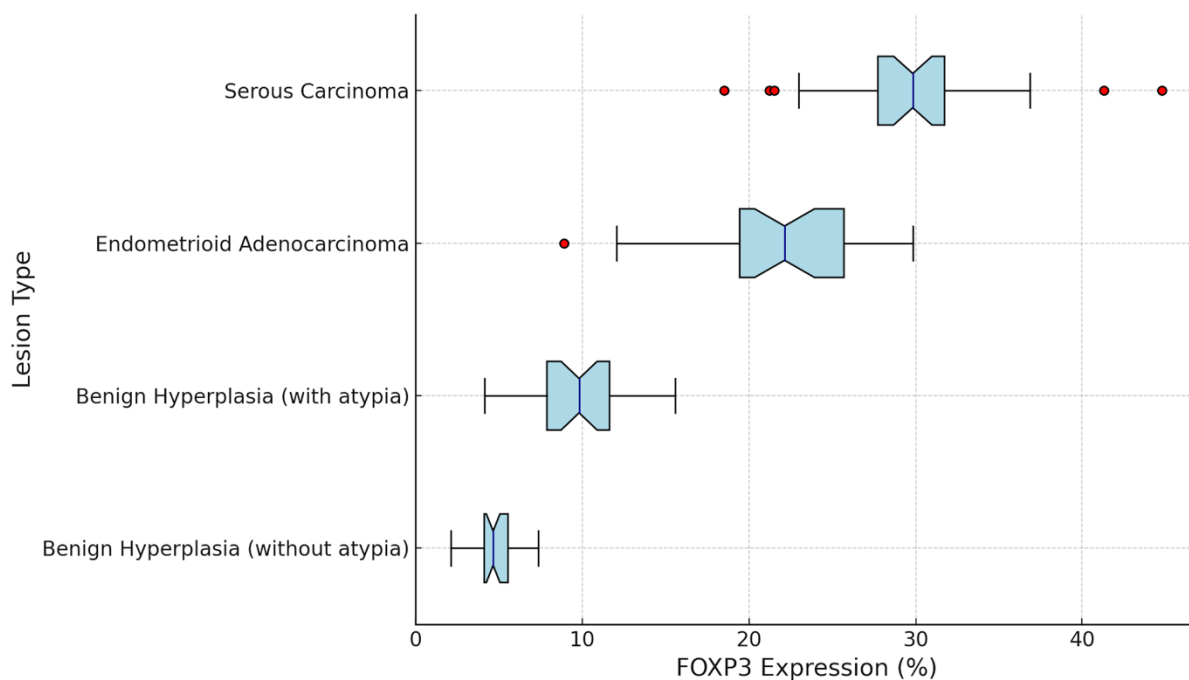


დიაგრამა 3: FOXP3-ის ექსპრესიის განაწილება ასაკობრივ ჯგუფებში;

კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიები (ატიპიით და მის გარეშე) შედარებული იყო ავთვისებიან დაზიანებებთან (ენდომეტრიოიდული და სეროზული კარცინომის ქვეტიპები): კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიები (როგორც ატიპიით, ასევე მის გარეშე) აჩვენებდნენ მნიშვნელოვნად FOXP3 დაბალი ხარისხის ექსპრესიას (საშუალოდ 5%) ავთვისებიან დაზიანებებთან შედარებით (ენდომეტრიოიდული და სეროზული კარცინომა), რომლებსაც ჰქონდათ საშუალო ხარისხის ექსპრესია 22% ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომისთვის და 30% სეროზული კარცინომა ($p < 0.001$). ეს ხაზს უსვამს FOXP3-დადებითი Tregs-ის იმუნურ მარეგულირებელ როლს ავთვისებიან სიმსივნეებში.



სურათი 2. A. FOXP3 მინიმალური ექსპრესია, ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე, IHC, 400X; B. FOXP3 მაღალი ხარისხის ექსპრესია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიის გარეშე, IHC, 400X; C. FOXP3 დაბალი ხარისხის ექსპრესია ენდომეტრიუმის ჰიპერპლაზია ატიპიით, IHC, 400X; D. FOXP3 მაღალი ხარისხის ექსპრესია ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული ადენოკარცინომა ინვაზიური უბანი IHC, 400X; E. FOXP3 დაბალი ხარისხის ექსპრესია ენდომეტრიუმის ენდომეტროიდული ადენოკარცინომა ინვაზიური უბანი IHC; 400X; F. FOXP3 მაღალი ხარისხის ექსპრესია ენდომეტრიუმის სეროზული კარცინომა IHC; 400X;



დიაგრამა 4: FOXP3-ის ექსპრესიის განაწილება სხვადასხვა ენდომეტრიუმის შესწავლილ შემთხვევებში;

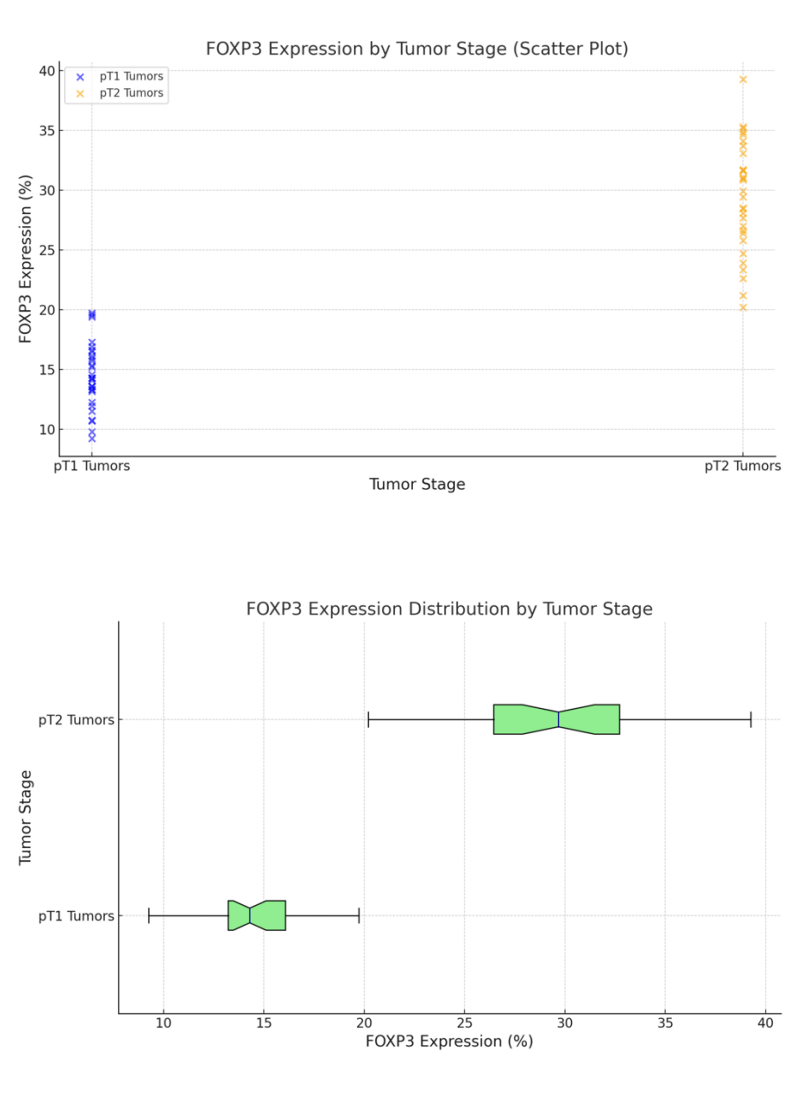
PDL1 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ავთვისებიან სიმსივნეებში კეთილთვისებიან დაზიანებებთან შედარებით. ენდომეტრიოიდულმა ადენოკარცინომამ გამოავლინა PDL1 საშუალო ექსპრესია 6%, ხოლო სეროზული კარცინომამ აჩვენა უფრო მაღალი ხარისხის ექსპრესია- 12%. შედარებისთვის, კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიები აჩვენებდნენ დაბალი ხარისხის PDL1 ექსპრესიას (საშუალოდ 2%) ($p < 0.01$).

FOXP3 და PDL1 ექსპრესიის შედარება ენდომეტრიუმის ენდომეტრიოიდულ ადენოკარცინომასა და ენდომეტრიუმის სეროზულ კარცინომას შორის: FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო სეროზულ კარცინომაში (საშუალოდ 30%) ენდომეტრიოიდულ ადენოკარცინომასთან შედარებით (საშუალოდ 22%) ($p < 0.01$). ამის საფუძველზე შესაძლოა ვივარაუდოთ, რომ სეროზულ კარცინომას, რომელიც უფრო აგრესიულია, შეიძლება ჰქონდეს იმუნური დათრგუნვის უფრო მაღალი დონე, რაც ხელს უწყობს მის უფრო აგრესიულ კლინიკურ ქცევას.

PDL1 ექსპრესია უფრო მაღალი იყო სეროზულ კარცინომაში (საშუალოდ 12%) ენდომეტრიოიდულ ადენოკარცინომასთან შედარებით (საშუალოდ 6%) ($p < 0.05$). ეს აძლიერებს იმ აზრს, რომ იმუნური სისტემისაგან თავის არიდების მექანიზმები კრიტიკულად უფრო მნიშვნელოვანია სეროზულ კარცინომაში, რაც ხელს უწყობს მის ქცევას და ცუდ პროგნოზს.

FOXP3 ექსპრესია სიმსივნის სტადიის მიხედვით: FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო მაღალი სტადიის სიმსივნეებში (pT2) საწყისი სტადიის სიმსივნეებთან შედარებით (pT1). FOXP3-ის საშუალო ექსპრესია pT1 სიმსივნეებში იყო 15%, ხოლო pT2 სიმსივნეებში გაიზარდა

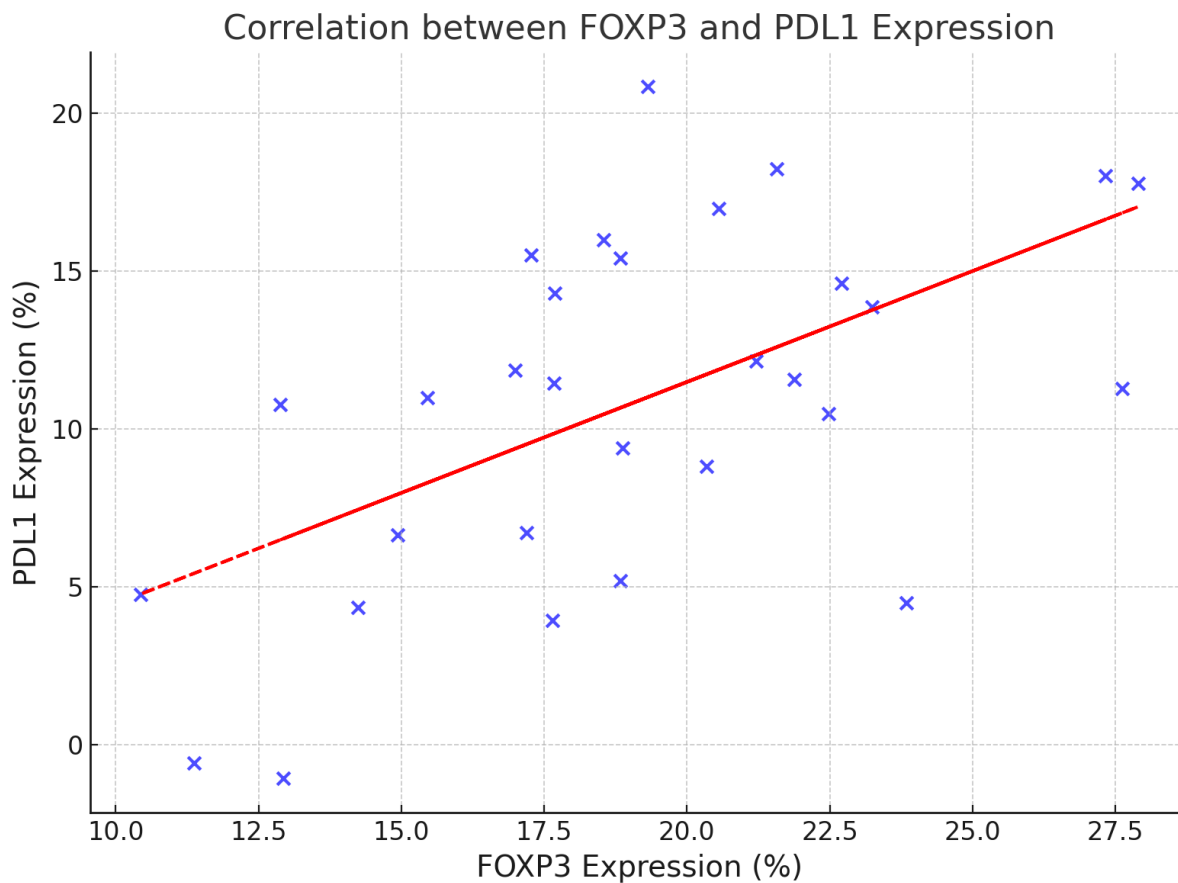
30%-მდე ($p<0.05$). მარეგულირებელი T უჯრედები სიმსივნის პროგრესირების შემდგომ ეტაპებზე უფრო აქტიურად ექსპრესირებს.



დიაგრამა 5: FOXP3-ის ექსპრესიის განაწილება ავთვისებიან სიმსივნეთა სტადიების მიხედვით;

PDL1 ექსპრესია სიმსივნის სტადიის მიხედვით: FOXP3-ის მსგავსად, PDL1 ექსპრესია უფრო მაღალი იყო pT2 სიმსივნეებში (საშუალოდ 12%) pT1 სიმსივნეებთან შედარებით (საშუალოდ 5%) ($p<0.01$). ეს მიუთითებს იმაზე, რომ იმუნური აცილების მექანიზმი PDL1 რეგულაციის საშუალებით უფრო მნიშვნელოვანია მაღალი სტადიის სიმსივნეებში.

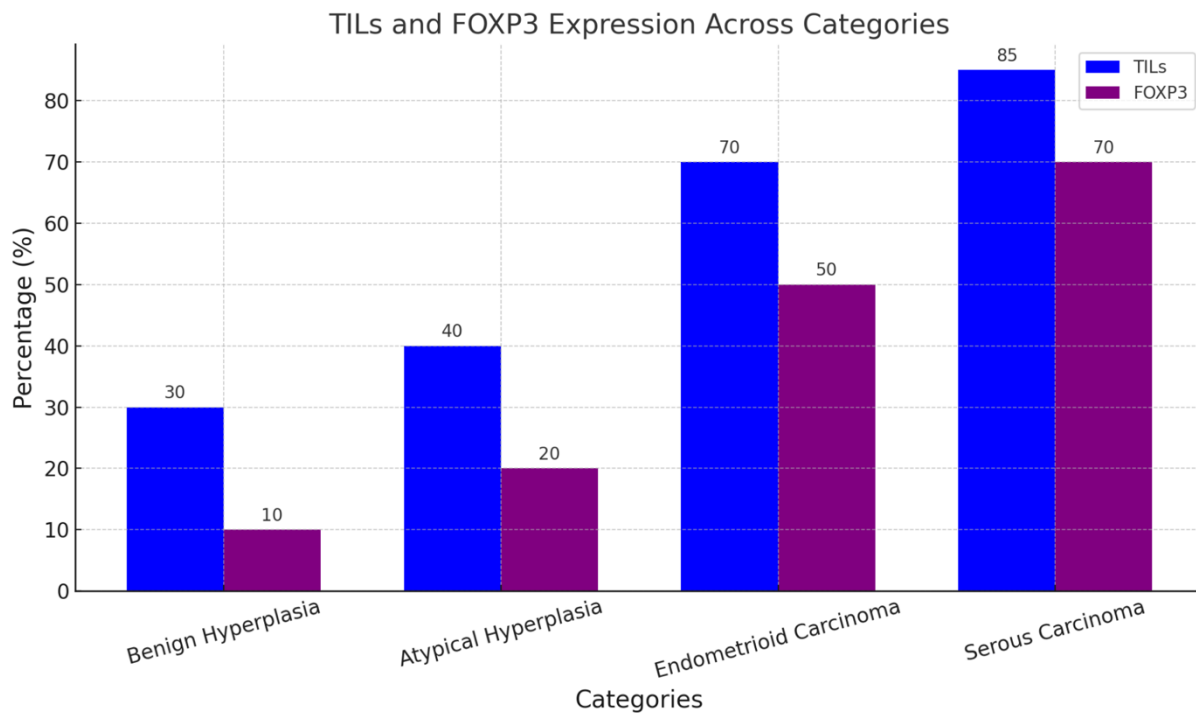
FOXP3-სა და PDL1-ს შორის გამოვლინდა ძლიერი დადებითი კორელაცია სიმსივნის ყველა სტადიაზე, სპირმანის კორელაციის კოეფიციენტით 0,75 ($p<0,001$). ეს მიუთითებს პოტენციურ ურთიერთკავშირზე იმუნურ მოდულაციას (FOXP3-ის მეშვეობით) და იმუნურ აცილებას (PDL1-ის მეშვეობით) შორის სიმსივნის მიკროგარემოში.



დიაგრამა 6: დიაგრამა ასახავს კორელაციას FOXP3 და PDL1 ექსპრესიას შორის, წითელი წყვეტილი ხაზით, რომელიც მიუთითებს დადებით კორელაციაზე ორ მარკერს შორის.

სიმსივნის მაინფილტრირებადი ლიმფოციტების (TILs) პროცენტული შემცველობა მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ავთვისებიან სიმსივნეებში კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიასთან შედარებით.

ურთიერთობა TIL-სა და FOXP3 ექსპრესიას შორის: კეთილთვისებიანი ჰიპერპლაზიების შემთხვევებს ჰქონდა TIL-ის საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი 10%, ხოლო ავთვისებიანი სიმსივნეები ჰქონდათ TIL-ის საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი 25% ($p < 0.001$). დაფიქსირდა დადებითი კორელაცია FOXP3 ექსპრესიასა და TIL-ებს შორის. ავთვისებიანი სიმსივნეები TIL-ების უფრო მაღალი პროცენტით (განსაკუთრებით სეროზული კარცინომა) აჩვენებდნენ უფრო მაღალ FOXP3 ექსპრესიას, რის საფუძველზეც შევიძლია ვივარაუდოთ, რომ TIL-ების არსებობა ხელს უწყობს იმუნურ მარეგულირებელ გარემოს Tregs-ის მეშვეობით.



დიაგრამა 7: TILs და FOXP3-ის განაწილება ენდომეტრიუმის შესწავლილ სხვადასხვა ნოზოლოგიურ ერთეულში;

განსჯა

ენდომეტრიუმის კარცინომაში FOXP3 ფართოდ არის აღიარებული, როგორც მარეგულირებელი T უჯრედების (Tregs) ძირითადი მარკერი, რომლებიც გადამწყვეტ როლს თამაშობს სიმსივნის მიკროგარემოში იმუნური სისტემის დათრგუნვაში. ჩვენი კვლევა აჩვენებს, რომ FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალია ენდომეტრიუმის ავთვისებიან სიმსივნეებში, მათ შორის ენდომეტრიოიდულ და სეროზულ კარცინომაში, კეთილთვისებიან ჰიპერპლაზიებთან შედარებით. ეს დასკვნა შეესაბამება სხვა კიბოს კვლევებს, როგორიცაა ძუძუსა და მსხვილი ნაწლავის კიბო, სადაც FOXP3-დადებითი Tregs-ის გაზრდა დაკავშირებულია ცუდ პროგნოზთან და იმუნური ზედამხედველობიდან თავის არიდებასთან (Zhou et al., 2019; Filaci et al., 2007) [8]. სეროზულმა კარცინომამ აჩვენა ყველაზე მაღალი FOXP3 ექსპრესია (30%), რაც შეესაბამება მის აგრესიულ კლინიკურ ქცევას და ცუდი პროგნოზს (Stewart et al., 2018). [9] Tregs-ის გაზრდილმა მაჩვენებელმა შეიძლება შექმნას იმუნოსუპრესიული მიკროგარემო, რომელიც აფერხებს ეფექტურ სიმსივნის საწინააღმდეგო იმუნიტეტს და ხელს უწყობს კიბოს პროგრესირებას. მსგავსმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მაღალი FOXP3 ექსპრესია ასოცირდება სიმსივნის პროგრესირებასთან და მეტასტაზებთან სხვადასხვა ავთვისებიან სიმსივნეებში (Sakaguchi et al., 2008) [10]. ჩვენმა კვლევამ ასევე აჩვენა, რომ FOXP3 ექსპრესია უფრო მაღალი იყო პოსტმენოპაუზურ ქალებში, იმუნური ფუნქცია, როგორც წესი, ასაკთან ერთად ნაკლებად ეფექტური ხდება, რამაც შეიძლება კიდევ უფრო შეუწყოს ხელი ავთვისებიანი სიმსივნეების ზრდას (Fu et al., 2020). [11]

იმუნური აცილების მექანიზმი ჩვენს კვლევაში FOXP3 და PDL1 ექსპრესიის სარწმუნო კორელაცია ძალზე მნიშვნელოვანია ენდომეტრიუმის კიბოს იმუნური აცილების მექანიზმების გასაგებად. ჩვენი დასკვნები, რომ PDL1 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო სეროზულ კარცინომაში (12%) ენდომეტრიოიდულ კარცინომასთან (6%) და კეთილთვისებიანი დაზიანებებთან შედარებით (2%), შეესაბამება იმ კვლევის შედეგებს, რომლებშიც PDL1-ის რეგულაცია დაკავშირებულია უფრო აგრესიულ კიბოს ფენოტიპებთან და მკურნალობაზე რეზისტენტობასთან (Topalian et al., 2015).[12] გარდა ამისა, დადებითი კორელაცია FOXP3 და PDL1 ექსპრესიას შორის (Spearman-ის კორელაციის კოეფიციენტი = 0.75, $p < 0.001$) მიგვანიშნებს, რომ Tregs (FOXP3-დადებითი) ქმნის იმუნური აცილების ორმაგ მექანიზმს, რაც შეიძლება იყოს განსაკუთრებით კრიტიკული მაღალი სტადიის სიმსივნეებში, სადაც გაძლიერებულია როგორც იმუნური რეგულაცია, ასევე იმუნური ზედამხედველობისაგან თავის აცილების მექანიზმები.

მსგავსი კორელაციები FOXP3-სა და PDL1-ს შორის იქნა ნაპოვნი სხვა ორგანოთა სისტემების შესწავლილ კიბოებში, როგორიცაა ფილტვის არაწვრილუჯრედოვანი კიბო და მელანომა, სადაც ორივე მარკერის მაღალი ექსპრესია დაკავშირებულია ცუდ კლინიკურ შედეგებთან (Gomez et al., 2019). [13]

ენდომეტრიოიდული ადენოკარცინომის შემთხვევებმა გამოავლინა შედარებით დაბალი FOXP3 და PDL1 ექსპრესია, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ იმუნური სუპრესია შეიძლება ნაკლები იყოს ამ სიმსივნეებში. ჰისტოლოგიურ ქვეტიპებს შორის იმუნური მოდულაციის ამ განსხვავებამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს დაავადების პროგრესირებაზე. ენდომეტრიუმის სეროზული კარცინომის მქონე პაციენტებმა შეიძლება ისარგებლოს დამიზნებითი თერაპიებით, რომლებიც მიმართულია იმუნური გამშვები პუნქტის ბლოკადაზე, ხოლო ენდომეტრიოიდულ კარცინომა შეიძლება განსხვავებულად რეაგირებდეს.

ჩვენი კვლევის საფუძველზე გამოვლინდა, რომ FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო მაღალი სტადიის სიმსივნეებში (pT2) საწყისი სტადიის სიმსივნეებთან შედარებით (pT1) ($p < 0.05$). სხვა ორგანოთა სისტემების კიბოზე ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ FOXP3-ის მაღალი დონე ასოცირდება ცუდ პროგნოზთან და დაავადების მაღალ სტადიებთან (Nishikawa et al., 2008).[14] ენდომეტრიუმის კიბოს დროს, გვიანი სტადიის სიმსივნეებში Tregs-ის გაზრდილმა არსებობამ შეიძლება შეაფერხოს იმუნური პასუხი, ხელი შეუწყოს სიმსივნის ზრდას და მეტასტაზირებას.

დასკვნა

ჩვენი კვლევა ხაზს უსვამს FOXP3-დადებითი T-რეგულატორებისა და PDL1 ექსპრესიის მნიშვნელოვან როლს ენდომეტრიუმის კარცინომის იმუნურ მიკროგარემოში. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ავთვისებიან დაზიანებებში კეთილთვისებიან ჰიპერპლაზიებთან შედარებით, ყველაზე მაღალი ექსპრესია დაფიქსირდა სეროზულ კარცინომაში. გარდა ამისა, FOXP3 და PDL1 ექსპრესიას შორის დადებითი კორელაციის საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ იმუნური აცილება

ენდომეტრიუმის კარცინომაში შეიძლება მოიცავდეს, როგორც იმუნურ მოდულაციას Tregs-ის მეშვეობით, ასევე იმუნური გამშვები პუნქტის გააქტიურებას PDL1-ის მეშვეობით.

T-რეგულატორები და PDL1 ხელს უწყობს ენდომეტრიუმის ავთვისებიანი სიმსივნეების იმუნოსუპრესიულ გარემოს, განსაკუთრებით მაღალ სტადიებში და უფრო აგრესიული სეროზული კარცინომის ქვეტიპში. გარდა ამისა, FOXP3 და PDL1 შეიძლება იყოს პოტენციური ბიომარკერი პროგნოზისა და მკურნალობის პასუხისთვის, განსაკუთრებით იმუნოთერაპიის სტრატეგიებში.

ჩვენი კვლევა ხაზს უსვამს ენდომეტრიუმის კარცინომის იმუნური მიკროგარემოს სიღრმისეული შესწავლის მნიშვნელობას, განსაკუთრებით მარეგულირებელი T უჯრედებისა და იმუნური გამშვები პუნქტების როლს სიმსივნის პროგრესირებისა და თერაპიაზე პასუხის ფორმირებაში. საჭიროა შემდგომი კვლევები ამ მიმართულებით თერაპიული პოტენციალის შესასწავლად, როგორც FOXP3, ასევე PDL1-ის მიმართ ენდომეტრიუმის კიბოს პაციენტებში, იმუნური მეთვალყურეობის აღდგენისა და კლინიკური შედეგების გაუმჯობესების მიზნით.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] A. S. Uduwela, M. A. K. Perera, L. Aiqing, and I. S. Fraser, “Endometrial-myometrial interface: Relationship to adenomyosis and changes in pregnancy,” *Obstet Gynecol Surv*, vol. 55, no. 6, pp. 390–400, Jun. 2000, doi: 10.1097/00006254-200006000-00025.
- [2] P. Morice, A. Leary, C. Creutzberg, N. Abu-Rustum, and E. Darai, “Endometrial cancer,” *The Lancet*, vol. 387, no. 10023, pp. 1094–1108, Mar. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(15)00130-0.
- [3] C. Casas-Arozamena and M. Abal, “Endometrial Tumour Microenvironment,” *Adv Exp Med Biol*, vol. 1296, pp. 215–225, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-59038-3_13.
- [4] G. D’Andrilli, A. Bovicelli, M. G. Paggi, and A. Giordano, “New insights in endometrial carcinogenesis,” *J Cell Physiol*, vol. 227, no. 7, pp. 2842–2846, Jul. 2012, doi: 10.1002/jcp.24016.
- [5] A. Markowska, M. Pawałowska, J. Lubin, and J. Markowska, “Signalling pathways in endometrial cancer,” *Współczesna Onkologia*, vol. 18, no. 3, pp. 143–148, 2014, doi: 10.5114/WO.2014.43154.
- [6] P. Zhorzholiani, Z. Bokhua, S. Kepuladze, and G. Burkadze, “The Role of M1 and M2 Macrophages in the Progression of Endometrial Hyperplasia to Endometrioid Adenocarcinoma,” *ქართველი მეცნიერები*, vol. 7, no. 1, pp. 24–37, Jan. 2025, doi: 10.52340/gs.2025.07.01.04.
- [7] M. Arafat Hossain, “A comprehensive review of immune checkpoint inhibitors for cancer treatment,” *Int Immunopharmacol*, vol. 143, no. Pt 2, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.INTIMP.2024.113365.

- [8] Y. Wang and B. P. Zhou, “Epithelial-mesenchymal transition in breast cancer progression and metastasis,” *Chin J Cancer*, vol. 30, no. 9, p. 603, 2011, doi: 10.5732/CJC.011.10226.
- [9] L. Uroog, A. H. Rahmani, M. A. Alsahli, S. A. Almatroodi, R. A. Wani, and M. Moshahid Alam Rizvi, “Genetic Profile of FOXO3 Single-Nucleotide Polymorphism in Colorectal Cancer Patients,” *Oncology (Switzerland)*, vol. 102, no. 4, pp. 299–309, Oct. 2023, doi: 10.1159/000533729/867502/GENETIC-PROFILE-OF-FOXO3-SINGLE-NUCLEOTIDE.
- [10] S. Sakaguchi, T. Yamaguchi, T. Nomura, and M. Ono, “Regulatory T cells and immune tolerance,” *Cell*, vol. 133, no. 5, pp. 775–787, May 2008, doi: 10.1016/J.CELL.2008.05.009.
- [11] D. Tan, Y. Fu, W. Tong, and F. Li, “Prognostic significance of lymphocyte to monocyte ratio in colorectal cancer: A meta-analysis,” *International Journal of Surgery*, vol. 55, pp. 128–138, Jul. 2018, doi: 10.1016/J.IJSU.2018.05.030.
- [12] S. L. Topalian *et al.*, “Safety, activity, and immune correlates of anti-PD-1 antibody in cancer,” *N Engl J Med*, vol. 366, no. 26, pp. 2443–2454, Jun. 2012, doi: 10.1056/NEJMOA1200690.
- [13] R. Saleh and E. Elkord, “FoxP3+ T regulatory cells in cancer: Prognostic biomarkers and therapeutic targets,” *Cancer Lett*, vol. 490, pp. 174–185, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.CANLET.2020.07.022.
- [14] Y. Ohue and H. Nishikawa, “Regulatory T (Treg) cells in cancer: Can Treg cells be a new therapeutic target?,” *Cancer Sci*, vol. 110, no. 7, pp. 2080–2089, Jul. 2019, doi: 10.1111/CAS.14069.

Assessment of FOXP3+ Expression in Endometrial Precancerous and Neoplastic Lesions: A Comparative Study of Immune Microenvironment Dynamics

Paata Zhorzholiani; Zaza Bokhua; Shota Kepuladze; Giorgi Burkadze

Tbilisi State Medical University

Abstract

Background: Endometrial carcinoma is a leading cause of cancer-related mortality in women, with distinct subtypes such as endometrioid and serous carcinoma exhibiting varying clinical behaviours. Regulatory T cells (Tregs), marked by FOXP3 expression, play a crucial role in immune modulation within the tumour microenvironment. Programmed cell death ligand 1 (PDL1) is another key immune checkpoint molecule associated with immune evasion in various malignancies. This study investigates the expression of FOXP3 and PDL1 in benign and malignant endometrial lesions, comparing endometrial hyperplasias, endometrioid adenocarcinoma, and serous carcinoma.

Methods: 150 cases were analysed, including 80 benign hyperplasias (with and without atypia) and 70 malignant lesions (endometrioid and serous carcinoma). FOXP3 and PDL1 expression levels were assessed using immunohistochemistry, and statistical analyses were performed to evaluate the

correlation between these markers and clinicopathological features such as age, tumour stage, and histological subtype.

Results: FOXP3 expression was significantly higher in malignant lesions (mean 22-30%) compared to benign hyperplasias (mean 5%). Serous carcinoma exhibited the highest FOXP3 expression (30%), followed by endometrioid carcinoma (22%). PDL1 expression was also significantly higher in malignant tumours, with serous carcinoma showing a mean expression of 12% compared to 6% in endometrioid carcinoma. A positive correlation between FOXP3 and PDL1 expression was observed (Spearman's correlation coefficient = 0.75, $p < 0.001$). Additionally, higher FOXP3 and PDL1 expressions were observed in advanced-stage tumours (pT2) compared to early-stage tumours (pT1).

Conclusion: The study demonstrates that FOXP3-positive Tregs and PDL1 are significantly upregulated in malignant endometrial tumours, particularly in serous carcinoma, associated with a more aggressive clinical course. The positive correlation between FOXP3 and PDL1 expression suggests a potential mechanism of immune evasion and supports immune checkpoint inhibition as a therapeutic strategy in endometrial carcinoma.

Keywords: FOXP3; Tregs; PDL1; Endometrial carcinoma; Serous carcinoma;

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია

პაატა ჯორჯოლიანი - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;

Paata Zhorzholiani – PhD Student at Tbilisi State Medical University

Email: paatazhorzholiani00@gmail.com

Phone Number: +995593593434

ზაზა ბოხუა - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მეანობა-გინეკოლოგიისა და რეპროდუქციული ჯანმრთელობის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი;

Zaza Bokhua – Associate Professor at Tbilisi State Medical University Department of Obstetrics-Gynecology and Reproductive Health;

Email: z.bokhua@tsmu.edu

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი;

Shota Kepuladze – Anatomical and Clinical Pathologist at Tbilisi State Medical University; PhD;

Email: Shota.kepuladze@gmail.com Sh.kepuladze@tsmu.edu

ტელეფონის ნომერი/Phone Number: +995558286170

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Department of Molecular pathology;

E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu

ტელეფონის ნომერი/Phone Number: 599578833

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

საქართველოს სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ინოვაციური კონტროლის მეთოდის შემუშავება უსაფრთხოების კულტურის ჩამოყალიბების პარალელურად

ბაქარ გეწამე, ავთანდილ შარვაშიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. №68, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე:

სტატიაში განხილულია აქტუალური საკითხი, რომელიც უკავშირდება საქართველოს რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ინოვაციური კონტროლის მეთოდის შემუშავებას, უსაფრთხოების კულტურის ჩამოყალიბების პარალელურად. აღნიშნულის სრულფასოვნად განხორციელება გულისხმობს სათანადო სტრატეგიის განსაზღვრას, უსაფრთხოების მართვის სისტემის სრულყოფას და მასთან დაკავშირებით ახალი პრინციპების დანერგვას, პასუხისმგებლობას, უსაფრთხოების კულტურის დონის ამაღლებას, ფუნქციონალური უსაფრთხოებისა და მოძრაობის უსაფრთხოების მენეჯმენტის სისტემის და მათი შესაბამისი გაზომვისა და მონიტორინგის თანამედროვე სისტემის დამუშავებას.

საკვანძო სიტყვები: რკინიგზა, მატარებელი, მოძრაობის უსაფრთხოება, უსაფრთხოების კულტურა, შემთხვევები, პროგნოზირება, პასუხისმგებლობა, კომპანია, სტრუქტურა, მენეჯმენტი, მონიტორინგი, ტექნიკური აუდიტი, ქვედანაყოფი, რისკები.

1. შესავალი

სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხებში განსაკუთრებული როლი ენიჭება უსაფრთხოების აპარატის გამართულ მუშაობას, რომელმაც მეთოდურად სწორად უნდა განსაზღვროს ის პრიორიტეტები, რომელთა განხორციელებაც მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების დონის ამაღლების მიმართულებით. რაც შეეხება საქართველოს რკინიგზას, მას ამ მიმართულებით აქვს საკმაოდ მდიდარი გამოცდილება, უსაფრთხოების აპარატს სათავეში პირველად ჩაუდგა მოძრაობის უსაფრთხოების პირველი რევიზორი ბატონი გრიგოლ კიკნაძე, რომელმაც ფასდაუდებელი წვლილი შეიტანა ჩვენი ქვეყნის სარკინიგზო ტრანსპორტზე უსაფრთხოების მიმართულებით დარგის განვითარების საქმეში XX საუკუნის პირველ ნახევარში. მან გაიარა რკინიგზაზე მრავალი თანამდებობრივი

საფეხური დაწყებული პირველი რევიზიებიდან დამთავრებული ამიერკავკასიის რკინიგზის უფროსის თანამდებობით.

სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვითი პროცესის სწრაფად და შეუფერხებლად განხორციელებისათვის, ტვირთის დაცულობისათვის და მგზავრის კომფორტულად გადაადგილებისათვის უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება მოძრაობის უსაფრთხოებას და მისი კულტურის დონის ამაღლებას, რაც საქართველოს რკინიგზისთვის წარმოადგენს აუცილებელ ვალდებულებას და აქტუალურ საკითხს, ვინაიდან იგი ჩართულია საერთაშორისო სარკინიგზო გადაზიდვებში.

2. ძირითადი ნაწილი კვლევის ობიექტი და სტრატეგია

საქართველოს რკინიგზაზე 2021 წლის პერიოდში პირველად დაიწყო მატარებელთა მოძრაობის ზომის (სატრანსპორტო სამუშაოების მაჩვენებელი მატარებელ-კილომეტრში) საფუძველზე უსაფრთხოების დონის ანალიზი.

უსაფრთხოების კუთხით მატარებელთა მოძრაობის ზომა გადაზიდვების მოცულობის მოსალოდნელი ზრდის გათვალისწინებით, როგორც სტატისტიკა და კვლევები გვიჩვენებს, გადაზიდვების მოცულობის მატება 20–30 % – ით შეიძლება იყოს მოძრაობის უსაფრთხოების შეფარდებითი დარღვევების არაპროპორციული ზრდის მიზეზი 40–80 % – ით.

გასათვალისწინებელია ის მოცემულობა, რომ გზაზე გაიზარდა დარღვევების იდენტიფიცირება, (საყურადღებოა, რომ მოკვლევის ინსტრუქციაში გაკეთდა ჩანაწერი დაფარული შეტყობინებების შესახებ, რის შედეგადაც მკაცრად დაევალა ყველას დარღვევების დროული შეტყობინება) მონაცემთა მაქსიმალური მოკრება, მონაცემების საფუძველზე ხდება უსაფრთხოების ნორმების დადგენა, თუ არ იქნება სრული სურათი, შესაბამისად ვერ გატარდება მაკორექტირებელი ზომები.

დღეისათვის გვაქვს მოცემულობა, რომ აუცილებელია უსაფრთხოების მართვის სისტემის სრულყოფა, რომელიც ამჟამად განპირობებულია მთელი რიგი მიზეზებით, რომელთაგან აღსანიშნავია შემდეგი გარემოებები – არსებული სისტემა ბოლომდე ვერ უზრუნველყოფს დარღვევათა შეფარდებითი რიცხვის კლების არსებით დინამიკას და მთავარ ფაქტორად კვლავ რჩება უსაფრთხოების მართვის არსებული პოლიტიკა.

უნდა აღინიშნოს, რომ უსაფრთხოების მენეჯმენტის სისტემა და უსაფრთხოების კულტურა ერთმანეთისაგან იზოლირებულად კი არა, არამედ სისტემურად უნდა იქნას განხილული. თუ უსაფრთხოების მენეჯმენტი აღწერს უსაფრთხოების კონტროლისათვის აუცილებელ ინსტრუმენტებსა და ორგანიზაციის სისტემებს, უსაფრთხოების კულტურა კი – როგორ ფიქრობენ, შეიგრძნობენ და მოქმედებენ ადამიანები ორგანიზაციაში უსაფრთხოებასთან და მის მენეჯმენტთან მიმართებაში. კომპანიაში უსაფრთხოების თანამედროვე სისტემის შესაქმნელად აუცილებელია უსაფრთხოების კულტურის ჩამოყალიბება, როცა ადამიანები მოტივირებულნი არიან უსაფრთხო ქმედებებისკენ, უსაფრთხოების მენეჯმენტის ფუნქციის მხარდაჭერისკენ (მაგალითად, ინციდენტების და არმომხდარი ავარიების „near-misses-ის“ შესახებ ინფორმირება) და მათ ყოველდღიურ შრომით საქმიანობაში უსაფრთხოების აუცილებლობის დემონსტრირებისაკენ.

თანამედროვე მიდგომა რკინიგზაზე უსაფრთხოების მართვაში არის შემდეგი – „ჩვენ ვერ დავაყენებთ ყველა კართან უსაფრთხოების ინსპექტორს, ამიტომ ყველა ხელმძღვანელი უნდა გავხადოთ უსაფრთხოების დამცველი!“.

მოძრაობის უსაფრთხოების კულტურის საკითხების გადაწყვეტის პრიორიტეტი სარკინიგზო ტრანსპორტთან დაკავშირებით ეკუთვნის უცხოეთის რკინიგზებს. ისეთ ქვეყნებში, როგორებიც არის დიდი ბრიტანეთი, კანადა და ავსტრალია, შემუშავებული და დანერგილია მეთოდოლოგიური ხასიათის სახელმძღვანელო, რომელიც მიმართულია სარკინიგზო ორგანიზაციებში მოძრაობის უსაფრთხოების კულტურის შექმნაზე, შეფასებაზე და ინსპექტირებაზე.

ევროპული რკინიგზის სააგენტოს მიერ ამ გამოცდილების საფუძველზე (ევროკავშირის უფლებამოსილი ორგანო სარკინიგზო ტრანსპორტის სფეროში) 2013 წლის ბოლოს გამოქვეყნდა შესაბამისი დოკუმენტი და რეკომენდებულია მოძრაობის უსაფრთხოების კულტურის სახელმძღვანელოდ. ამ დოკუმენტის თავისებურება არის ის, რომ იგი რეკომენდაციას იძლევა მოძრაობის უსაფრთხოების კულტურის განვითარებაში, არა მხოლოდ უსაფრთხოების მართვის სისტემის ყველა ელემენტში, არამედ აუცილებელია ასევე ორგანიზაციის საერთო მართვის სისტემაში მისი შენება. ამასთანავე მთლიანობაში კულტურის მდგომარეობის განვითარებაზე დაყრდნობით ორგანიზაციაში გათვალისწინებულ უნდა იქნეს უსაფრთხოების რეგიონალური და ეროვნული კულტურაც. საწარმოო ურთიერთობების კულტურის ფაქტორმა მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა სარკინიგზო ტრანსპორტის ორგანიზაციების გუნდებში, რამაც განსაკუთრებით დაიწყო გამოვლენა სარკინიგზო ტრანსპორტზე მოძრაობის უსაფრთხოებისა და ტექნიკური საშუალებების ექსპლუატაციის წესების შესრულებისას. ყურადღება ამ საკითხზე იყო მიქცეული საზღვარგარეთ ჩატარებული მატარებლების ავარიების გამომწვევი მიზეზების მოკვლევებში, გასული საუკუნის 80 - 90-იან წლებში, რამაც აჩვენა, რომ ავარიის გამომწვევი უშუალო მიზეზების სიღრმისეული საფუძველი "არასაკმარისი უსაფრთხოების კულტურა" იყო. შესაბამისად უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხები უნდა მოგვარდეს არამარტო ამ სფეროს საქმიანობის მკაცრი რეგულირებით, ე.ი. დახმარებით კანონების, რეგლამენტების, წესების, ინსტრუქციების, სტანდარტების, უსაფრთხოების სხვა დებულებების, ან ახალი ტექნიკური საშუალებების შემოღებით, თუნდაც საფუძვლიანად იყვნენ ისინი შემუშავებულნი, ტექნიკური, ტექნოლოგიური, ორგანიზაციული და სამართლებრივი ნორმების დაწესების რეალიზაცია მაინც რჩება ხალხში, ყოველთვის თავისებურად შეიგნებენ მათზე დაკისრებულ მოთხოვნებს და განასახიერებენ მათ კონკრეტულ ქმედებებში. აქედან გამომდინარე, რკინიგზის ორგანიზაციები ყველა დონეზე იღებენ კურსს იმის უზრუნველსაყოფად, რომ პერსონალის ფიქრმა და მოქმედებამ გააჩინა ქცევა, რომელიც მიზნად ისახავს საკუთარი უსაფრთხოების დონის ამაღლებას ქმედებების თვითკონტროლით და თვითშეფასებით.

რკინიგზაზე უსაფრთხოების მიმართულებით დასაქმებული ადამიანების ქცევები უნდა ეყრდნობოდეს შესაბამის ლიტერატურულ სპექტრს და უნდა ითვალისწინებდნენ, რომ კულტურა არის ღრმად ფესვგადგმული და არ არის ზედაპირული ფენომენი, რომელიც საკმარისად სტაბილურია. შესაბამისად უნდა მოხდეს უსაფრთხოების კულტურის გაზიარება და იგი არ უნდა უკავშირდებოდეს მხოლოდ ინდივიდს, არამედ უნდა მოიცავდეს ჯგუფებს,

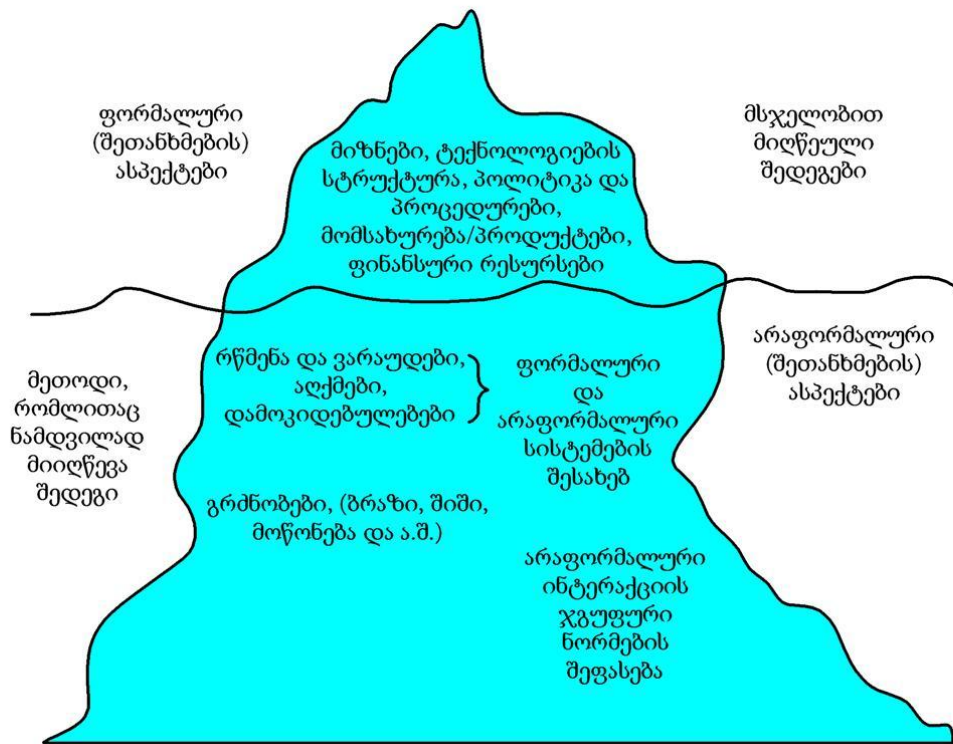
საზოგადოებას ან ორგანიზაციას, რომელიც აერთიანებს მათ შიგნით არსებული ურთიერთობების ყველა ასპექტს და იგი ვითარდება ყოველდღიური ურთიერთობებით.

გაზიარებული ვარაუდები, რწმენები, ღირებულებები და ნორმები, რომელიც ზოგადად ცნობილია, როგორც ნებისმიერი ორგანიზაციული კულტურის ძირითადი დამახასიათებელი თვისებები 1970 იან წლებში სტენლი ჰერმანმა წარმოადგინა „სამუშაო ადგილის დინამიკის აისბერგის მოდელი“, რომელიც ილუსტრირებულია მოცემულ სურათზე (ნახ. 1), აღნიშნული პოპულარული გახდა ორგანიზაციული კულტურის თანმიმდევრული შრეების ვიზუალიზაციისთვის, ყველაზე ღრმა საფუძვლების და აშკარა დამახასიათებელი თვისებებიდან გამომდინარე.

რკინიგზის სფეროში გამოყენებული ზედა ნაწილი შეიძლება ჩაითვალოს კომპანიის უსაფრთხოების მენეჯმენტის სისტემად. მისი იმპლემენტაციის ეფექტურობა დამოკიდებული იქნება იმ არაფორმალურ ასპექტებზე, რომელიც მითითებულია ამ წარმოდგენილი სქემის (ნახ. 1) ქვედა ნაწილში.

ინდივიდების მოქმედების გზები და აზროვნება შექმნილია „მოქმედების ნიმუშების“ ტერმინების ქვეშ, რომელიც ასახავს ორგანიზაციულ კულტურას და შეადგენს ევროპული რკინიგზის უსაფრთხოების კულტურის მოდელის პირველ სამშენებლო ბლოკს.

ორგანიზაციული კულტურა ვითარდება ჯგუფის შიგნით განხორციელებული ელემენტარული ქმედებების ტიპიური თანმიმდევრობით, კონკრეტული სიტუაციის გამოცდილებისას ინდივიდები ქმნიან აზრს და ახდენენ მათი დანახულის ინტერპრეტაციას. ეს ქცევა, რომელიც გამომდინარეობს ინდივიდუალური შემეცნებიდან, რომლის გამოწვევა შემდგომში ხდება ჯგუფის წევრებს შორის მოსაზრებების გაცვლისას ფორმალური და არაფორმალური დიალოგის გზით იწვევს ურთიერთზიარ რეგულირებას, შეთანხმებებსა და მოლოდინს ურთიერთის მოქმედებებთან დაკავშირებით. აღნიშნული დონე, რომელიც განსაზღვრულია „ურთიერთქმედებით“ წარმოადგენს პირველ კულტურულ ხელშემწყობ კომპონენტს.



ნახ. 1. რკინიგზის უსაფრთხოების კულტურის სქემატური მოდელი

დონე, რომელიც შექმნილია „ფორმალიზებისგან“ წარმოადგენს მეორე კულტურულ ხელშემწყობს და ტიპიურად, ასევე ფარავს უსაფრთხო მართვის სისტემის ყველა მოთხოვნას. ორგანიზაციული სტრუქტურების, წესებისა და პროცედურების კომუნიკაცია ხორციელდება სხვადასხვა სახის ინფორმაციისა და განათლების გზით. ეს დონე, რომელიც შექმნილია „გავრცელებით“ წარმოადგენს მესამე კულტურულ ხელშემწყობ კომპონენტს.

მნიშვნელობები, სტანდარტები და მოლოდინები აღსრულებული და გაძლიერებულია მართვის სხვადასხვა ინტერვენციებისა და ორგანიზაციული პროცესებისგან. ჯგუფის წევრები იზიარებენ რეალობის შესადარ გაგებას და ეტაპობრივად ორგანიზაციული კულტურა იღებს შესაბამის ფორმას.

რკინიგზის უსაფრთხოების ძირითადი საფუძვლები

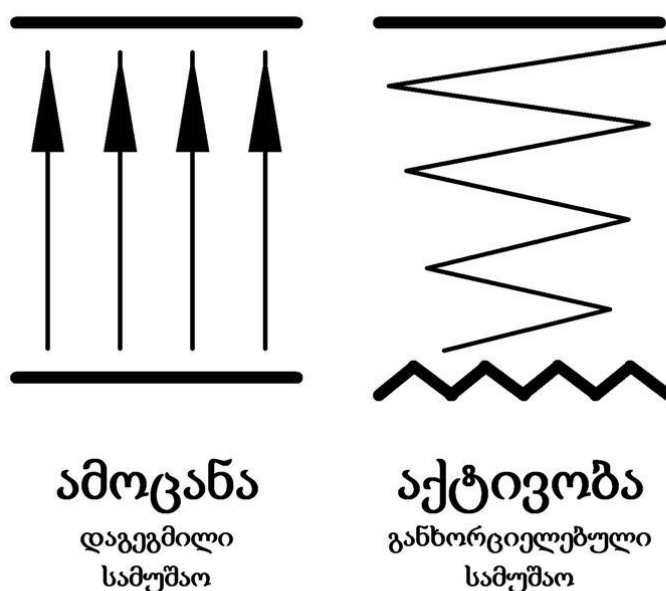
მაღალი რისკის სექტორში მოსალოდნელია ორგანიზაციული კულტურის კვალიფიკაცია, როგორც პოზიტიური უსაფრთხო კულტურა, ანუ საცქიელის ნიმუშები, დამოკიდებულებები და აზრები, რომელიც ახასიათებს ორგანიზაციულ კულტურას, იძლევა მყარი და უსაფრთხო შესრულების საშუალებას.

ამ მხრივ, ევროკავშირის რკინიგზის სააგენტომ დაადგინა რკინიგზის უსაფრთხოების საფუძვლების კომპლექტი, რომელიც ეფუძნება რკინიგზის სექტორის დამახასიათებელ ნიშნებს და არსებულ უსაფრთხოების სტანდარტებს, რომელიც განვითარდა მაღალი რისკის ინდუსტრიებში.

პირველ რიგში, მთავარი რისკები უნდა გაკონტროლდეს საწინააღმდეგო სიტუაციების პროაქტიული იდენტიფიცირების, ზომების შემსუბუქების და შესაძლებლობების განვითარების გზით მოულოდნელი სიტუაციების დროს უსაფრთხო მოქმედებისთვის. „მთავარი რისკების კონტროლი“ არის რკინიგზის პირველი რიგის, უსაფრთხოების

საფუძველი. მეორეს მხრივ, მუშაობა საჭიროებს შეგნებას სამუშაოს შემსრულებლების მხრიდან. თანხვედრა, ან ხანდახან დამაბულობები, შემუშავებულ სამუშაოსა და რეალურად შესრულებულ სამუშაოს შორის უნდა იყოს მუდმივად განხილული და ექვემდებარებოდეს მონიტორინგს და არა მხოლოდ პერიოდულ შემოწმებებს. კულტურული ყურადღება მიპყრობილი უნდა იყოს იმ ფაქტორებზე, რომლებიც რეალურად ახდენს ზეგავლენას ადამიანურ ქმედებებზე. მოთხოვნებსა და პირობებში, ადამიანების მიერ სამუშაოთა შესრულებაში არსებული დარღვევების მიმართ ინდივიდუალური ან კოლექტიური დამლევა იქნება თავისთავად განსხვავებული. საბოლოოდ, ინდივიდებისა და ორგანიზაციების შესრულების ოპტიმიზაციის მცდელობაში, უსაფრთხოება ყოველთვის უნდა იქნეს განხილული და ინტეგრირებული ბიზნესის ყველა დონეზე. აღნიშნული მოითხოვს ხედვასა და გადაწყვეტილების მიღებას. “მოახდინე უსაფრთხოების თანამიმდევრული ინტეგრაცია” არის მეოთხე და ბოლო რკინიგზის უსაფრთხოების საფუძველი.

რკინიგზის უსაფრთხოების საფუძვლები ეყრდნობა საქმიანობაზე ორიენტირებული ერგონომიკის ძირითად პრინციპსა და დისციპლინას, რომელიც განასხვავებს ამოცანას საქმიანობიდან.



ნახ. 2. ამოცანასა და აქტივობას შორის ურთიერთდამოკიდებულების სქემა

პოზიტიური უსაფრთხოების კულტურა ხასიათდება კოლექტიური პასუხისმგებლობით რკინიგზის უსაფრთხოების მეოთხე საფუძვლის მიმართ, რომელიც უნდა შესრულდეს ორგანიზაციის მიერ მისი საქმიანობის უსაფრთხო და მყარი გზით შესრულებისთვის. რკინიგზის უსაფრთხოების საფუძვლები ასევე გამოიყენება, როგორც რკინიგზის კომპანიის საფუძველი მისი უსაფრთხოების ხედვის განვითარებისთვის. უსაფრთხოების ხედვის შექმნა და გაზიარება არის ორი მთავარი პრინციპი უსაფრთხო ხელმძღვანელობის, რომელიც ახასიათებს მენეჯერების დამოკიდებულებას ყველა დონეზე პოზიტიური უსაფრთხო კულტურის განვითარებისთვის. უსაფრთხო ხედვა უნდა ისახებოდეს უსაფრთხოების პოლიტიკასა და უსაფრთხო მართვის სისტემაზე სიმყარისა და უსაფრთხო წარმოდგენის მისაღწევად.

უსაფრთხოების მართვის სისტემა და უსაფრთხოების კულტურა სარკინიგზო ტრანსპორტზე

უსაფრთხოების კულტურა არის ისეთი ქცევისა და აზროვნების მოდელების ერთობლიობა, რომელიც ფართოდ არის გაზიარებული ორგანიზაციაში, რაც ეხება მათ საქმიანობასთან დაკავშირებული ძირითადი რისკების მართვას. ეს, რა თქმა უნდა, გულისხმობს იმას, რომ ორგანიზაციაში შეიძლება არსებობდეს მრავალი კულტურა, რომელიც დაფუძნებულია ისეთ საკითხებზე, როგორიცაა სამუშაო როლი, გეოგრაფია ან სხვა საერთო ღირებულებები. როგორც ასეთი, უსაფრთხოების კულტურა შენდება ყოველდღიურად, პროცესის მონაწილეთა შორის ურთიერთქმედების გზით ორგანიზაციის კონტექსტში, რომელსაც სჭირდება როგორც გარემოსთან ადაპტირება, ასევე მისი ყველა წევრის ინტეგრაციის უზრუნველყოფა.

შესაბამისად, უსაფრთხოების კულტურის აღწერის უშუალო გზა არის ქცევის ხელშემწყობი ფაქტორების გაანალიზება. **SMS(Safety Management System)** იძლევა საფუძველს: სავარაუდო სამუშაო პირობების და მოსალოდნელი შედეგის განსაზღვრისას ორგანიზაცია განსაზღვრავს მუშაობის სასურველ გზას და ტექნიკურ საშუალებებს საქმიანობის მხარდასაჭერად. უსაფრთხო საქმიანობის მიზნით, ორგანიზაცია შეძლებისდაგვარად წინასწარ განსაზღვრავს არასასურველ სიტუაციებს და ნერგავს მათთან დამლევის წესებსა და საშუალებებს. გარდა ამისა, არსებობს ორგანიზაციის "ქცევითი სამყარო": თვისებები, გრძნობები, მნიშვნელობა და ურთიერთობები, რომლებიც განაპირობებს ორგანიზაციის შიგნით ინდივიდებს შორის ურთიერთქმედების მოდელებს ისე, რომ გავლენა იქონიოს მის აზროვნებასა და მოქმედებაზე. ეს კულტურული მხარე ძირითადად ეხება "დაუწერელ წესებს, რომლებიც წარმართავენ ადამიანთა ჯგუფის ქცევას და გადაწყვეტილებებს". ორგანიზაციის სტრუქტურული და კულტურული ნაწილი ხელს უწყობს (ან აფერხებს) ორგანიზაციის მუშაობას.

უსაფრთხოების მართვის სისტემის მიზანი

SMS– ის მიზანია უზრუნველყოს, რომ ორგანიზაციამ უსაფრთხოდ გააკონტროლოს რისკები, რომლებიც წარმოიქმნება ბიზნეს მიზნების შედეგად და შეასრულოს უსაფრთხოების ყველა ვალდებულება, რომელიც მას ეხება.

სტრუქტურირებული მიდგომის მიღება შესაძლებელს ხდის საფრთხეების იდენტიფიცირებას და ორგანიზაციის საკუთარ საქმიანობასთან დაკავშირებული რისკების უწყვეტ მართვას, უბედური შემთხვევების თავიდან აცილების მიზნით. ეს მიდგომა ითვალისწინებს სარკინიგზო სისტემის სხვა მონაწილეებთან საერთო რისკებს (ძირითადად რკინიგზის საწარმოებთან, ინფრასტრუქტურის მენეჯერებთან და ტექნიკური მომსახურების განმახორციელებელ სუბიექტებთან, როგორებიცაა მწარმოებლები, ტექნიკური მომწოდებლები, მეურვეები, მომსახურების მიმწოდებლები, ხელშემკვრელი პირები, გადამზიდავები, ტვირთამგზავნი, ტვირთმიმღები, მტვირთავები, განმტვირთველები, სასწავლო ცენტრები, ასევე მგზავრები და სხვა ადამიანები, რომლებიც ურთიერთობენ სარკინიგზო სისტემასთან და ა.შ.). SMS– ის ყველა შესაბამისი ელემენტის ადეკვატურ განხორციელებას შეუძლია აღჭურვოს ორგანიზაცია საჭირო ნდობით, რომ იგი აკონტროლებს და მომავალშიც გააკონტროლებს მის საქმიანობასთან დაკავშირებულ ყველა

რისკს, ნებისმიერ პირობებში. განვითარებული ორგანიზაციები აცნობიერებენ, რომ რისკის ეფექტური კონტროლი მიიღწევა მხოლოდ პროცესის საშუალებით, რომელიც აერთიანებს სამ კრიტიკულ განზომილებას: ტექნიკური კომპონენტი შესაბამისი ხელსაწყოებითა და აღჭურვილობით, პირველ ხაზზე მყოფი ხალხის ადამიანური კომპონენტი თავიანთი უნარებით, ტრენინგითა და მოტივაციით, და ორგანიზაციული კომპონენტი, რომელიც შედგება პროცედურებისა და მეთოდებისგან, რომლებიც განსაზღვრავს ამოცანების ურთიერთკავშირს. შესაბამისად, ადეკვატური SMS წარმატებით ახორციელებს მონიტორინგს და აუმჯობესებს რისკების კონტროლის სამივე განზომილებას. რკინიგზის SMS-ის მრავალი მახასიათებელი ძალიან ჰგავს მენეჯმენტის პრაქტიკას, რომელსაც მხარს უჭერენ ხარისხის, ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების სამსახურების, გარემოს დაცვისა და ბიზნესის სრულყოფის მომხრეები. ამრიგად, კარგი მენეჯმენტის პრინციპები შეიძლება უფრო ადვილად იყოს ინტეგრირებული. აღიარებულია, რომ სტრუქტურირებული მართვის სისტემები ბიზნესს მეტ ღირებულებას ანიჭებს ინტერფეისების ეფექტური მართვის მეშვეობით. ეს ხელს უწყობს საერთო მუშაობის გაუმჯობესებას, ოპერატიული ეფექტურობის დანერგვას, კონტრაქტორებთან და ქვეკონტრაქტორებთან, მომხმარებლებთან და მარეგულირებელ ორგანოებთან ურთიერთობის გაღრმავებას, ასევე, ხელს შეუწყობს უსაფრთხოების დადებითი კულტურის ჩამოყალიბებას.

განმცხადებელმა (სარკინიგზო კომპანიამ) უნდა შექმნას სტრუქტურირებული მართვის საკუთარი სისტემები ისე, რომ შეასრულოს 2016/798 დირექტივის (EU) მე-9 მუხლით გათვალისწინებული მოთხოვნები, რათა უზრუნველყოს თავისი საქმიანობის უსაფრთხო მართვა. ამ მიზნით, მან უნდა აჩვენოს კომპეტენციის მართვის სისტემის შესაბამის დანართებში მითითებული მოთხოვნების სტრუქტურირებული მართვის სისტემებთან შესაბამისობა. ეს მოთხოვნები ორგანიზებულია უსაფრთხოების მართვის სისტემის სრულყოფილი სურათის შექმნის მიზნით, დაგეგმვის, აღსრულების, შემოწმების, მოქმედების (PDCA) ციკლის შესაბამისად. განმცხადებელმა უნდა გაითვალისწინოს თითოეული ინდივიდუალური მოთხოვნა, ასევე ის თუ როგორ შეესაბამებიათ ერთმანეთს სტრუქტურირებული მართვის სისტემის შესაქმნელად, რომელიც აკონტროლებს შესაბამის რისკებს.

SMS-ის ელემენტებზე დაკვირვება შესაძლებელია Plan-Do-Check-Act (PDCA) ციკლის გამოყენებისთვის PDCA კონცეფცია ასახავს ფუნქციურ ურთიერთობებს ძირითად SMS ელემენტებს შორის:

- ▶ დაგეგმვა: რისკების და შესაძლებლობების გამოვლენა, უსაფრთხოების მიზნების დადგენა და ორგანიზაციის უსაფრთხოების პოლიტიკის შესაბამისად შედეგების მისაღწევად აუცილებელი პროცესებისა და ღონისძიებების იდენტიფიცირება;

- ▶ ოპერაცია: პროცესების და ღონისძიებების შემუშავება, განხორციელება და გამოყენება გეგმის მიხედვით;

- ▶ სამუშაოს შესრულების შეფასება: განხორციელებული პროცესებისა და ღონისძიებების მონიტორინგი და შეფასება მიზნებთან და დაგეგმვასთან მიმართებით და შედეგებზე ანგარიშგება;

- ▶ გაუმჯობესება: ზომების განხორციელება უსაფრთხოების მართვის სისტემის განუწყვეტლივ გასაუმჯობესებლად და უსაფრთხოების მიზნობრივი შედეგების მისაღწევად.

PDCA- ს ეს ძირითადი პროცესი ავსებს სხვა SMS ელემენტებს:

► 'ორგანიზაციის კონტექსტი' რომელიც უზრუნველყოფს დაგეგმვის ფაზაში მონაწილეობას;

► "ლიდერობა", როგორც მამოძრავებელი ძალა PDCA ციკლისთვის;

► სხვადასხვა "დახმარების" ფუნქცია, რომელიც ეხმარება SMS- ის ყველა ელემენტს.

ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორების ინტეგრაცია

ორგანიზაციამ უნდა აჩვენოს სისტემური მიდგომა უსაფრთხოების მართვის სისტემაში ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორების ინტეგრირების კუთხით. ეს მიდგომა უნდა:

ა) მოიცავდეს სტრატეგიის შემუშავებას და ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორების სფეროდან ექსპერტიზისა და აღიარებული მეთოდების გამოყენებას

ბ) პასუხობდეს აღჭურვილობის, ამოცანების, სამუშაო პირობების და ორგანიზაციული ღონისძიებების დიზაინთან და გამოყენებასთან დაკავშირებული რისკების აღმოფხვრას, ადამიანური შესაძლებლობების, შეზღუდვების და ადამიანის საქმიანობაზე გავლენის გათვალისწინებით.

ორგანიზაცია ატარებს ანალიზს ოპერატიული და დამხმარე პროცესების მტკიცებულებებზე დაფუძნებული მეთოდების გამოყენებით სიცოცხლის ციკლის ყველა ეტაპზე, დაპროექტიებიდან უტილიზაციამდე. ანალიზმა უნდა განსაზღვროს ყველა ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორი, ასევე ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ შესრულებაზე, რაც გავლენას მოახდენს რკინიგზის უსაფრთხოებაზე და უსაფრთხოების მართვის ღონისძიებები, რომლებიც საჭიროა რისკების გასაკონტროლებლად. ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორების სტრატეგიამ უნდა წარმოაჩინოს უსაფრთხოების მართვის ღონისძიებები და მათი ეფექტურობის მონიტორინგისა და გაუმჯობესების მიდგომა. სტრატეგია უნდა ეფუძნებოდეს პროაქტიულ მიდგომას, მაგრამ საჭიროების შემთხვევაში უნდა მოიცავდეს რეაქტიულ ქმედებებს. უნდა განისაზღვროს უსაფრთხოების მენეჯმენტის საქმიანობა, რომელიც დაკავშირებულია დამხმარე ფუნქციებთან და სისტემებთან, ამოცანების შემუშავებასთან, პერსონალთან, ტრენინგებთან, აღჭურვილობის დიზაინთან და გამოყენებასთან, კომუნიკაციის პროცედურებთან და პროტოკოლებთან. სტრატეგია შეიძლება მოიცავდეს იმას, თუ როგორ ინტეგრირდება ადამიანური და ორგანიზაციული ფაქტორები ცვლილებების მართვის პროცესში. ადამიანური ფაქტორების ინტეგრაცია გულისხმობს ადამიანის ფაქტორებისა და ერგონომიკის ინტეგრაციის პროცესს სისტემის დიზაინში. ადამიანური ფაქტორების ინტეგრაციის გეგმა უზრუნველყოფს სისტემურ მიდგომას პროექტის ყველა საქმიანობასა და ადამიანური ფაქტორების სფეროს შორის ურთიერთობის განსაზღვრისათვის. ადამიანური ფაქტორების ინჟინერია გულისხმობს ადამიანის მახასიათებლების ინტეგრაციას სისტემების განსაზღვრებაში, დიზაინში, შემუშავებასა და შეფასებაში ადამიანებისა და მანქანების მუშაობის ოპტიმიზაციისათვის საოპერაციო პირობებში. თუ ოპერატიული პროცესები მოიცავს რთულ სამუშაო სქემებს, ადამიანური და ორგანიზაციული სტრატეგია უნდა შეიცავდეს დადლილობის რისკის მართვის პროგრამას.

საქართველოს რკინიგზაზე გარანტირებული უსაფრთხოებისა და საიმედოობის სტრატეგიების უზრუნველყოფა გადაზიდვით პროცესში

კულტურის შესახებ დებულების შესაბამისად მოძრაობის უსაფრთხოების კულტურა ახასიათებს მოძრაობის უსაფრთხოების მენეჯმენტის ხარისხს და მოძრაობის უსაფრთხოების სფეროში შესრულებული ამოცანების ამ სისტემის შესაბამისობის ხარისხს. ბოლო წლებში საქართველოს რკინიგზამ მიაღწია მოძრაობის უსაფრთხოების საკმაოდ კარგ დონეს.

საქართველოს რკინიგზის, როგორც კომპანიის განვითარების პროცესში ცვლილებები უკვე არსებულ სტრუქტურულ და ტექნოლოგიურ კავშირებში მოდის. იმის გათვალისწინებით, რომ უსაფრთხოება არის მთავარი, სექტორის წინაშე მდგარი პირველი რანგის ამოცანა, შესაბამისად მოძრაობის უსაფრთხოების საკითხების წინა პლანზე დაყენება უნდა მოხდეს ყველა რესტრუქტურირების დროს. ამ პირობებში განსაკუთრებული როლი უსაფრთხოების აპარატს ეკუთვნის, როგორც შიდა, ასევე გარე- სახელმწიფო ზედამხედველობის ჩათვლით.

სტრუქტურული რეფორმის განვითარების კონცეფციაში ნათქვამია, რომ მოძრაობის უსაფრთხოების ახალი სისტემა ითვალისწინებს ორმაგ კონტროლს: სახელმწიფო ზედამხედველობის მხრივ მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნების შესრულების ორგანიზაციაზე და საქართველოს რკინიგზის მხრიდან შიდა კონტროლის სახით მისი მოთხოვნების რეალურ შესრულებაზე. სახელმწიფო კონტროლის სისტემა ჯერ კიდევ ჩამოყალიბების პროცესშია, მაგრამ რკინიგზაში არსებითად მოქმედებს განახლებული, თუმცა კიდევ უფრო დასახვეწია კონტროლის სისტემა. ინსპექტირების ჩატარების ტექნოლოგიები უკვე სახეცვლილია, სტრუქტურას ძირეული ცვლილებები არ განუცდია და ჰორიზონტალური კავშირები შენარჩუნდა დეპარტამენტებისა და სახაზო საწარმოების დონეზე, მაგრამ შეიცვალა მართვის პოლიტიკა. სამომავლოდ გათვალისწინებულია უსაფრთხოების აპარატის მხოლოდ ვერტიკალური დაქვემდებარება. მსგავსი გამოცდილება არსებობს სხვადასხვა სარკინიგზო ადმინისტრაციებში.

არსებული უსაფრთხოების აპარატი წარმოადგენს საქართველოს რკინიგზის სამომავლო ინსპექტირების პროტოტიპს. იმის გათვალისწინებით, რომ სარკინიგზო ტრანსპორტის შემდგომი რეფორმის პროცესში, შეიცვლება მოძრაობის უსაფრთხოების ორგანიზებისა და მონიტორინგის მთელი რიგი ფუნქციები, შესაბამისი სახელმწიფო სტრუქტურის ამუშავების შემდგომ, ეს უკანასკნელი, რომელიც ზედამხედველობას გაუწევს მოძრაობის უსაფრთხოების წესებსა და რეგულაციების დაცვის საკითხს.

ინსპექტორებისა და მენეჯერების ინტერესების დაყოფის შესახებ

თუ ინსპექტირების აპარატი ტოვებს უფროსი მენეჯერების დაქვემდებარებას გზისა და დეპარტამენტის დონეზე, მაშინ იზრდება კონტროლის ობიექტურობა, მაგრამ იკარგება პირდაპირი კავშირი, რომლებთანაც მომზადდა მოძრაობის უსაფრთხოების ზომები და მიიღება მენეჯმენტის გადაწყვეტილებები.

ინსპექტორებს აინტერესებთ ხარვეზების გამოვლენა, ხოლო მენეჯერებს, როგორც პრაქტიკა აჩვენებს ეს უქმნით დისკომფორტს, რადგან გამოვლენილ დარღვევებს სანქციები მოჰყვება. ინსპექტორებს მხოლოდ კონტროლი აქვთ, მაგრამ ხარვეზების აღმოსაფხვრელად ინსტრუქციების მომზადების ფუნქციაც ეკისრებათ. აქედან გამომდინარე, მოძრაობის

უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად შესაძლებელია დამატებითი სტრუქტურული ერთეულების შექმნა ერთი ქუდის ქვეშ, მეორეს მხრივ, ინსპექტირების კუთხით არ არის საჭირო ინსპექტორების დამოუკიდებელი სტატუსით აპარატების მრავალსაფეხურიანი სტრუქტურის შექმნა, უსაფრთხოების მენეჯერები უნდა განაწილდნენ რეგიონებსა და საწარმოებს შორის (როგორც ეს ხდება, მაგალითად, აშშ-ში), მათ უნდა გამოავლინონ ხარვეზები და ანგარიშები წარუდგინონ მთავარ სარევიზიო აპარატს.

ვინაიდან სატრანსპორტო საშუალებების მიმდინარე მოვლაზე, შეკეთებასა და ექსპლუატაციაზე მუშაობის ხარისხი ხშირად არადამაკმაყოფილებელია, მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა ადგილზე რამდენიმე საფეხურიანი კონტროლი. ამიტომ, სამუშაო პასუხისმგებლობის გარდა, სხვადასხვა დონის მენეჯერებს შესაბამის პასუხისმგებლობას უწესებს უსაფრთხოების შესაბამისი მარეგულირებელი სტანდარტები, პირადი მონაწილეობისთვის დისციპლინის განმტკიცებასა და მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის. სტანდარტები განსაზღვრავს მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევის პრევენციის ორგანიზებისა და მონიტორინგის სამუშაოების კონკრეტულ ჩამონათვალს.

საქართველოს რკინიგზაზე არის სტანდარტების კარგად ფუნქციონირებადი სისტემა, რომელიც არ უნდა იყოს მიტოვებული. ის ახალ პირობებს უნდა მოერგოს. რკინიგზამ უნდა გამოკვეთოს ყველაზე საჭირო ბმულები, აღმოფხვრას დუბლირება და ფორმალიზმი სტანდარტებთან შესაბამისობის აღრიცხვისას.

ინსპექტორული მუშაობისთვის სს "საქართველოს რკინიგზის" ფორმირებასთან დაკავშირებით ჩნდება ახალი მოთხოვნები: მსოფლიო პრაქტიკა აჩვენებს, რომ ეკონომიკურად უფრო მომგებიანია საწარმოო პროცესების ხარისხის გამართვა პერსონალის მუშაობის უკეთესი ორგანიზებითა და სტიმულირებით, ვიდრე მრავალი მცირე უსაფრთხოების სარევიზიო აპარატების შექმნა და მენეჯერების ყურადღების გადატანა მათი მოვალეობების შესრულებისგან სერთიფიკატების, მოხსენებების, დაუგეგმავი ინსპექტირების ჩატარებით და ა.შ. ამ მხრივ თვალსაჩინოა მოძრაობის უსაფრთხოების სისტემის გაუმჯობესების ორი მიმართულება: ხარისხის მართვის სისტემების დანერგვა და ტექნიკური აუდიტის კონტროლის ხარისხის გაუმჯობესება. ტექნიკური აუდიტორული კონტროლის გაუმჯობესება, ასევე უნდა გაჰყვეს სტანდარტიზაციის გზას. უპირობოდ უზრუნველყოს მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნები ყველა ტექნოლოგიურ დონეზე.

აუდიტორული სამუშაო მოიცავს რამდენიმე სფეროს, კერძოდ:

- კონტროლი მოძრაობის უსაფრთხოებაზე: ტექნიკური აუდიტი, შემოწმება, კონტროლის ღონისძიებები;
- მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევების მოკვლევა;
- უსაფრთხოების მდგომარეობის ანალიზი;
- ტექნიკური აუდიტის სამუშაოების დაგეგმვა;
- საკონტროლო მოქმედებების შემუშავება, რომელიც შეიძლება იყოს ერთჯერადი, მიზანმიმართული და მუდმივი, ანუ გავლენა მოახდინოს კონტროლის სისტემაში ცვლილებებზე.

როგორც აღინიშნა, სარკინიგზო ტრანსპორტის რეფორმირებულ სტრუქტურაში გაიზრდება ეკონომიკური პასუხისმგებლობა მოძრაობის უსაფრთხოების

არადამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაზე. ეს ასევე აისახება ტექნიკური აუდიტის შინაარსზე, რომლის შედეგები ახალ პირობებში უფრო მკაცრად დასაბუთებული უნდა იყოს, რათა დადგინდეს ხარვეზებზე პასუხისმგებლობის ზომა.

საქართველოს რკინიგზაზე უსაფრთხოების მთავარი აპარატი 39 ადამიანს ითვლის, აქედან 15 ადამიანი უშუალოდ ინსპექტირებასთან არის დაკავშირებული, საშუალოდ ეს არის დაახლოებით 1 ინსპექტორი 100/150 კმ სამოქმედო მანძილზე/ხაზზე. დასავლეთის ბევრ განვითარებულ ქვეყანაში არის 1 ინსპექტორი 1000 კმ სამოქმედო მანძილზე/ხაზზე, ეს უკანასკნელი მიუთითებს, პირველ რიგში, ტექნიკური საშუალებებით უზრუნველყოფილი წარმოების კონტროლის მაღალ დონეზე, მეორეც, ხაზის ინსპექტორების ეფექტურ მუშაობაზე და მესამე, უსაფრთხოების საკითხებზე სარკინიგზო კომპანიების ლიცენზირების გამოყენებაზე.

დღეისათვის საქართველოს რკინიგზაზე მოქმედებს მმართველი ზემოქმედების (ზომების) შემდეგი კლასიფიკაცია მოძრაობის უსაფრთხოების დონის ამაღლების მიზნით (ნახ. 3):

1. მმართველობის დონის მიხედვით.

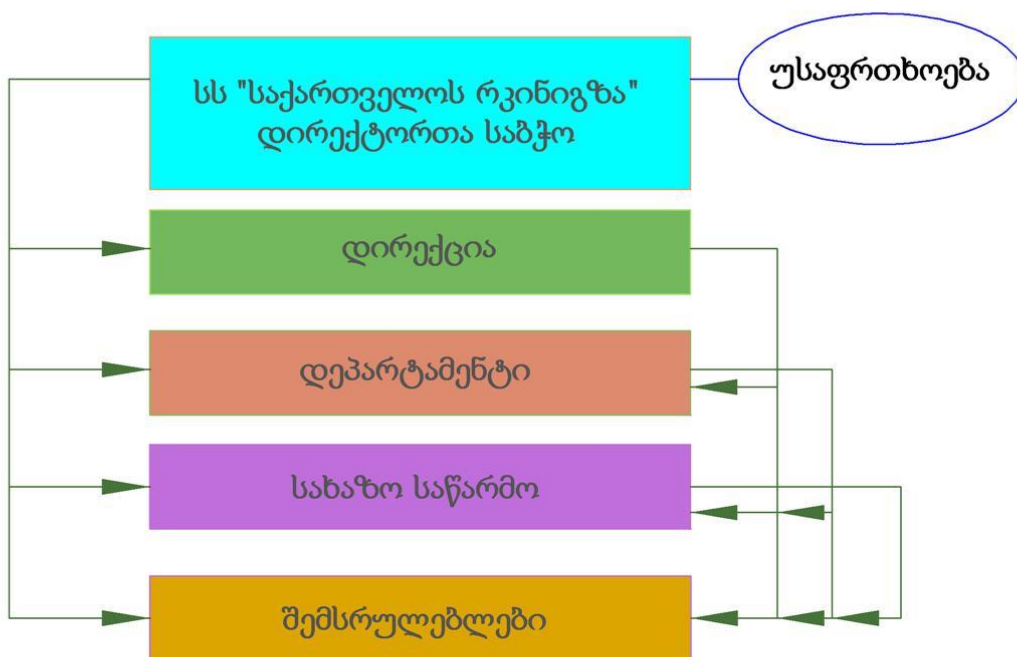
მოძრაობის უსაფრთხოების მმართველობის დონეები.

2. გაფორმების ფორმის მიხედვით:

ბრძანება; საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებები; დადგენილება (გადაწყვეტილება); ოქმი; რევიზორული მითითება (წიგნი ურა-8).

3. განხორციელების ფორმის მიხედვით:

თათბირი; განხილვა(გარჩევა); სელექტორული თათბირი.



ნახ. 3. საქართველოს რკინიგზაზე მოძრაობის უსაფრთხოების მართვის სქემა

4. ზემოქმედების ხასიათის მიხედვით:

სარეგლამენტო – ახალი წესების, ინსტრუქციების, დებულებებისა და სხვა ნორმატიული დოკუმენტების შემოღება და ასევე არსებულში ცვლილებებისა და დამატებების შეტანა; ამკრძალავი – მოძრაობის, ტექნოლოგიური პროცესების, პერსონალის მოქმედების, ტექნიკურ საშუალებათა და სხვათა აკრძალვის ან შეზღუდვისკენ მიმართული ღონისძიებები; საინფორმაციო – მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხებში ყველა ჩართულ თანამშრომლამდე საჭირო ინფორმაციის მიწოდების ზომები; საორგანიზაციო – სამმართველო და საწარმოო საქმიანობის წესებში დამატებებისა და ცვლილებების შეტანისკენ მიმართული ღონისძიებები; ტექნიკური – ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფის, ტექნიკურ საშუალებათა მოდერნიზაციის, გაძლიერებისა და ახლის დანერგვისკენ მიმართული ღონისძიებები; ადმინისტრაციული – საკადრო პრობლემების მოგვარებისკენ მიმართული ზომები: შეცვლა, გადანაცვლებები, პასუხისგებაში მიცემა, წახალისება და ასე შემდეგ; პროფილაქტიკური – შრომის პირობების გაუმჯობესების, თანამშრომელთა კვალიფიკაციის ამაღლებისა და სხვათა მეშვეობით მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევის აღმოფხვრისკენ მიმართული ზომები; საკონტროლო – რევიზორულ-ინსტრუქციული და ხელმძღვანელ პირთა შემადგენლობის მიერ მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხების კონტროლის დონის ამაღლებისკენ მიმართული ზომები.

სახელმწიფო ზედამხედველობის ფარგლებში ლიცენზიის/სერთიფიკატების გასაცემად ჩატარდება გარე აუდიტი/ინსპექტირება მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნებთან შესაბამისობის უზრუნველსაყოფად. რკინიგზის კომპანიას წინასწარ ეცოდინება ეს მოთხოვნები და განახორციელებს შიდა აუდიტს/ინსპექტირებას ლიცენზირების მომზადებისთვის. გარე აუდიტს და ლიცენზიების გაცემას ახორციელებენ, როგორც უკვე აღინიშნა სამთავრობო უწყებების მიერ ავტორიზებული დამოუკიდებელი ორგანო, მაგალითად, აშშ-ში - რკინიგზის ფედერალური ადმინისტრაცია, ხოლო საქართველოს მაგალითზე აღნიშნულ საკითხს განახორციელებს სარკინიგზო ტრანსპორტის სააგენტო, რომელიც ჩამოყალიბდა 2024 წელს.

ტექნიკური აუდიტი/ინსპექტირება:

მოთხოვნები წარმოდგენილია წინასწარ (აღჭურვილობის, ტექნოლოგიების, პერსონალის მომზადების, მართვის ხარისხზე, დოკუმენტაციაზე); გამოიყენება შესაბამისი ინსპექტირების სტანდარტი; გაიცემა რეკომენდაცია ან ბრძანება. დადგენილია მათი მოქმედების ვადა.

ინსპექტირება ტარდება კითხვების ჩამონათვალის საფუძველზე, დაახლოებით შემდეგი შინაარსით: „დამაკმაყოფილებელია თუ არა სამუშაოს ამ სფეროს ხარისხი?“, რაზეც ინსპექტორმა უნდა უპასუხოს „დიახ“ ან „არა“. ან მითითებულია რიცხვითი მონაცემები: ტექნიკური აღჭურვილობის მოვლა-პატრონობის ხარვეზების შესახებ, დარღვევის ოპერაციული ტექნოლოგიები, არასაკმარისი აღჭურვილობა, პერსონალის ნაკლებობა და ა.შ. თუ შეფასება დადებითია, საწარმოს ეძლევა ლიცენზია (ან ბრძანება) გარკვეული ვადით.

ამავდროულად, ინსპექტირება, მიუხედავად იმისა, რომ მნიშვნელოვანია, არ მოიცავს მოძრაობის უსაფრთხოების კონტროლის მთელ პრობლემას: რჩება დაუგეგმავი ინსპექტირება,

ინსპექტორების სისტემატური საქმიანობა მუშაობის ტექნოლოგიის გასაკონტროლებლად, სამუშაო ადგილზე პერსონალის კვალიფიკაციის შემოწმებაზე. თუმცა, თუ ახლა დაუგეგმავი რევიზიის სიგნალი არის მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევის ფაქტები, მაშინ უახლოეს მომავალში მეტი ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ინსპექტირების ინდიკატორებზე და ტექნიკურ მონაცემებზე ტექნიკური აღჭურვილობის გაუმართაობაზე და სახიფათო გადახრებზე ტექნიკური სტანდარტებიდან.

მოძრაობის უსაფრთხოების სტანდარტების დაკმაყოფილების აუცილებლობა მოითხოვს საწარმოო პროცესების ხარისხის გაუმჯობესებას, უფრო არსებითი გახდება პერსონალის მომზადება და მენეჯერების გადამზადება და რაც მთავარია, ნათელი გახდება მათი პასუხისმგებლობის მაქსიმალური დიაპაზონი, რაზეც ისინი პასუხისმგებელნი უნდა იყვნენ.

ინდიკატორების შემუშავებული სისტემა მოიცავს 4 კომპონენტს:

- მოძრაობის უსაფრთხოების ინდიკატორები (საანგარიშო პერიოდში მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევის რაოდენობა - ლიანდაგებიდან მოძრავი შემადგენლობების აცდენის რაოდენობა, მატარებლის დაგვიანება, ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების უხეში დარღვევები და ა.შ.);

- ტექნიკური აღჭურვილობის მდგომარეობა, სარემონტო საშუალებები, ტექნოლოგიური პროცესების ხარისხი;

- პერსონალის მახასიათებლები;

- მენეჯმენტის ხარისხი.

პერსონალისთვის: დაკომპლექტების დონე, პერსონალის ბრუნვა, თანამშრომელთა პროცენტი, რომლებმაც დროულად დაასრულეს ტრენინგი ძირითად პროფესიებში, არყოფნის და სხვა დარღვევების რაოდენობა ძირითად პროფესიებში და ა.შ.

ძალიან მნიშვნელოვანია საწარმოში მენეჯმენტის ხარისხის სწორად შეფასება: როგორი მენეჯერია ეს (სამუშაო გამოცდილება, მის შესახებ სხვადასხვა ადამიანის აზრი, უმჯობესდება თუ არა საწარმოს შესრულების ინდიკატორები), აქვთ თუ არა სხვადასხვა დონის მენეჯერებს პირადი გეგმები, ხორციელდება თუ არა ისინი, ინახება თუ არა პერსონალის მიერ შესრულებული სამუშაოს ჩანაწერები (ეს ძალიან მნიშვნელოვანია) მნიშვნელოვანია არის თუ არა ეს ყველაფერი აღრიცხული ელექტრონულად და ა.შ.

შესაბამისი პროგრამები ითვლის რისკის ქულას ცალკეული ცხრილებისთვის, სექციებისთვის და მთლიანად საწარმოსთვის. რისკის ქულების შეჯამებით ცხრილებიდან და სექციებიდან (უსაფრთხოების ინდიკატორები, აღჭურვილობა, პერსონალი, მენეჯმენტის ხარისხი), ჩვენ ვიღებთ რისკის საბოლოო ქულას და ასე შემდეგ ყველა საწარმოსთვის. შედეგად ვიღებთ ყველა საწარმოს დეტალურ სურათს, რომლებსაც ავტომატურად ენიჭებათ რეიტინგი მიღებული მონაცემების მიხედვით.

უსაფრთხოების ტექნიკური აუდიტის ტექნოლოგია შესაძლებელს ხდის:

- მოეწყოს მონაცემთა ბაზის სერვერი კომპლექსური აუდიტისა და შემოწმების შედეგებზე სხვადასხვა მომხმარებლის მიერ ნახვის შესაძლებლობით;

- გამოყენებულ იქნეს მონაცემები წარმოდგენილი სხვადასხვა კომისიების მიერ, რაც თავიდან აგვაცილებს ვიზიტების დუბლირებას. შესაბამისად მოხდება ხარჯების მნიშვნელოვანი დაზოგვა;

- მიღებულ იქნეს ობიექტური დასაბუთება საწარმოების განვითარებისთვის, ასევე საწარმოების სტიმულირებისთვის მოძრაობის უსაფრთხოების კუთხით მიმართული თანხების მიმართ;

- მოხდეს ფსიქოლოგიური და საქმიანი ატმოსფეროს ნორმალიზება სამუშაო ადგილებსა და ზოგადად საწარმოებში.

ტექნიკური აუდიტის სისტემაში მონაცემთა შეგროვება შეიძლება, პრინციპში, ორი მიმართულებით წავიდეს: უშუალოდ ინსპექტირების ჯგუფის მიერ ან თავად საწარმოების მიერ ცხრილების საფუძველზე. პირველ შემთხვევაში უზრუნველყოფილია მონაცემთა მაღალი ობიექტურობა, მაგრამ აუდიტორების მხრიდან შრომის ხარჯებია საჭირო, მეორე შემთხვევაში მონაცემები შეიძლება არ შეესაბამებოდეს საქმის რეალურ მდგომარეობას, თუმცა ისეთი ღონისძიებები, როგორიცაა ელექტრონული ხელმოწერები და მენეჯერების პასუხისმგებლობა მონაცემთა სიზუსტეზე, შეიძლება მინიმუმამდე დაიყვანოს იქნას ინფორმაციის დამახინჯება. აუდიტორთა ერთ-ერთი ამოცანა ამ შემთხვევაში არის მონაცემთა სიზუსტის შემოწმება.

როგორც წესი, მოძრაობის უსაფრთხოების სისტემაში ყველაზე მძლავრი კონტროლის ღონისძიება არის მენეჯერებისა და წარმოების პერსონალის დისციპლინური პასუხისმგებლობის დაკისრება სამუშაოში უმოქმედობისთვის. ერთის მხრივ, ხდება პერსონალის მოწოდება, რომ არ გაიმეორონ მომავალში შეცდომები, მეორეს მხრივ კი ამით ირიბად ხდება იძულება, რომ დამალონ ნეგატიური ფაქტები და არ ასტიმულირებენ ინიციატივებს სამუშაოსა და მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესებაში. ეს კი, თავის მხრივ, იწვევს სიტუაციის გაუარესებას, მოთხოვნების კიდევ უფრო გამკაცრებას და უფრო მკაცრ სასჯელებს. ეს იწვევს არაჯანსაღ ფსიქოლოგიურ ატმოსფეროს საწარმოებში.

სასჯელის გამართივებისა და შერბილების საკითხი სტრატეგიულია. თუმცა, ეს დაკავშირებულია რკინიგზის ტრანსპორტის მუშაკთა დისციპლინურ რეგულაციებთან, მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნებთან დაკავშირებით, ანაზღაურების დონესთან და საბოლოოდ, დასჯილი პირის დანაშაულის ობიექტურობასთან. დისციპლინური წესდება არეგულირებს პასუხისმგებლობას სამუშაოებში მრავალი ხარვეზის დაკონკრეტების გარეშე, რომლებიც „ქმნის საფრთხეს მოძრაობის უსაფრთხოებისთვის“. ეს ხსნის დიდ შესაძლებლობებს სუბიექტურობისთვის დანაშაულის ხარისხის დადგენისას. სასჯელი „საქმისთვის“, როცა დასაქმებულს რაღაც კონკრეტული უნდა გაეკეთებინა, მაგრამ არ გააკეთა, გასაგები და გამართლებულია. მაგრამ როცა სჯიან „გაურკვეველი“ ფორმულირებისთვის, როგორიცაა „არ ვაკონტროლე“, „დროულად არ მივიღე ზომები“, „არ ვუზრუნველყავი მოძრაობის უსაფრთხოება“ და ა.შ., ამას ადამიანი ფსიქოლოგიურად აღიქვამს უარყოფითად, წყენით. ასეთი სასჯელი დიდხანს რჩება მეხსიერებაში და არ უწყობს ხელს მომავალი საქმისადმი მონდომებას.

ტექნიკური აუდიტის შემოღება და მის საფუძველზე მოძრაობის უსაფრთხოების მდგომარეობის რაოდენობრივი შეფასებების გამოყენება, სავარაუდოდ, საჭიროებს ჯარიმების სისტემის გადახედვას. ინსპექტორების მუშაობის გასაადვილებლად მუდმივი დროის ზეწოლის პირობებში, აქტუალურია მოძრაობის უსაფრთხოების აპარატის აღჭურვა ავტომატიზებული სისტემებით. ეს სისტემა აუცილებელია სამუშაოს შედეგების გასაფორმებლად, საანგარიშო მასალების მოსამზადებლად და სახაზო საწარმოებში

უსაფრთხოების მდგომარეობის გასაანალიზებლად. მოძრაობის უსაფრთხოების შესახებ მონაცემების გასაანალიზებლად.

მოძრაობის უსაფრთხოების საკითხებზე ერთიანი საინფორმაციო სივრცის შექმნით, მონაცემთა ბაზებისა და ვებსაიტების გამოყენებით, შესაძლებელია ნებისმიერი ინფორმაციის მოთხოვნა, გაიცვალოს მოსაზრებები ადამიანთა ჯგუფთან ერთდროულად (ვირტუალური შეხვედრები) და გაიცეს წერილობითი მითითებები და რეკომენდაციები.

მონაცემთა ავტომატიზებული ანალიზი არის კავშირი ინფორმაციის შეგროვებასა და მენეჯმენტის გადაწყვეტილებების მიღებას შორის. მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად ყველაზე მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებები, რომლებიც უნდა მოჰყვეს ანალიზის შედეგებს, მოიცავს ინვესტიციების განაწილებას, სამუშაოს დაგეგმვას, მიზნობრივი აქტივობების განხორციელებას, ამკრძალავ და შემზღუდველ ზომებს, მენეჯმენტის გაუმჯობესებას და ა.შ.

3. დასკვნა

საქართველოს რკინიგზაზე მიუხედავად სტრუქტურული ცვლილებებისა, ახალი საინფორმაციო გარემო და ინსპექტირების (ტექნიკური აუდიტის ელემენტებით) მუშაობის სტანდარტებზე გადასვლა შესაძლებელს გახდის უფრო მეტად ობიექტური ინფორმაციის მიღებას მოძრაობის უსაფრთხოების მდგომარეობის შესახებ ყველა დონეზე და შესაძლებელს გახდის ამ მნიშვნელოვან სფეროში კონტროლირებადობის შენარჩუნებას/გაზრდას და სანდოობას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს რკინიგზის არქივი.
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кикнадзе, Григорий Семёнович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кикнадзе,_Григорий_Семёнович)
3. ევროპარლამენტისა და საბჭოს 2016 წლის 11 მაისის დირექტივა (EU) 2016/798 რკინიგზის უსაფრთხოების შესახებ
4. <https://www.era.europa.eu/system/files/2024-01/Guide%20on%20safety%20management%20system%20requirements.pdf?t=1733492378>
უსაფრთხოების მართვის სისტემის მოთხოვნები უსაფრთხოების სერტიფიცირების ან უსაფრთხოების ნებართვისათვის.
5. https://www.era.europa.eu/system/files/2022-11/introduction_to_european_railway_safety_culture_model_en.pdf ევროპული რკინიგზის უსაფრთხოების კულტურის მოდელის შესავალი
6. სარკინიგზო ტრანსპორტზე მოძრაობის უსაფრთხოების მართვის სისტემის შექმნის პრინციპებისა და სრულყოფის გზები (ტექნიკური აუდიტი) მეთოდური სახელმძღვანელო 2017წ.
7. ევროპარლამენტისა და საბჭოს 2012 წლის 21 ნოემბრის დირექტივა №2012/34/EU ერთიანი ევროპული სარკინიგზო ზონის შექმნის შესახებ (ახალი რედაქცია)
8. 2004 წლის 29 აპრილის ევროპარლამენტისა და საბჭოს დირექტივა 2004/49/EC
9. <https://www.utk.gov.pl/pl/bezpieczestwo-systemy/kultura-beezpieczestwa/12906,Kilka-slow-o-kulturze-beezpieczestwa.html> 25.08.19
10. <http://eav.ru/publ1.php?publid=2004-04a14> Развитие ревизорского контроля по безопасности движения в компании ОАО "РЖД"
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по развитию и оценке культуры безопасности движения в холдинге «РЖД» Москва 2015.

Разработка инновационного метода контроля безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте Грузии параллельно с формированием культуры безопасности **Бакар Гецадзе, Автандил Шарвашидзе**

Резюме: В статье рассматривается актуальный вопрос, связанный с разработкой инновационного метода контроля безопасности движения поездов на железной дороге Грузии параллельно с формированием культуры безопасности. Полная реализация вышеизложенного предполагает определение соответствующей стратегии, совершенствование системы управления безопасностью и внедрение новых принципов, ответственности, повышение уровня культуры безопасности, развитие системы управления функциональной безопасностью и безопасностью движения и их соответствующая современная система измерения и контроля.

**Development of an Innovative Method of Train Traffic Safety Control on Georgian Railways in
Parallel with the Formation of a Safety Culture
Bakar Getsadze, Avtandil Sharvashidze**

Abstract: The article discusses the current issue related to the development of an innovative method of train traffic safety control on Georgian railways in parallel with the formation of a safety culture. Full implementation of the above involves defining an appropriate strategy, improving the safety management system and introducing new principles, responsibility, increasing the level of safety culture, developing a functional safety and traffic safety management system and their corresponding modern measurement and control system.

პროგრამული საწვრთნელის შემუშავება მაგნიტური დისკების მუშაობის დაგეგმვის სწავლებისთვის

ლია გაჩეჩილაძე¹, რომან სამხარაძე², გიორგი გიორგაძე³

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საინფორმაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, ასოცირებული-პროფესორი; ²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროგრამული ინჟინერიის დეპარტამენტი, პროფესორი; ³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საინფორმაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, სტუდენტი

აბსტრაქტი

ამჟამად, თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები წარმოადგენს საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების ერთ-ერთ მთავარ შემადგენელ ნაწილს და აქტიურად გამოიყენება განათლების სფეროში. თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიები შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ კომპიუტერში მიმდინარე, ადამიანის თვალისთვის უხილავი პროცესების ვიზუალიზებისთვის. ერთ-ერთი ასეთი მიმართულებაა ოპერაციული სისტემის ბირთვის მიერ შესრულებული ფუნქციების ვიზუალიზება და მონიტორის ეკრანზე გამოტანა, რაც წინ გადადგმული ნაბიჯია მათი ეფექტურად სწავლების გზაზე.

სტატიაში განხილულია მაგნიტური დისკების მუშაობის დაგეგმვის ვიზუალიზების მოდელი. მის საფუძველზე შემუშავებულია პროგრამული საწვრთნელი, რომლის გამოყენება აადვილებს სტუდენტის მიერ მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის ხუთივე პრინციპის შესწავლას. სტუდენტი ეკრანზე თვალსაჩინოდ ხედავს მაგნიტური თავაკის მიერ ბილიკების მომსახურების პროცესს, კერძოდ, დროის რომელ მომენტში მაგნიტური თავაკი რომელ ბილიკს ემსახურება. სტუდენტს შეუძლია მოთხოვნების რაოდენობისა და სხვა პარამეტრების შეცვლა, აგრეთვე, დაგეგმვის პროცესისათვის თვალყურის დევნება და სხვადასხვა სტრატეგიების შედარება. გარდა ამისა, მოთხოვნების ფერით აღნიშვნა აძლიერებს მხედველობითი მეხსიერების ეფექტს.

საკვანძო სიტყვები: მაგნიტური დისკები, დაგეგმვის პრინციპები, ვიზუალიზება.

თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები წარმოადგენს საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების ერთ-ერთ მთავარ შემადგენელ ნაწილს. მათი გამოყენების გარეშე პედაგოგიკურ მეცნიერებაში წინსვლა პრაქტიკულად შეუძლებელია [1,2]. თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიები შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ კომპიუტერში მიმდინარე, ადამიანის თვალისათვის უხილავი პროცესების სწავლებისათვის. ასეთი სფეროა ოპერაციული სისტემის ბირთვის მიერ შესრულებული ფუნქციების სწავლება, რომელთა

ვიზუალიზება და კომპიუტერის ეკრანზე გამოტანა მნიშვნელოვანი ნაბიჯია მათი სწავლების გზაზე [3,4].

როგორც ცნობილია, სერვერული სისტემების ეფექტური მუშაობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მაგნიტური დისკების მუშაობის სწორ დაგეგმვაზე. ასეთ სისტემებში ერთდროულად სრულდება მრავალი პროცესი, რომლებიც ოპერაციულ სისტემას უგზავნიან მოთხოვნებს დისკებთან მიმართებაზე. ეს მოთხოვნები იგზავნება გაცილებით სწრაფად, ვიდრე ხდება მათი მომსახურება. შედეგად, ფორმირდება მოთხოვნების რიგი. არსებობს ამ რიგების მომსახურების, ანუ მაგნიტური დისკების მუშაობის დაგეგმვის ხუთი პრინციპი: FCFS („პირველი მოსულის მომსახურება ხდება პირველ რიგში“). მოთხოვნების მომსახურება ხდება მათი შემოსვლის რიგითობის მიხედვით. SSTF („ძებნის უმოკლესი დროის მქონე - პირველი“). აირჩევა ის მოთხოვნა, რომელიც მოითხოვს მაგნიტური თავაკის მინიმალურ გადაადგილებას. SCAN („სკანირება“). მაგნიტური თავაკი მოძრაობს არჩეული მიმართულებით და მიმდევრობით ემსახურება ყველა მოთხოვნას. იგი მოძრაობის მიმართულებას იცვლის მაშინ, როცა აღარ იქნება მოთხოვნები ან სანამ თავაკი არ მიაღწევს გარე ცილინდრს. N-Step SCAN („N-ბიჯობრივი სკანირება“). მაგნიტური თავაკები მოძრაობენ ისე, როგორც SCAN პრინციპის შემთხვევაში იმ განსხვავებით, რომ ერთი მიმართულებით მოძრაობის დროს შემოსული მოთხოვნები დაჯგუფდება ისე, რომ მოხდეს მათი ეფექტური მომსახურება თავაკების უკუსვლის დროს. C-SCAN („ციკლისებური სკანირება“). მაგნიტური თავაკები მოძრაობენ მხოლოდ ერთი მიმართულებით - გარე ბილიკიდან შიდა ბილიკისკენ. ის მიმდევრობით ემსახურება ყველა მოთხოვნას. თუ მოთხოვნები არ არის, მაშინ მაგნიტური თავაკები ბრუნდებიან დასაწყისში და იწყებენ მოძრაობას შიდა ბილიკისკენ.

FCFS (First Come First Served) პრინციპით დაგეგმვის დროს მოთხოვნების მომსახურება შესრულდება სისტემაში მათი შემოსვლის რიგითობის მიხედვით. ეს სტრატეგია შეგვიძლია გამოვიყენოთ მაშინ, როცა დისკური მეხსიერება მცირე დატვირთვით მუშაობს. დატვირთვის ზრდასთან ერთად იზრდება პასუხის დრო. მართალია, ეს სტრატეგია უზრუნველყოფს მცირე დისპერსიას, მაგრამ რიგის ბოლოში მყოფ მოთხოვნებს მაინც დიდხანს უწევთ ლოდინი.

SSTF (Shortest Seek Time First) პრინციპით დაგეგმვის დროს პირველად მომსახურდება მოთხოვნა, რომელიც ხასიათდება ძებნის უმცირესი დროით. ამ სტრატეგიისთვის დამახასიათებელია გარკვეული მოთხოვნების მკვეთრი დისკრიმინირება. კერძოდ, დისკთან მიმართებები ხასიათდება კონცენტრირებადობით. შედეგად ყველაზე კარგად ხდება შუა ბილიკების მომსახურება, ყველაზე ცუდად კი - გარე და შიდა. ეს სტრატეგია უზრუნველყოფს უკეთეს გამტარუნარიანობას და პასუხის უკეთეს საშუალო დროს ზომიერი დატვირთვების შემთხვევაში FCFS პრინციპთან შედარებით. მისი მნიშვნელოვანი ნაკლია პასუხის დროის გაზრდა შიდა და გარე ბილიკების დისკრიმინირების გამო.

SCAN პრინციპით დაგეგმვის დროს მაგნიტური თავაკი მოძრაობს არჩეული მიმართულებით და ემსახურება იმ მოთხოვნას, რომელიც ხასიათდება ძებნის უმცირესი დროით პრივილეგირებული მიმართულებით. იგი მოძრაობის მიმართულებას იცვლის მაშინ, როცა აღარ იქნება მოთხოვნები ან სანამ თავაკი არ მიაღწევს გარე ცილინდრს. ეს პრინციპი საფუძვლად უდევს დისკურ მეხსიერებასთან მუშაობის დაგეგმვის პრაქტიკულად რეალიზებული სტრატეგიების უმრავლესობას [6].

N-Step SCAN პრინციპი წარმოადგენს საბაზო SCAN პრინციპის მოდიფიცირებას. თავაკები მოძრაობს ორივე მიმართულებით, მაგრამ ერთი მიმართულებით ყოველი გავლის დროს სრულდება მხოლოდ იმ მოთხოვნების მომსახურება, რომლებიც არსებობდა გავლის დაწყების წინ. გავლის დროს შემოსული მოთხოვნები დაჯგუფდება და მოწესრიგდება ისე, რომ მათი მომსახურება ოპტიმალურად შესრულდეს უკუსვლის დროს. ამ სტრატეგიის გამოყენება უზრუნველყოფს გამტარუნარიანობის და პასუხის საშუალო დროის მიხედვით კარგ მაჩვენებლებს. აგრეთვე, პასუხის დროის მცირე დისპერსიას, ზემოთ განხილულ სტრატეგიებთან შედარებით, და გამორიცხავს მოთხოვნების მომსახურების უსასრულოდ გაზრდას.

C-SCAN პრინციპი საბაზო SCAN პრინციპის მოდიფიცირებაა. ის გამორიცხავს ზემოთ განხილული სტრატეგიებისთვის დამახასიათებელ დისკრიმინაციულ მოქცევას შიგა და გარე ცილინდრების მიმართ. თავაკების გადაადგილება ხდება გარე ცილინდრებიდან შიგა ცილინდრებისკენ. როცა დამთავრდება პირდაპირი სვლა, თავაკები ბიძგისებურად ბრუნდება იმ მოთხოვნის მომსახურებაზე, რომელიც უახლოესია გარე ცილინდრთან, შემდეგ კი განაახლებს მოთხოვნების მომსახურებას პირდაპირი სვლის დროს შიგა ცილინდრებისკენ. თუ ეს სტრატეგია რეალიზებულია ისე, რომ პირდაპირი სვლის დროს შემოსული მოთხოვნების მომსახურება შესრულდეს მომდევნო სვლის დროს, მაშინ მთლიანად გამორიცხება გარე და შიგა ცილინდრების დისკრიმინირება. მოცემული სტრატეგია ხასიათდება პასუხის დროის ძალიან მცირე დისპერსიით.

იმისათვის, რომ მოვახდინოთ მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის მოდელირება უნდა გავაკეთოთ შემდეგი დაშვებები [5, 6]:

- დავუშვათ, ვიცით დისკთან მიმართვის მოთხოვნების მიმდევრობა, ანუ იმ ბილიკების ნომრები, რომლებთანაც უნდა მოხდეს მიმართვა (ჩაწერა ან წაკითხვა);
- დავუშვათ, ვიცით თითოეული მოთხოვნის შემოსვლის დრო;
- დავუშვათ ვიცით მაგნიტური თავაკის საწყისი პოზიცია, ანუ ბილიკის ნომერი, საიდანაც სისტემა მუშაობას იწყებს.

ამ დაშვებების გათვალისწინებით მოთხოვნების რიგი შეიძლება წარმოვადგინოთ მოთხოვნების შემდეგი მიმდევრობის სახით:

t_1, c_1	t_2, c_2	t_3, c_3	...	t_i, c_i	*

მიმდევრობის თითოეული ელემენტი შეიცავს შემდეგ ინფორმაციას:

- წინა მოთხოვნის მოსვლიდან გასულ დროს (t), რომელიც ორ მეზობელ მოთხოვნას შორის გასული დროის ინტერვალია;
- ბილიკის ნომერს (c).

მიმდევრობის პირველ E_1 ელემენტში მოთავსებულია t_{1,c_1} . t_1 არის პირველი მოთხოვნის შემოსვლის დრო, c_1 კი - ბილიკის ნომერი, რომელიც ითხოვს მომსახურებას. მიმდევრობის მეორე E_2 ელემენტში მოთავსებულია t_{2,c_2} . t_2 არის მეორე მოთხოვნის შემოსვლის დრო, c_2 კი - ბილიკის ნომერი, რომელიც ითხოვს მომსახურებას და ა.შ. განვიხილოთ მაგალითი. დავუშვათ, გვაქვს დისკთან მიმართვის მოთხოვნების შემდეგი მიმდევრობა:

0, 410	0, 281	0, 73	3, 220	0, 11	2, 274	1, 602	*

მიმდევრობის პირველ ელემენტში მოთავსებულია 0,410, ე.ი. $t_1=0$ და $c_1=410$. ეს იმას ნიშნავს, რომ 410-ე ბილიკთან მიმართვის მოთხოვნა დაუყოვნებლივ შემოდის. რადგან, $t_2 = 0$ და $t_3 = 0$, ამიტომ პირველი სამი მოთხოვნა ერთდროულად შემოვა სისტემაში და ჩადგება მოთხოვნების რიგში. დროის სამი ერთეულის შემდეგ სისტემაში შემოვა 220-ე და 11-ე ბილიკებთან მიმართვის მოთხოვნები. დროის ორი ერთეულის გავლის შემდეგ სისტემაში შემოვა 274-ე ბილიკთან მიმართვის მოთხოვნა. კიდევ ერთი ერთეულის გავლის შემდეგ სისტემაში შემოვა 602-ე ბილიკთან მიმართვის მოთხოვნა. ამით მოთხოვნების შემოსვლა მთავრდება.

ზემოთ თქმულის საფუძველზე შემუშავებულია პროგრამული საწვრთნელი, რომელიც სტუდენტებს საშუალებას აძლევს დააკვირდნენ მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის პროცესებს სხვადასხვა პრინციპების გამოყენების შემთხვევებში [1, 4].

პირველ ფანჯარაში (ნახ. 1) სტუდენტი ირჩევს მოთხოვნების რაოდენობას. მოცემულ შემთხვევაში გვაქვს 8 მოთხოვნა. შემდეგ სტუდენტს თითოეული მოთხოვნისათვის შეაქვს სისტემაში თითოეული მოთხოვნის შემოსვლის დრო (ლოდინის დრო) და მოთხოვნილი ბილიკის ნომერი. ამ პარამეტრების გენერირება შეიძლება, აგრეთვე, მოხდეს შემთხვევითი რიცხვების გენერატორის მიერ. შემდეგ, სტუდენტი ირჩევს მუშაობის რეჟიმს: ავტომატურს ან ბიჯობრივს. ავტომატური რეჟიმის შემთხვევაში ეთითება მოთხოვნის მომსახურების ინტერვალი, მაგალითად, 5 წამი. ეს იმას ნიშნავს, რომ ყოველი 5 წამის შემდეგ შესრულდება მომდევნო მოთხოვნის მომსახურება. აქ სტუდენტი ირჩევს ისეთ ინტერვალს, რომ მას გაუადვილდეს რესურსების განაწილების აღქმა. ბიჯობრივ რეჟიმში მოთხოვნის მომსახურება შესრულდება “შემდეგი” კლავიშზე ყოველი დაჭერისას.

მოთხოვნების მომსახურების დასაწყისში მომლოდინე მოთხოვნების მიმდევრობის ელემენტები ცისფერია. ელემენტის წაკითხვის მომენტში ელემენტი იწყებს ციმციმს. როცა მოთხოვნა იმყოფება მზა მოთხოვნების რიგში, მაშინ შესაბამისი ელემენტი ყვითელ ფერს იღებს. როცა სრულდება მოთხოვნის მომსახურება, მაშინ შესაბამისი ელემენტი მწვანე ფერისაა. ფანჯრებში #2-#6 (ნახ. 2-6) ნაჩვენებია შემთხვევა, როცა გვაქვს დისკების მუშაობის დაგეგმვის SCAN პრინციპი.

#1									-	☐	☒
მოთხოვნების რაოდენობა	8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი		SCAN		
მოთხოვნები	0,410	0,281	0,73	0,612	3,22 0	0,11	0,481	2,27	@		
მმრ	*		*								
შემდეგი		დასრულება		გენერირება							
ავტომატური რეჟიმი		☒		5 წმ							
ბიჯობრივი რეჟიმი		☐									

ნახ. 1. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის პირველი ფანჯარა

#2										-	☐	✕
მოთხოვნების რაოდენობა		8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი		SCAN		
მოთხოვნები		0,281	0,73	0,612	3,220	0,11	0,481	2,27	@			
მმრ		*		410	*							
შემდეგი		დასრულება		გენერირება								
ავტომატური რეჟიმი		☒	5 წმ									
ბიჯობრივი რეჟიმი		☐										

ნახ. 2. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის მეორე ფანჯარა

#3								-	☐	✕
მოთხოვნების რაოდენობა		8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი		SCAN
მოთხოვნები		0,73	0,612	3,220	0,11	0,48 1	2,27	@		
მმრ		*	281		410	*				
შემდეგი		დასრულება		გენერირება						
ავტომატური რეჟიმი		⊙	5 წმ							
ბიჯობრივი რეჟიმი		○								

ნახ. 3. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის მესამე ფანჯარა

#4	-	☐	☒

მოთხოვნები ს რაოდენობა	8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი	SCAN
მოთხოვნები	0,612	3,220	0,11	0,481	2,27	@		
მმრ	*	73	281		410	*		
შემდეგი	დასრულება		გენერირება					
ავტომატური რეჟიმი	⊙		5 წმ					
ბიჯობრივი რეჟიმი	○							

ნახ. 4. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის მეოთხე ფანჯარა

5								-	☐	×
მოთხოვნების რაოდენობა	8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი	SCAN		
მოთხოვნები	3,220	0,11	0,481	2,27	@					
მმრ	*	73	281		410	612	*			
შემდეგი	დასრულება		გენერირება							
ავტომატური რეჟიმი	⊙		5 წმ							
ბიჯობრივი რეჟიმი	○									

ნახ. 5. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის მეხუთე ფანჯარა

#6								-	☐	×
მოთხოვნების რაოდენობა	8		დროის კვანტი		1		დაგეგმვის პრინციპი	SCAN		
მოთხოვნები	2,220	0,11	0,481	2,27	@					
მმრ	*	73	281		612	*				
შემდეგი	დასრულება		გენერირება							
ავტომატური რეჟიმი	⊙		5 წმ							
ბიჯობრივი რეჟიმი	○									

ნახ. 6. მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის საწვრთნელის მეექვსე ფანჯარა

დასკვნა

სტატიაში შემოთავაზებულია მაგნიტური დისკების მუშაობის დაგეგმვის ვიზუალიზების მოდელი. მის საფუძველზე შემუშავებულია პროგრამული საწვრთნელი, რომლის გამოყენება აადვილებს სტუდენტის მიერ მაგნიტურ დისკებთან მუშაობის დაგეგმვის ხუთივე პრინციპის შესწავლას. სტუდენტი ეკრანზე თვალსაჩინოდ ხედავს მაგნიტური თავაკის მიერ ბილიკების მომსახურების პროცესს, კერძოდ, დროის რომელ მომენტში მაგნიტური თავაკი რომელ ბილიკს ემსახურება. სტუდენტს შეუძლია მოთხოვნების რაოდენობისა და სხვა პარამეტრების შეცვლა, აგრეთვე, დაგეგმვის პროცესისათვის თვალყურის დევნება და სხვადასხვა სტრატეგიების შედარება. გარდა ამისა, მოთხოვნების ფერით აღნიშვნა აძლიერებს მხედველობითი მეხსიერების ეფექტს.

ლიტერატურა:

1. R. Samkharadze, L. Gachechiladze. Simulation models in computer learning (monograph). Tbilisi, "Technical University", 2008. 124 p. (in Georgian)
2. Samkharadze R.Y., Nazgaidze L.G., Gachechiladze L.G. Modeling the visualization of process state changes and processor load planning. NEW TECHNOLOGIES IN EDUCATION: Proceedings of the V-th International Scientific and Practical Internet Conference (March 31, 2010): Collection of scientific papers / Ed. d. ped. n. G.F. Grebenshchikov. - M.: Publishing house "Sputnik +", 2010. – 383 p. (in Russian)
3. Samkharadze R.Y. Gachechiladze LG. Model of virtual memory management process visualization. INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PRODUCTION, SCIENCE AND EDUCATION: Collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference. - Grozny: Publishing house "Groznsky worker", October 7-9, 2010 – 160 p. (in Russian)
4. Gachechiladze L.G. Methods of teaching some questions of higher mathematics. New technologies in education: Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference (January 8, 2014): Collection of scientific papers / Scientific ed. doctor of pedagogical sciences, professor I. A. Rudakova. - M.: Publishing house "Sputnik +", 2014. – 420 p. (in Russian)
5. L. Gachechiladze. Information system for teaching higher mathematics. Tbilisi, "Technical University of Georgia", Works. "Business Engineering", №1, 2015. p. 185-187. (in Georgian)
6. L. Gachechiladze. Development of a software tutorial for teaching matrix and vector multiplication. "Technical University of Georgia", Works. Automated Control Systems. №1(19). 2015. p. 125-127. (in Georgian)

Development of a software training tool for teaching magnetic disk operation planning

Lia Gachechiladze, Roman Samkharadze, Giorgi Giorgadze

Georgian Technical University

Summary

The article proposes a visualization model for planning the operations of magnetic disks. Based on it, a software tutorial has been developed, the use of which makes it easier for students to learn all five principles of planning work with magnetic disks. The student clearly sees on the screen the process of the magnetic head serving the paths, namely, at which moment in time the magnetic head serves which path. The student can change the number of requests and other parameters, as well as track the planning process and compare different strategies. In addition, marking the requirements with color enhances the effect of visual memory.

Keywords: magnetic disks, planning principles, visualization.

საქართველოს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების აქტუალური პრობლემები, გადაჭრის გზები და მიმართულებები

ცირა ჟორჟოლიანი¹, ემზარ გორდაძე², ანა კვაშილავა²

¹ასოცირებული პროფესორი, აკადემიური დოქტორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი. საქართველო; ²ბიოტექნოლოგიის სპეციალობის მე-2 კურსის სტუდენტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეც. ფაკულტეტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

საქართველო ბიომრავალფეროვნებით, ენდემიზმით და რელიექტური სახეობებით მნიშვნელოვანი ეკორეგიონია. იგი BDI-ის მიხედვით მსოფლიოში 36-ე ადგილზეა, ხოლო ABI-ის მიხედვით პირველ ადგილზე ევროპაში. იგი WWF-ის სტანდარტების მიხედვით შეყვანილია იმ 200 რეგიონში, რომლის ბიომრავალფეროვნება უნიკალურია და საჭიროებს ზრუნვას. საქართველო მსოფლიოს ბიომრავალფეროვნების „ცხელ წერტილთა“ შორის მე-15 და 30-ე წერტილადაა შეყვანილი. საქართველოს ენდემებს იცავს CITES და ბონის კონვენციები.

საქართველოს ბიომრავალფეროვნებას ემუქრება მრავალი საფრთხე, რომელთა შორის აქტუალურია: ჰაბიტატების რღვევა, მათი ფრაგმენტაცია, სახეობათა გადაჭარბებული მოპოვება, ინტროდუცირებულ სახეობათა გავლენა აბორიგენულ სახეობებზე, გარემოს გაბინძურება და სხვ რისკ-ფაქტორები.

არსებული მასალების მოპოვებისა და მათი ანალიზით დადგენილია, რომ დღეს „წითელ ნუსხაში“ შეტანილია ცხოველთა - 139, მცენარეთა 56 სახეობა, ხოლო „წითელ წიგნში“ ცხოველთა - 6, მცენარეთა 161 სახეობა. საქართველოს ზოგი ენდემი შეყვანილია IUCN-ის „წითელ ნუსხაში“.

კვლევის შედეგებით დადგენილია, რომ საქართველოს ბიომრავალფეროვნება გადაშენების რისკის ქვეშ არის ზემოაღნიშნული სახეობები გადაშენებადი ან მოწყვლადია. მდგომარეობა განპირობებულია ბიომონიტორინგის არასრულყოფილი ფუნქციონირებით, ტყეების, წყალსატევების იქტოფაუნის ჭაობების, ბიომების არასაკმარისი ინვენტარიზაციითა და ნაკლებ დამაჯერებელი ეკოლოგიური შეფასებით. „წითელი წიგნისა“ და „წითელი ნუსხის“ მოძველებული მონაცემებით, რომელიც ვერ ასახავს დღევანდელ მდგომარეობას.

არსებული პრობლემების მოგვარება საჭიროებს ქვეყნის რესურსული პოტენციალის დაცვას, მის გონივრულ გამოყენებას, მეცნიერული პოტენციალის სრულ მობილიზაციას.

საკვანძო სიტყვები: ბიომრავალფეროვნება, ჰაბიტატი, „წითელი წიგნი“, „წითელი ნუსხა“, „ცხელი წერტილები“.

გარემოზე ადამიანის ზემოქმედება მძიმე ტვირთად აწევა ბუნებრივ რესურსებს, მის ბიომრავალფეროვნებას, ჰაბიტატების, ეკოსისტემების, და ლანდშაფტების იერ-სახეს ბინძურდება გარემო, იფიტება ნიადაგები, გადაშენების საფრთხე ემუქრება ფლორისა და ფაუნის გენოფონდს, ენდემებს, რეფეგიუმებში შემოჩენილ სახეობებს. დღეს სახობათა განადგურების პროცესი უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე მათი აღდგენა. თანამედროვეობის ამოცანაა დღეს არსებული ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება.

გარემოზე ადამიანის გაძლიერებული ზემოქმედება მე-20 საუკუნის 70–იანი წლებიდან იწყება. ტექნოგენეზს, დემოგრაფიულ აღმავლობას, ურბანიზაციის სწრაფ ტემპს თან ახლავს ბუნებრივი რესურსების გაძლიერებული ექსპლოატაცია, ნიადაგების ნაყოფიერების დაკარგვა, ბიომრავალფეროვნების შემცირება. აღნიშნული პროცესები დედამიწაზე წინა ასწლეულებშიც მიმდინარეობდა, თუმცა ნელა, შეუმჩნევლად და შეუჩერებლად, რომელშიც ძირითად ფაქტორად ბუნებრივი მოვლენები გვევლინებოდა. მოსახლეობის თანდათან მატებამ, ინდუსტრიალიზაციამ, ურბანიზაციამ ეს პროცესები დააჩქარა და გლობალურ პროცესად მოგვევლინა.

დაირღვა ბუნებაში მილიონობით წლების განმავლობაში ჩამოყალიბებული ეკოლოგიური წონასწორობა, საფრთხე შეექმნა ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო პირობებს, მათი რიცხოვნობას. ბუნების დაცვის მსოფლიო კავშირის (IUCN) მონაცემებით დღეს მსოფლიოში გადაშენების წინაშეა ცხოველთა 3200 სახეობა. მათ შორის სკაროსების 30%-ს, ამფიბიების 41%-ს, ძუძუმწოვრების – 42%, ძვლიანი თევზების 52%-ს ქვეწარმავლების - 42%-ს. გადაშენების გზაზეა მცენარეთა 40%. 2016 წ. საერთაშორისო ექსპერტთა დასკვნით ყოველი სახეობის 5 მცენარიდან 2 გაქრობის საფრთხის წინაშეა. ევროპაში 800 სახის მცენარეს დღეს გადაშენება ემუქრება. სამკურნალო მცენარეთა 723 სახეობა გლობალური გადაშენების წინაშეა. ვარაუდობენ, რომ 21–ე საუკუნის ბოლომდე თუკი სახეობათა განადგურება ამ ტემპით წავიდა გადაშენებულ სახეობათა რიცხვმა შეიძლება 1 მლნ.–ს მიაღწიოს. (ამ რიცხვში შედის შესწავლილი და ჯერ კიდევ შეუსწავლელი სახეობები). უახლოეს წარსულში საქართველოში გადაშენდა ჯეირანი, ზოლებიანი აფთარი, ვიგრი, ჯიქი, ვეფხვი, გადაშენების პირსაა ნიამორი, შემცირებულია კეთილშობილი ირმის, კავკასიური ჯიხვის და სხვ. სახეობები ლ. ვერეშაგინის (ზოოლოგის) მონაცემებით უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე კავკასიაში გადაშენდა ძუძუმწოვრების 10 სახეობა: ლომი – მე-10–ე. კულანი და ავაზა მე-12–ე, თახვი, ცხენირემი, ტარპანი – მე-19 საუკუნის დასაწყისში, ვეფხვი, ქურციკი, ზოლებიანი აფთარი მე-20 საუკუნეში. მე-20 საუკუნის 50–იანი წლებიდან დღემდე ტექნოგენური პროცესებისა და ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედებით სახეობათა შემცირების პროცესი პროგრესულად გრძელდება.

კავკასიის რეგიონში საქართველო გამოირჩევა სახეობათა ბიომრავალფეროვნებით, ენდემების, რელიქტების სიუხვით. ქვეყნის ბიომრავალფეროვნების აქტუალური ინდექსი (ABI) 2728-ის ტოლია (მსოფლიოს – 2700), ბიომრავალფეროვნების საშუალო ინდექსით – (BDI) იგი მსოფლიოში – 36-ე ადგილზე, ხოლო ევროპაში პირველ ადგილზე. საქართველოს (BDI - ის მაჩვენებელი 1,01-ის ტოლია). იგი ენდემიზმის მიხედვით 56-ე ადგილზეა მსოფლიოში.

საქართველოში აღწერილია ფაუნის 16054 სახეობა, საიდანაც 758 ხერხემლიანი, ხოლო – 15296 უხერხემლო ცხოველია. აღნიშნული სახეობებიდან ძუძუმწოვრების 105 სახეობაა – ამ

მაჩვენებლით იგი 89-ე ადგილზეა მსოფლიოში, ევროპაში – ერთ-ერთ პირველ ადგილზეა (აქედან 38 კავკასიის ენდემია).

– ფრინველების სახეობათა რაოდენობა 322-ია, (აქედან 3 - კავკასიის ენდემია) რითაც იგი 37-ე ადგილზეა მსოფლიოში;

– ქვეწარმავლების სახეობათა რაოდენობა – 42-ია, (აქედან 3 - კავკასიის ენდემია), რითაც იგი 65-ე ადგილზეა მსოფლიოში (აქედან 15 კავკასიის ენდემია);

– ამფიბიების სახეობათა რაოდენობა – 13-ია (აქედან 3 - კავკასიის ენდემია), 74-ე ადგილი მსოფლიოში;

– თევზების (მტკნარი წყლის და გამსვლელი) – 84 სახეობა, 39-ე ადგილზეა მსოფლიოში.

თევზების ბევრი წარმომადგენელი შავი ზღვის სანაპირო წყლებში და მდინარეთა შესართავებში გვხვდება (განსაკუთრებით მდ. რიონში). აღსანიშნავია ზუთხისებური (გამსვლელი) თევზები, რომლებიც 6 სახეობითაა წარმოდგენილი. ყველა მათგანი შეტანილია საქართველოს „წითელ ნუსხაში“, ხოლო *Acipenser sturio* გლობალურად გადაშენების საფრთხის წინაშეა და შეყვანილია IUCN-ის „წითელ ნუსხაში“. შავ ზღვაში გვხვდება სამი სახის დელფინი ზღვის ღორი, აფალინა, თეთრგვერდა დელფინი, ისინი საქართველოს „წითელ ნუსხაშია“ შეყვანილი, ხოლო ზღვის ღორი *Phocoena phocoena* - მოწყვლადი სახეობაა შეყვანილია IUCN-ის „წითელ ნუსხაში“. სამივე მათგანი დაცულია ბონის კონვენციით (1979). 2007 წლიდან დღემდე შავ ზღვაში ზუთხისებრთა რაოდენობა 37-ჯერაა შემცირებულია, რაც ძირითადად ბრაკონიერობით, ჰაბიტატების დესტრუქციით, წყლების დაბინძურებით, ინერტული მასალების მოპოვებითა და სხვა უკანონო ქმედებებითაა გამოწვეული. დღეს მათი რაოდენობის აღდგენაზე მუშაობს ქართველი და უცხოელი სპეციალისტები.

საქართველო ფაუნა თავისი მრავალფეროვნებით 71-ე ადგილზეა მსოფლიოში საქართველოს ცხოველთა ენდემიზმი 13%-ია.

დღეს საქართველოში 44 სახეობის ცხოველი უკომპრომისო გადაშენების პირსაა, რაც განპირობებულია: 1. ჰაბიტატების განადგურებითა და ფრაგმენტაციით. 2. ინდივიდების ჭარბი შეუზღუდავი მოპოვებით 3. ინტროდუცირებული სახეობების გავლენით ადგილობრივ ფორმებზე (ტელეუტური ციყვი, ენოტი, ენოტისებური ძაღლი, შავ-ვერცხლისფერი მელიები, გარეული ღორის უცხო სახეობები, ჯიხვის ორი სახეობა და სხვ.). ინტროდუცირებული სახეობები ხშირად იკავებენ აბორიგენული სახეობების მიერ აუთვისებელ ან ათვისებულ ტერიტორიებს, მათ ჰაბიტატებს და სწრაფად მრავლდებიან. 4. ინტენსიური სოფლის მეურნეობა - ტრადიციული სასოფლო-სამეურნეო ჯიშების ჩანაცვლება უფრო სწრაფად მზარდი ჯიშებით, (ხევსურული მსხვილფეხა საქონელი, კავკასიური კამეჩი, იმერული ცხვარი და სხვა.), რამაც განაპირობა ადგილობრივი ჯიშების და მათი გენოფონდის თანდათან კარგვა.

საქართველოს "წითელ წიგნში" შეყვანილია 65 სახეობის ცხოველი.

ეს სახეობებია:

1. გამქრალ და მიუვალ ადგილებში შემორჩენილი სახეობებიდან: ძუძუმწოვრების - 6, ფრინველების - 8, ქვეწარმავლების - 2, თევზების 1 სახეობა;

2. გადაშენების პირას მისული სახეები: ძუძუმწოვრების 3, ფრინველების - 9 სახეობა;

3. იშვიათი სახეობები: ძუძუმწოვრების - 12, ფრინველების 18, ქვეწარმავლების - 4, ამფიბიების - 3 სახეობა;

4. "წითელ წიგნის" მონაცემები დღეს მოძველებულია ამიტომ იგი საჭიროებას გაახლებას იმ სტატუსის მიხედვით რომელიც ამ დოკუმენტის საფუძველია.

საქართველოს „წითელ ნუსხაში“ (2007) ხერხემლიდან შეყვანილია 135 სახეობას ცხოველი: აქედან ძუძუმწოვრების - 33 ფრინველების 35, ქვეწარმავლების - 11, ამფიბიების - 4. თევზების - 13; უხერხემლოების - 44 სახეობა

წითელ ნუსხაში შეყვანილი სახეობებიდან:

1. მოწყვლადია (შელახული) (VU) - 8 სახეობა;
2. გადაშენების საფრთხის წინაშე მყოფია (EN) - 30 სახეობა;
3. გადაშენების უკიდურესი საფრთხის წინაშე მყოფია (CR)- 22;
4. გადაშენებულია ეროვნულ დონეზე (RE) - 5 სახეობა.

კავკასია და მათ შორის საქართველო ბიომრავალფეროვნების ერთ-ერთი და უძველესი ცენტრია, იგი 34-ზე მეტ "ცხელ წერტილთა" შორის მე-15 კავკასიის (საქართველო, სომხეთი, აზერბაიჯანი, რუსეთი, თურქეთი, ირანი) და 30-ე ირან-ანატოლიის უდაბნო (საქართველო, სომხეთი, რუსეთი, თურქეთი, თურქმენეთი, ერაყი, ირანი) შეყვანილი იმ კრიტერიუმების მიხედვით როგორიცაა 1) ფლორისა და ფაუნის მრავალფეროვნება შედარებით მცირე ტერიტორიაზე 2) ენდემების სიუხვე 3) გადაშენებისა და შემცირების ძლიერი საფრთხე 4) კონსერვაციისათვის საჭირო ქმედებების აუცილებლობა.

საქართველოს ტერიტორია "ბიოლოგიური დერეფანია", "ბიოლოგიური რეზერვუარებია" იმ ფრინველებისა და ძუძუმწოვრებისათვის, რომლებიც გამოსაზამთრებლად ახდენენ მიგრაციას ამ ტერიტორიის გავლით. ამ ტერიტორიების (კოლხეთის დაცული ტერიტორიები, ჯავახეთის ზეგანი ტბების მიდამოები) დაცვას უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ მათი მოზიდვისათვის.

საქართველო კავკასიაში არა მარტო ფუნქციურად, არამედ ფლორისტულად გამორჩეული რეგიონია. იგი კულტურულ მცენარეთა წარმოშობის ერთ-ერთი (სამხრეთ-დასავლეთ აზიური) ცენტრია, სადაც ჩამოყალიბდა ვაზის (500 ჯიში) მარცვლოვნების (24 სახეობიდან - 14 ქართულია), იგი ასევე ხეხილის მრავალი ჯიშის სამშობლოა. უნიკალურია საქართველოს ლანდშაფტები. აქ გვხვდება არიდული, სემიარიდული, სუბტროპიკული, ნივალური, სუბნივალური ლანდშაფტები. ასევე ისეთი ბიომები როგორიცაა: მაღალ მთის ტყეები (I კატეგორიის), არიდული, მეჩხერი და ჭალის ტყეები, ნახევრად უდაბნოების, სტეპების, ჭაობების ბიომები. რომლებსაც დღეს საკონსერვაციო ღირებულება აქვთ.

საქართველოში ჭურჭლოვანი მცენარეების 4100 სახეობაა, აქ ფლორის 21% ენდემურია. ფლორის 63 სახეობას იცავს CITES კონვენცია. საქართველო უმაღლეს მცენარეთა სახეობათა რაოდენობით მსოფლოში მე-60, ევროპაში კი მეხუთე ადგილზეა. საქართველოს „წითელ ნუსხაში“ შეტანილია 56 სახეობის მცენარე. აქედან

1. გადაშენების საფრთხის წინაშეა 18 სახეობა (EN) ;
2. გადაშენების უკიდურესი საფრთხის წინაშეა 2 სახეობა (CR) ;
3. მოწყვლადია 36 სახეობა (VU).

საქართველოში ფლორისტული თვალსაზრისით გამორჩეულია კოლხეთის რეფუგიუმი დასავლეთ კავკასიონის კირქვანების და მაღალ მთის მცენარეულ კომპლექსები. საქართველოს ტერიტორიის 39,9% ტყით არის დაფარული. აქ არსებული

ტყეების 97% ბუნებრივია, საიდანაც 98% მთის ტყეებია (ამ მაჩვენებლით იგი ევროპაში მე-4 ადგილზეა).

Corine-ის ბიოტოპების კლასიფიკაციის შესაბამისად მსოფლიოში გამოყოფილია ტყის 24 ჰაბიტატის ტიპი, აქედან - 18 ტიპი ევროპის ზომიერი ტყეების რეგიონია. 6 – ხმელთაშუა ზღვის ჰაბიტატებია; 4 – კი საქართველოსი. კერძოდ: 1. მუქი წიწვიანი ტყე (*Taxus orientalis* - *Abies nordmanniana*) 2. ფიჭვნარები (*Pinus kochiana*) 3. უთხოვარის ტყე (*Taxus baccata*) 4. რცხილნარი (*Carpinus caucasica*) აღსანიშნავია ხმელთაშუა ზღვის ტიპის ფოთლოვანი ტყეების ჰაბიტატები, რომელიც ტიპურია კავკასიისათვის მათ შორის საქართველოსათვის: წაბლნარი, ძელქვის ტყე, ბზიანი ტყე, კოლხეთის რელიქტური ფართოფოთლოვანი შერეული ტყე, არიდული ნათელი ტყე, სუბალპური ტანბრეცილი არყნარი. საქართველოში გვხვდება სენსიტიური ჰაბიტატები წიფლნარი კოლხური ქვეტყით, კოლხეთის ფართოფოთლოვანი შერეული ტყე, მდინარის სანაპიროს ტყე, ჭალის ლეშამბიანი ტყე, უთხოვარის ტყე, ბზიანის ტყე, სუბალპური ტანბრეცილი არყნარი და სხვ.

ზემოაღნიშნული მონაცემების მიხედვით საქართველოს ბუნება, მისი რესურსები იშვიათი და უნიკალურია, რის გამოც იგი იმ 200-ზე მეტ გლობალურ ეკორეგიონში შედის (WWF-ის მიხედვით), რომლის ბიომრავალფეროვნებას დეგრადაცია და გადაშენება ემუქრება. ამას ადასტურებს საქართველოს „წითელი წიგნისა“ და „წითელი ნუსხის“ მონაცემები, ასევე ის ფაქტი რომ იგი მსოფლიოს იმ 34 ცხელ წერტილს შორისაა, რომლის ბიომრავალფეროვნებას საფრთხე ემუქრება.

საქართველოს ბიომრავალფეროვნების შემცირების ტენდენციებიდან გამომდინარე ქვეყანაში მიღებულია მთელი რიგი კანონები, რომელიც ემსახურება ბიომრავალფეროვნების დაცვასა და შენარჩუნებას.

რომელთა შორის აღსანიშნავია:

კანონები: „გარემოს დაცვის შესახებ“, „ცხოველთა დაცვის შესახებ“, „საქართველოს ტყის კოდექსი“ კანონი „წითელ ნუსხისა“ და „წითელი წიგნის შესახებ“ „ლიცენზიების და ნებართვების შესახებ“ და სხვ.

ასევე აღსანიშნავია საერთაშორისო კონვენციები, რომლებიც ამავე მიზანს ემსახურება: რამსარის კონვენცია (1971, საქართველოში 1996, 28.06) „საერთაშორისო მნიშვნელობის ჭარბტენიანი, განსაკუთრებით წყლის ფრინველთა საბინადროდ ვარგისი ტერიტორიების შესახებ“. CITES - კონვენცია „გადაშენების პირას მყოფი ველური ფაუნის და ფლორის სახეობებით საერთაშორისო ვაჭრობის შესახებ“ (1973, 3.03. საქართველო – 1996, 12.12), აღნიშნული კონვენცია იცავს საქართველოს 76 სახეობის ცხოველსა და 63 სახეობის მცენარეს. ბონის კონვენცია: „ველური ცხოველების მიგრირებადი სახეობის დაცვის შესახებ“ (1948 23. 06) საქართველო 2000 1.06) „ბიომრავალფეროვნების დაცვის შესახებ კონვენცია“ (1992, საქართველო 1994). „გაუდაბნოებასთან ბრძოლის შესახებ“ (1992; საქართველო 1994) საქართველოს ბიომრავალფეროვნების დაცვასა და შენარჩუნებაში დიდი წვლილი შეაქვს საერთაშორისო ორგანიზაციებს: WWF–ს, FAO–ს, GEF–ს, UNEP–ს, WB–ს, UNDP–ს, WSPA–ს, რომელთა მხარდაჭერით განხორციელდა პროექტები მაგ. WSPA – მხარდაჭერითა და დახმარებით „მურა დათვის პოპულაციის მდგომარეობის შეფასება საქართველოში“, IFF-ის დახმარებით „აფთხის პოპულაციის შეფასება საქართველოში“,

UNDP-ის მხარდაჭერით პროექტი „არიდული და სემიარიდული ეკოსისტემების კონსერვაცია სამხრეთ კავკასიაში“. WWF -ის ინიციატივითა და ხელშეწყობით დაარსდა საქართველოში პირველი ეროვნული პარკი (ბორჯომ-ხარაგაულის) და სხვ. საქართველოს ბიომრავალფეროვნების დაცვის სტრატეგიასა და მოქმედების გეგმის შემუშავებასა და მომზადებაში დიდი წვლილი მიუძღვის GEF, WB, UNDP, IFF -ს და სხვა ორგანიზაციებს.

მიუხედავად მრავალი შეთანხმებისა, დეკლარაციებისა, კონვენციებით აღებული ვალდებულებებისა ხშირად მათი განხორციელება ვერ ხდება და ქაღალდზე რჩება. რაც შეიძლება გაპირობებული იყოს საკითხის „არაპრიორიტეტულობით“ დაფინანსების არასაკმარისობით შესრულების შეზღუდული შესაძლებლობით, მოსახლეობის ნაკლებ ინფორმირებულობით, თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი კადრების ნაკლებობით და რიგი სხვა პრობლემებით, რაც საბოლოოდ ქვეყნის ბიომრავალფეროვნებას აყენებს ზარალს.

საქართველოს ბიომრავალფეროვნების შემცირების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა:

- დროულად მოხდეს ბიომონიტორინგის ეროვნული სისტემის ჩამოყალიბება და შესაბამისი ინდიკატორების შერჩევა;

- მონიტორინგის მიზნებისა და ამოცანების ზუსტი განსაზღვრა;

- აუცილებელია ჩატარდეს ტერიტორიის ტყით დაფარულობის და მისი ტყიანობის ზუსტი აღწერა, ასევე მოხდეს მისი პათოგენურობის შეფასება;

- გადაუდებელი ამოცანაა მტკნარი წყლებისა, ჭაობების ინვენტარიზაცია და ეკოლოგიური მდგომარეობის დროული შეფასება;

- ასევე აცილებელია ჰაბიტატების დაცვა-შენარჩუნების, კონსერვაციისათვის ქმედითი ღონისძიებების განხორციელება (in situ ex situ და inter situ ღონისძიებების გამოყენებით);

- ბუნებრივ ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური დატვირთვის შემცირება; არსებული რელიქტური, ენდემური და გადაშენების წინაშე მყოფი სახეობების დაცვა გადაჭარბებული ექსპლუატაციისა და განადგურებისაგან;

- დაცული ტერიტორიების რიცხვის გაზრდა, სანაკრძალო რეჟიმის გამკაცრება;

- საქართველოს აგრობიომრავალფეროვნების დაცვა, კონსერვაცია, მისი გონივრული გამოყენებისათვის ჩარჩო-პირობების შექმნა;

- ფლორისა და ფაუნის იშვიათი სახეობების გენოფონდის დაცვა;

- ველური სახეობებით ვაჭრობის რეგულირება, მათი იშვიათი წარმომადგენლების განსაკუთრებული დაცვა გადაჭარბებული მოპოვებისაგან;

- "ზურმუხტის ქსელში" ჩასართავი ფლორის სახეობებისათვის ტერიტორიების გამოვლენა და გაფართოება;

- შიგა წყალსატევების, ასევე იქტიოფაუნის ენდემური სახეობების მდგომარეობის დროული შეფასება და დაცვა;

- თანამედროვე მდგომარეობის შესაბამისი „წითელი წიგნისა“ "წითელი ნუსხის" შედგენა;

- ბიომრავალფეროვნების დაცვისათვის არსებული კანონმდებლობის დახვეწა, სრულყოფა, ახალი ნორმატული აქტების შემუშავება;

- საზოგადოების ცნობიერების ამაღლება, ქვეყნის მოსახლეობის ჩართვა გარემოსდაცვით საქმიანობაში;

არსებული პრობლემების მოგვარება საჭირო და აუცილებელია ქვეყნის არსებული ბიომრავალფეროვნების დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების გონივრული გამოყენებისათვის, რისთვისაც საჭიროა მეცნიერული პოტენციალის მობილიზება, თანამშრომლობა არასამთავრობო ორგანიზაციებთან, ბიზნეს სექტორთან, საზოგადოებასთან და იმ პარტნიორ ორგანიზაციებთან, რომლებსაც სათანადო გამოცდილება და ეკონომიკური შესაძლებლობა აქვთ.

ბიომრავალფეროვნება დღეს ყველაზე ღირებული და ამავე დროს ყველაზე „დაუფასებელი რესურსია“. ადამიანებმა სახელმწიფოსთან ერთად ყველაფერი უნდა იღონონ, რომ თავიდან ავიცილოთ „სიცოცხლის ბიბლიოთეკის“ კარგვის პროცესი.

ე. უილსონი

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ც. ჟორჟოლიანი ე. გორდაძე – ბიოკონსერვაცია და საქართველოს დაცული ტერიტორიები (სახელმძღვანელო) ქუთაისი, 2013.
2. ც. ჟორჟოლიანი, ე. გორდაძე – ბუნების დაცვა, ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება, სახელმძღვანელო, ქუთაისი, 2010.
3. ც. ჟორჟოლიანი, ე. გორდაძე – ბიომრავალფეროვნების ძირითადი საფრთხეები საქართველოში. "ბიომრავალფეროვნება და საქართველო", (კორფერენცია) თბ., 2015 პირველი სამეცნიერო კონფერენცია.
4. ც. ჟორჟოლიანი, ე. გორდაძე – საქართველოს ბიომების მრავალფეროვნების პრობლემები თბ., 2017 წ. მესამე სამეცნიერო კონფერენცია.
5. ც. ჟორჟოლიანი, ე. გორდაძე ცხოველთა სამყაროს დაცვა და რაციონალური გამოყენება აწსუ, იმერეთის აგროეკოლოგიური ასოციაცია. ქუთაისი, 2016 წ.
6. ე. გორდაძე, ც. ჟორჟოლიანი - დაცული ტერიტორიების როლი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებაში. 2018 წ. სამეც. კონფერენცია თბ., 2018 წ.

Current Issues, Ways, and Directions for Preservation of Biodiversity of Georgia

Tsira Zhorzholiani,¹ Emzar Gordadze¹; Anna Kvashilava²

¹Associate Professor, Academic Doctor. Akaki Tsereteli State University Kutaisi.Georgia

²2nd years students of Biotechnology specialty, Faculty Of Exact and Natural Science, Akaki Tsereteli State University. Kutaisi Georgia

Abstract

Georgia is an important ecoregion with biodiversity, endemism and relict species. It is ranked 36th in the world according to BDI, and first in Europe according to ABI. According to WWF standards, it is included in the 200 regions, biodiversity of which is unique and needs care. Georgia is included among the 15th and 30th "hot spots" of world biodiversity. Endemics of Georgia are protected by CITES and Bonn Conventions.

Georgia's biodiversity is threatened by many dangers, among which the following are relevant: destruction of habitats, their fragmentation, excessive extraction of species, the influence of introduced species on aboriginal ones, environmental pollution, and other risk factors.

Based on the collection of existing materials and their analysis, it is determined that today 139 species of animals and 56 species of plants are included in the "Red List", and 6 species of animals and 161 species of plants are included in the "Red Book". Some endemics of Georgia are included in the "Red List" of IUCN.

According to the results of the research, it is determined that the biodiversity of Georgia is at risk of extinction, the above species are endangered or vulnerable. The situation is due to the imperfect functioning of biomonitoring, insufficient inventory of forests, ichthyofauna wetlands, biomes, and less convincing ecological assessment. Outdated evidence from the "Red Book" and "Red List" that cannot reflect the current situation.

Solving the existing problems requires protection of the country's resource potential, its reasonable use, and full mobilization of scientific potential.

Keywords: biodiversity, habitat, „IUCN Red Book", „Red List", „hot spots".

Human impact on the environment places a heavy burden on natural resources, biodiversity, and the appearance of habitats, ecosystems, and landscapes. Soils are being depleted, the environment is being polluted, and the gene pool of flora and fauna, as well as species preserved in endemic regions and refuges, are under threat of extinction. The intensified human impact on the environment began in the 1970s. Rapid technological advancements and demographic growth have been accompanied by the increased exploitation of natural resources and the deterioration of ecological conditions. These processes have taken on a global dimension, disrupting the ecological balance that had developed over centuries in nature, worsening living conditions, and leading to a decline in and extinction of various species. According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN), 32,000 species of fauna worldwide are facing extinction. Approximately 40% of flora is also on the verge of extinction. In Europe alone, 800 species of plants are threatened. The Caucasus, including Georgia, has not escaped this ongoing extinction process. Over the past 1,000 years, 10 species of mammals have become extinct

in the Caucasus region (L. Pereshaghin). Today, the extinction of species continues at a progressive rate.

Georgia, located in the Caucasus region, stands out for its biodiversity, endemism, and relic species. The country's ABI index (Average Biodiversity Intensity) is 2728, ranking it among the top globally (the world index is 2700). According to the Biodiversity Intensity (BDI) index, Georgia ranks 36th globally and first in Europe. Currently, 16,054 species of fauna have been described in Georgia, of which 758 are vertebrates and 16,054 are invertebrates. Among these species, 105 species of mammals have been identified, placing Georgia 89th in the world. There are 322 species of birds in Georgia, ranking it 37th globally, and with 52 species of reptiles, it holds 65th place in the world. In terms of freshwater fish, with 84 species, Georgia ranks 39th.

In Georgia's Black Sea coastal waters and river estuaries, there are six species of sturgeon, which are included in Georgia's Red List, while *Acipenser sturio* is globally threatened and listed in the IUCN Red List. The Black Sea is also home to three species of dolphins, all of which are protected. *Phocoena phocoena* (harbor porpoise) is listed on the IUCN Red List. All three species are protected under the Bonn Convention (1979). The population of sturgeon species has significantly declined, and efforts to restore their numbers involve collaboration between Georgian and foreign specialists.

Currently, 44 animal species in Georgia are on the brink of extinction, caused by the following factors: 1. Habitat destruction and fragmentation; 2. Excessive harvesting of individuals; 3. The impact of introduced species on local species; 4. Intensive agriculture; 5. Unfavorable environmental and ecological conditions, among other factors.

In Georgia's Red Book (1982), 65 animal species are listed based on the following criteria: 1.

Species surviving in isolated and inaccessible locations – 17;

2. Rare species – 36;

3. Species on the brink of extinction – 12. In Georgia's Red List (2007), 135 species of vertebrates and 44 species of invertebrates are included.

Georgia is also a distinctive region in terms of its flora. It is one of the centers of origin for cultivated plants, with 500 varieties of grape and seven out of the 14 species of wheat found worldwide being endemic to Georgia. The landscapes of Georgia are unique, ranging from arid and semi-arid to subtropical, nival, and subnival landscapes, all characterized by unique flora and fauna. Georgia is also distinguished by its rare biomes, including high mountain forests (first category), arid sparse forests, riparian forests, and biomes of semi-deserts and wetlands, all of which have significant conservation value.

There are 4,100 species of higher plants in Georgia, 21% of which are endemic. Sixty-three plant species are protected under the CITES Convention. In terms of the number of higher plant species, Georgia ranks 60th globally and 5th in Europe. Georgia's Red List includes 56 plant species. The country is part of the World Wildlife Fund's list of 200 regions whose biodiversity requires protection. It is ranked 15th and 30th among the world's biodiversity hotspots.

Based on the above, Georgia's biodiversity, including its current representatives of flora and fauna, are at risk of extinction or classified as vulnerable species. The species listed are under threat of extinction, and an additional 117 species require protection and inclusion in the Red List.

The threats to preserving Georgia's biodiversity are as follows:

1. Inadequate and incomplete functioning of the existing biomonitoring system, particularly insufficient inventory and unreliable ecological assessment of forests, water bodies, ichthyofauna, existing wetlands, and other unique biomes.

2. Habitat loss, fragmentation, degradation, illegal hunting, fishing, unconsidered introduction of foreign species, and unsustainable use of biological resources.

3. The outdated data in the Red Book and Red List do not reflect the current real situation.

Today, Georgia's biodiversity conservation is supported by several laws: the Environmental Protection Law (1996), the Law on Protected Areas (1996), the Law on Wildlife (1996), the Forest Code of Georgia (1999), and the Law on Licenses and Permits (2007). Additionally, Georgia is a signatory to several international conventions, including the Ramsar Convention (1971), the CITES Convention (1973), the Bonn Convention (1979), and the Convention on Biological Diversity (1994). International organizations such as WWF, FAO, GEF, UNFP, and UNDP have supported various projects in Georgia aimed at biodiversity conservation.

Despite this, there are many challenges in preserving Georgia's biodiversity. Many agreements and laws remain on paper, which may be due to the issue's low prioritization, weak regulations, the misuse of funds, lack of public awareness, and a shortage of personnel with modern expertise.

Solving these problems requires the following actions:

- Reducing anthropogenic pressure on natural ecosystems;
- Protecting the habitats of flora and fauna representatives;
- Preventing overexploitation of species and unanticipated events;
- Identifying and expanding areas for the "Emerald Network";
- Creating a flexible and convenient system for monitoring existing habitats;
- Regulating trade in wild fauna and flora species to ensure that rare and relic species are not threatened with extinction.

These actions require mobilizing scientific potential, close collaboration with non-governmental organizations, the business sector, the public, and partner countries that have both experience and adequate resources to assist our country.

ხელოვნების ისტორია

შუა საუკუნეების ქართული მოჭიქული კერამიკა: დიალოგი ორნამენტული მოტივების მეშვეობით

ნონა ქარციძე¹, ირინა უგრეხელიძე², ნინო სარავა³, დავით სულაბერიძე⁴,
სულხან კუპრაშვილი⁵

¹ ისტორიის დოქტორი, ქუთაისის ნ. ბერძენიშვილის სახ. სახელმწიფო ისტორიული მუზეუმის ადამიანური რესურსების მართვისა და საზოგადოებასთან ურთიერთობის მენეჯერი; ასოცირებული პროფესორი ქუთაისის აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 995 599 740 087 n.kartsidze@gmail.com ORCID: 0000-0002-6148-4753;

² დოქტორი, ქუთაისის ნ. ბერძენიშვილის სახ. სახელმწიფო ისტორიული მუზეუმის ნაქარგობისა და ქსოვილების ფონდის კურატორი, ასოცირებული პროფესორი, ქუთაისის აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 995 593 751 888, iugrekhelidze@mail.ru ORCID: 0000-0001-7982-9927; ³ თბილისის სამხატვრო აკადემიის დოქტორანტი, ქუთაისის სახელმწიფო ისტორიული მუზეუმის ხელოვნების განყოფილების კურატორი, +995 593 131 419, ninosarava@hotmail.com ORCID: 0009-0007-4655-4171; ⁴ ისტორიის დოქტორი, ქუთაისის სახელმწიფო ისტორიული მუზეუმის ფონდების მთავარი მცველი, 995 598 959 566, datosulaberi@gmail.com ORCID: 0009-0006-5680-5328; ⁵ ისტორიის მეცნიერებათა კანდიდატი, პროფესორი, ქუთაისის აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 995 577 13 15 23, sulkhan.kuprashvili@atsu.edu.ge ORCID: 0000-0003-0294-4956

აბსტრაქტი

ქუთაისის სახელმწიფო ისტორიულ მუზეუმში დაცულია შუა საუკუნეების მოჭიქული კერამიკული ჭურჭლის ორნამენტირებული ფრაგმენტები, რომლებიც ძირითადად, ძველი ნაქალაქარის არქეოლოგიური კვლევების შედეგად იქნა აღმოჩენილი. არტეფაქტების უმეტესი ნაწილი მცენარეული, ზოომორფული, აბსტრაქტული და სხვ. ორნამენტული მოტივებითაა შემკული. წინამდებარე ნაშრომში კვლევის მიზანს წარმოადგენს ქუთაისური კოლექციის კერამიკულ ჭურჭელზე გამოსახული ასტრალურ-კოსმოგონიური ხასიათის მატარებელი სიმბოლოს – ბორჯღალისა და მბრუნავი მოტივების განხილვა, ადრეული ეპოქიდან მისი გამოვლინების, მეზობელი რეგიონების კერამიკის ორნამენტიკასთან შედარების და სხვა ძეგლებზე (მონუმენტური და მინიატურული მხატვრობა, ქვის რელიეფები, ჭედური ხატები, ქსოვილები) ანალოგების ძიებისა და პარალელების ანალიზის გზით. საკითხის კვლევისათვის გამოყენებულ იქნა მეთოდები: მხატვრული სტილის, პალიტრისა და კომპოზიციის ვიზუალური ანალიზი; ისტორიული და კულტურული ანალიზი სხვა არქეოლოგიურ აღმოჩენებთან ურთიერთკავშირის დადგენისათვის; საქართველოსა და უცხო ქვეყნების კოლექციების ნიმუშებთან შედარებითი ანალიზი და ანალოგიების ძიება.

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ ბორჯღალს ძველთაგანვე იყო მნიშვნელოვანი აპოტროპეული სიმბოლო ქართულ კულტურაში, ის მზის ხატებად მიიჩნეოდა და სხვადასხვა ფორმით გამოხატული, ერთმანეთისგან განსხვავებულ მასალებში ჰპოვებდა ასახვას. ეს სიმბოლო ქართულ რეალობაში იმდენად მყარად დამკვიდრდა, რომ თანამედროვე ეტაპზეც არ დაუკარგავს აქტუალობა.

უცხოური ანალოგიური მასალების მოძიებამ გამოავლინა ადგილობრივი ორნამენტის ხასიათისა და დეკორატიული სქემების ყირიმის, მცირე აზიისა და აღმოსავლურ (სამარყანდი, ქაშანი, ნიშაბური) კერამიკასთან მსგავსება. რაც უდავოდ ადასტურებს, რომ საქართველოს კერამიკული ხელოსნობა იზოლირებულად და კარჩაკეტილად როდი ვითარდებოდა, პირიქით, იგრძნობოდა კულტურათაშორისი ზეგავლენებიც და აღმოსავლეთის, დასავლეთისა და ჩრდილოეთის ქვეყნების კერამიკის საწარმოო ცენტრებთან კავშირიც.

კვლევის შედეგები ხელს უწყობს საქართველოს ისტორიულ-კულტურული კონტექსტისა და მხატვრული მემკვიდრეობის უფრო ღრმად გააზრებას.

საკვანძო სიტყვები: მოჭიქული კერამიკა; ბორჯღალი; მბრუნავი მოტივები; სოლარული ნიშანი; შუა საუკუნეები

ქუთაისის სახელმწიფო მუზეუმის მდიდარ ფონდში დაცულია ორნამენტით შემკული მოჭიქული კერამიკის მნიშვნელოვანი კოლექცია. კოლექციაში თავმოყრილია ბოლო სამი-ოთხი ათწლეულის განმავლობაში, პროფესორ ომარ ლანჩავას ხელმძღვანელობით, ქუთაისის ციტადელის არქეოლოგიური გათხრების შედეგად მოპოვებული არტეფაქტები, რომელთა უმრავლესობა შუა საუკუნეებით თარიღდება (ქარციძე, 2010), (Kartsidze, 2023). ეს მასალები ძირითადად წარმოდგენილია მოჭიქული ჯამების ფრაგმენტების სახით, რომლებიც დეკორირებულია გეომეტრიული, ზოომორფული და აბსტრაქტული ორნამენტული სახეებით. დეკორირებაში გვხვდება ასევე სხვადასხვა სიმბოლოები, რომელთა შორის გამოირჩევა მზის სიმბოლო – დისკოს, სპირალის, ბორჯღალისა და მბრუნავი მოტივების სახით. აღნიშნულ ორნამენტებს გააჩნია მნიშვნელოვანი მხატვრული და სამეცნიერო ღირებულება, რომელთა სემანტიკური გააზრება და სიმბოლურ-სტილისტური ახსნა საგანგებო კვლევის საგანს წარმოადგენს. კერამიკის ორნამენტული დეკორის თავისებურებათა შესწავლა და ისტორიულ-სახელოვნებათმცოდნეო კვლევა ხორციელდება ქუთაისის ისტორიული მუზეუმის მკვლევართა ჯგუფის მიერ, საგრანტო პროექტის – „მოჭიქული კერამიკის ორნამენტის განვითარების ეტაპები და მისი სამეცნიერო კატალოგიზაცია“, ფარგლებში. მიმდინარე ეტაპისათვის უკვე ჩატარებულია ორნამენტის სტრუქტურულ-ტიპოლოგიური ანალიზი; გაანალიზებულია კერამიკული ნაკეთობების მცენარეული (სარავა, 2024), გეომეტრიული (ქარციძე, 2024) ზოომორფული (Kartsidze, 2024: 414), (Kartsidze, 2024: 342) და ეპიგრაფიკული (Ugrekheldze, 2024) ორნამენტები, სტილისტურ-კომპოზიციური და ისტორიული თვალსაზრისით; განხორციელებულია შესწავლილი ორნამენტებისა და სხვა არტეფაქტებზე (მონუმენტური და მინიატურული მხატვრობა, ქვის რელიეფები, ჭედური ხატები, დეკორატიული მინანქარი, ქსოვილები) არსებული ორნამენტების ურთიერთმედარებითი ანალიზი, მათი უცხოური პარალელებისა და აგრეთვე, დასავლური თუ აღმოსავლური ხელოვნების ზეგავლენების მოძიება (ქარციძე, 2024 მონოგრაფია).

ამ ეტაპზე კვლევის მიზანს წარმოადგენს ქუთაისურ კერამიკულ ნაკეთობებზე გამოსახული ასტრალურ-კოსმოგონიური ხასიათის მატარებელი სოლარული სიმბოლოს – ბორჯღალის და სხვა მბრუნავი ორნამენტების თავისებურებათა განხილვა, ისტორიული და მხატვრული

ტრანსფორმაციის ანალიზი – ადრეულ ეპოქებში მათი გამოვლინების, შუა საუკუნეების პერიოდის მეზობელი რეგიონების კერამიკის ორნამენტიკასთან შედარების და სხვა ძეგლებზე პარალელების ძიების გზით.

კერამიკულ ნაკეთობებზე გამოსახული მბრუნავი მოტივების გაანალიზებისათვის ძირითად კრიტერიუმად შეირჩა შემდეგი თანამედროვე **მეთოდები**: ვიზუალური ანალიზის მეთოდი (მხატვრული სტილის, ფერთა პალიტრის, კომპოზიციისა შესწავლისათვის, ასევე ორნამენტის კულტურული, ისტორიული და მხატვრული თავისებურებების განსაზღვრისათვის); ისტორიული და კულტურული კვლევის მეთოდები (ორნამენტის შედარება სხვადასხვა არქეოლოგიური აღმოჩენებთან კულტურული და ისტორიული კავშირების დადგენის მიზნით); შედარებითი ანალიზის და ანალოგიების მეთოდი (შესწავლილი ორნამენტის შედარება მუზეუმებისა და კოლექციების ნიმუშებთან მსგავსებისა და განსხვავებების გამოსავლენად, ასევე სხვადასხვა დროისა და რეგიონის ორნამენტების შედარებისათვის).

მბრუნავ მოტივებს შორის ბორჯღალი, აპოტროპული მნიშვნელობით, მზის გამოხატულებად ან ინტერპრეტირებული. ის მისტიკურ-სიმბოლური ნიშანია, რომელიც ხატისებურ, იკონურ დანიშნულებას ასრულებდა სხვადასხვა ცივილიზაციებსა და კულტურებში. ბორჯღალი მთელ მსოფლიოში გავრცელებული უძველესი ორნამენტია. მას საქართველოშიც უდიდესი დატვირთვა და საკრალური მნიშვნელობა ჰქონდა. ეს ორნამენტული კომპოზიცია მიიჩნეოდა მზის მისტერიად, სიცოცხლის მარადისობის უკვდავყოფად, საიდუმლო ცოდნის, ძალაუფლების, შემოქმედი ძალის, კეთილდღეობისა და ნაყოფიერების სიმბოლოდ. ქართულ ენაში მისი შესატყვისია ნათება, ელვარება კაშკაში, რაც მზესთან ასოცირდება. ბორჯღალის ოდნავ სახეცვლილი ფორმები – მეგრული „ბარჩხალი“ და აჭარული – „ბორჩხიალა“, ასევე მზისა და ბრიალის აღმნიშვნელია“. ბორჯღალს ასევე უკავშირებენ ბორბალს. რომელიც გამუდმებით ტრიალებს თავისი ცენტრის გარშემო და მარადიული წრებრუნვის ნიშანს წარმოადგენს. მისი, როგორც ღვთაებრივი ბორბლის ენერგია კონცენტრირებულია ერთ წერტილში – ცენტრში, ხოლო წრიულად მოძრავი სხივები სიმბოლურად განასახიერებენ მზის მუდმივ მოძრაობას ცაზე, „მოძრაობის მარადისობას“, ბრუნვადობას, ჟამთასვლას, უკვდავებას.

საქართველოში ბორჯღალის გამოსახულებას აქტიურად იყენებდნენ საერო და საკულტო ხუროთმოძღვრებაში. ძველთაგანვე, ქართული დარბაზის დედაბოძზე, თვალშისაცემ ადგილას, ბორჯღალს კვეთდნენ. მისი ხალხური სახელწოდება „მზის ჭრელი“ იყო და მასზე მუშაობისას ოსტატი უსათუოდ შესთხოვდა ღმერთს „მზით ყოფას“. ეს სიმბოლო ქართულ რეალობაში იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ თანამედროვე ეტაპზეც არ დაუკარგავს აქტუალობა.

ქუთაისური მოჭიქული კერამიკის ორნამენტიკაში მბრუნავი მოტივები სხვადასხვა სახითაა წარმოდგენილი. აქ გვხვდება: მრუდე მონასმით შესრულებული ჯვრის ფორმის ოთხმკლავიანი ბორჯღალი; წრეში ჩაწერილი ვარდულა-ბორჯღალი, რომლის მკლავები ყვავილის ფურცლებია; მბრუნავი ორნამენტი ცენტრში თავმოყრილი 4 ან მეტი მკლავით, რომლებიც წაგრძელებულ მართკუთხედებს (ზოლებს) წარმოადგენს; ურთიერთმართობად (ქადრაკულად) განლაგებული, ერთმანეთზე მიბჯენილი ოთხი მკლავი, ცენტრში

დატოვებული სიცარიელით. მბრუნავი ორნამენტით დეკორირებული მოჭიქული კერამიკის ფრაგმენტები სტრატиграფიული მონაცემების მიხედვით XII-XIII საუკუნეებით თარიღდება.

ფორმის სიმარტივით არის გამორჩეული ერთ-ერთი ჯამის ფრაგმენტზე (შ. წ. 10130 AA-842. ქ.ც. სავ. №5214.86) გამოსახული ჯვრის ფორმის, ოთხმკლავა მოთეთრო ჩალისფერი ბორჯღალი, რომელიც ცენტრში, ამოკაწვრით შესრულებულ მწვანე წრეშია ჩასმული. ბორჯღალი საათის ისრის მიმართულებით ტრიალებს. ერთი შეხედვით ის ოთხფურცელა ყვავილს წააგავს. ჯამზე შეინიშნება ყავისფერი ჭიქურის კვალი. ჯამს დაბალი, ბორბლისებური ქუსლი აქვს. ზომები: ქუსლის დიამეტრი – 7 სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1,3 სმ; კეცის სისქე – 1,8 სმ. აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი (სურ. 1, 1). ვარდულის ყვავილის ფურცლის ფორმის მკლავებითაა გამოსახული ბორჯღალი ჯამის ფრაგმენტზე (შ. წ. 10130 AA-842. ქ.ც. სავ. №5292.86). ის კონცენტრულ წრეხაზებშია ჩასმული და საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ტრიალებს. ვარდულის თითოეული ფურცლის ერთი მოხრილი და მეორე სწორი გვერდის წყალობით იქმნება ტრიალის შთაბეჭდილება; ვარდულის ფურცლები მონაცვლეობით შეფერილია ჩალისფერი, მდოგვისფერი და სოსნისფერი საღებავით. დაფარულია უფერული კრიალა ჭიქურით. აქვს გამოყვანილი, პატარა ქუსლი. ზომები: ქუსლის დიამეტრი – 5,5 სმ; კეცის სისქე – 0,6 სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1 სმ; აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი (სურ. 1, 2).

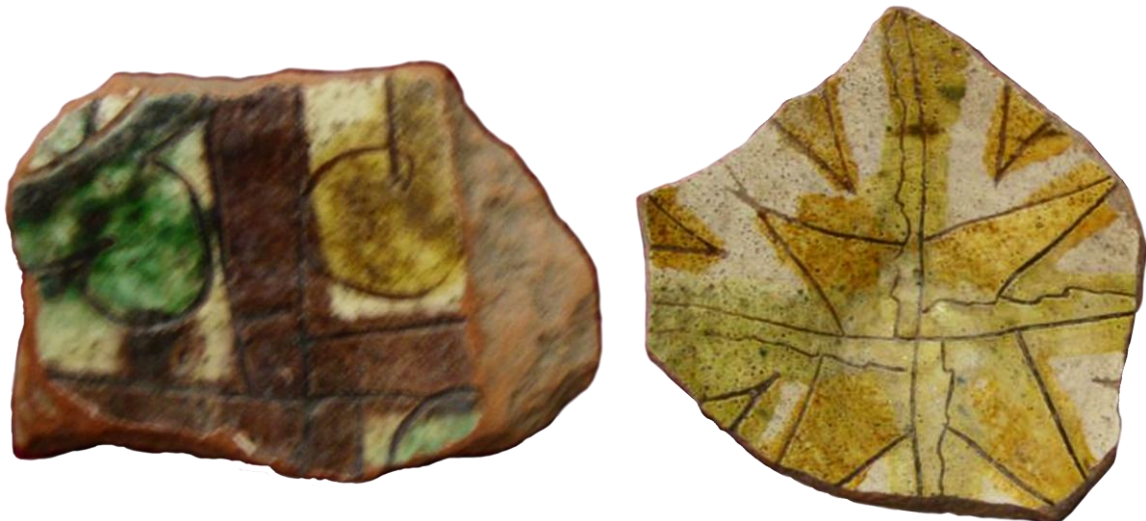


სურ. 1. ბორჯღალი-ვარდულას მოტივები მოჭიქულ კერამიკაზე: 1 — ფრაგმენტი ოთხმკლავა ბორჯღალით ქუთაისიდან; 2 — ფრაგმენტი ბორჯღალი-ვარდულით ქუთაისიდან; 3 — ქუთაისური ჯამის ანალოგი დმანისიდან

მსგავსი სახის მბრუნავ ორნამენტს მრავალი პარალელი მოეპოვება, როგორც საქართველოში, კერძოდ, დმანისის არქეოლოგიური კვლევის შედეგად მოპოვებული ნიმუში (სურ. 1, 3) (კერამიკული. 2013), ისე უცხოურ მასალებში: ყირიმის არქეოლოგიურ მასალებიდან (სურ. 2, 1) (Teslenko. 2021: 237); კონკორდია-საჯიტარიიდან (ვენეცია) (სურ. 2, 2) (Concordia); ორნამენტის საინტერესო ანალოგს წარმოადგენს, ასევე, მოჭიქული ჯამი კვიპროსიდან, რომელიც ბრიტანული მუზეუმის ექსპონატს (ობიექტის №1613029553) წარმოადგენს (სურ. 2, 3). (Bowl N1613029553).



სურ. 2. ბორჯღალი-ვარდულას ორნამენტით დეკორირებული ქუთაისური ჯამის ანალოგები: 1 — ყირიმის არქეოლოგიურ მასალებიდან; 2 — კონკორდია საჯიტარიიდან (ვენეცია); 3 — არტეფაქტი ბრიტანული მუზეუმიდან



სურ. 3. მოჭიქული ჭურჭელი ოთხმკლავა მბრუნავი ორნამენტით: 1 — ზოლისებრი მკლავებით; 2 — დაკბილულგვერდიანი მკლავებით

ცენტრალურ წერტილში თავმოყრილი და მის ირგვლივ მბრუნავი ოთხმკლავა ორნამენტი გამოსახულია ორ არტეფაქტზე: ჯამის ფრაგმენტი მართკუთხა, ზოლისებრი მკლავებით შ. წ. №9539 AA-764 ქ.ც. სავ. №536.84 (სურ. 3, 1); ფრაგმენტი დაკბილულგვერდიანი მკლავებით შ. წ. 10130 AA-842. ქ.ც. სავ. №4391.85 (სურ. 3, 2).

ჯამი – ძირის ფრაგმენტი (შ. წ. №9539 AA-764 ქ.ც. სავ. №536.84), მოწითალოდ გამომწვარი. შიდა პირი თეთრად ანგობირებული. ჯამის ძირზე ამოკაწვრით შესრულებულია ყავისფრად დაფერილი ბორჯღალის ოთხი მკლავი – ზოლების სახით; მკლავებს შორის მცენარეული ორნამენტია, რომელიც შეფერილია ყვითელი და მწვანე საღებავით. დაფარულია უფერული ჭიქურით. დაბალი, ბორბლისმაგვარი ძირი. ზომები: ძირის დმ – 7 სმ; ძირის სიმაღლე – 0,8 სმ; კეცის სისქე – 0,8 სმ. აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი.

ჯამი – ძირისა და გვერდის ფრაგმენტი (შ. წ. 10130 AA-842. ქ.ც. სავ. №4391.85), სქელკედლიანი, მოწითალო-მოყავისფროდ გამომწვარი. შიდაპირი თეთრად ანგობირებული; ჯამის ძირზე ამოკაწვრით შესრულებულია ბორჯღალის მომწვანო- ყვითელი ფერის ოთხი მკლავი, რომელთა ცალი გვერდი დაკბილულია; ბორჯღალი ოთხქიმიანი მდოგვისფერი ვარსკვლავისა და ყვავილოვანი ორნამენტის – რვაფურცლიანი ვარდულის, ფონზეა გამოსახული. გადავლებული აქვს უფერული ჭიქური (სურ. 3, 1). თანაბრად დამზებულ კალთიანი, ბრტყელქუსლიანი. ზომები: კეცის სისქე – 0,7 სმ; ქუსლის დმ – 7,6სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1 სმ; აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი, ციტადელის სამხრეთი ფერდობი.

მზრუნავ ორნამენტს მართკუთხა, ზოლისებრი მკლავებით მრავალი პარალელი მოეპოვება, როგორც საქართველოში, ისე უცხოეთში. საქართველოში აღმოჩენილი ნიმუშებიდან აღსანიშნავია ძველი თბილისის (სურ. 4, 1) (კერამიკული. 2013: 79) (მიწიშვილი. 1979) და კვეტერას ციხის არქეოლოგიური კვლევების დროს აღმოჩენილი მოჭიქული ჭურჭელი (სურ. 4, 2-3) (მინდორაშვილი. 2010: 314).

უცხოური მასალებიდან ახლო ანალოგებია: კერძო კოლექციაში დაცული VII-IX საუკუნეებით დათარიღებული სამანიდური მოჭიქული ჯამი ნიშაბურიდან (სურ. 4, 4) (Ceramic Bowl 8th - 9th Century); ვიქტორიასა და ალბერტის მუზეუმში დაცული IX-X საუკუნეებით დათარიღებული სამარყანდული მოჭიქული ჯამი (სურ. 4, 5) (Lane. 1947: 94), (Bowl 9th century or 10th century); ნიუ-იორკის მეტროპოლიტენის ხელოვნების მუზეუმში დაცული X საუკუნეებით დათარიღებული ჯამი ნიშაბურიდან (Wilkinson.1973: 157) (სურ. 4, 6) (Islamic Art. Bowl-10th century).



1



2



3



4



5



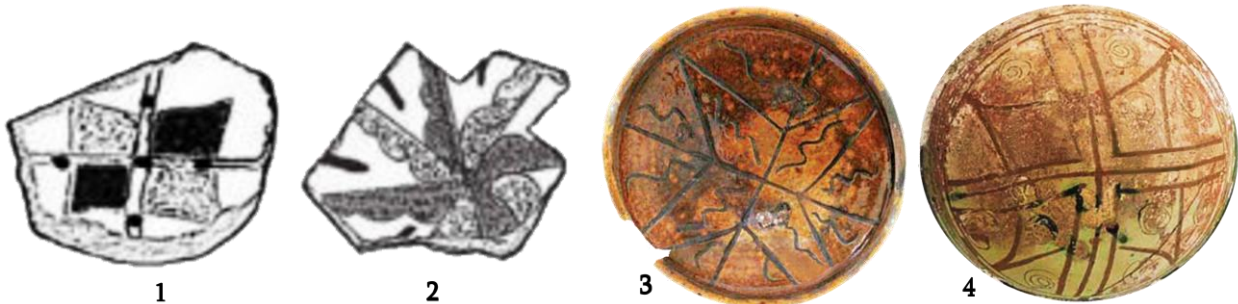
6

სურ. 4. ოთხმკლავა მბრუნავი ორნამენტის ქართული და უცხოური ანალოგები:

1 — ჯამი თბილისიდან; 2, 3 — ჯამის ფრაგმენტები კვეტერას ციხიდან; 4 — სამანიდური კერამიკული ჭურჭელი ნიშაპურიდან VIII-IX სს. (კერძო კოლექცია); 5 — სამარყანდული ჯამი ლონდონის ვიქტორიასა და ალბერტის მუზეუმიდან; 6 — ჯამი ნიშაპურიდან, X ს. ნიუ-იორკის მეტროპოლიტენის ხელოვნების მუზეუმი

ანალოგები ეძებნება ასევე, ოთხქიმიანი ვარსკვლავის ფონზე გამოსახული ბორჯღალის ორნამენტს. მსგავსი მოტივითაა ორნამენტირებული კვეტერას ციხეზე აღმოჩენილი ჯამის ფრაგმენტები (სურ. 5, 1). უცხოური მასალებიდან საყურადღებოა მოჭიქული ჯამი ოქროს ურდოს აზაკიდან, რომელიც იქ აღმოსავლეთ ყირიმიდან არის იმპორტირებული (სურ. 5, 2) (А. Н. Масловский, 2017: 482) და ჯამი კუნძულ კრეტის პანალია ელექსას ეკლესიიდან (სურ. 5, 3) (იანგაკი. 2017: 140).

ქუთაისურ კოლექციაში ასევე დაცულია ჯამის ფრაგმენტები (2 ერთეული) ცენტრში თავმოყრილი მრავალმკლავა მბრუნავი ორნამენტით (სურ. 6, 1 და 6, 2).



ოთხმკლავა მბრუნავი ორნამენტის ანალოგები საქართველოდან:

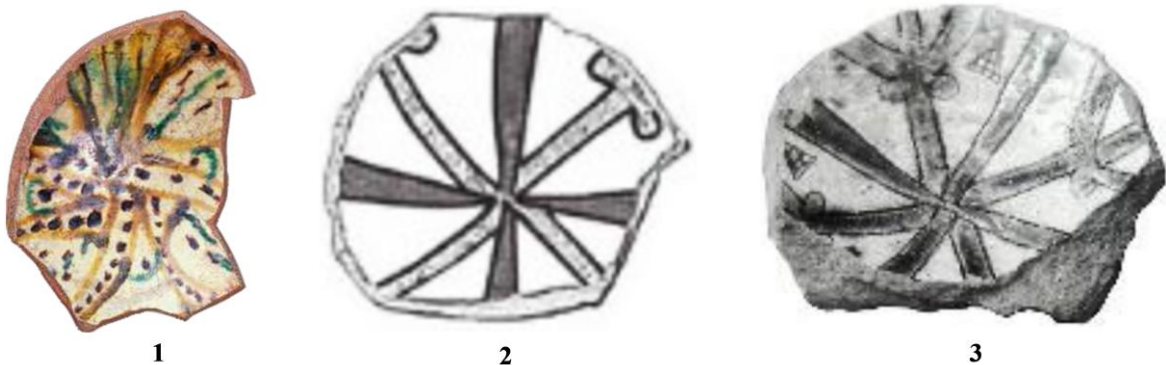
1 - 2 — ჯამის ფრაგმენტები კვეტერას ციხიდან; 3 — ჯამი ყირიმიდან; 4 — ჯამი კუნძულ კრეტიდან

ჯამი — ქუსლისა და გვერდის ფრაგმენტი (შ. წ. 10130 A-842. ქ.ც. სავ. №6043.87), მოჩალისფროდ გამოძწვარი; კარგად განლექილი თიხა; შიდაპირი თეთრად ანგობირებული; მკაფიოდ ამოკაწრული მწვანე და ყვითელი ზოლებით გამოყვანილია მრავალმკლავა ბორჯღალი; მკლავებშორის არე ბაცი ყვითელი ფერითაა შეღებილი; დაფარულია უფერული ჭიქურით. აქვს ღრმა გამოყვანილი ქუსლი, რომელშიც ამოკაწრულია ჯვარი. ზომები: ქუსლის სიმაღლე — 1,5სმ; კეცის სისქე — 0,8 სმ; ქუსლის სისქე — 1 სმ; აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი, „ლაზთა მეფის“ სასახლის ნაგრევები (სურ. 6, 1).



სურ. 6. მოჭიქული ჭურჭლის ფრაგმენტები მრავალმკლავა ბორჯღალის გამოსახულებით

ჯამი – ძირის ფრაგმენტი (შ. წ. 10130 AA-842. ქ.ც. სავ. №5225.86), წითლად გამომწვარი. შედაპირი თეთრად ანგობირებული; ამოკაწრული მდოგვისფერი და მწვანე ზოლებით გამოყვანილია მრავალმკლავა ბორჯღალი; მკლავთაშორისი არე ღია ჩალისფრადაა შეფერილი; დაფარულია უფერული ჭიქურით. აქვს დაბალი გამოყვანილი ქუსლი. ქუსლის შუაში ღილის მაგვარი კოპი. ზომები: ქუსლის დიამეტრი – 7 სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1 სმ; კეცის სისქე – 0,8 სმ; აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი (სურ. 6, 2).



სურ. 7. მრავალმკლავა ბორჯღალის ორნამენტის ანალოგები საქართველოდან:
1, 2 — დმანისიდან; 3 — კვეტერას ციხიდან



სურ. 8. მრავალმკლავა ბორჯღალის ორნამენტის უცხოური ანალოგები: 1 — ქალაქ ალუმტადან, ყირიმი; 2, 3 — მოჭიქული ჭურჭელი ისარ ფუნის ციხე-სიმაგრიდან; 4 — ალუმტის ციხის ორტა-კულეს კოშკის ტერიტორიიდან; 5 — ჯამი ნიშაბურიდან, X ს. (კერძო კოლექცია, დიდი ბრიტანეთი); 6 — ქაშანური ჯამი ლუვრის მუზეუმიდან, 1215 წ.

აღნიშნული დეკორატიული სქემების ახლო მსგავსება ხშირად შეინიშნება, როგორც ადგილობრივ, ისე უცხოურ მასალებში. ქართული ნიმუშებიდან გამოვყოფთ: დმანისში აღმოჩენილ მოჭიქული ჯამების ფრაგმენტებს (სურ. 7, 1) (ჭილაშვილი 1970), (სურ. 7, 2) (ჩხვიმიანი. 2020), ასევე კვეტერას ციხის ტერიტორიაზე აღმოჩენილ ფრაგმენტს (სურ. 7, 3) (მინდორაშვილი 2010: 319).

უცხოური მასალებიდან ბორჯღალის ორნამენტთან ახლო მსგავსებით გამოირჩევა: მოჭიქული ჭურჭელი, რომლებიც მოპოვებულ იქნა სამხრეთ-აღმოსავლეთ ყირიმის არქეოლოგიური გათხრების შედეგად: ოქროს ურდოსდროინდელი ქალაქ ალუმტიდან (სურ. 8, 1) (Тесленко. 2017: 402), ისარ ფუნის ციხე-სიმაგრის (სურ. 8, 2; სურ. 8, 3) (Тесленко. 2021: 231, 241) და ალუმტის ციხის ორტა-კულეს კოშკის ტერიტორიებიდან (სურ. 8, 4) (Тесленко. 2021: 243). აღნიშნული მასალები XIV-XV საუკუნეებითაა დათარიღებული. ასევე, საინტერესო პარალელებს წარმოადგენს X საუკუნით დათარიღებული მოჭიქული ჯამი ნიშაბურიდან (კერძო კოლექცია დიდი ბრიტანეთიდან) (სურ. 8, 5) და ქაშანური ჯამი – არტეფაქტი ლუვრის მუზეუმის ისლამური ხელოვნების დეპარტამენტიდან, რომლის წარმომავლობის ადგილად კავკასიასა და ირანული სამყაროს მიუთითებენ (სურ. 8, 6).

გარდა აღნიშნული მასალებისა, ქუთაისურ კოლექციაში, საინტერესო ვარიაციას წარმოადგენს ჯამის ფრაგმენტები განსხვავებული მბრუნავი ოთხმკლავა ორნამენტებით –

ურთიერთმართობად (ჭადრაკულად) განლაგებული, ერთმანეთზე მიბჯენილი ოთხი მკლავით, რომელთა კვეთაში დატოვებულია სიცარიელე (სურ. 9, 1 და სურ. 9, 2).

ჯამი – ქუსლის ფრაგმენტი (შ. წ. 9539 AA-764. ქ.ც. სავ. №2750.84), მოჩალისფროდ გამომწვარი. თეთრად ანგობირებულ ზედაპირზე ფერადი ზოლებისაგან (მწვანე და თეთრი ყავისფერი ხაზებით) ამოკაწვრით შესრულებულია მბრუნავი ორნამენტი, რომელიც მართკუთხა ღერძის ირგვლივაა განლაგებული. ჯამი დაფარულია უფერული ჭიქურით. აქვს ღრმა გამოყვანილი ქუსლი. ზომები: ქუსლის დიამეტრი – 6,5 სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1,5 სმ; კეცის სისქე – 1 სმ; ქუსლის სისქე – 0,8 სმ. აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი, ბაგრატის ტაძრის აღმოსავლეთ მხარეს (სურ. 9, 1).

ჯამი – ძირის ფრაგმენტი (შ. წ. 10130 A-842. ქ.ც. სავ. №8038.90), წითლად გამომწვარი. თეთრად ანგობირებული. ცენტრში, თეთრი მართკუთხედის ირგვლივ, ამოკაწვრით გამოსახულია მწვანე და ყავისფერი ზოლებისაგან შედგენილი მბრუნავი ორნამენტი. თეთრი მარკუთხედში ჩასმულია მწვანე გეომეტრიული ფიგურები და სოსნისფერი ტირეები. ქუსლი დაბალი ბორბლისებური. ქუსლის შუაში ღილისმაგვარი კოპი. ზომები: ქუსლის დიამეტრი – 7 სმ; ქუსლის სიმაღლე – 1 სმ; კეცის სისქე – 0,7 სმ; აღმოჩენილია: ქუთაისის ნაქალაქარი, ჩანახშირებული ორმოს მასალა (სურ. 9, 2).



სურ. 9. ოთხმკლავა ბორჯღალი ერთმანეთზე მიბჯენილი ოთხი მკლავით: 1 — ორმაგი კონტურით; 2 — გეომეტრიული ფიგურებით ცენტრში

აღწერილი სახის მბრუნავ ორნამენტს მრავალი ანალოგი გააჩნია უცხოურ მასალებში, მათგან აღსანიშნავია: ყირიმში, ფუნის ციხის ტერიტორიაზე აღმოჩენილი არტეფაქტები (სურ. 10, 1) (Тесленко. 2021: 229) და (სურ 10, 2) (Тесленко. 2021: 254); მცირე აზიის ქალაქ ეფესოს (თურქეთი, დღევანდელი ქ. სელჩუკი) არტემიდას ტაძრის ტერიტორიაზე არქეოლოგიური გათხრების დროს აღმოჩენილი არტეფაქტი (სურ. 10, 3) (Waksman. 2014: 111); ჯამი ხერსონიდან (სურ. 10, 4) (Sedikova: 389).



სურ. 10. მზრუნავი ორნამენტის უცხოური ანალოგები: 1, 2 — ჯამის ფრაგმენტები ყირიმის ფუნის ციხიდან, (ყირიმი); 3 — ჯამის ფრაგმენტი ქ. ეფესოს არტემიდას ტაძრის ტერიტორიიდან (თურქეთი); 4 — ჯამი ხერსონიდან

ყირიმისა და მცირეაზიური მოჭიქული კერამიკის ორნამენტებისა და დეკორატიული სქემების ახლო მსგავსება ქუთაისური და ზოგადად ქართული კერამიკის ნიმუშებთან, სავარაუდოდ, ნაწარმის იმპორტირებითა და შემდგომ მათი მიზაპვითა და კოპირებით შეიძლება აიხსნას. მსგავსი იმპორტული ნაწარმის აღმოჩენას საკმაოდ ხშირად აქვს ადგილი არქეოლოგიური კვლევების დროს.



სურ. 11. უძველესი არტეფაქტები ბორჯღალოს მოტივებით: 1, 2, 3 — ბრინჯაოს ჭვირული დისკოები ბორნილელეს სამაროვნიდან (სოფ. დვირი), ძვ. წ. II ათასწლეული; 4 — ქვის საბეჭდავი წეროვანის სამაროვანიდან; 5 — არტეფაქტი არმაზისხევის კომპლექსიდან,

ბორჯღალოს სახის მბრუნავი მოტივები უძველესი დროიდან ფართოდ გავრცელებული ორნამენტი და ის ხშირად გვხვდება სხვადასხვა სახის არტეფაქტებზე. მისი უძველესი ნიმუშები ბრინჯაოს ხანას განეკუთვნება, მათგან საინტერესოა სოფ. დვირთან (ბორჯომის მუნიციპალიტეტი) ბორნილელს სამაროვანზე აღმოჩენილი არტეფაქტები (სურ. 11, 1-3), რომლებიც ჭვირულ დისკოიდურ საკიდებისა და მედალიონებს წარმოადგენს (**ონლაინ არქეოლოგია, 2016: 249**), (wikipedia.org). საინტერესოა ასევე, გვიანბრინჯაოს ხანის ქვის საბეჭდავი წეროვანის სამაროვანიდან (სურ. 11, 4) (**სადრადე, 1989: 94**). ანტიკური პერიოდის ძეგლებიდან აღსანიშნავია არმაზისხევის კომპლექსის გათხრების დროს აღმოჩენილი, ძვ. წ. II ს-ით დათარიღებული, არტეფაქტი ოთხმკლავიანი ბორჯღალოს გამოსახულებით (სურ. 11, 5) (**ნარიშკაშვილი, 2020: 165**); ასევე II ს-ით დათარიღებული ვერცხლის ლანგარი ბერსუმა პიტიახშის აკლდამიდან (სურ. 11, 6) (**ჩუბინაშვილი, 2007: 210**).

ბორჯღალოს მოტივებმა ფართო ასხავა ჰპოვა შუა საუკუნეებისა და შემდგომი პერიოდის სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნების სხვადასხვა ძეგლებზე. ამ ორნამენტებით შემკულია ხელნაწერთა მინიატურული მხატვრობის ნიმუშები, ხუროთმოძღვრული ძეგლების ქვის რელიეფები, და ქსოვილები. ქართულ რეალობაში განსაკუთრებით აქტიურადაა გამოყენებული ხალხურ ხითხურობაში, ხეზე კვეთილობაში – ძველი სახლების, კერების, დარბაზების, დედაბოძების, ხის ავეჯის და სხვ. მოჩუქურთმების დროს.

დასახელებული ძეგლებიდან გამოვყოფთ რამოდენიმეს:

- ხუროთმოძღვრული ძეგლების ქვის რელიეფებიდან –VII-VIII საუკუნეებით დათარიღებული წებელდის კანკელზე (სურ. 12, 1) (**კულტურული მემკვიდრეობა აფხაზეთში 2015: 67**); X ს-ის გუდალეითისა (**ქართული ხუროთმოძღვრული ორნამენტი, 1954: 37**) (სურ. 12, 2) და ზემო სკრის (**ქართული ხუროთმოძღვრული ორნამენტი, 1954: 41**) (სურ. 12, 3) ეკლესიების შემკულობაში; X ს-ის ოშკის ტაძრის შემკულობაში (სურ. 12, 4) (**ოშკი, 2012**); XI ს-ის ბაგრატის ტაძრის რელიეფზე (სურ. 12, 5) (**ბორჯღალა, 2010: 28**); XVII ს-ის სოფ. თაგილონის (გალი) თეთრი სალოცავის – „ჩე ოხვამეს“ შემკულობა (სურ. 12, 6) (**„ჩე ოხვამე“, 2019**); ქვემო ნიჩბისის XVI-XVII საუკუნეების წმინდა ნიკოლოზის ეკლესიის ფასადზე (სურ. 12, 7) (**ხარშილაძე, 2019**). XIII-XIV სს. მიჯნის რკონის სამონასტრო კომპლექსის იოანე ნათლისმცემლის ეკლესიის ფასადის შემკულობაში (სურ. 12, 8) (**რკონის მონასტერი, 2020**);
- ხელნაწერთა შემკულობიდან – XI ს-ის ურბნისის ხელნაწერის თავსამკაული-კამარა (სურ. 13, 1) (**თევზაია, 2009: 61**); XIII ს-ის დუმეთის ოთხთავის თავსამკაული (სურ. 13, 2) (**თევზაია, 2009: 60**);
- დეკორატიულ-გამოყენებითი ხელოვნების ნიმუშებიდან – XII-XIII საუკუნეებით დათარიღებული მოოქროვილი ვერცხლის თასი ვანის ქვაბებიდან (სურ. 13, 3) (**ვერცხლის თასი, 2017**); ქსოვილი ნაქარგი ორნამენტებით (სურ. 13, 4) (**ქსოვილის ორნამენტი აჭარიდან, 2021: 56**);
- ხეზე კვეთილობის ნიმუშებიდან – საკარცხულებისა და გრძელი სკამების ჩუქურთმები (სურ. 14, 1; 14, 2 და 14, 4) (**ქართული ორნამენტი, 2014**); ტაგრუცისადა სხვა ნივთების

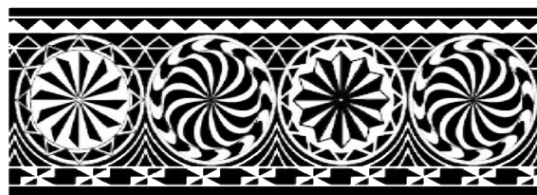
მხატვრული გაფორმება (სურ. 14, 3) (ორნამენტი ხეზე, 2014); დედაბოძების შემკულობები (სურ. 14, 5 და სურ. 14, 6) (Хуторской, 2023).



სურ. 12. ბორჯღალის მოტივები არქიტექტურული ძეგლების რელიეფებიდან: 1 — წებელდის კანკელი, VII-VIII სს. ; 2 — გუდალეთის ეკლესია, X ს.; 3 — ზემო სკრის ეკლესია, X ს.; 4 — ოშკის ტაძარი, X ს.; 5 — ზაგრატის ტაძარი, XI ს.; 6 — თეთრი სალოცავი, XVII ს.; 7 — ქვემო ნიჩბისის წმ. ნიკოლოზის ეკლესია, XVI-XVII სს.; 8 — რკონის იოანე ნათლისმცემლის ეკლესია, XIII-XIV სს. მიჯნა



სურ. 13. ბორჯღალის მოტივები: 1 — ურბნისის ხელნაწერის თავსამკაული-კამარა, XI ს.;
 2 — დუშეთის ოთხთავის თავსამკაული, XIII ს.; 3 — ვერცხლის თასი, XII-XIII სს.;
 4 — ნაქარგობა, XIX ს.



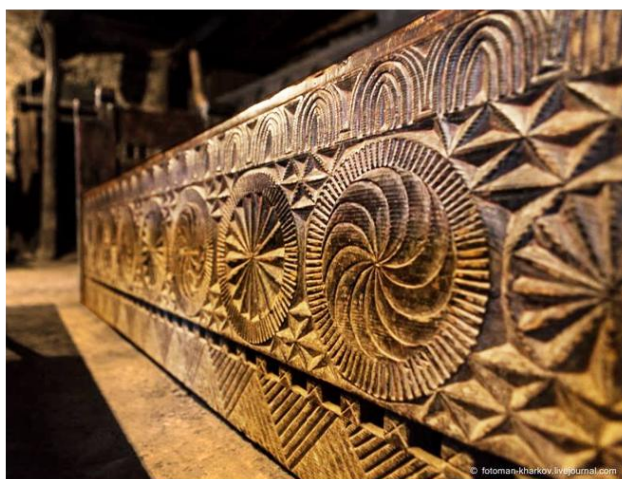
1



3



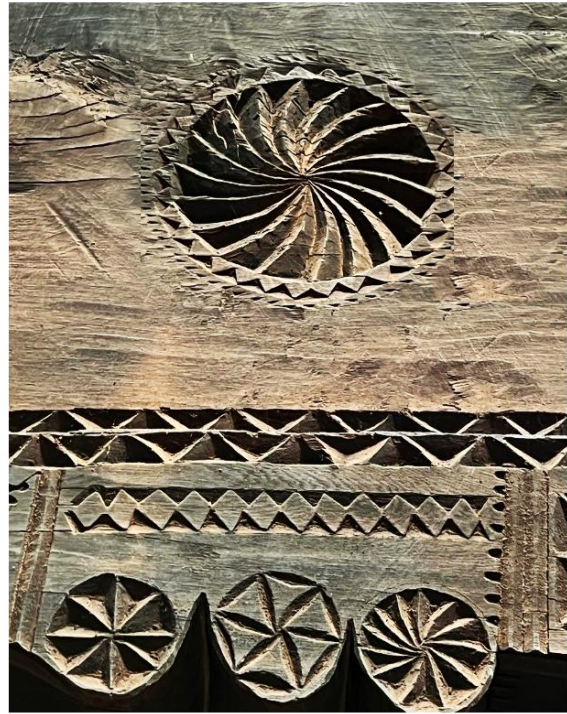
2



4



5



6

სურ. 14. ბორჯღალის მოტივები ხეზე კვეთილ ნიმუშებში

ქართულ რეალობაში ბორჯღალი სწორედ, რომ უკვდავების გამოხატულებად გვევლინება. ეს მოტივი ხომ თავად მარადისობის სიმბოლოა, ალბათ ამიტომაც ძალზე სიცოცხლისუნარიანი გამოდგა და დღესაც სტაბილურად ინარჩუნებს აქტუალობას. თითქმის არც ერთ სხვა უძველეს ორნამენტულ კომპოზიციას თანამედროვეობაში არ აქვს ისე ფართო გამოყენება, როგორც ბორჯღალს: ის გამოყენებულია თანამედროვე ავეჯის მხატვრული დამუშავებისას; საიუველირო ნაკეთობებში; ქართული ეროვნული ფულის მონეტებზე და სხვ. ბორჯღალის მეშვეობით, თითქოს, დიალოგი მიმდინარეობს ცივილიზაციათა, კულტურათა და საუკუნეთა შორის.

ქუთაისური მოჭიქული კერამიკის მბრუნავი ორნამენტული მოტივის განხილვის დასასრულს, აუცილებელია აღინიშნოს ადგილობრივი ორნამენტის ხასიათისა და დეკორატიული სქემების ყირიმის, მცირე აზიისა და აღმოსავლურ (ნიშაპური, სამარყანი, ქაშანი) კერამიკასთან მსგავსების შესახებ. რაც ადასტურებს შუა საუკუნეებში ამ რეგიონებთან საქართველოს მჭიდრო ეკონომიკური და კულტურული კავშირების არსებობას. ანალოგების არსებობა, უდავოდ, უცხოური ნაწარმის საქართველოში იმპორტირებით, შემდგომში მისი ადგილზე კოპირებითა და მინაბადების დამზადებით შეიძლება აიხსნას. აღნიშნული ფაქტი შესაძლებლობას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ საქართველოს კერამიკული ხელოსნობა იზოლირებულად და კარჩაკეტილად როდი ვითარდებოდა, პირიქით, იგრძნობოდა კულტურათაშორისი ზეგავლენებიც და აღმოსავლეთის, დასავლეთისა და ჩრდილოეთის ქვეყნების კერამიკის საწარმოო ცენტრებთან კავშირიც.

მადლიერება:

კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით [გრანტი № FR-21-87386], რისთვისაც მადლობას ვუხდით ფონდს.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- ბალახაშვილი ვ. (2016). ბორჯომის მხარეთმცოდნეობის მუზეუმი. ონლაინ არქეოლოგია N10. თბილისი: საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის სააგენტო.
- ბურუსი <https://burusi.wordpress.com/2010/03/21/swastika/>
- თევზაია, მ. (2009). *ქართული ორნამენტი*. წიგნი II, თბილისი.
- კერამიკული ნაკეთობანი შუა საუკუნეების საქართველოში (2013). რედაქტორი: დავით ლორთქიფანიძე ISBN: 9789941157820 სულაკაურის გამომცემლობა.
- კულტურული მემკვიდრეობა აფხაზეთში (2015). თბილისი, „მერიდიანი“
- მინდორაშვილი დ. (2010). კვეტერის ციხის არქეოლოგიური მასალა, თბილისი
- მიწიშვილი მ. (1979) მოჭიქული კერამიკის საწარმო შუა საუკუნეების თბილისში (IX-XIII სს), თბილისი.
- ნარიმანიშვილი გ. (2020). არმაზციხის კომპლექსის 2019 წლის არქეოლოგიური კვლევის მოკლე ანგარიში. 2019 წელს ჩატარებული არქეოლოგიური გათხრების მოკლე ანგარიშების კრებული. საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის ეროვნული სააგენტო.
- ორნამენტი ხეზე. ხელოვნების სახლი არაბული. (2014) <https://www.facebook.com/photo/?fbid=644915572223552&set=a.620492157999227>
- ოშკი (2012). <https://gelino.wordpress.com/2012/07/06/%e1%83%9d%e1%83%a8%e1%83%99%e1%83%98-2/>
- რკონის მონასტერი (2020) <https://georgiantravelguide.com/ka/rkonis-monasteri>
- სადრადე ვ. (1989). წეროვანი II. ბრინჯაო - რკინის ხანის სამაროვანი, კატალოგი. *მცხეთა. არქეოლოგიური კვლევა - ძიების შედეგები*. ტ. IX.
- სარავა ნ., ქარციძე ნ., უგრეხელიძე ი. (2024). ქუთაისური მოჭიქული კერამიკული ჯამის ორნამენტის შესწავლისათვის. თბილისის სამხატვრო აკადემიის საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალები. თბილისი: აკადემია, [ბეჭდვაში].
- სვასტიკა <https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A4%E1%83%90%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%98:Qarsvastika2.jpg>
- ქართული ორნამენტი (2014). <https://www.facebook.com/609908925786373/photos/a.609910092452923/609910012452931/?type=3>
- ქართული ხუროთმოძღვრული ორნამენტი (1954). ტექსტი მასალის შერჩევა და ნახატები რენე შმერლინგისა.

ქარციძე ნ., უგრეხელიძე ი., სარავა ნ., სულაბერიძე დ. (2024). *ქუთაისური მოჭიქული კერამიკის ორნამენტული მოტივები*. ქუთაისი.

ქარციძე, ნ. (2010). შუა საუკუნეების მოჭიქული კერამიკა ქუთაისიდან. სადოქტორო დისერტაცია. ქუთაისი.

ქვემო ნიჩბისის ეკლესია <https://georgiantravelguide.com/ka/kvemo-nichbisis-tsminda-nikolozis-eklesia>

ქსოვილის ორნამენტი აჭარიდან (2021). თბილისი
<https://crafts.ge/assist/images/IFkktTHaQM0COeaCjsy8Eyu4ZVu08U.pdf>

შუა საუკუნის ხელოვნება: ვერცხლის თასი საქართველოს ეროვნული მუზეუმი.

ჩე ოხვამე (თეთრი სალოცავი) გალის რაიონის სოფელ თაგილონში, რომელსაც აფხაზებმა სახელი გადაარქვეს და თავლანი უწოდეს. (2019).
<https://intermedia.ge/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%90%E1%83%A2%E1%83%98%E1%83%90/121653>

ჩუბინაშვილი, გ. (2007). არმაზის პიტიახშთა ნეკროპოლში აღმოჩენილი ნივთების მხატვრული დახასიათების ცდა თბილისი: ნეკერი.

ჩხვიმიანი ჯ. (2020). შუა საუკუნეების ქალაქ დმანისის მოსახლეობის სოციალური, ეთნიკური და კონფესიური სტრუქტურის საკითხები (ისტორიულ-არქეოლოგიური გამოკვლევა) სადოქტორო დისერტაცია ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი თბილისი.

ჭილაშვილი ლ. (1970) ქალაქები ფეოდალურ საქართველოში, II, თბილისი.

ხარშილაძე გ. (2020) ქვემო ნიჩბისის წმინდა ნიკოლოზის ეკლესია

Bowl 9th century or 10th century <https://collections.vam.ac.uk/item/O85386/bowl-unknown/>

Bowl N1613029553 <https://www.britishmuseum.org/collection/image/1613029553>

Ceramic Bowl 8th - 9th Century <https://www.ebay.com.my/itm/133645439883>

Concordia Sagittaria - Bowl, <https://www.pinterest.co.kr/pin/467600373814617781/>

Coupe à décor rayonnant 1215 Lieu de provenance : Kashan (Monde iranien - Caucase->Iran)
<https://collections.louvre.fr/ark:/53355/cl010321170>

Islamic Art. Bowl-10th century <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/449549?pos=2>

Kartsidze N. G., Ugrekhelidze I. I., Sarava N. D., Sulaberidze D. N. (2024). Glazed ceramic vessel with the image of a bird from the Kutaisi Historical Museum. *Global science: prospects and innovations. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference*. Liverpool, United Kingdom.: Cognum Publishing House, pp. 414-420. URL: https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnaro_dna-naukovo-praktichna-konferentsiya-global-science-prospects-and-innovations-1-3-03-2024-liverpul-velikobritaniya-arhiv/

Kartsidze N. G., Ugrekhelidze I. I., Sarava N. D., Sulaberidze D. N. (2024). For the Decoration of Kutaisi Glazed Ceramics // Modern research in science and education. *Proceedings of the 7th*

International scientific and practical conference. Chicago, USA: BoScience Publishe., pp. 342-349. URL: https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-prak_tichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-7-9-03-2024-chicago-ssha-arhiv/.

- Kartsidze, N., Lanchava, O., Ugrekhelidze, I., Sulaberidze, D., Sarava, N. (2023). Artifacts Reflecting the Traditions of Producing Glazed Ceramics from the Kutaisi Historical Museum. *Proceedings of Georgian National Academy of Sciences, series of History, Archaeology, Ethnology and Art History*, no. 2, pp. 128-138. <http://macne.org.ge/index.php/macne/article/view/113>
- Lane, Arthur. Early Islamic Pottery. London: Faber and Faber, 1947. 52p., ill. Page 18, plate 21A.
- Niszapur Miska ceramiczna <https://www.catawiki.com/pl/l/81414253-niszapur-miska-ceramiczna>
- Porter Y. (2012). Le prince, l'artiste et l'alchimiste : La céramique dans le monde iranien Xe-XVIIIe siècle. Paris, Hermann, 2011. Bulletin critique des Annales islamologiques N27.
- Sedikova. L. (2011). Glazed Ware from the Mid Thirteenth-Century Destruction Layer of Chersonesos. *Medieval and Post-Medieval Ceramics in the Eastern Mediterranean - Fact and Fiction. Proceedings of the First International Conference on Byzantine and Ottoman Archaeology*. Amsterdam.
- Ugrekhelidze I.I., Kartsidze N.G., Sarava N.D., Sulaberidze D.N. (2024). Glazed Ceramics with Epigraphical Ornament from Kutaisi Historical Museum. *Золотоордынское обозрение* [in print].
- Waksman, S. Y. (2014). Long-term pottery production and chemical reference groups: examples from Medieval Western Turkey. In: Meyza, H. (ed.), *Late Hellenistic to Mediaeval Fine wares of the Aegean Coast of Anatolia. Their production, imitation and use*. Warsaw: Neriton, p. 107—125.
- Wilkinson, Charles K. Nishapur: Pottery of the Early Islamic Period. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1973. no. 53, ch. 4, pp. 144, 156, ill. p. 156 (b/w).
- Yangaki A. (2017). Immured vessels in the church of Panagia Eleousa, Kitharida, Crete. *Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X—XVIII вв. 2*.
- Грузия. Орнамент <https://www.pinterest.com/pin/438115870006571348/>
- Масловский А. Н. (2017). Восточнокрымский поливной импорт в золотоордынском Азаке. Вопросы хронологии. *Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X—XVIII вв. 2*.
- Особенности посещения монастыря Ркони tourist guide and agency Viva-Georgia <https://v-georgia.com/showplaces/osobennosti-poseshheniya-monastyrya-rkoni/>
- Тесленко И. Б. (2017). Комплекс керамики из раскопок усадьбы золотоордынского периода в Алуште // *Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X—XVIII вв. 2*.
- Тесленко И. Б. (2021). *Керамика Крыма XV века*. — Киев: ИА НАН Украины, 308 с.
- Хуторской А.В. (2023). Есть ли язычество в Грузии? https://dzen.ru/a/ZIJF7mCU_1XoQBha

Medieval Georgian Glazed Ceramics: Dialogue through Ornamental Motifs

Nona Kartsidze¹, Irina Ugrehelidze², Nino Sarava³, Davit Sulaberidze⁴, Sulkhan Kuprashvili⁵

¹PhD in History, Kutaisi State Historical Museum, Human Resource Management and Public Relations Manager; Associate Professor, Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, 599 740 087, n.kartsidze@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6148-4753; ²PhD of Engineering, Kutaisi State Historical Museum, Curator of the Textile and Embroidery Department; Associate Professor, Ak. Tsereteli State University, Kutaisi, 593 751 888, iugrehelidze@mail.ru ORCID: 0000-0001-7982-9927; Doctoral student of Tbilisi Academy of Art, Kutaisi State Historical Museum, Curator of Arts Department, 568 511 414, ninosarava@hotmail.com ORCID: 0009-0007-4655-4171; ⁴PhD in History, Kutaisi State Historical Museum, Chief Curator of Funds, 598 959 566, datosulaberi@gmail.com ORCID: 0009-0006-5680-5328; ⁵ Professor, Candidate of Historical Sciences, Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, 995 577 13 15 23, sulkhan.kuprashvili@atsu.edu.ge ORCID: 0000-0003-0294-4956

Abstract

The Kutaisi State Historical Museum preserves ornamented fragments of medieval glazed ceramic vessels, which were mainly discovered as a result of archaeological research of the ancient city. Most of the artifacts are decorated with plant, zoomorphic, abstract and other ornamental motifs. The aim of the present study is to discuss the astral-cosmogonic symbol depicted on the ceramic vessels of the Kutaisi collection – the leprechaun and the rotating motifs, through its manifestation from the early era, comparison with the ornamentation of ceramics of neighboring regions, and search for analogues and analysis of parallels on other monuments (monumental and miniature painting, stone reliefs, embossed icons, textiles). The following methods were used to research the issue: visual analysis of artistic style, palette, and composition; historical and cultural analysis to establish connections with other archaeological finds; comparative analysis with samples from collections in Georgia and foreign countries and the search for analogies.

The research revealed that the “borjgali” has been an important apotropaic symbol in Georgian culture since ancient times, it was considered an image of the sun and was expressed in various forms and found reflection in different materials. This symbol has become so firmly established in Georgian reality that it has not lost its relevance even at the modern stage.

The search for similar foreign materials revealed the similarity of the nature of the local ornament and decorative schemes with the Crimean, Asia Minor and Eastern (Samarkand, Kashan, Nishapur) ceramics. This undoubtedly confirms that Georgian ceramic craftsmanship did not develop in isolation and behind closed doors, but on the contrary, there were cross-cultural influences and connections with ceramic production centers in the East, West, and North.

The results of the study contribute to a deeper understanding of Georgia's historical-cultural context and artistic heritage.

Keywords: glazed ceramics; “borjgali” (swastika); rotating motifs; solar sign; Middle Ages.

გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში აღმოსავლურ ნაძვზე (*Picea orientalis* L.) გავრცელებული ენტომოფაუნა

ნინო მანველიძე ¹, მედეა ბურჯანაძე ², ლალი ჟღენტი ³

¹დოქტორანტი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, e-mail: Manvelidzenini@gmail.com.

²ბიოლოგიის დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, e-mail:

m.burjanadze@agruni.edu.ge. ³ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო

უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, e-mail: jgenti.lali@bsu.edu.ge.

აბსტრაქტი

ნაშრომში განხილულია 2023-2024 წლებში აჭარის ა/რ ხულოს მუნიციპალიტეტში, კერძოდ, გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში ზ.დ. 1850–2100 მ სიმაღლის ფარგლებში გავრცელებული რიგი ხეშემფრთიანებისა (Coleoptera: Scolytidae, Cerambycidae) და რიგი სიფრიფანაფრთიანების (Hymenoptera: Siricidae) სახეობრივი მრავალფეროვნება, რომელთა ბიოეკოლოგია დაკავშირებულია აღმოსავლურ ნაძვთან – *Picea orientalis* L.

აღმოსავლურ ნაძვზე გავრცელებული ენტომოფაუნის ახალი კერების გამოსავლენად საკვლევ არეალზე გამოყენებული იქნა სამი მუდმივი სანიმუშო ფართობი ზ.დ. 2058 მ-ზე მწვანე ტბა, რომელიც მოიცავს 13 ჰა-ს, ზ.დ. 1960 მ-ზე გოდერძის ალპური ბაღი – 9,6 ჰა. და ზ.დ. 1900 მ-ზე კურორტი ბეშუმბი – 9 ჰა.

კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მარშრუტული ექსპედიციის, კვადრატის და მწერების რკვევა-იდენტიფიკაციის მეთოდები. მწერებზე სისტემატიკური სტატუსი მინიჭებული იქნა CABI digital library და EPPO Global Database ბაზების გამოყენებით და შეჯერებით. გამოვლენილი ენტომოფაუნის გავრცელების არეალების დასაზუსტებლად გამოყენებული იქნა გლობალური პოზიციონირების სისტემა – GPS.

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ საკვლევ არეალში ზ.დ. 1850-2100 მ სიმაღლის დიაპაზონში *Picea orientalis* გავრცელებული ენტომოფაუნა ერთიანდება 2 რიგში (Coleoptera, Hymenoptera), 5 ოჯახში (Scolytidae, Rhizophagidae, Cerambycidae, Ptinidae, Siricidae.) 8 გვარში (*Ips*, *Dendroctonus*, *Rhizophagus*, *Tetropium*, *Rhagium*, *Ptinus*, *Prionus*, *Sirex*.), შედეგად იდენტიფიცირებულია 14 სახეობა. მორფოლოგიური კვლევის საფუძველზე დადგენილია მათი სახეობრივი კუთვნილება, შესწავლილია გამოვლენილი სახეობების ბიოეკოლოგიისა და ვერტიკალური გავრცელების თავისებურებები. გამოვლენილ სახეობებში არიან წიწვოვანი ტყეებისათვის მნიშვნელოვანი მავნებლები – *Ips typographus*, *Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Dendroctonus micans*, ასევე მავნე მწერთა ენტომოფაგები – *Rhizophagus dispar*, *Rhizophagus grandis* და ეკოლოგიური თვალსაზრისით ტყის „სანიტრები“, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანული მასალის დამლას და ტყის ნაყოფიერების შესანჩუნებას – *Tetropium castaneum*,

Tetropium fuscum, Rhagium fasciculatum, Rhagium inquisitor, prinus fur, Prionus coriarius, Sirex varipes, Sirex sp..

საკვანძო სიტყვები: ენტომოფაუნა, ქერქიჭამიები, ხარაბუზები, ბოლორქიანები, აღმოსავლური ნაძვი, სუბალპური ტყე.

შესავალი

გოდერძის უღელტეხილი მდებარეობს საქართველოში, აჭარის ა/რ ხულოს მუნიციპალიტეტში, აჭარისა და სამცხის გზასაყარზე, არსიანის ქედზე, მდინარე ქვაბლიანის მარჯვენა შენაკადის – ძინძეს სათავეში, მთა-ველების ტიპის რელიეფურ პირობებში [1].

გოდერძის უღელტეხილი და მისი მიმდებარე ტერიტორიები მაღალმთის სუბალპური ლანდშაფტებით არის წარმოდგენილი [2]. ტერიტორიის ძირითად ნაწილზე გვხვდება სუბალპური ტყეები წიფლის (*Fagus orientalis*) ნაძვისა (*Picea orientalis*) და სოჭის (*Abies nordmanniana*) შემადგენლობით, სადაც ნაძვის მხოლოდ ერთი სახეობა – აღმოსავლური ნაძვია (*Picea orientalis* L.) გავრცელებული. აქ ზომიერი სარტყლის ტყეები უწყვეტად ხარობს მესამეული პერიოდიდან. აღმოსავლეთ ევრაზიაში ეს არის ბიომრავალფეროვნებით სრულიად გამორჩეული, უნიკალური მონაკვეთი [3]. საკვლევი არეალი მოიცავს გოდერძის უღელტეხილის (2025 მ ზ.დ.) და მისი მიმდებარე ტერიტორიების: მწვანე ტბის (2058 მ ზ.დ.), გოდერძის ალპური ბაღის (1960 მ ზ.დ.) და კურორტ ბეშუმის (1850-2000 მ ზ.დ.) სუბალპური სარტყლის ტყის მცენარეულობით წარმოდგენილ (31,6 ჰა) მონაკვეთებს, რომლებიც ბიომრავალფეროვნებისა და ჰაბიტატების უნიკალურობით მოქცეულია ზურმუხტის ქსელის დამტკიცებული უბნის - „გოდერძი GE0000026“- ტერიტორიაზე. 2022 წლის 02 დეკემბრიდან ზურმუხტის ქსელის უბანი „გოდერძი GE0000026“ აღიარებულია, როგორც სპეციალური კონსერვაციული მნიშვნელობის მქონე ტერიტორიების (Areas of Special Conservation Interest-ASCI) სტატუსის მქონე დაცული ტერიტორიების საერთაშორისო ქსელში ჩართული კატეგორია [4].

კლიმატური დარაიონების მიხედვით საკვლევი ტერიტორია მოქცეულია შავი ზღვის კოლხური კლიმატის ოლქში, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ცივი ზამთარი მდგრადი თოვლის საფარით და ხანმოკლე, გრილი ზაფხული [5].

ამდენად, ამ უნიკალურ კუთხეში, სადაც, მთელი კავკასიის მსგავსად, ველური ბუნების დაცვის პრობლემები დღემდე უადრესად აქტუალურია, ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგი და ეკოსისტემების მართვის სრულყოფა უმნიშვნელოვანესი ბუნებისდაცვითი ამოცანაა (2014-2020 წწ. საქართველოს ბიომრავალფეროვნების სტრატეგიისა და მოქმედებათა გეგმის დამტკიცების შესახებ საქართველოს მთავრობის დადგენილება №343, 2014).

როგორც კლიმატური, ფლორისტულ-გეოგრაფიული და ლანდშაფტური ანალიზი გვიჩვენებს, გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში ხელსაყრელი პირობებია ენტომოფაუნის გავრცელებისთვის. სხვადასხვა მეცნიერის მიერ [6, 7] აჭარის პირობებში წიწვოვან ტყეებში, მათ შორის აღმოსავლურ ნაძვზე გავრცელებული ენტომოფაუნის მრავალი სახეობაა გამოვლენილი, რომელთა დიდი უმრავლესობა ტყის შემქმნელი სახეობებისათვის საშიში მავნებელია, მათ შორის საყურადღებოა ქერქიჭამიების, (Coleoptera: Scolytidae) ხარაბუზებისა (Coleoptera: Cerambycidae) და ბოლორქიანების (Hymenoptera: Siricidae) ოჯახის წარმომადგენლები, რომლებიც თავიანთი ბიოეკოლოგიით

მტკიცედ არიან დაკავშირებულნი ტყის მერქნიან სახეობებთან, ვინაიდან მათი ზრდა და განვითარება მიმდინარეობს ქერქის ქვეშ [8, 9].

აღნიშნულიდან გამომდინარე, აქტუალური საკითხია გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში გავრცელებული ენტომოფაუნის გამოვლენა. წარმოდგენილი კვლევის ფარგლებში პირველად მოხდა ზემოთ აღნიშნული საკითხის შესწავლა, ხოლო კვლევის შედეგები მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ რეგიონისათვის, არამედ ქვეყნისა და მსოფლიოსათვის.

წარმოდგენილ ნაშრომში საუბარია გოდერძის უღელტეხილსა და მის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში ზ.დ-დან 1850-2100 მ სიმაღლეზე გავრცელებული ენტომოფაუნის სახეობრივ მრავალფეროვნებაზე, რომლებიც თავიანთი ბიოეკოლოგიით დაკავშირებულნი არიან აღმოსავლურ ნაძვთან.

მასალა და მეთოდика

აღმოსავლურ ნაძვზე გავრცელებული ენტომოფაუნის სახეობრივი მრავალფეროვნების შესასწავლისა და გავრცელების ახალი კერების გამოვლენის მიზნით, 2023-2024 წლებში კვლევა ჩატარდა გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში ზ.დ-დან სხვადასხვა სიმაღლეზე, როგორც წიწვოვან კორომებში, ისე შერეულ ფოთლოვან ტყეებში, სადაც ნაძვის მხოლოდ ერთი სახეობა - აღმოსავლური ნაძვი (*Picea orientalis* L.) არის გავრცელებული.

ქერქიჭამიებთა (Scolytidae) და ხაბაუზებით (Cerambycidae) გამოწვეული დაზიანების აღმოჩენა და მათი ინტენსივობის განსაზღვრა მოხდა კვლევის არსებული მეთოდით [10]. კვლევები ჩატარდა კვადრატული და მარშრუტის მეთოდების გამოყენებით საკვლევი სანიმუშო ფართობების ენტომოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად [11].

კვადრატული მეთოდი გულისხმობს კონკრეტული უბნების იდენტიფიცირებას საკვლევ ტერიტორიაზე, სადაც ტარდება დაკვირვებები და მონაცემთა შეგროვება მწერებზე და მცენარეთა მდგომარეობაზე. მარშრუტის მეთოდი გულისხმობს ტერიტორიის დათვალიერებას წინასწარ განსაზღვრული მარშრუტის შესაბამისად, რაც საშუალებას იძლევა გამოავლინოს მავნებლების გავრცელება სხვადასხვა ზონაში. ეს მეთოდი შეიძლება სასარგებლო იყოს სეზონის განმავლობაში ფიტოსანიტარული მდგომარეობის დინამიკის შესაფასებლად. ამ მეთოდების ერთობლივი გამოყენება იძლევა ეკოსისტემის ფიტოსანიტარული მდგომარეობის სრულ სურათს.

შეგროვდა მწერები განვითარების ყველა სტადიაზე (კვერცხი, მატლი, ჭუპრი, იმაგო). შეგროვებული მასალის პროცენტული მაჩვენებელი განისაზღვრა ლაბორატორიულად. მწერების რაოდენობა განისაზღვრა 4-ბალიანი შკალით არსებული მეთოდების გამოყენებით [10, 11]. საკვლევ ტერიტორიებზე შეგროვებული ბიომასალა მოთავსდა სპეციალურ ჭურჭელში სათანადო ეტიკეტით და პორტატული თერმული ჩანთით ბიომასალა გადავიტანეთ ლაბორატორიაში შემდგომი კვლევისთვის [12]. მწერების იდენტიფიკაციისა და ტაქსონომიური კვლევისთვის გამოიყენებოდა ენტომოლოგიური სარკვევები [13, 14].

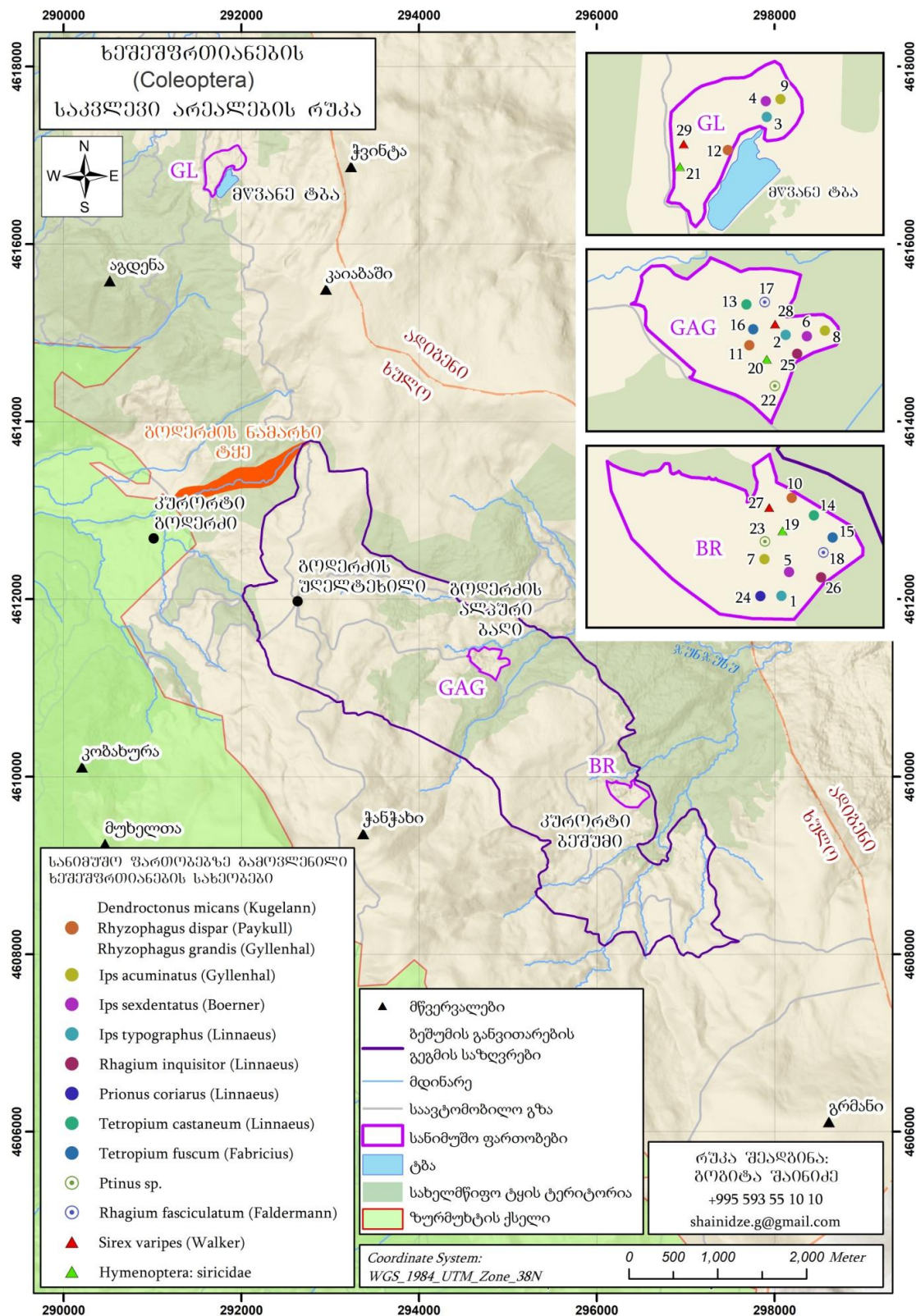
გამოვლენილი ენტომოფაუნის გავრცელების არელების დასაზუსტებლად გამოყენებული იქნა გლობალური პოზიციონირების სისტემა - GPS.

გამოლენილი სახეობების კერების აღმოჩენის და ფრენის დინამიკის შესწავლის მიზნით, გამოყენებული იქნა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები - ფერომონები. სიგნალიზაციის მიზნით მუდმივ სანიმუშო ფართობებზე ჩამოვიკიდა 1 ცალი სქესმჭერი 2 ჰა-ზე. ფერომონიანი სქესმჭერების გამოყენება მწერების მისაზიდად მოხდა უახლესი მეთოდის მიხედვით [15].

მიღებული მონაცემები დამუშავდა მათემატიკური მოდელირების პროგრამის IMB-SP SS 23 [16] გამოყენებით.

შედეგები

გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში, აღმოსავლურ ნაძვზე გავრცელებული ენტომოფაუნის გავრცელების ახალი კერების გამოვლენის მიზნით, რეკოგნოსცირების მეთოდით შევარჩიეთ სამი მუდმივი სანიმუშო ფართობი: ზ.დ. 2058 მ-ზე მწვანე ტბა, რომელიც მოიცავს 13 ჰა-ს, ზ.დ. 1960 მ-ზე გოდერძის ალპური ბაღი – 9,6 ჰა. და ზ.დ. 1900 მ-ზე კურორტი ბეშუმი – 9 ჰა. (სურ. 1). აღნიშნული სანიმუშო ფართობების აბრევიატურები სურათი 1-ზე (ხეშეშფრთიანების საკვლევი არელების რუკა) დატანილია შემდეგნაირად: მწვანე ტბის მიმდებარე ტერიტორიები - GL (Green Lake), გოდერძის ალპური ბაღი - GAG (Goderdzi Alpine Garden) და კურორტი ბეშუმი - BR (Beshumi Resort). თითოეულ სანიმუშო ფართობზე 2023 და 2024 წლის გაზაფხულიდან მონიტორინგის მიზნით განვათავსეთ ფერომონიანი მწერმჭერები (Ipsowit[®]) 1 ცალი 2 ჰა-ზე. ხოლო ივნისის თვიდან მარშრუტული ექსპედიციის მეთოდით, აღმოსავლური ნაძვის გაქერქვით შევავრთეთ ნიმუშები, თითოეული ნიმუშისათვის მოვიპოვეთ GPS კოორდინატები, რომლებიც მოცემულია ცხრილი 1-ში და შესაბამისია სურათი 1-ზე აღნიშნული სახეობების. მოვახდინეთ აღებული ნიმუშების ეტიკეტირება და შემდგომი კვლევებისათვის გადმოვიტანეთ ა(ა)იპ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის (ბათუმი, აჭარა, საქართველო) ფიტოსანიტარიის განყოფილების ლაბორატორიაში.



სურათი 1. ხეშეშვრთიანების საკვლევი არელების რუკა. სანიმუშო ფართობები: GL-მწვანე ტბა; GAG-გოდერძის ალბური ბაღი; BR-კურორტი ბეშუმი

გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში აღმოსავლურ ნაძვზე
გამოვლენილი ენტომოფაუნა სურათი 1-ის კოორდინატების მიხედვით

№	სახეობა	X	Y	მ.ზ.დ.	ლოკაცია
1	<i>Ips typographus</i> (Linnaeus)	296438	4609698	1922,5	BR
2	<i>Ips typographus</i> (Linnaeus)	294897	4611286	1928,5	GAG
3	<i>Ips typographus</i> (Linnaeus)	291927	4616918	2080,6	GL
4	<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	291924	4616973	2085,5	GL
5	<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	296453	4609743	1927,5	BR
6	<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	294946	4611283	1931,1	GAG
7	<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	296407	4609767	1927,6	BR
8	<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	294987	4611297	1922,2	GAG
9	<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	291975	4616980	2088,5	GL
10	<i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann) / <i>Rhizophagus dispar</i> (Paykull) / <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyllenhal)	296458	4609883	1919,6	BR
11	<i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann) / <i>Rhizophagus dispar</i> (Paykull) / <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyllenhal)	294814	4611263	1927,7	GAG
12	<i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann) / <i>Rhizophagus dispar</i> (Paykull) / <i>Rhizophagus grandis</i> (Gyllenhal)	291791	4616802	2071,4	GL
13	<i>Tetropium castaneum</i> (Linnaeus)	294807	4611356	1916,1	GAG
14	<i>Tetropium castaneum</i> (Linnaeus)	296500	4609850	1920,7	BR
15	<i>Tetropium fuscum</i> (Fabricius)	296535	4609808	1925,8	BR
16	<i>Tetropium fuscum</i> (Fabricius)	294823	4611299	1923,1	GAG
17	<i>Rhagium fasciculatum</i> (Faldermann)	294849	4611361	1913,1	GAG
18	<i>Rhagium fasciculatum</i> (Faldermann)	296518	4609780	1928,3	BR
19	Hymenoptera: siricidae	296441	4609821	1926,5	BR
20	Hymenoptera: siricidae	294854	4611231	1933,8	GAG
21	Hymenoptera: siricidae	291622	4616744	2067,4	GL
22	<i>Ptinus</i> sp.	294872	4611170	1937,6	GAG
23	<i>Ptinus</i> sp.	296407	4609801	1926,7	BR
24	<i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus)	296399	4609697	1926,5	BR
25	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus)	294923	4611243	1935,4	GAG
26	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus)	296514	4609733	1920,1	BR
27	<i>Sirex varipes</i> (Walker)	296415	4609865	1920,8	BR
28	<i>Sirex varipes</i> (Walker)	294873	4611311	1919,3	GAG
29	<i>Sirex varipes</i> (Walker)	291636	4616823	2064,2	GL

2023-2024 წლებში ჩატარებული კვლევების პროცესში საკვლევი არეალის სანიმუშო ფართობებზე გამოვლენილია 14 სახეობა (იხილეთ ანოტირებული სია - ცხრილი 2), რომლებიც ერთიანდებიან 2 რიგში, 5 ოჯახსა და 8 გვარში. თითოეული სახეობა თავიანთი ბიოეკოლოგიით მტკიცედ არიან დაკავშირებული ტყის შემქმნელ წიწვოვან სახეობებთან, მათ შორის აღმოსავლურ ნაძვთან.

ცხრილი 2. საკვლევ ტერიტორიებზე გამოვლენილი ენტომოფაუნის ანოტირებული სია CABI digital library და EPPO Global Database მიხედვით

№	სახეობა (ლათ.)	რიგი: ოჯახი, გვარი	ტროფიკული სპეციალიზაცია	გავრცელება	EPPO კოდი
1	<i>Ips typographus</i> (Linnaeus, 1778)	Coleoptera: Scolytidae, Ips	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ევროპა, აზია	IPSXTY
2	<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner, 1776)	Coleoptera: Scolytidae, Ips	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ევროპა, აზია	IPSXSE
3	<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal, 1827)	Coleoptera: Scolytidae, Ips	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ევროპა, აზია	IPSXAC
4	<i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann, 1794)	Coleoptera: Scolytidae, Dendroctonus	მონოფაგი (გვარი Picea)	ევროპა, აზია	DENCMI
5	<i>Rhizophagus dispar</i> (Paykull, 1800)	Coleoptera: Rhizophagidae, Rhizophagus	ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი	ევროპა, აზია	-
6	<i>Rhizophagus grandis</i> (Gyllenhal, 1827)	Coleoptera: Rhizophagidae, Rhizophagus	ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი	ევროპა, აზია	RHISGR
7	<i>Tetropium castaneum</i> (Linnaeus, 1758)	Coleoptera: Cerambycidae, Tetropium	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ევროპა, აზია, ამერიკა, რუსეთი	TETOCA
8	<i>Tetropium fuscum</i> (Fabricius, 1787)	Coleoptera: Cerambycidae, Tetropium	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ევროპა, აზია	TETOFU
9	<i>Rhagium fasciculatum</i> (Faldermann, 1837)	Coleoptera: Cerambycidae, Rhagium	პოლიფაგი	ევროპა, აზია	RHAIFA
10	<i>Ptinus fur</i> (Linnaeus, 1758)	Coleoptera: Ptinidae, Ptinus	პოლიფაგი	ევროპა, აზია, ამერიკა, ავსტრალია	PTINSP
11	<i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)	Coleoptera: Cerambycidae, Prionus	პოლიფაგი	ევროპა, აზია, აფრიკა	PRINCO
12	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	Coleoptera: Cerambycidae, Rhagium	პოლიფაგი	ევროპა	RHAIIN
13	<i>Sirex sp.</i> (Linnaeus, 1760)	Hymenoptera: Siricidae, Sirex	პოლიფაგი	ევროპა, აზია, ამერიკა, აფრიკა, ავსტრალია	SIRXSP
14	<i>Sirex varipes</i> (Walker, 1866)	Hymenoptera: Siricidae, Sirex	ოლიგოფაგი (ოჯახი Pinaceae)	ამერიკა, ახალი ზელანდია	-

საერთო ჯამში, კვლევამ მნიშვნელოვანი ინფორმაცია მოგვცა გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში გავრცელებული ენტომოფაუნის მრავალფეროვნების შესახებ, ვინაიდან ამ უნიკალურ კუთხეში, სადაც, მთელი კავკასიის მსგავსად, ველური ბუნების დაცვის პრობლემები დღემდე უაღრესად აქტუალურია, ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგი და ეკოსისტემების მართვის სრულყოფა უმნიშვნელოვანესი ბუნებისდაცვითი ამოცანაა.

დასკვნა

1. გოდერძის უღელტეხილის მიმდებარე სუბალპურ ტყეებში გავრცელებული ენტომოფაუნის შესასწავლად, მარშრუტული ექსპედიციის მეთოდით და წინასწარი დაზვერვით ზ.დ-დან 1850-2100 მ სიმაღლის დიაპაზონში შერჩეულია სამი მუდმივი სანიმუშო ფართობი: ფართობი: მწვანე ტბის მიმდებარე ნაძვნარ-სოჭნარი კორომები (13 ჰა), გოდერძის ალპური ბაღი (9,6 ჰა) და კურორტ ბეშუმის ნაძვნარ-სოჭნარი კორომები (9 ჰა).
2. საკვლევ არეალში 1850-2100 მ.ზ.დ დიაპაზონში გავრცელებული ენტომოფაუნა ერთიანდება 2 რიგში (Coleoptera, Hymenoptera), 5 ოჯახში (Scolytidae. Rhizophagidae. Cerambycidae. Ptinidae. Siricidae.) 8 გვარში (Ips, Dendroctonus, Rhizophagus, Tetropium, Rhagium, Ptinus, Prionus, Sirex).
3. მორფოლოგიური კვლევის საფუძველზე დადგენილია გამოვლენილი ენტომოფაუნის სახეობრივი კუთვნილება. მწერებზე სისტემატიკური სტატუსი მინიჭებული იქნა CABI digital library და EPPO Global Database ბაზების გამოყენებით და შეჯერებით.
4. გამოვლენილ სახეობებში არიან წიწვოვანი ტყეებისათვის მნიშვნელოვანი მავნებლები: *Ips typographus*, *Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Dendroctonus micans*, ასევე მავნე მწერთა ენტომოფაგები (მტაცებლები): *Rhizophagus micans*, *Rhizophagus grandis* და ეკოლოგიური თვალსაზრისით ტყის „სანიტრები“: *Tetropium castaneum*, *Tetropium fuscum*, *Rhagium fasciculatum*, *Rhagium inquisitor*, *prinus fur*, *Prionus coriarius*, *Sirex varipes*, *Sirex sp.*, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ორგანული მასალის დაშლის და ტყის ნაყოფიერების შესანჩუნებაში.
5. გამოვლენილი სახეობები თავიანთი ბიოეკოლოგიით მტკიცედ არიან დაკავშირებულნი ტყის შემქმნელ წიწვოვან სახეობებთან, მათ შორის აღმოსავლურ ნაძვთან.

ლიტერატურა

1. Джавахишвили А.Н. Геоморфологические районы Грузинской ССР (Типы рельефа и районы их распространения). М.-Л.: изд-во АН СССР, 1974. 178 стр
2. ფაღავა ნ., ქამადაძე ც., ჭიჭილეიშვილი ხ. აჭარის /არ ლანდშაფტების ეკოლოგიური მდგომარეობა და მისი გეოკოლოგიური გაუმჯობესების ღონისძიებანი. //საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“ შრომები, ISSN 1512-1976, ტ. 7, თბილისი-თელავი, საქართველო, 26-28 სექტემბერი, 2020
3. Norman Myers, Russell A. Mittermeier, Cristina G. Mittermeier, Gustavo A. B. da Fonseca & Jennifer Kent. Biodiversity hotspots for conservation priorities // NATURE|VOL 403|24 FEBRUARY 2000
4. Updated list of officially adopted Emerald Network sites., Standing Committee, 42nd meeting, Strasbourg, 28 November - 2 December 2022
5. კურორტი ბეშუმის, გოდერძის უღელტეხილისა და შქერნალის განვითარების გენერალური გეგმის კონცეფციის სტრატეგიული გარემოსდაცვითი შეფასების სკოპინგის ანგარიში, 2023
6. ბოლქვაძე ზ., შაინიძე ო., ლომაძე მ., 1987
7. ვასაძე რეზო, ვასაძე ზეინაზ. აჭარის მუქწიწვიანი კორომების საერთო სანიტარული მდგომარეობის გაუარესების გამომწვევი მიზეზები და სატყეო სატაქსაციო მაჩვენებლის დინამიკა ტყის ტიპების მიხედვით. ბათუმი, 2024.
8. ბურჯანაძე მ., სუპატაშვილი ა., საქართველოს წიწვოვან ტყეებში გავრცელებული უმთავრესი ქერქიჭამიები, საქართველო, 2020
9. Schiff N. M., Goulet H. D. R. Smith C. Boudreault A. D Wilson, and B. E. Scheffler. Siricidae (Hymenoptera: Symphyta: Siricoidea) of the Western Hemisphere. Canadian Journal of Arthropod Identification 21: 1-305. 2012
10. Zehnder G., Overview of Monitoring and Identification Techniques for Insect Pests, 2020
11. Dobrovolsky B. B. Phenology of insects: Ucheb. пособие для ун-тов, ped. и с.-х. узов. - М.: Vysshaya Shkola, 1969, p 232. (in Russia)
12. LSAM. How to Make an Insect Collection. lsuinsects.org / DIY _I nsect _ Collection. pdf. http://lsuinsects.org/DIY_Insect_Collection
13. Бусарова Н. В., Негроров. О. П. Энтомология. Определитель семейств насекомых 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для вузов 2020, с.182.
14. Jacobson G.G., Beetle determinant Eur. parts of the USSR. Leningrad, 1931, p 454. (in Russia)
15. Соболев А.А., Шипинская У.С.. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОПУЛЯЦИЯМИ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА И КОРОЕДА ТИПОГРАФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ. Т. 24, № 3, С. 103–108. Баумана, 2020
16. Marcus R., Eaves D.M., Statistical and Computational Analysis of Bioassay Data. In: Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes. Navon, Amos, Ascher, K. R. S. (Editor), CAB Intl, p 324, 2000

Entomofauna associated with Oriental spruce (*Picea orientalis* L.) in the around subalpine forests of Goderdzi Pass

Nino Manvelidze¹, Medea Burjanadze², Lali Jgenti³

¹PhD student, Batumi Shota Rustaveli State university, e-mail: Manvelidzenini@gmail.com. ²Prof. Dr., Georgian Technical University, e-mail: m.burjanadze@agruni.edu.ge. ³Assoc. Prof. Dr., Batumi Shota Rustaveli State university, e-mail: jgenti.lali@bsu.edu.ge

Abstract

The paper discusses the species diversity of certain beetles (Coleoptera: Scolytidae, Cerambycidae) and woodboring wasps (Hymenoptera: Siricidae) in the subalpine forests around the Goderdzi Pass in the Khulo Municipality of the Autonomous Republic of Adjara, Georgia, during the years 2023-2024. These species were found at altitudes ranging from 1850 to 2100 meters, associated with the Oriental Spruce (*Picea orientalis* L.).

To identify new foci of entomofauna common on *Picea orientalis*, in the study area three permanent sampling plots were allocated: Green Lake at 2058 m above sea level, covering 13 ha; Goderdzi Alpine Garden at 1960 m above sea level-9.6 ha, and Beshumi Resort at 1900 m above sea level - 9 ha.

The research employed methods such as route-based expeditions, quadrat sampling, insect trapping and identification. The systematic status of the insects was determined using the CABI digital library and the EPPO Global Database, with cross-referencing. To refine the distribution areas of the entomofauna, a Global Positioning System (GPS) was used.

The study revealed that the entomofauna of the *Picea orientalis* within the 1850–2100-meter elevation range is represented by 2 orders (Coleoptera, Hymenoptera), 5 families (Scolytidae, Rhizophagidae, Cerambycidae, Ptinidae, Siricidae), and 8 genera (*Ips*, *Dendroctonus*, *Rhizophagus*, *Tetropium*, *Rhagium*, *Ptinus*, *Prionus*, *Sirex*), resulting in the identification of 14 species. Based on morphological research, their taxonomic classification was confirmed, and the bioecology and vertical distribution patterns of the species were studied. Among the identified species are significant pests of coniferous forests, such as *Ips typographus*, *Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Dendroctonus micans*, as well as harmful entomophagous insects, including *Rhizophagus dispar* and *Rhizophagus grandis*. Ecologically point view, there are also "sanitizers" of the forest that help decompose organic matter and contribute to forest fertility, including *Tetropium castaneum*, *Tetropium fuscum*, *Rhagium fasciculatum*, *Rhagium inquisitor*, *Prionus fur*, *Prionus coriarius*, *Sirex varipes*, and *Sirex sp.*

Keywords: Entomofauna, Bark beetles, Longhorn beetles, Woodborers, *Picea orientalis*, Subalpine forest.

Fractal Classification Method for Complex Signals

Otkhozoria Vano¹, Narchemashvili Medea², Menabde Tamar³

¹Georgian Technical University, Georgia, <https://orcid.org/0009-0008-6028-3758>

Georgian Technical University, Georgia;; Georgian Technical University, Georgia

Abstract

The classification of complex signals, often characterized by high noise levels, non-linearity, and overlapping patterns, poses significant challenges in signal processing. Traditional methods frequently fail to address the intricate structures inherent in such signals, necessitating the adoption of advanced analytical techniques. This study explores the application of fractal methodologies, leveraging their self-similar and scale-invariant properties, for classifying complex signals. By employing tools such as the Hurst exponent and the (R/R) method, this work demonstrates how fractal analysis can effectively characterize and categorize stationary and non-stationary signals based on their probabilistic distributions and fractal dimensions. Results indicate that fractal methods provide robust descriptors for distinguishing signal types, enabling enhanced accuracy and operational efficiency. The proposed approach holds promise for developing virtual analyzers with expansive dynamic ranges, applicable in diverse fields such as diagnostics, control systems, and signal processing.

Key Words: signal processing, fractal dimension, Hurst exponent, (R/R) method

Introduction

The classification of hard signals is a critical challenge in signal processing, where the goal is to analyze and interpret complex, non-trivial datasets generated by various sources. Hard signals often exhibit characteristics such as high noise levels, overlapping patterns, non-linearity, and high dimensionality, making traditional classification approaches less effective. These signals can arise in diverse domains, including biomedical applications (e.g., EEG or ECG signals), industrial monitoring, telecommunications, and environmental systems [1].

The complexity of these signals necessitates advanced analytical techniques that can handle intricate patterns and extract meaningful features. Recent advancements in machine learning, particularly deep learning and ensemble methods, have demonstrated significant potential in addressing these challenges. These approaches leverage powerful computational models to capture subtle patterns and relationships within the data, enabling improved classification accuracy and robustness.

Fractal methods offer a promising solution for addressing these challenges by leveraging the self-similar and scale-invariant properties inherent in many complex signals. These methods utilize fractal geometry to analyze signal structures across multiple scales, revealing insights into their underlying

dynamics that are often inaccessible through conventional techniques. Key tools in this domain include fractal dimension analysis, multifractal spectra, and wavelet-based fractal approaches, which provide robust descriptors for distinguishing between signal types and classes.

The advantages of fractal methods lie in their ability to handle irregularities and noise effectively while preserving the intrinsic characteristics of the signal. By focusing on the geometric and topological aspects of signals, these methods enhance classification accuracy and robustness, even in highly complex and noisy environments. This paper explores the application of fractal methodologies to signal classification, highlighting their theoretical foundations, practical implementations, and comparative advantages over traditional approaches.

Signal Categories and Spectra

Signals can be categorized into stationary and non-stationary types, each with distinct spectral characteristics. Understanding these categories is crucial for accurate frequency analysis. Stationary signals have statistical parameters that remain constant over time, such as the overall signal level, amplitude distribution, and standard deviation. These are further classified into:

Deterministic Signals:

- Maintain relatively constant frequency and amplitude components over time.
- Subdivided into periodic signals (repeating at equal intervals) and quasi-periodic signals.
- Periodic signals exhibit discrete frequency components, known as harmonics.

Random Signals:

- Unpredictable in frequency and amplitude but exhibit constant statistical characteristics.

Non-stationary signals, on the other hand, can be divided into transient and continuous signals. Transient signals begin and end at zero levels and exist for finite durations, varying from very short to relatively long periods [1].

Literature Review

Fractal analysis has emerged as a powerful tool for understanding and characterizing complex signals. Leveraging the self-similar and scale-invariant properties of fractal structures, researchers have successfully deciphered intricate patterns and dynamics inherent in various signal types. This narrative review synthesizes recent contributions to the field, outlining the theoretical foundations, methodological advancements, and practical applications of fractal analysis in signal classification.

The exploration of fractal methodologies begins with Falconer (2013), who provides a foundational understanding of fractal geometry. This seminal work emphasizes the relevance of fractal principles in analyzing irregular and fragmented structures across multiple scales. By establishing the theoretical basis for fractal techniques, Falconer's insights form the cornerstone for subsequent applications in signal processing.

Building on this theoretical framework, Eke et al. (2002) demonstrate the practical utility of fractal measurements in physiological signal analysis. Their study illustrates how fractal dimensions can quantify complexity and distinguish between different physiological states, highlighting the potential of fractal methods in biomedical contexts such as heart rate variability and EEG analysis.

Expanding the scope of fractal applications, Otkhazia et al. (2023) investigate the fractal properties of network topologies and stochastic processes using the LabVIEW platform. Their work underscores the versatility of fractal techniques in modeling and analyzing real-world stochastic dynamics, providing a robust framework for understanding structural complexities in networked systems.

Further advancing the field, Otkhazia, Otkhazia, and Narchemashvili (2021) introduce innovative methods for quantifying fractal dimensions with a focus on the classification and diagnosis of dynamic systems. Their study emphasizes the metrological performance of fractal methods, showcasing their relevance for precision measurement and signal classification.

In addition to classification tasks, Abelashvili et al. (2024) explore the use of fractal structure analysis for diagnosing the stability of large-scale processes. By analyzing time series data, their approach facilitates real-time monitoring and diagnostics, demonstrating the applicability of fractal analysis in stability assessments and control systems.

Collectively, these studies highlight the robustness and adaptability of fractal methodologies across diverse domains. From biomedical signal analysis to network modeling and process stability diagnostics, fractal techniques provide a comprehensive framework for addressing the complexities of signal classification. This body of literature establishes a strong foundation for future advancements in the integration of fractal analysis with computational tools and machine learning approaches.

Theoretical Foundations of the (R/S) Method

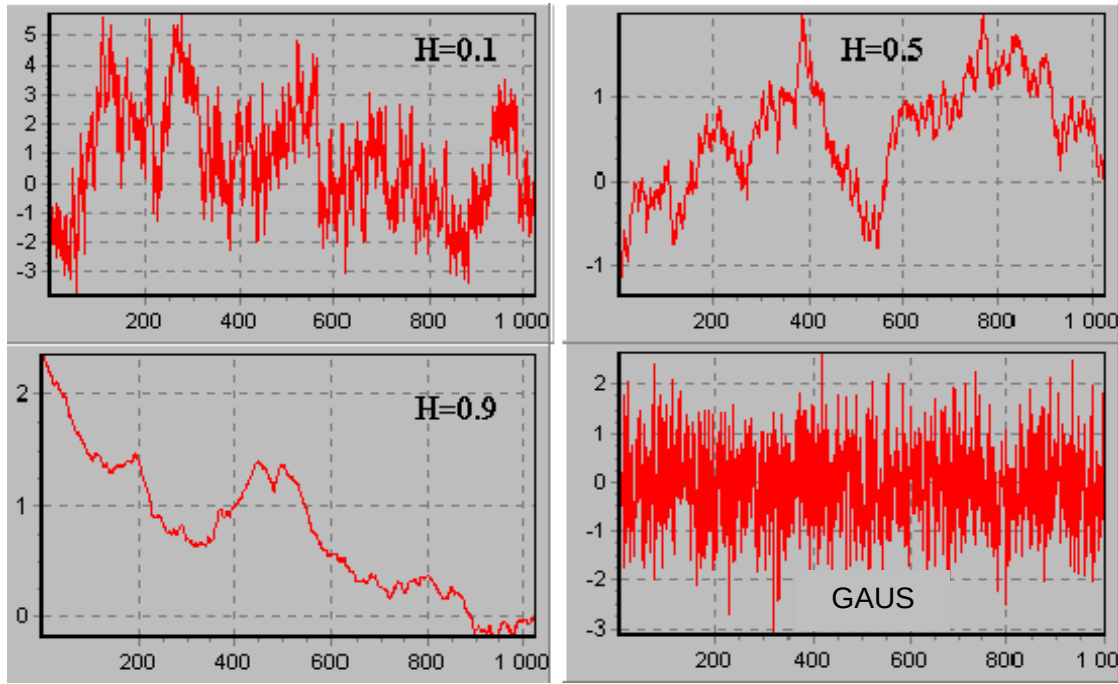
Before applying fractal methods to classify complex signals, we examine the indicator Hurst introduced for time series evaluation—the range of accumulated deviation (“R”) to the standard deviation from the mean (“S”). The dependence of the (R/S) parameter on observation time, represented on a double logarithmic scale, forms the fractal function of the studied process. The linear approximation of this function determines the angular coefficient, H, or the Hurst exponent. This exponent helps calculate the fractal dimension[3]:

$$D = 2 - H$$

The fractal dimension characterizes the chaotic properties and complexity of a process. Processes with a Hurst exponent in the range:

- $0 < H < 0.5$: Antipersistent processes, indicating high noise levels and frequent trend changes.
- $0.5 < H < 1$: Persistent processes, reflecting trend preservation and relatively low noise levels.
- $H = 0.5$: Processes with no discernible trend, influenced by unpredictable noise (Fig.1).

Fig.1. Examples of antipersistent (B) fractal lines



Measurement of Stationary Random Signals Using the (R/R) Method

The (R/R) method extends the (R/S) analysis by examining the relationship between squared deviations and mean deviations. Unlike the Hurst method, this technique separates random stationary signals based on their probability distributions, creating a practical scale for signal measurement and classification[2] [4].

Using software-generated random numbers, sets of stationary signals were analyzed. For each set, the fractal (R/R) function was calculated, and model parameters (A, B, and C) were estimated and averaged. Results indicated that the fractal (R/R) functions exhibit linear behavior within the considered sample size range (e.g., $N=400$), allowing the slope parameter (B) to serve as an identification metric [5].

Results and Discussion

Table 1 summarizes the metrological characteristics of the fractal identification scale (FIS) based on the (R/R) method. Key evaluation metrics include the average maximum (R/R) values, slope (B), and error estimates.

Table 1 metrological characteristics of the fractal identification scale

Distribution type	max (R/R)	B	Absolute Error	Relative Error (%)
2MOD	153,03	0,385	0.002	0.52
ARCS	76 959	0,194	0.002	1.03
EVEN	50 971	0,128	0.0005	0.39
SIMP	27588	0,07	0.0009	1.298
RELE	21 013	0,05	0.001	1.89
GAUS	17845	0,048	0.0008	1.78
COSH	10956	0,003	0.0001	1.99

The random error (approximately 25%) exceeds the systematic error (1.6%), enabling the rounding of $\max(R/R)$ values for practical use. For varying sample sizes, the slope parameter (B) provides a more consistent classification scale.

Conclusion

The discussed fractal classification methodology effectively categorizes complex signals based on their probabilistic and fractal properties. By integrating Hurst and (R/R) methods, the technology enables the development of virtual analyzers with broad dynamic ranges for signal shape measurement. These advancements hold potential for applications in signal processing, diagnostics, and control systems.

References

1. Eke, A., Hermann, P., Kocsis, L., & Kozak, L. R. (2002). Fractal characterization of complexity in temporal physiological signals. *Physiological Measurement*, 23(1), R1-R38.
2. Otkhazia, N., Azmaiparashvili, Z., Petriashvili, L., Otkhazia, V., & Akhlouri, E. (2023). Labview In The Research Of Fractal Properties Of The Topology Of Networks And Stochastic Processes. World Science. doi:https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092023/8020
3. Otkhazia, N., Otkhazia, V., Narchemashvili, M. (2021) Fractality Of Measurements Of Quantities And Real Processes. *International Trends In Science And Technology, Engineering Sciences* June 2021 Doi: https://doi.org/10.31435/rsglobal_conf/30062021/7620
4. Falconer, K. (2013). *Fractals: A Very Short Introduction*. Published by Oxford University Press, 138-152 page.
5. Abelashvili, N., Otkhazia, N., Otkhazia, V., & Akhlouri, E. (2024). Diagnosing the stability of large-scale processes using fractal structure analysis of time series. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(4), 30–37. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240304.03>

კომპლექსური სიგნალების ფრაქტალური კლასიფიკაციის მეთოდი

ოთხოზორია ვანო, ნარჩემაშვილი მედეა, მენაბდე თამარ

საქართველო ტექნიკური უნივერსიტეტი

როგორც სიგნალების კლასიფიკაცია, რომელიც ხშირად ხასიათდება ხმაურის მაღალი დონით, არაწრფივობითა და გადაფარვით, მნიშვნელოვან გამოწვევებს უქმნის სიგნალის დამუშავებას. ტრადიციული მეთოდები ხშირად ვერ აანალიზებენ ასეთი სიგნალების თანდაყოლილ რთულ სტრუქტურებს, რაც მოითხოვს მოწინავე ანალიტიკური ტექნიკის გამოყენებას. სტატია იკვლევს ფრაქტალური მეთოდოლოგიების გამოყენებას როგორც სიგნალების კლასიფიკაციისთვის ისეთი ინსტრუმენტებით, როგორიცაა ჰურსტის მაჩვენებლები და (R/R) მეთოდი, სტატიიდან ჩანს, თუ როგორ შეუძლია ფრაქტალურ ანალიზს ეფექტურად დაახასიათოს და დაახარისხოს სტაციონარული და არასტაციონარული სიგნალები მათი ალბათური განაწილებისა და ფრაქტალის განზომილებების საფუძველზე. მიღებული შედეგები სიგნალების კლასიფიკაციის გაუმჯობესებული სიზუსტის და ეფექტურობის საშუალებას იძლევა. შემოთავაზებული მიდგომა საინტერესოა ვირტუალური ანალიზატორების განვითარებისთვის გაფართოებული დინამიური დიაპაზონებით, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა სფეროებში, როგორიცაა დიაგნოსტიკა, კონტროლის სისტემები და სიგნალის დამუშავება.

საკვანძო სიტყვები: სიგნალის დამუშავება, ფრაქტალური განზომილება, ჰურსტის ექსპონენტი, (R/R) მეთოდი

2.1 ხელოვნება და ჰუმანიტარული მეცნიერებები

ზღაპრის არქეტიპები როგორც დალის საბავშვო ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“

თამარი ბურნაძე¹

¹დოქტორანტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ტელეფონი: 598141148, Email: tako.burnadze@gmail.com

აბსტრაქტი

სტატიაში წარმოდგენილია როგორც დალის საბავშვო ნაწარმოების „შეუდარებელი ბატონო მელია“ ანალიზი, მასში ზღაპრის არქეტიპების იდენტიფიცირებისა და გააზრება-გადააზრების საფუძველზე.

სტატია მიზნად ისახავს, საანალიზო მასალაზე დაყრდნობით, გამოარკვეოს როგორც დალის საბავშვო ნაწარმოების არქეტიპული ელემენტების შემცველობის მნიშვნელობა და კავშირი მსოფლიო ხალხთა ზრახვებთან. ასევე, კვლევის მიზანია, იმის დადგენა, თუ რა სახის ტრანსფორმაცია განიცადა ზღაპრის არქეტიპებმა მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებიდან დალის მოცემულ ნაწარმოებამდე, რომელი არქეტიპია უფრო მეტად გამოკვეთილი და რომელი ქვეყნის ზღაპრებთან მჭიდროდ უფრო მეტი მსგავსება.

საკვანძო სიტყვები: არქეტიპები, ზღაპრის არქეტიპები, მსოფლიო ხალხთა ზღაპრები, მელიის სახე-სიმბოლო, როგორც დალი

შესავალი

არქეტიპების უნივერსალური ხასიათი გულისხმობს მათ არსებობას კულტურის სხვადასხვა სფეროში. ტერმინი „არქეტიპი“ თავდაპირველად გვხვდება იუნგის ნაშრომში („Instinct and the unconscious,” 1919) და მის მიერ განხილული კოლექტიური არაცნობიერის ძირითად დასაყრდენს წარმოადგენს. უნდა აღინიშნოს, რომ არქეტიპებით დაინტერესებამ ფსიქოლოგიიდან, თანდათანობით, სხვა სფეროებში გადაინაცვლა და მოცემული ფენომენის კვლევა დაიწყო ზღაპრებში, მითებში, რელიგიასა და ხელოვნებაში.

არქეტიპები თანამედროვე სამყაროშიც მრავლადაა წარმოდგენილი არა მხოლოდ ტექსტური, არამედ ფილმებისა და სხვა გამომსახველობითი ფორმების საშუალებით. ზღაპრის არქეტიპები შედარებით ნაკლებადაა გამოკვლეული თანამედროვე საბავშვო მწერლების

ნაწარმოებებში. მათი განხილვა უფრო ხშირად ხდება ფართო ჟრილში. ვინაიდან ზღაპრები ადამიანური სიბრძნისა და გამოცდილების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს, საინტერესო იქნება მათში არსებული არქექტიპების სიღრმისეული შესწავლა.

ლიტერატურაში არქექტიპების კვლევა უკავშირდება ნორტოპ ფრაის სახელს. მას თავის ნაშრომში „კრიტიკის ანატომია“, (1957) მოჰყავს არგუმენტები იმის დასამტკიცებლად, რომ მითოსური არქექტიპი წარმოადგენს ლიტერატურის მთავარ მამოძრავებელ ძალას. უფრო კონკრეტულად, ფრაი მითოსურ არქექტიპებს სიღრმისეულად განიხილავს ლიტერატურის სხვადასხვა ჟანრთან მიმართებით (ტრაგედია, კომედია, სატირა და რაინდული რომანი). კავშირი აღნიშნულ ლიტერატურულ ჟანრებსა და მითოსურ არქექტიპებს შორის შესაძლოა შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ:

რაინდული რომანი - ძიების მითოლოგემა, გმირის ტრიუმფი

კომედია - გმირის ახლიდან დაბადება, მკვდრეთით აღდგომა

ტრაგედია - პროტაგონისტის დაცემა ან სიკვდილი

სატირა - გმირის არარსებობა

აღსანიშნავია, რომ ფრაის კრიტიკა არ არის ტექსტუალური ხასიათის. არქექტიპების გამოსავლენად ის ერთმანეთს უკავშირებს სხვადასხვა ტექსტებს.

მიუხედავად იმისა, რომ ავტორის ყურადღება არაა მიმართული კონკრეტულად ზღაპრებსა და საბავშვო ლიტერატურაში არსებული არქექტიპებისკენ, აღნიშნული ნაშრომი წარმოადგენს დამხმარე მასალას როაღ დალის საბავშვო ნაწარმოებებში ზღაპრის არქექტიპების კვლევის პროცესში. ამის საფუძველს იძლევა ის ფაქტი, რომ ავტორის მიერ ოთხი ლიტერატურული ჟანრისთვის მიკუთვნებული არქექტიპები ხშირად ზღაპრებშიცაა წარმოდგენილი და მათი არსებობა სხვადასხვა სახის ტექსტში უფრო მეტად ამყარებს შეხედულებას კოლექტიური არაცნობიერისა და არქექტიპების უნივერსალური ხასიათის შესახებ.

გარდა იმისა, რომ არქექტიპები განხილულია ფართო ლიტერატურულ კონტექსტში, ხშირად მათ იკვლევენ ცალკეული სახით და მოიცავს პერსონაჟებს, გარემოს, მთავარი გმირის მოგზაურობის საფეხურებსა და სხვა არქექტიპულ სახე-სიმბოლოებს სხვადასხვა სახის ტექსტებში. კონკრეტულად, ზღაპრებში არსებული ფუნქციები განხილულია რამდენიმე თვალსაზრისით.

ფოლკლორულ ტექსტებში არსებული არქექტიპები საფუძვლიანად გაანალიზა პროჰმა თავის ნაშრომში „ზღაპრის მორფოლოგია.“ იგი არის მცდელობა ზღაპრის სიღრმისეული სტრუქტურების შესწავლისა. პროჰმა აღნიშნულ ნაშრომში, რუსულ ზღაპრებზე დაყრდნობით, მიმოიხილავს სიუჟეტის ძირითად კომპონენტებს და ახდენს საერთო თემებისა და ელემენტების იდენტიფიცირებას. მისი აზრით, არსებობს უნივერსალური ელემენტები, რომლებიც ზღაპრის ყველა ტექსტისთვის საერთოა და შესაძლებელია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის ზღაპრებში იდენტური ან მსგავსი სიუჟეტების, სიმბოლოებისა თუ პერსონაჟების

არსებობა. პროპს მიაჩნია, რომ მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებს შორის არსებული მსგავსებების მიზეზთა დადგენაში დახმარება შეუძლია მორფოლოგიურ კვლევას, რადგან ამბის კომპონენტებად დაშლის უნარი სწორი შედარებითი ანალიზის საწინდარია.

უნდა აღინიშნოს, რომ იგი ზღაპრის შემადგენელი ნაწილების განსაცალკევებლად იყენებს სპეციალურ მორფოლოგიურ მეთოდს, რაც გულისხმობს ზღაპარში არსებული მოვლენებისა და ქმედებების შედარებას. მან მოახერხა ასობით ზღაპრის ერთ სტრუქტურამდე დაყვანა, რისი მეშვეობითაც გაამყარა საკუთარი მოსაზრება ზღაპრების საერთო მახასიათებლების შესახებ. ასევე, პროპის შეხედულებები არგუმენტირებულია ზღაპრებიდან წარმოდგენილი მაგალითებით, რომლებიც ეხმარება იმის წარმოჩენაში, რომ მართალია, ხშირ შემთხვევაში ზღაპრებში იცვლებიან პერსონაჟები და მათი მახასიათებლები, თუმცა მათი ქმედებები და ფუნქცია უცვლელი რჩება.

პროპის სტრუქტურული მოდელი ეყრდნობა შემდეგ კრიტერიუმებს:

- პერსონაჟთა ფუნქციები ზღაპრის სტაბილური, მუდმივი კომპონენტებია, მიუხედავად იმისა როგორ და ვის მიერ სრულდება ისინი და წარმოადგენენ მის ფუნდამენტურ შემადგენელ ნაწილებს.
- ზღაპარში არსებული ფუნქციების რაოდენობა შეზღუდულია.
- ფუნქციათა თანმიმდევრობა ყოველთვის იდენტურია.
- ყოველი ზღაპარი სტრუქტურულად ერთი ტიპისაა.

შესაძლოა ითქვას, რომ პროპის მიერ ზღაპების სტრუქტურული ანალიზი სიღრმისეულია და მისი საშუალებით მკაფიოდაა გამოკვეთილი საერთო, არქექტიპული ელემენტები. უნდა აღინიშნოს ავტორის მიერ კვლევაში გამოყენებული ზღაპრების სიმრავლეც, რაც კიდევ უფრო მეტ დამაჯერებლობას მატებს მას.

პროპის მიერ დადგენილი უნივერსალური სტრუქტურა საშუალებას იძლევა, შედარებითი ანალიზის გამოყენებით, როაღდ დალის საბავშვო ლიტერატურაში გამოვავლინოთ არქექტიპული ელემენტები, უნივერსალური ფუნქციები და ასევე, სტრუქტურული განსხვავებები. მოცემული სტატიისთვის საკვლევ მასალას, როაღდ დალის ნაწარმოების გარდა, წარმოადგენს მსოფლიო ხალხთა ზღაპრები, რაც სცდება პროპის მიერ გამოკვლეული რუსული ზღაპრების არეალს და ერთგვარი საშუალებაა ზღაპრის არქექტიპების უნივერსალური ხასიათის შესახებ მოსაზრების გასამყარებლად.

ზღაპრების ფუნქციებსა და სტრუქტურაზე საუბრისას აღსანიშნავია ლევი სტროსის მოსაზრება, რომელიც გარკვეულწილად პროპის შეხედულებას ეწინააღმდეგება. პროპის მიდგომა სინტაგმატურია, ლევი სტროსის კი პარადიგმატური. მაშინ როდესაც პროპი ახდენს ფუნქციათა კლასიფიკაციას ზღაპრებში და ყურადღების მიღმა ტოვებს სემანტიკურ კონტექსტს, მისი ოპონენტი იკვლევს სემანტიკურ მიმართებებს მითემებს შორის. აღნიშნულ ორი ავტორს შორის არსებული თეორიული და მეთოდოლოგიური განსხვავების მიუხედავად, ისინი გარკვეულწილად ერთმანეთს ავსებენ. შესაბამისად, გარდა ფუნქციებისა, როაღდ

დალის ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“ შესაძლებელია ყურადღების კონტექსტზე გამახვილებაც.

ვინაიდან სტატიაში გამოკვლეულია როაღდ დალის ნაწარმოები „შეუდარებელი ბატონი მელა,“ უნდა გამოიყოს რამდენიმე მოსაზრება ზღაპრებში არსებული იმ არქეტიპული სახე-სიმბოლოების შესახებ, რომლებიც ცხოველების, კონკრეტულად კი მელიის სახითაა წარმოდგენილი.

მიჩნეულია, რომ კონკრეტული ცხოველები და მათი მნიშვნელოვანი როლი ზღაპრებში არასოდეს იცვლება (Teupe, 2013). ჩედვიკი, ანალიზებს რა, ანტროპომორფულ იგავებში, სხვა სახის ტექსტებსა და ხელოვნების ნიმუშებში, მელიის წარმოდგენის გზას, უხსოვარი დროიდან დღემდე, ასკვნის, რომ იგი ერთ-ერთი უცვლელი და მყარი პერსონაჟია და ხშირად წარმოდგენილია, როგორც ოინბაზი ანტიგმირი, რომელიც ყველა ღონეს ხმარობს გემრიელი საკვების ხელში ჩასაგდებად (Chadwick, 1994). ჩოლოყაშვილის მიხედვით, მელია სხვადასხვა ტიპის ზღაპრებში სხვადასხვა ფუნქციის მატარებელია. მაგალითად, ზოგიერთი ტიპის ზღაპარში ის საწადელს აღწევს, სხვა ტიპის ზღაპრებში კი ვერა. ასევე, ის შესაძლოა წარმოდგენილი იყოს, როგორც ადამიანის დამხმარე. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ტიპის ზღაპარში შენარჩუნებულია მისი მთავარი მახასიათებლები: მოხერხებულობა, ოინბაზობა, სხვების მოტყუების უნარი. უცვლელი რჩება ის ნიუანსიც, რომ მელია ქმედებები ძირითადად ერთ მიზანს - საკვების მოპოვებას უკავშირდება (ჩოლოყაშვილი, 2013).

ბოსი, შედარებითი მეთოდის გამოყენებით, მელიის სახე-სიმბოლოს იკვლევს ევროპულ და იაპონურ კულტურებსა და ცხოველთა ზღაპრებში (Boss, 2020). მისი დასკვნით, მართალია მელია ახვადასხვა კულტურაში წარმოდგენილია როგორც ოინბაზი, თუმცა მისი ამგვარად წარმოდგენა სხვადასხვა ფუნქციის მატარებელია. ინგლისურ, ფრანგულ, გერმანულ და ჰოლანდიურ ცხოველთა ზღაპრებში გვხვდება მელია რეინარდი, როგორც მანიპულატორი ანტაგონისტი, სერიული მკვლელი, კორუმპირებული დიდებული და ა.შ. მაშინ როცა, აღმოსავლეთ აზიის კულტურაში მელია ზებუნებრივი ძალის მფლობელია (kitsune), თუმცა შესაძლოა თავად დარჩეს მოტყუებული, აქვს რამდენიმე კუდი, რომელთა რაოდენობის ზრდის პროპორციულად იზრდება მისი ძლევამოსილება. ბოსის მიერ აღნიშნულ ორ კულტურაში მელიის სახე-სიმბოლოს შესწავლა ეყრდნობა ევროპულ და იაპონურ ცხოველთა ზღაპრებს, დალის საბავშვო ნაწარმოებისთვის კი საკვლევ მასალას წარმოადგენს მსოფლიო ხალხთა ზღაპრები, რაც უფრო ფართო ჭრილში წარმოგვიდგენს მელიის სახე-სიმბოლოსა და მის არქეტიპულ ბუნებას.

აღნიშნული სტატიის მიზანია შედარებითი მეთოდის გამოყენებით გამოიკვლიოს ზღაპრის არქეტიპები როაღდ დალის საბავშვო ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“ და უპასუხოს შემდეგ შეკითხვებს:

- რა სახის მსგავსებები იკვეთება მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებსა და როაღდ დალის საბავშვო ნაწარმოებს შორის? რამდენად მკვეთრია არსებული მსგავსებები?
- რომელი ქვეყნის ზღაპრებთან ამჟღავნებს დალის საბავშვო ნაწარმოები უფრო მეტ მსგავსებას?

- რომელი არქეტიპებია ყველაზე მეტად გამოკვეთილი როალდ დალის საბავშვო ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია?“
- რა სახის ტრანსფორმაცია განიცადა არქეტიპებმა მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებიდან დალის საბავშვო ნაწარმოებამდე?

დალის ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“ მელია მთავარი გმირის სახითაა წარმოდგენილი. დასაწყისშივე ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ ავტორი მელიას ადამიანურ თვისებებს ანიჭებს: იგი ტექსტში გვხვდება, როგორც „ბატონი მელია“, შეუძლია საუბარი, ადამიანის მსგავსად მისი გუნება-განწყობილებაც იცვლება და ერთმანეთს ცვლის უდარდებლობა, მხიარულება და სიამაყე : „არადა, ბატონ მელას რომ სცოდნოდა, იმ ღამით სად ჩაუსაფრდა სამი ფერმერი, ასე უდარდელად არ ილაპარაკებდა“ (დალი, 2022: 22), „თვალეზში მხიარული ნაპერწკალი უკრთოდა“ (დალი 2022: 47), „ - პირველივე ცდით მოვახერხე! მოვახერხე! მოვახერხე! - ამვრა იატაკის ღრიჭოში და სიხარულით დაუარა, -ამოდით! - მიუმღერა შვილებს...“ (დალი 2022: 51). ასევე, მელიასთან მიმართებით ტექსტში ხშირად გვხვდება შემდეგი სიტყვები და ფრაზები : აკანკალებული წამოჯდა, ატირდა, დაიქანდა, აქვითინდა, ხელი მოხვია, გულში ჩაიკრა, ამოიხვნეშა, გაულიმა, სევდიანად გააქნია თავი და ა.შ. უნდა აღინიშნოს, რომ ადამიანური თვისებების მინიჭება მელიისა და მისი ოჯახის ამბავს მკითხველისთვის ემოციურად აღსაქმელს ხდის.

სხვადასხვა ქვეყნის ზღაპრების გაანალიზება, რომლებშიც მელია ფიგურირებს გამოავლენს, რამდენადაა მელიისთვის ადამიანური თვისებების მინიჭება ზოგადად ზღაპრების უცვლელი მახასიათებელი.

ბრაზილიურ ზღაპარში „კუ და მელაკუდა“ ძირითადი ადამიანური თვისება, რომელიც მელიას აქვს არის საუბრის უნარი. ასევე, შესამჩნევია, რომ მელიას შეუძლია სანადლეოს დადება და დაფიქრება :

„ - აუ! რა გნებავთ?!

მელიამ უთხრა:

- მოდი დავნადლევდეთ!

კუ დაეთანხმა:

- კარგი, მაგრამ, რაზე დავნადლევდეთ?

მელია დაფიქრდა და მიუგო:

-თუნდაც ერთმანეთს ძალაში შევეჯიბროთ!“ (ბრაზილიური ზღაპრები, 2019:124)

რაც შეეხება გერმანულ ზღაპარს „მელა და კატა“, მელია დალის ნაწარმოების მსგავსად ნახსენებია, როგორც „ბატონი მელა“ და ისეთი ადამიანური თვისებებით წარმოგვიდგება, როგორიცაა მედიდურობა, სიამაყე, შეცოდების განცდა და საუბრის უნარი: „მელამ მედიდურად ახედ-დახედა კატას თავით ფეხებამდე, არ იცოდა პასუხის ღირსი გაეხადა თუ

არა“ (გერმანული ზღაპრები, 2020:195), „ როგორ მეცოდები, შე საწყალო, გამომყევი და გასწავლი, ძაღლებს ხელიდან როგორ უნდა დაუძვრე“ (გერმანული ზღაპრები, 2020:196). კიდევ ერთ გერმანულ ზღაპარში „მელა და ცხენი“, ასევე, ვხვდებით მელიის გაპიროვნებას, რაც გამოიხატება საუბრის, სხვისთვის რჩევის მიცემასა და ლომისთვის ფეხების შეკვრის უნარში: „ - აქ შენს გემოზე ვერ შეექცევი; ცხენს კუდით გამოგაბამ, ხაროში შეათრიე და იქ ნებივრად მიირთვი“ (გერმანული ზღაპრები, 2020: 265). სხვა გერმანულ ზღაპარში „მგელი და მელა,“ განხილული ზღაპრების მსგავსად, მელიას ძირითადი ადამიანური უნარი გააჩნია - მეტყველების უნარი (გერმანული ზღაპრები, 2020: 191).

მელიას სახე-სიმბოლოს ვხვდებით იტალიურ ზღაპრებშიც. ზღაპარში „ ბატი და მელა“ ვხვდებით შემდეგ სიტყვებსა და ფრაზებს: ტუჩებს ილოკავდა, ჩაიდუდუნა, ილოცა, გაიფიქრა, ჩაბუქნა, დაიყვირა, მიუკაკუნა (იტალიური ზღაპრები, 2020:178).

ამ მხრივ, არც იაპონური ზღაპრებია გამონაკლისი. ზღაპარში „კოჭლი მელია“ მელიებს შეუძლიათ ფიქრი, ტირილი, დაცინვა, დათრობა, ჯადოს გაკეთება, ცეკვა, გააჩნიათ უხერხულობისა და სირცხვილის განცდა (საზღვარგარეთის ხალხთა ზღაპრები, 1964:107).

იაპონიის მსგავსად, აფრიკაც გამორჩეულია თავისი კულტურული თავისებურებებით. საინტერესოა, გვხვდება თუ არა მელიის გაპიროვნება აფრიკულ ზღაპრებში. ზღაპარში „მელა და აფთარი“ მელას ადამიანის მსგავსად მხოლოდ საუბრის უნარი აქვს (აფრიკული ზღაპრები, 2019: 24). ხოლო მეორე აფრიკულ ზღაპარში „როგორ მოატყუა მელამ აფთარი“ მელას დამატებით ისეთი ადამიანური უნარები აქვს, როგორიცაა სიმღერა და წიგნის ხელში დაჭერა (აფრიკული ზღაპრები, 2019: 187).

ადამიანური ნიშან-თვისებების ნაკლებობას არც ესპანურ ზღაპრებში წარმოდგენილ მელიასთან ვხვდებით: „ - გზაში შოშიებმა შემიჭამეს, - იცრუა მელამ. გაბრაზდა მგელი, წავიდა და თავისი სასახლის სახურავის ღებვა დაიწყო“ (ესპანური ზღაპრები, 2014:18).

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს იმ ქართული ზღაპრების სიმრავლე, რომლებშიც ვხვდებით მელიის სახე-სიმბოლოს. ზღაპარში “მელიას ემშაკობა“ ვხვდებით შემდეგ სიტყვებსა და ფრაზებს: ამოიღლიავა, დაიძახა, ტირილი დაიწყო, მიიმღერის, რქებზე ჩამოაცვა, დანით გამოსჭრა ყელი, ქვა ააგდო, ზურგზე წამოიკიდა და ა.შ. ყოველი მათგანი მელიას ქმედებებს გამოხატავს და კიდევ ერთხელ უსვამს ხაზს მისთვის ადამიანური ნიშან-თვისებების მინიჭებას. სხვა ქართულ ზღაპრებში, როგორიცაა „ლომი და მელია,“ „მელია და მწყერჩიტა,“ „დათვი და მელია,“ „ტურა და მელა,“ „მელია“ და სხვ. აღნიშნული ტენდენცია გრძელდება.

როგორც მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებისა და როალდ დალის საბავშვო ნაწარმოების შედარებითი შესწავლისას გამოიკვეთა, მელიის ერთ-ერთი უცვლელი მახასიათებელი, სწორედ, მისი ადამიანური ნიშან-თვისებებითა და უნარებით წარმოდგენაა. სხვა ნიშან-თვისებებისგან განსხვავებით, მეტყველება ის უნარია, რომელიც ყველა განხილულ ზღაპარშია მოცემული, განურჩევლად კულტურული სხვაობებისა.

ყურადღებას იქცევს გარკვეული სიუჟეტური ნიუანსების განმეორებადი ხასიათიც. მაგალითად, ამ მხრივ, ერთმანეთთან მსგავსებას ამჟღავნებს გერმანული ზღაპარი „მგელი და მელა“, და აფრიკული ზღაპარი „როგორ მოატყუა მელამ აფთარი.“ ორივე ტექსტში ვხვდებით, სხვების გასაცურებლად, მელიას მიერ გამოყენებულ მსგავს ხერხს: „გლეხი დაინახა თუ არა, მელაი ერთი ნახტომით გაძვრა ხვრელში. მგელსაც უნდოდა უკან გაჰყოლოდა, მაგრამ საჭმელს ისე გაეხერა, რომ ვეღარ გაეტია და შიგ გაიჭედა. მიადგა გლეხი და იმდენი ურტყა კეტი, სანამ სული არ ამოხდა“ (გერმანული ზღაპრები, 2020: 194); „მელიამ ადრე შეწყვიტა ჭამა, მივიდა ღობესთან, ნახა, რომ ძლივსღა ეტეოდა ხვრელში. როგორც იყო თვითონ გაძვრა და აფთარი მიატოვა. აფთარმა კი საჭმელი იპოვა და სხვა საფიქრალი რა ექნებოდა, ჭამა და ჭამა ხორცი. მუცელი ისე ჰქონდა გაბერილი, რომ ხვრელში მხოლოდ ტანის წინა ნაწილი ეტეოდა. დარჩა აფთარი ბაკში. დილით საქონლის პატრონი მოვიდა. მოსდგა აფთარს და იმდენი ურტყა, სანამ ხელიდან არ გაუსხლტა და არ გაექცა.“ (აფრიკული ზღაპრები, 2019: 187). იქიდან გამომდინარე, რომ აფრიკული და გერმანული კულტურა ერთმანეთისგან საკმაოდ დაშორებულია, შესაძლოა ითქვას, რომ აღნიშნული ორი მონაკვეთი ნათლად ავლენს ზღაპრის სიუჟეტური ნიუანსების უნივერსალურ ხასიათს.

იმის გამოსავლენად, თუ კიდევ რა აერთიანებს აღნიშნულ ზღაპრებს, გავაანალიზოთ მელიის, როგორც პერსონაჟის ბუნება. ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“, ავტორი მელიას წარმოგვიდგენს პროტაგონისტის სახით. თუკი დანარჩენი ზღაპრების კითხვისას მკითხველს ნაკლებად შეიძლება გაუჩნდეს თანაგრძნობის განცდა მელიის მიმართ, ბატონი მელიისა და მისი ოჯახის განსაცდელის მათი თვალთახედვით დანახვა იძლევა საპირისპირო სურათს. მელია დალისთან წარმოდგენილია, როგორც ოჯახსა და მეგობრებზე მზრუნველი პერსონაჟი, რომელიც ყველაფერს აკეთებს მათი კეთილდღეობისთვის და შედეგად განიცდის ბედნიერებას: „ბატონმა მელიამ შეხედა თავის ოთხს მელაკუდას და გაეღიმა. შვილები მყავს და რა შვილებიო, გაიფიქრა. სამი დღეა შიმშილით კვდებიან, ყლუპი წყალი არ დაუღვიათ და მაინც არ ყრიან ფარ-ხმალს. ჰოდა, არც მე ვუღალატებო“ (დალი, 2022:48). მელია დამხმარედ გვევლინება კიდევ ერთ განხილულ ზღაპარში „კოჭლი მელია.“ თუმცა აქ იგი ადამიანებს იცავს სხვა მელიების ოინებისგან და მათ ჯადოსნურ შელოცვასაც ასწავლის. აფრიკულ ზღაპარში „მელია და აფთარი“ მელია საპირისპირო ხასიათს ამჟღავნებს და მეგობარს გასაჭირში ტოვებს. მიუხედავად მზრუნველი ხასიათისა, ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“ უცვლელი რჩება მელიის, როგორც ზღაპრების პერსონაჟის უნივერსალური თვისება - მოხერხებულობა და ქურდბაცაცობა. თუმცა ეს უკანასკნელი, ოჯახზე ზრუნვითაა გამართლებული: „-ქვეყანაზე ერთს მაინც იცნობ ისეთს, ვინც ორიოდე ქათამს არ აწაპნის, როცა შვილები შიმშილით ეხოცება?“ (დალი, 2022:72). კიდევ ერთი ხშირად განმეორებადი ნიუანსია ის, რომ მელია თავის მოხერხებულობას ხშირად საკვების მოსაპარად იყენებს. დალის ნაწარმოებში იგი გვირავს თხრის ქათმების, იხვებისა და სიდრის ხელში ჩასაგდებად; აღსანიშნავია, რომ სხვა ზღაპრებში მელია ძირითადად ჭკუით სჯობნის ლომს, მგელს, აფთარსა და სხვა ცხოველებს, თუმცა, ამ მხრივ, გამონაკლისია ბრაზილიური ზღაპარი „კუ და მელაკუდა“, რომელშიც წარმოდგენილია მელიის მოხერხებულობის მარცხი.

თუკი დალის საბავშვო ნაწარმოებს განვიხილავთ სტრუქტურული თვალსაზრისით, ამისათვის უნდა დავეყრდნოთ პროპის შემდეგ სქემას: 1. ოჯახის ერთ-ერთი წევრი მიდის სახლიდან; 2. გმირი იღებს გარკვეულ აკრძალვას; 3. გმირი არღვევს აკრძალვას; 4. უარყოფითი გმირი ცდილობს დაზვერვას; 5. უარყოფითი გმირი იღებს ინფორმაციას თავისი მსხვერპლის შესახებ; 6. უარყოფითი გმირი ცდილობს გააცუროს თავისი მსხვერპლი, რათა ხელში ჩაიგდოს მისი ქონება; 7. მსხვერპლი ებმევა მახეში; 8. უარყოფითი გმირი ზიანს აყენებს გმირის ოჯახის რომელიმე წევრს; 9. გმირს აცნობებენ უბედურების ან უქონლობის შესახებ; 10. მაძიებელი გმირი ეთანხმება ან უწევს წინააღმდეგობას; 11. გმირი ტოვებს სახლს; 12. გზაზე მას გამოცდიან, გამოკითხავენ, თავს ესხმიან და ა.შ. ასე მზადდება მისთვის ჯადოსნური საშუალების ან დამხმარის გამოჩენა; 13. გმირი რეაგირებას ახდენს მომავალი მჭუქებლის ქმედებაზე; 14. გმირი ხდება ჯადოსნური საშუალების მფლობელი (ეს შესაძლოა იყოს: ხმალი, ლამპარი, ცხენი, არწივი და სხვ. ან გმირმა შეიძინოს განსაკუთრებული ძალა და უნარები); 15. გმირს გადაიყვანენ ან მას მიუძღვიან იმ ადგილისკენ სადაც არის საძიებელი საგანი; 16. გმირი და უარყოფითი გმირი ერთმანეთს ებრძვიან; 17. გმირს დაღს ასვამენ; 18. ანტიგმირი მარცხდება; 19. თავდაპირველი უბედურება ან უქონლობა ლიკვიდირებულია; 20. გმირი ბრუნდება; 21. გმირს მისდევნენ; 22. გმირი გადაურჩება მდევარს; 23. გმირს სამშობლოში ან სხვა ქვეყანაში დაბრუნებისას ვერ სცნობენ; 24. ცრუ გმირი დაუმსახურებლად მიიკუთვნებს უფლებებს; 25. გმირი დგება რთული ამოცანის წინაშე; 26. გმირი თავს ართმევს დავალებას; 27. გმირს სცნობენ; 28. ცრუ გმირი გამოაშკარავდება; 29. გმირი აქვს ახალი იერსახე; 30. ანტიგმირი ისჯება; 31. გმირი ქორწინდება და მეფდება (პროპი, 1984).

ავტორისეულ ტექსტში გვხვდება ზოგიერთი სტრუქტურული ელემენტი, როგორცაა მაგალითად, პერსონაჟის სახლიდან წასვლა და დაბრკოლებების გადალახვა. ტექსტში ასევე წარმოდგენილია გმირის გაქცევა და მისი დევნა. ბატონი მელია და მისი ოჯახი იძულებულნი ხდებიან დატოვონ საცხოვრებელი და მათი გასავლელი გზა თანდათანობით რთულდება-ჯერ იარაღით უსაფრდებიან, შემდეგ უკვე ტრაქტორებისა და ასზე მეტი მოსამსახურის დახმარებით ებრძვიან, ასევე ვხვდებით ანტაგონისტების მიერ მელიის საცხოვრისის დაზვერვას, მისი გაცურების მცდელობას, თუმცა როგორც პროპის მიერ წარმოდგენილ სტრუქტურულ სქემაშია მოცემული, საბოლოოდ, აღნიშნულ ტექსტშიც მთავარი გმირის მიერ ხდება ყველა სირთულის დაძლევა და პირველადი უქონლობა და უბედურება, პროპის სქემის მსგავსად, აქაც ლიკვიდირებულია: „ერთბაშად ისეთი საკვირველი სანახაობა გადაეშალათ, რომლის დარი თვალით არ ენახათ. ნადიმი ის იყო, იწყებოდა. მიწა დიდ სიგრძე-სიგანეზე ამოედრუტნათ და დიდი სასადილო ოთახი მოეწყოთ. ოთახის შუაგულში, ვეება მაგიდას სულ ცოტა, ოცდაცხრა ნადირი უჯდა...“ (დალი, 2022:89).

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ დალის საბავშვო ნაწარმოებში „შეუდარებელი ბატონი მელია“ წარმოდგენილი მელიის პერსონაჟი მსგავსებას ამჟღავნებს მსოფლიო ხალხთა ზღაპრებში წარმოდგენილი მელიის სახე-სიმბოლოსთან. ძირითადი მსგავსებები მდგომარეობს მელიისათვის ადამიანური ნიშან-თვისებების მინიჭებასა და მისი კონკრეტული თვისებების- მოხერხებულობისა და ოინბაზობის წარმოდგენაში. აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ მელიის საბოლოო მიზანს უმეტეს შემთხვევაში საკვების მოპოვება

წარმოადგენს. აღნიშნული მსგავსებები კიდევ უფრო განამტკიცებს მოსაზრებას ზღაპრის არქეტიპების უნივერსალური ხასიათის შესახებ. ასევე, ტექსტში გვხვდება გარკვეული ელემენტები პროპის მიერ წარმოდგენილი სტრუქტურული სქემიდან.

რაც შეეხება, კონკრეტულად რომელიმე ქვეყნის ზღაპრებთან მსგავსებას, გამოკვეთილი მსგავსება არ შეინიშნება. განსხვავების მხრივ, კი აღსანიშნავია იაპონური ზღაპრები, რომლებშიც მელიას ემატება სხვა ზღაპრებისგან განსხვავებული ზებუნებრივი უნარი.

არქეტიპების ტრანსფორმაციის კუთხით, უნდა ითქვას, რომ ძირითად შემთხვევაში ტრანსფორმაცია უფრო კონტექსტუალური ხასიათისაა, ვიდრე უშუალოდ მელიის პერსონაჟთან დაკავშირებული.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. აფრიკული ზღაპრები (2019). გამომცემლობა პალირა L, წიგნი 7.
2. ბრაზილიური ზღაპრები (2019). გამომცემლობა პალიტრა L, წიგნი 14.
3. გერმანული ზღაპრები (2020). გამომცემლობა პალიტრა L, წიგნი 22.
4. დალი (2022). შეუდარებელი ბატონი მელია, ბაკურ სულაკაურის გამომცემლობა.
5. ესპანური ზღაპრები (2014). გამომცემლობა ქართული, ტომი IV.
6. იტალიური ზღაპრები (2020). გამომცემლობა პალიტრა L, წიგნი 26.
7. საზღვარგარეთის ხალხთა ზღაპრები (1964). ნაკადული.
8. ჩოლოყაშვილი რ. (2013). მელიის მხატვრული სახის ტრანსფორმაციის ფორმები ქართულ ფოლკლორში, შოთა რუსთაველის ქართული ლიტერატურის ინსტიტუტის გამომცემლობა.
9. Boss A. (2020). An analytical comparison of foxes within European and Japanese beast tales. University of British Columbia.
10. Chadwick J. (1994). The fox : A medieval View, and its Legacy in Modern Children's Literature, Winter & Spring.
11. Dogra S. (2017). The Thirty-One Functions in Vladimir Propp's Morphology of the Folktale: An Outline and Recent Trends in the Applicability of the Proppian Taxonomic Model, Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities, Vol. IX, No. 2.
12. Frye N. (1957). Anatomy of Criticism, Princeton University Press.
13. Gijo D, George K (2021). Archetypal Criticism: A Brief study of the Discipline and the Sempiternal Relevance of its Pioneers, International Journal of English Literature and Social Sciences Vol-6, Issue-2.
14. Schober A. (2018). Diversifying the children in Roald Dahl's Charlie and the Chocolate Factory: From Page to Screen, Red Feather Journal, Volume 9, Issue 1.
15. Shishkoff S. (1976). The structure of of fairytales: Prop VS Levi – Strauss, The University of Michigan, Dispositio Vol 1, No 3, 271-276.
16. Teupe L. (2013). The function of Animals in Fairy Tales and Fables. Term Paper.

Fairy Tale Archetypes in Roald Dahl's Children's Book “The Fantastic Mr. Fox”

Tamari Burnadze

Abstract

The article presents an analysis of Roald Dahl's children's book ‘The fantastic *Mr. Fox*’, based on the identification and interpretation of fairy tale archetypes within the work.

The aim of the article is to investigate, based on the analyzed material, the significance of the archetypal elements in Dahl's children's book and their connection to the fairy tales of different cultures. Additionally, the research seeks to determine the transformation of fairy tale archetypes from the folk tales of various cultures to Dahl's work, identifying which archetype is most prominent and which country's fairy tales exhibit the greatest similarities.

Keywords: archetypes, fairy tale archetypes, world folk tales, the fox as a symbol, Roald Dahl.

ბლოკჩეინის, როგორც განვითარებადი, ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვა მდგრადი ენერგეტიკული სისტემის წინსვლისთვის ელენე ფანცხავა,

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოც. პროფესორი

რეზიუმე

დღეს მსოფლიო სულ უფრო მეტ ყურადღებას ამახვილებს მდგრად განვითარებაზე და გარემოს დაცვაზე, სადაც ენერგეტიკის სექტორი გადამწყვეტ როლს თამაშობს. კლიმატის ცვლილების აქტუალურმა საკითხებმა და არაგანახლებადი ენერგიის რესურსების შეზღუდულმა ხელმისაწვდომობამ შექმნა მდგრადი ენერგიის ალტერნატივების მზარდი საჭიროება. გლობალური ენერგეტიკული მოთხოვნის უმეტესი ნაწილი კვლავ დაკმაყოფილებულია არაგანახლებადი წიაღისეული საწვავით, როგორცაა ნავთობი, ქვანახშირი და ბუნებრივი აირი. ეს წყაროები ამოწურვადია, მისი შევსება შეუძლებელია და ხელს უწყობს გარემოს დაბინძურებას. შესაბამისად, არსებობს გადაუდებელი აუცილებლობა, გადავიდეთ მდგრადი ენერგიის ალტერნატივებზე, რომლებიც იქნება როგორც განახლებადი, ასევე უფრო სუფთა, რომელთაც შეუძლიათ შეამსუბუქონ კლიმატის ცვლილების მავნე ზემოქმედება. ეს გადასვლა მდგრად ენერგიაზე წარმოადგენს გამოწვევებისა და შესაძლებლობების სპექტრს გლობალური ეკონომიკისთვის. იგი გულისხმობს საიმედო და ეფექტური განაწილების უზრუნველყოფას და განახლებადი ენერგიის წყაროების ინტეგრირებას. სწორედ აქ ჩნდება ბლოკჩეინის ტექნოლოგია, როგორც თამაშის პოტენციური შემცვლელი.

სტატიაში შეფასებულია მდგრად ენერგიაზე გადასვლის ეკონომიკური სარგებელი, როგორცაა ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაუმჯობესება, წიაღისეული საწვავზე დამოკიდებულების შემცირება და ეკონომიკური ზრდის პოტენციალი. ნაშრომი იძლევა ინფორმაციას მდგრადი ენერგეტიკული გადაწყვეტილებების აუცილებლობისა, ასევე ენერგეტიკასა და ეკონომიკას შორის კომპლექსური ურთიერთობის შესახებ. გაკეთებულია აქცენტები განახლებადი ენერგიის ტექნოლოგიებში ინვესტიციების საჭიროებაზე, წარმოდგენილია მდგრადი ენერგიის გამოყენების სტიმულირების პოლიტიკის ცვლილებები და ენერგეტიკის სექტორში სამუშაო ადგილების შექმნის პოტენციალი და ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის მნიშვნელობა მდგრადი ენერგეტიკული სისტემის წინსვლაში.

საკვანძო სიტყვები: განახლებადი ენერგია, ენერგეტიკული ტექნოლოგიები, ინვესტიცია, ენერგოუსაფრთხოება, ბლოკჩეინი.

შესავალი

ენერგიის წარმოებისა და მოხმარების მაღალი სტანდარტების ხელმისაწვდომობა არის ქვეყნის განვითარების მიღწევის წარმატების მთავარი მაჩვენებელი. თუმცა, ენერგიის წარმოება და მოხმარება, მნიშვნელოვან საფრთხეებს და გამოწვევებს უქმნის გარემოს და მდგრად განვითარებას, მიუხედავად მათი როლისა ეკონომიკურ ზრდასა და განვითარებაში. მდგრადი ენერგიის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ გარემოს, ენერგეტიკისა და განვითარების სექტორების ინტეგრაციის გზით.

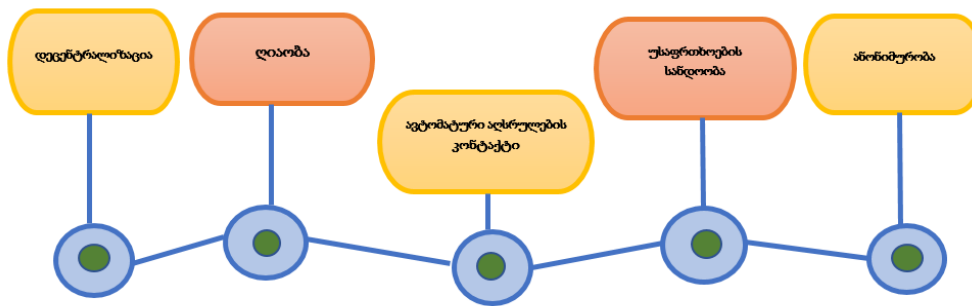
ბევრ ქვეყანას, რომლებიც ფლობს ნავთობისა და გაზის რესურსებს, შეექმნათ შეზღუდვები პოლიტიკური, ეკონომიკური და ტექნოლოგიური შესაძლებლობების თვალსაზრისით, რაც აფერხებს მათ შესაძლებლობას გადასულიყვნენ მდგრადი განვითარებისკენ წიაღისეული საწვავზე დამოკიდებულების შემცირებით და ძირითადი ეკონომიკური სტრატეგიების გარდაქმნით. დადასტურებულია, რომ გლობალური ენერგიის წარმოებასა და მოხმარებაში არაგანახლებადი წიაღისეული საწვავზე არსებითი დამოკიდებულება მნიშვნელოვანი დაბრკოლებაა მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად. მდგრადი ენერგია ხასიათდება სათბურის გაზების დაბალი წარმოებით ერთ სულ მოსახლეზე. თუმცა, ენერგიის წარმოებისა და მოხმარების არასტაბილურმა შაბლონებმა გამოიწვია რამდენიმე გარემოსდაცვითი პრობლემა, მათ შორის კლიმატის ცვლილება, ბირთვული გამოსხივება, ურბანული ჰაერის დაბინძურება და საზღვაო დაბინძურება, რომელიც გამოწვეულია ნავთობის ტრანსპორტირებით. განვითარებადი და განვითარებული ქვეყნები ერთმანეთს ადანაშაულებენ ამ საკითხებში, განვითარებადი ქვეყნები ადანაშაულებენ განვითარებულ ქვეყნებს გარემოს განადგურებაში ენერგიის გადაჭარბებული მოხმარების გამო, რაც გამოწვეულია გაზრდილი მოთხოვნილების გამო, ხოლო განვითარებული ქვეყნები ადანაშაულებენ განვითარებად ქვეყნებს გარემოს დეგრადაციაში მოსახლეობის ზრდის შედეგად მოხმარების გაზრდის გამო. ორივე პრეტენზია მართებულია, მაგრამ კვლევა მიუთითებს, რომ განვითარებადი და განვითარებული ქვეყნები სხვადასხვა გამოწვევების წინაშე დგანან გარემოსთან და ენერგეტიკასთან მიმართებაში. საერთაშორისო საზოგადოებამ საბოლოოდ აღიარა, რომ მდგრადი განვითარება შეუძლებელია მდგრადი ენერგიის გარეშე.

ბოლო წლებში განახლებადი ენერგიის ტექნოლოგიებმა მნიშვნელოვანი წინსვლა განიცადა, გაზრდილი ეფექტურობითა და ხარჯების შემცირებით. ისინი გვთავაზობენ პერსპექტიულ გზას მდგრადი ენერგეტიკული სისტემისკენ, მაგრამ მნიშვნელოვანი ინვესტიციები და პოლიტიკის ცვლილებები კვლავ აუცილებელია გარდამავალი პროცესის გასაადვილებლად. განახლებადი ენერგიის ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული მაღალი წინასწარი ხარჯები ბევრისთვის მნიშვნელოვან ბარიერად რჩება. მთავრობის პოლიტიკა და წახალისება, რომელიც ხელს უწყობს განახლებადი ენერგიის განვითარებას და გამოყენებას, გადამწყვეტია დაბრკოლებების დასაძლევად და მდგრადობაზე გადასვლის დაჩქარებისთვის. შესაბამისი პოლიტიკისა და ეკონომიკური მხარდაჭერით, განახლებად ენერგიას აქვს პოტენციალი, გადააჭარბოს წიაღისეულ საწვავს კონკურენტუნარიანობით. განახლებად ენერგიაზე გადასვლა გვთავაზობს სხვადასხვა ეკონომიკურ უპირატესობას, მათ შორის ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას მდგრადი ენერგეტიკის სექტორში, გაძლიერებულ ენერგოუსაფრთხოებას და დამოუკიდებლობას. განახლებადი ენერგიის ინდუსტრია ქმნის უამრავ დასაქმების

შესაძლებლობას წარმოებაში, ტექნოლოგიაში, მონტაჟსა და მასთან დაკავშირებულ სფეროებში. ადგილობრივად ხელმისაწვდომ განახლებად წყაროებზე გადასვლა ასევე საშუალებას აძლევს ქვეყნებს მიაღწიონ უფრო მეტ ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას და დამოუკიდებლობას. მიუხედავად იმისა, რომ განახლებადი ენერგიის ტექნოლოგიები ხშირად გულისხმობს საწყის მაღალ ხარჯებს, მათი საოპერაციო ხარჯები რჩება დაბალი, რადგან მზე ან ქარი (როგორც საწვავის წყაროები) თავისუფლად არის ხელმისაწვდომი. დროთა განმავლობაში, ამ ტექნოლოგიებმა შეიძლება მოიტანოს ხარჯების დაზოგვა გარემოსდაცვითი სარგებელის პარალელურად. მიუხედავად ამისა, გარდამავალი პერიოდი წარმოადგენს ეკონომიკურ გამოწვევებს, რომლებიც საჭიროებს ყურადღებას.

ბლოკჩეინის ტექნოლოგია

ენერგეტიკული კომპანიები იყენებენ ბლოკჩეინის ტექნოლოგიას, რათა შექმნან ენერგეტიკული ვაჭრობის პლატფორმები და გაამარტივონ განახლებადი ენერგიაზე წვდომა. ბლოკჩეინი არის განვითარებადი ტექნოლოგია, რომელიც ინოვაციური გზით არის მიღებული სხვადასხვა ინდუსტრიის მიერ. ეს ტექნოლოგია მუშაობს, როგორც დეცენტრალიზებული წიგნი, რომელიც აღრიცხავს ტრანზაქციებს მუდმივი და უცვლელი სახით, რითაც საშუალებას აძლევს ქსელში ენერგიის წარმოებისა და მოხმარების გამჭვირვალე მონიტორინგს. მრავალი პროექტი იყენებს ბლოკჩეინს, რათა უზრუნველყოს ენერგეტიკული ვაჭრობა მწარმოებლებსა და მომხმარებლებს შორის, გააკონტროლოს განახლებადი ენერგიის წარმოების წარმოშობა და ხელი შეუწყოს განახლებადი ენერგიის პროექტების ინოვაციური დაფინანსების მოძიებას. განახლებადი ენერგიის წყაროების წყვეტა განახლებადი ენერგიისთვის მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს. ბლოკჩეინს შეუძლია დაეხმაროს ამ პრობლემის მოგვარებაში დეცენტრალიზებული ენერგო სავაჭრო ქსელების ჩართვით. როდესაც მზის პანელის მფლობელი გამოიმუშავებს ზედმეტ ენერგიას, მათ შეუძლიათ მიყიდონ იგი მეზობელ შენობებში ბლოკჩეინზე ჰქვიანი კონტრაქტების გამოყენებით. მეზობლებს, რომლებსაც დამატებითი ენერგია სჭირდებათ, შეუძლიათ მისი ყიდვა მყისიერად გამჭვირვალე ბაზარზე, რაც გამოიწვევს მინიმალურ ნარჩენებს და გაუმჯობესდება განახლებადი ენერგიის საერთო ეფექტურობა და საიმედოობა. რამდენიმე სტარტაპი, რომლებიც ხელს უწყობენ ამ ენერგო სავაჭრო ქსელებს, ამოქმედდა ნიუ-იორკში, კალიფორნიასა და ევროპის ქვეყნებში. ბლოკჩეინის კიდევ ერთი პერსპექტიული გამოყენება მდგრადი ენერგიისთვის არის განახლებადი ენერგიის სერტიფიცირება და ენერგიის წარმოშობის თვალყურის დევნება. სერტიფიცირების სისტემები, როგორიცაა განახლებადი ენერგიის სერტიფიკატები ეხმარება განახლებადი ენერგიის პროექტების დაფინანსებას, რაც საშუალებას აძლევს ბიზნესს და ინდივიდებს შეიძინონ განახლებადი ენერგიის კრედიტები. მიუხედავად იმისა, რომ გამრავლდა კვლევები მდგრადი ენერგიისა და განვითარებადი ტექნოლოგიების პოტენციალის შესახებ, ჯერ კიდევ არსებობს ცოდნის შესამჩნევი ხარვეზი ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის ასიმილაციის შესახებ მდგრადი ენერგიის ალტერნატივებისკენ გადასვლაში. გარდა ამისა, ენერგეტიკულ პოლიტიკას, ეკონომიკურ ფაქტორებსა და ტექნოლოგიურ წინსვლას შორის ურთიერთქმედება, რომელიც ხელს უწყობს ამ გადასვლას, სრულყოფილად არ არის შესწავლილი.



სურ.N1.ბლოკჩეინის მახასიათებლები;

ბლოკჩეინის ტექნოლოგია განიხილება, როგორც პერსპექტიული ინსტრუმენტი ენერგეტიკის სექტორში ენერგიის გენერატორებსა და მომხმარებლებს შორის ტრანზაქციების ჩასაწერად და გასამარტივებლად. მას აქვს მრავალი პროგრამა, დაწყებული თანატოლების ენერგეტიკული ვაჭრობიდან დაწყებული ენერგიის წარმოშობის გადამოწმებამდე.

განახლებადი ენერგიის ტექნოლოგიებში ინვესტიციების წახალისება და მდგრადი ენერგეტიკის სექტორის გაფართოების ხელშეწყობა საბოლოო ჯამში მიზნად ისახავს გააცნობიეროს ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის როლი და პოლიტიკის ცვლილებები მდგრადი ენერგიის წყაროებზე გადასვლის ხელშეწყობაში და ამ გადასვლასთან დაკავშირებული სარგებელი და გამოწვევები, რაც ხელს შეუწყობს უფრო მდგრადი და გლობალური ეკონომიკის განვითარებას. .

მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკა, პოლიტიკა და ტექნოლოგიები გთავაზობთ უამრავ ეკონომიკურ სარგებელს, მათ შორის ხარჯების დაზოგვას, სამუშაო ადგილების შექმნას და კონკურენტუნარიანობის გაზრდას. განახლებადი ენერგიის წყაროების მიღებამ შეიძლება შეამციროს წიაღისეული საწვავზე დამოკიდებულება, რომლებიც მგრძნობიარეა ფასების ცვალებადობისა და მიწოდების შეფერხების მიმართ. განახლებადი წყაროები, როგორიცაა მზის და ქარის ენერგია, გახდა კონკურენტუნარიანი ტრადიციული წყაროების მიმართ ბევრ რეგიონში, მოსალოდნელია ხარჯების შემდგომი შემცირება. ენერგოეფექტურობის ზომებმა ასევე შეიძლება შეამციროს ენერგიის ხარჯები ენერგიის გამოყენების ეფექტურობის გაუმჯობესებით და ნარჩენების შემცირებით. მდგრადი ენერგეტიკული ტექნოლოგიების განვითარება და დანერგვა ქმნის ახალ სამუშაო შესაძლებლობებს ისეთ ინდუსტრიებში, როგორიცაა განახლებადი ენერგია, ენერგოეფექტურობა და ენერგიის შენახვა. ბიზნესებს, რომლებიც იღებენ მდგრადი ენერგიის პრაქტიკას და ტექნოლოგიებს, შეუძლიათ შეამცირონ ენერგიის ხარჯები, გააუმჯობესონ თავიანთი რეპუტაცია და დააკმაყოფილონ მდგრადი პროდუქტებისა და სერვისების მზარდი მოთხოვნა, რაც გამოიწვევს ბაზრის წილისა და მომგებიანობის გაზრდას. მდგრადი ენერგეტიკული მომავლისკენ გადასვლამ შეიძლება დადებითი გავლენა მოახდინოს საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე ჰაერის დაბინძურების შემცირებით, რაც ჯანმრთელობის მძიმე შედეგებს იწვევს. ჰაერის დაბინძურების ხარჯები გარემოზე და საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი და მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკისა და ტექნოლოგიების მიღებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ამ ხარჯების მინიმუმამდე შემცირებას. მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკისა და ტექნოლოგიების ინტეგრაციამ ასევე შეიძლება შეამციროს ენერგიის წარმოებასთან და

გამოყენებასთან დაკავშირებული გარემოზე ზემოქმედება, როგორცაა მიწათსარგებლობის ზემოქმედება და სათბურის გაზების ემისიები. ჩვეულებრივი ენერგიის წყაროების გარემოსდაცვითი ხარჯები შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი და მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ამ ხარჯების მოგვარებას და ხელი შეუწყოს უფრო მდგრადი და გამძლე ენერგეტიკული სისტემის შექმნას. დასასრულს, მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკის, პოლიტიკისა და ტექნოლოგიების განხორციელებას შეუძლია მრავალი ეკონომიკური სარგებელი შესთავაზოს, მათ შორის სამუშაო ადგილების შექმნა, ხარჯების დაზოგვა, საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის გაუმჯობესება და გარემოზე ზემოქმედების შემცირება. ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენებით, როგორცაა ბლოკჩეინი ენერგეტიკული სისტემების ეფექტურობისა და გამჭვირვალობის გასაზრდელად, ჩვენ შეგვიძლია დავაჩქაროთ გადასვლა ენერგეტიკულ სისტემაზე, რომელიც არის მდგრადი და სარგებელს მოუტანს ეკონომიკასა და გარემოს.

პოლიტიკის ცვლილებები მოიცავს ახალი რეგულაციებისა შემუშავებას და განხორციელებას, რომლებიც შექმნილია მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკისა და ტექნოლოგიების ხელშეწყობისთვის. პოლიტიკის ეს ცვლილებები შეიძლება გამოვლინდეს სხვადასხვა დონეზე, დაწყებული ლოკალურიდან გლობალურამდე და შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ფორმები. პოლიტიკის ცვლილებების მაგალითები, რომლებსაც შეუძლიათ მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკის განვითარება, მოიცავს განახლებადი ენერგიის მიღების სტიმულირების და მიზნების განხორციელებას, ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების სტანდარტებისა და წახალისების და პოლიტიკის ამოქმედებას, რომელიც აწესებს ფასს ნახშირბადის ემისიებზე. პოლიტიკის ცვლილებები აუცილებელია მდგრადი ენერგეტიკული მომავლის ხელშეწყობისთვის. ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის გამოყენება შეიძლება გადამწყვეტი იყოს უფრო ეფექტური და გამჭვირვალე ენერგეტიკული სისტემების შესაქმნელად. ამიტომ, პოლიტიკის შემქმნელებმა პრიორიტეტი უნდა მიანიჭონ პოლიტიკის ცვლილებებს, რომლებიც ხელს უწყობენ მდგრადი ენერგეტიკის პრაქტიკას და ტექნოლოგიებს, რათა დააჩქარონ გადასვლა მდგრად და გამძლე ენერგეტიკულ სისტემაზე.

დასკვნა

მდგრად ენერგიაზე გადასვლა აუცილებელია გარემოსდაცვითი და ეკონომიკური მიზეზების გამო, რადგან ის ამცირებს წიაღისეულ საწვავზე დამოკიდებულებას, ასევე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებას და ხელს უწყობს ეკონომიკურ ზრდას. ის გვთავაზობს გაუმჯობესებულ ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას და იმპორტზე დამოკიდებულების შემცირებას. მდგრადი განვითარების მისაღწევად საჭიროა პოლიტიკა, რომელიც დააბალანსებს ენერგომომარაგებას და გარემოსდაცვას. რაც მოითხოვს მთავრობების, კომპანიების და საგანმანათლებლო დაწესებულებების ერთობლივ ძალისხმევას, რომელთაც მნიშვნელოვანი როლი აკისრიათ პროფესიული უნარების ხარვეზების აღმოფხვრაში და სტუდენტების მომზადებაში მდგრადი ენერგეტიკის კარიერისთვის.

ბლოკჩეინის ტექნოლოგია, რომელიც ცნობილია თავისი დეცენტრალიზებული და შეფერხებისადმი მდგრადი ბუნებით, სულ უფრო მეტად ხდება განახლებადი ენერგიის

ლანდშაფტის ხელახალი ფორმირების მთავარი წერტილი. როდესაც მსოფლიო ებრძვის კლიმატის ცვლილების გამოწვევებს, იზრდება ინოვაციური გადაწყვეტილებების საჭიროება განახლებადი ენერგიის წარმოების, განაწილებისა და ვაჭრობის ოპტიმიზაციისთვის. ბლოკჩეინის უნარმა უზრუნველყოს გამჭვირვალე, უსაფრთხო და დეცენტრალიზებული წიგნების სისტემა, განაპირობა კვლევისა და განვითარების ინიციატივების ზრდა, რომლებიც მიზნად ისახავს მისი პოტენციალის გამოყენებას განახლებადი ენერგიის სექტორში. ამ კონტექსტში, მკვლევარები და დარგის ექსპერტები იკვლევენ სხვადასხვა ტექნიკას და მეთოდებს, რათა გამოიყენონ ბლოკჩეინი განახლებადი ენერგიის ტრანზაქციების საკვანძო საკითხების გადასაჭრელად.

ბლოკჩეინი არის განვითარებადი ტექნოლოგია, რომელიც ინოვაციური გზით არის მიღებული სხვადასხვა ინდუსტრიის მიერ. ენერგეტიკული კომპანიები იყენებენ ბლოკჩეინის ტექნოლოგიას, რათა შექმნან ენერგეტიკული ვაჭრობის პლატფორმები და გაამარტივონ განახლებადი ენერგიაზე წვდომა. ბლოკჩეინზე დაფუძნებულმა ენერგეტიკულმა კომპანიებმა შექმნეს სავაჭრო პლატფორმა ფიზიკური პირებს შორის ელექტროენერგიის გასაყიდად. მზის პანელების მქონე სახლის მეპატრონეები იყენებენ ამ პლატფორმას, რომ ჭარბი მზის ენერგია მეზობლებს მიყიდონ. პროცესი ძირითადად ავტომატიზირებულია: ჭკვიანი მრიცხველები ქმნიან ტრანზაქციებს და ბლოკჩეინი აღრიცხავს მათ.

ექსპერტები ვარაუდობენ, რომ ბლოკჩეინის ტექნოლოგიას შეუძლია რევოლუცია მოახდინოს ენერგეტიკულ სექტორში ენერგეტიკული ოპერაციების გაუმჯობესებით მთელი ღირებულების ჯაჭვში და მართოს დეცენტრალიზებული ენერგეტიკული სისტემის სირთულეები. ბლოკჩეინის ტექნოლოგია უზრუნველყოფს შუამავლების გარეშე ენერგიის გადაცემის ლეგიტიმაციის, უსაფრთხოებისა და ავტომატიზაციის საშუალებას. ჩვენი აზრით, ისეთი პერსპექტიული ტექნოლოგიების გამოყენება, როგორიცაა ბლოკჩეინი და მდგრადი ენერგიის პოლიტიკის ცვლილებები შეუძლია ხელი შეუწყოს განახლებადი ენერგიის წყაროების ინტეგრაციას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ფანცხავა ე, ჯიშკარიანი მ, „ბიოსაწვავის წარმოების აქტუალური სტრატეგიები, თერმული გამოყენებისმიღწევები და შესაძლებლობები“, რეფერირებადი ჟურნალი „ქართველი მეცნიერები“, Vol. 6 Issue 3, 2024 <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.03.04>, გვ. 27-35.
2. Elene Pantskhava, M.Jishkariani, Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, Vienna, Austria, 13-15 May 2024. ISBN 978-3-954754-01-4, pp143-150.
3. ფანცხავა ე., ჯიშკარიანი მ., „მწვანე წყალბადი - მდგრადი ენერგიის მომავლის გასაღები (სოციალურ-ეკონომიკური სარგებელი)“, რეფერირებადი ჟურნალი „ქართველი მეცნიერები“, <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.02.36> Georgian Scientists ქართველი მეცნიერები Vol. 6 Issue 2, 2024 წ. გვ.345-354.

4. Pantskhava E, Jishkariani M, „Renewable energies – the guarantor of the Georgian energy system sustainability”, Proceedings of international scientific and practical conference, June 13-15, Tokyo, Japan, 2024. pp.161-167.
5. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ფანცხავა ე., „შავი ზღვის წყალქვეშა კაბელი - გზა საქართველოს ეკონომიკური გაჯანსაღებისკენ“. მე-7 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კულტურათაშორისი დიალოგები“, თელავი, საქართველო, 27-29 ოქტომბერი, 2023 წ.
6. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. (2023, 2 – 4 აპრილი), „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე - ენერგეტიკის სექტორი“. საერთაშორისო მულტიდისციპლინარული სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე“. კვიპროსი(ლარნაკა). 59-66.
7. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. „ საქართველოს განახლებადი რესურსებით იმპორტანაცვლების შესაძლებლობები და ამ მიმართულებით არსებული გამოწვევები“, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელების ტრანსფორმაცია», უკ(UDC) 338.22+62 ბ-666, N3-4 2023 წელი.
8. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. „ რუსეთ - უკრაინის ომით განპირობებული ახალი გეოპოლიტიკური გარემოებები ევროკავშირისა და საქართველოსთვის“, V საერთაშორისო კონფერენცია „თანამედროვე განვითარების ეკონომიკური სამართლებრივი და სოციალური პრობლემები“, ქუთაისი, EISSN 2346-8203 2022წ.
9. M. Jishkariani, N. Dvalishvili, L. Kurakhchishvili. “Evaluation of Calorific of Municipal Solid Waste (MSW).” In: Ghosh S. (eds) *Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies*. Springer, Singapore. 2020, pp.263-265. doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_23.
10. M. Jishkariani. “Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport.” *Georgian Technical University Proceedings* #3(521). 2021, pp.59-68. doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68.
11. M. Jishkariani, S.K.Ghosh, K. Didbaridze. “Energy and Economic Indicators Influencing Circular Economy in Georgia.” In: Ghosh, S.K., Ghosh, S.K. (eds) *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*. Springer, Singapore. 2021, pp. 331-358. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0913-8_11.
12. M. Jishkariani. “Electricity Tariffs in Georgia.” Warsaw, Poland: *World Science* 9(49), Vol.1. 2019, pp. 20-22. [doi:10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697).
13. Z. Hasan, H.R. Mohammad, & M. Jishkariani. “Machine Learning and Data Mining Methods for Cyber Security: A Survey”, *Mesopotamian Journal of CyberSecurity*, vol. 2022, pp. 47–56, Nov. 2022. <https://doi.org/10.58496/MJCS/2022/006>.
14. <https://aibe.uq.edu.au/article/2023/03/economics-of-green-hydrogen-in-australia-part-1>
15. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3067>

Implementation of blockchain as an emerging, innovative technology for the advancement of a sustainable energy system

Elene Pantskhava

Associate Professor of Technical University of Georgia

elenepantskava@mail.ru

Resume

Today, the world is increasingly focusing on sustainable development and environmental protection, where the energy sector plays a crucial role. The pressing issues of climate change and the limited availability of non-renewable energy resources have created a growing need for sustainable energy alternatives. The majority of global energy demand is still met by non-renewable fossil fuels such as oil, coal and natural gas. These sources are exhaustible, cannot be replenished and contribute to environmental pollution. Hence, there is an urgent need to shift to sustainable energy alternatives that are both renewable and cleaner, capable of mitigating the adverse effects of climate change. This transition to sustainable energy presents a range of challenges and opportunities for the global economy. It involves ensuring reliable and efficient distribution and integrating renewable energy sources. This is where blockchain technology emerges as a potential game changer.

The article assesses the economic benefits of the transition to sustainable energy, such as improved energy security, reduced dependence on fossil fuels, and the potential for economic growth. The paper provides information on the need for sustainable energy solutions, as well as the complex relationship between energy and the economy. Emphasis is made on the need for investments in renewable energy technologies, policy changes to stimulate the use of sustainable energy are presented and the potential for job creation in the energy sector and the importance of blockchain technology in advancing a sustainable energy system.

Keywords: renewable energy, energy technologies, investment, energy security, blockchain.

ეპითელურ-მეზენქიმული ტრანსფორმაციის მარკერების ექსპრესიის თავისებურებები საშვილოსნოს ყელის უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზის პროგრესირებაში

თამარ სვანაძე, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელური ნეოპლაზია (CIN) არის საშვილოსნოს ყელის კიბოს მთავარი წინამორბედი და მისი პროგრესირების მოლეკულური მექანიზმების გაგება გადამწყვეტია დიაგნოსტიკური და თერაპიული სტრატეგიების გასაუმჯობესებლად. უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია (IPSM) წარმოადგენს განსხვავებულ ჰისტოლოგიურ ერთეულს, რომელიც შესაძლოა პროგრესირებდეს CIN დაზიანებაში. ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავდა ეპითელურ-მეზენქიმული ტრანსფორმაციის (EMT) მარკერების (ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი) და ჰორმონალური რეცეპტორების (ესტროგენის რეცეპტორები [ER] და პროგესტერონის რეცეპტორები [PR]) ექსპრესიის შესწავლას IPSM-ისა და CIN-ის სხვადასხვა სტადიაში. ჩვენს კვლევაში ჩართული იყო სულ 195 პაციენტი მწიფე ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიით, IPSM და CIN (CIN 1 და CIN 2). ჩატარდა იმუნოჰისტოქიმიური კვლევა ვიმენტინის, ბეტა-კატენინის, E-კადჰერინის, ER და PR-ის ექსპრესიის შესაფასებლად. ასევე ნაწილ პაციენტებში კლინიკურად განსაზღვრული იყო HPV სტატუსი და გაანალიზდა კორელაცია მარკერის ექსპრესიასა და დაზიანების ჰისტოლოგიურ ხარისხს შორის. ჩვენმა კვლევამ აჩვენა HPV-დადებით შემთხვევებში HPV-უარყოფით შემთხვევებთან შედარებით EMT მარკერების უფრო მაღალი ხარისხის ექსპრესია და E-cadherin-ის უფრო გამოხატული დაკარგვა. გარდა ამისა, ER და PR ექსპრესია მნიშვნელოვნად შემცირდა მაღალი ხარისხის CIN დაზიანებებში.

ჩვენი კვლევის შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ EMT მარკერების ექსპრესიის მომატება და ჰორმონალური რეცეპტორების დაქვეითება გარკვეულ როლს თამაშობს CIN-ისა და IPSM პროგრესირებაში. ეს მარკერები, განსაკუთრებით ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი, შეიძლება იყოს ღირებული ბიომარკერი პროგრესირების რისკის სტრატეგიკაციისთვის საშვილოსნოს ყელის კიბოს პროფილაქტიკაში. დამატებითი კვლევებია საჭირო განსაკუთრებით HPV-დადებითი CIN დაზიანებების დროს ამ ბიომარკერების დამიზნებითი თერაპიული საშუალებების შემუშავებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ეპითელიურ-მეზენქიმური ტრანსფორმაცია; საშვილოსნოს ყელის უმწიფარი ბრტყელუჯრედოვანი პოლიპოიდური მეტაპლაზია; საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელიური ნეოპლაზია; HPV;

შესავალი

საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელიური ნეოპლაზია (CIN) წარმოადგენს საშვილოსნოს ყელის პრეინვაზიური დაზიანებების თანმიმდებრობას, დაწყებული დაბალი ხარისხის დისპლაზიიდან (CIN 1) მაღალი ხარისხის დისპლაზიამდე (CIN 3), რომელსაც აქვს საშვილოსნოს ყელის ინვაზიურ კიბოდ პროგრესირების გარკვეული პოტენციალი.[1] CIN უპირველეს ყოვლისა ასოცირდება მაღალი რისკის ადამიანის პაპილომავირუსის (HPV) მუდმივ ინფექციასთან, რომელიც იწვევს გენეტიკურ და ეპიგენეტიკურ ცვლილებებს საშვილოსნოს ყელის ეპითელიუმში. ეს ცვლილებები არღვევს ნორმალურ უჯრედულ პროცესებს, როგორიცაა პროლიფერაცია, დიფერენციაცია და აპოპტოზი, რაც საბოლოოდ იწვევს დისპლაზიას. მიუხედავად იმისა, რომ HPV ინფექცია რჩება მთავარ ეტიოლოგიურ ფაქტორად CIN-ის განვითარებაში, ბოლო კვლევები ვარაუდობენ, რომ სხვა უჯრედულმა და ქსოვილოვანმა ცვლილებებმა, მათ შორის მეტაპლაზიამ, ასევე შეიძლება წვლილი შეიტანოს CIN-ის პროგრესირებაში. უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია (IPSM) არის ერთ-ერთი ასეთი ცვლილება, რომელმაც ყურადღება მიიპყრო მისი პოტენციური როლის გამო CIN პროგრესირებაში [2].

უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია ხასიათდება საშვილოსნოს ყელში ბრტყელუჯრედოვანი უჯრედების აბნორმალური პროლიფერაციით, რაც იწვევს პოლიპოიდური, ეგზოფიტური სტრუქტურების წარმოქმნას, რომლებიც განსხვავდება ტიპური მომწიფებული ბრტყელი მეტაპლაზიისგან. ეს ჰისტოლოგიური ერთეული წარმოადგენილია უმწიფარი ბრტყელი უჯრედების არსებობით, რომლებსაც არ გააჩნიათ ტიპური დიფერენციაცია. ეს უჯრედები ხშირად ავლენენ უჯრედულ ატიპიას და მთლიან დეზორგანიზებულ ქსოვილოვან არქიტექტურას. ითვლება, რომ IPSM წარმოიქმნება ქრონიკული ანთების, ჰორმონური ცვლილებების ან მუდმივი HPV ინფექციის პასუხად. საშვილოსნოს ყელში ასეთი მეტაპლაზიური ცვლილებების არსებობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან ის მიუთითებს შემდგომი ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის შესაძლებლობაზე, განსაკუთრებით სხვა ფაქტორებთან კომბინაციაში, როგორიცაა დისპლაზია ან მაღალი რისკის HPV ინფექცია.

IPSM-ის იდენტიფიკაცია აუცილებელია CIN-ის განვითარებასა და პროგრესირებაში მისი პოტენციური როლის გასაგებად. მიუხედავად იმისა, რომ მწიფე ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია განიხილება საშვილოსნოს ყელის ეპითელიუმის კეთილთვისებიან ცვლილებად, IPSM შეიძლება წარმოადგენდეს უფრო მაღალი ხარისხის დისპლაზიური დაზიანებებისკენ პროგრესიის შუალედურ სტადიას. ამიტომ, IPSM-ის მოლეკულური და ჰისტოლოგიური თავისებურებების შესწავლამ შეიძლება გამოავლინოს მექანიზმები, რომლებიც განაპირობებენ საშვილოსნოს ყელის კეთილთვისებიანიდან ავთვისებიან დაზიანებში გადასვლას.

იმუნოჰისტოქიმიური (IHC) ანალიზი გადამწყვეტ როლს თამაშობს უჯრედულ დონეზე ამ ცვლილებების იდენტიფიცირებაში. სპეციფიკური მარკერების გამოყენებით შესაძლებელია IPST-ის დიფერენცირება სხვა მეტაპლაზიური ან დისპლაზიური დაზიანებებისგან და CIN პროგრესირების ძირითადი მექანიზმების შეფასება. [3], [4]

ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი გადამწყვეტია ეპითელიურ-მეზენქიმული ტრანსფორმაციის პროცესის გასაგებად, ფენომენი, რომელიც გადამწყვეტ როლს ასრულებს კიბოს მეტასტაზირებასა და პროგრესირებაში. ვიმენტინი, მეზენქიმული მარკერი, ხშირად ექსპრესირებულია EMT-ის დროს, რაც მიუთითებს ეპითელიური უჯრედების მოძრაობისა და ინვაზიურობის შეძენაზე. ვიმენტინის ექსპრესია დაკავშირებულია უფრო აგრესიულ სიმსივნის ფენოტიპთან და შეიძლება იყოს უჯრედული ტრანსფორმაციის ადრეული მაჩვენებელი კიბოსწინა დაზიანებებში. ბეტა-კატენინი, კადჰერინ-კატენინის კომპლექსის ცენტრალური კომპონენტი, მონაწილეობს უჯრედ-უჯრედული ადჰეზიის შენარჩუნებაში და უჯრედული სიგნალიზაციის რეგულირებაში. ბეტა-კატენინის დისრეგულაცია, განსაკუთრებით მისი ბირთვული ტრანსლოკაცია, ჩართული არის CIN-დან ინვაზიურ კიბომდე პროგრესირებაში. E-cadherin, უჯრედ-უჯრედის ადჰეზიის მოლეკულა, როგორც წესი, დაქვეითებულია EMT-ის დროს, რაც ხელს უწყობს ეპითელიუმის მთლიანობის დაკარგვას და უჯრედების განცალკევებას და შემდგომ მიგრაციას. E-კადჰერინის ექსპრესიის დაკარგვა არის EMT-ის დამახასიათებელი ნიშანი და ხშირად შეინიშნება ავთვისებიანი დაზიანებების, მათ შორის საშვილოსნოს ყელის კარცინომის დროს.[5], [6], [7]

CIN-ის კონტექსტში, EMT-ის გააქტიურებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს პროგრესირებას დაბალი ხარისხის დაზიანებიდან (CIN 1) მაღალი ხარისხის დაზიანებამდე (CIN 2 და CIN 3) და საბოლოოდ ინვაზიურ კარცინომამდე. EMT-თან დაკავშირებულ მოლეკულურ მარკერებს, როგორიცაა ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი, შეუძლიათ მოგვაწოდონ მნიშვნელოვანი ინფორმაცია CIN დაზიანებების აგრესიულობისა და კიბოს პროგრესირების პოტენციალის შესახებ.[8]

სხვადასხვა კვლევებით ნაჩვენებია, რომ ესტროგენი და პროგესტერონი გავლენას ახდენენ EMT-თან დაკავშირებული მარკერების ექსპრესიაზე საშვილოსნოს ყელში. ესტროგენს, მისი რეცეპტორების შუამავლობით სიგნალის საშუალებით, შეუძლია ხელი შეუწყოს უჯრედების გამრავლებას და EMT-ის გააქტიურებას, ხოლო პროგესტერონი ეწინააღმდეგება ესტროგენის ეფექტებს. ესტროგენის რეცეპტორები (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორები (PR) ჩვეულებრივ ექსპრესირებულია საშვილოსნოს ყელის ეპითელიუმში და მათ გააქტიურებას შეუძლია საშვილოსნოს ყელის უჯრედების ქცევის მოდულირება. CIN-ის შემთხვევაში, EMT მარკერების ჰორმონულმა რეგულაციამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს დაზიანებების განვითარებასა და პროგრესირებაზე, პოტენციურად შეცვალოს მათი რეაქცია მკურნალობაზე და გავლენა მოახდინოს ინვაზიურ კიბოზე პროგრესირების რისკზე. [9], [10]

უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია (IPST) წარმოადგენს მნიშვნელოვან ჰისტოპათოლოგიურ ერთეულს, რომელსაც შეუძლია წვლილი შეიტანოს CIN-ის პროგრესირებაში. IPST-ის ჰისტოლოგიური თავისებურებები, კომბინირებული

მოლეკულურ მარკერებთან, როგორიცაა ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი, იძლევა ღირებულ შეხედულებებს საშვილოსნოს ყელის ნეოპლაზიის გამომწვევ პროცესებზე. CIN-ში EMT-ის გააქტიურებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს დაბალი ხარისხის დაზიანებებიდან უფრო აგრესიულ და ინვაზიურ დაზიანებებზე გადასვლას, რაც შეიძლება გავლენა იქონიოს პაციენტის პროგნოზსა და მკურნალობაზე. ამ პროცესების ჰორმონური რეგულაცია კომპლექსურია, რადგან ესტროგენმა და პროგესტერონმა შეიძლება მოახდინოს EMT-ში ჩართული ძირითადი მარკერების ექსპრესიის მოდულირება. [11], [12]

მასალა და მეთოდები

ჩვენი კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტული დიზაინის მქონე კვლევას,

რომელიც ანალიზებდა საშვილოსნოს ყელის ნეოპლაზიური დაზიანებებისა და უმწიფარი ბრტყელუჯრედოვანი პოლიპოიდური მეტაპლაზიის ჰისტოლოგიური დიაგნოზის მქონე პაციენტთა საარქივო მასალას. საარქივო მასალა შეგროვდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სასწავლო-სამეცნიერო და

დიაგნოსტიკური ლაბორატორიიდან, რომელიც მოიცავს 2017-2025 წლებს.

პაციენტის შესახებ ინფორმაცია იყო ანონიმური, არაპერსონიფიცირებული,

რათა უზრუნველყოფილიყო საფუძვლიანი ანალიზი ეთიკური სტანდარტების

დაცვით. პაციენტები დაყოფილი იყო მათი ასაკის, ჰისტოლოგიური დიაგნოზისა და HPV სტატუსის მიხედვით, რაც დადასტურებულია კლინიკო-ლაბორატორიულად PCR ტესტირებით.

კვლევა მოიცავდა შემდეგ განსხვავებულ ჯგუფს: რეაქტიული საშვილოსნოს ყელი (საკონტროლო ჯგუფი); საშვილოსნოს ყელის მწიფე ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია; საშვილოსნოს ყელის უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია; CIN1; CIN2;

კვლევაში ჩართვის კრიტერიუმები: ქსოვილის ადეკვატურობა და შესაბამისი კლინიკური მონაცემების ხელმისაწვდომობა. მანამდე ონკოლოგიური კუთხით არანამკურნალები პაციენტები;

გამორიცხვის კრიტერიუმები: ცუდად ფიქსირებული ქსოვილის ნიმუშები.

პაციენტები თანმხლები სისტემური ანთებითი ან აუტოიმუნური

დაავადებებით.

რეპროდუქციული და პერიმენოპაუზის ასაკის დაყოფა განხორციელდა შემდეგ

ასაკობრივ დიაპაზონებად (მაგ., 18-45 წელი რეპროდუქციული ასაკისთვის და

46-55 წელი პერიმენოპაუზური ასაკისთვის).

ფორმალინში ფიქსირებული, პარაფინში ჩაყალიბებული (FFPE) ქსოვილის

ბლოკები მოძიებული იყო ჰისტოპათოლოგიური და იმუნოჰისტოქიმიური

ანალიზისთვის. თითოეული ქსოვილის ბლოკი დაჭრილი იქნა 2-4 მკმ სისქეზე

მიკროტომის გამოყენებით და დაფიქსირდა დამუხტულ-სლაიდებზე.

ქსოვილები შეიღება ჰემატოქსილინისა და ეოზინის (H&E) სტანდარტული

პროტოკოლის თანახმად ავტომატურ შეღებვის აპარატში.

იმუნოჰისტოქიმია (IHC): გამოყენებულ იქნა შესაბამისი ანტისხეულები ER (Leica clone: 6F11); PR (Leica clone: 16); Vimentin (Leica clone: V9); Beta-cathenin (Leica clone: 17C2); E-cadherin (Leica Clone: 36B5); იმუნოჰისტოქიმიური ვიზუალიზაციის სისტემა Novolink Polymer Detection System. ანტისხეულები და ვიზუალიზაციის სისტემა მოწოდებულია Leica-ს მწარმოებლის მიერ.

IHC პროტოკოლი: ქსოვილის ანათლები დეპარაფინიზებული იყო ქსილოლში და

რეჰიდრატირებული იყო ეთანოლის ხსნარებით. ანტიგენის აღდგენა

განხორციელდა ციტრატის ბუფერის გამოყენებით (pH 6.0) რეგულირებადი

ხელსაწყოს დახმარებით 20 წუთის განმავლობაში.

ენდოგენური პეროქსიდაზას აქტივობა დაიბლოკა ინკუბაციით 3% წყალბადის

ზეჟანგით 10 წუთის განმავლობაში. ანათლები ინკუბირებული იყო 4°C-ზე

პირველადი ანტისხეულებით ოპტიმიზებული განზავების დროს. მეორადი

ანტისხეულები, რომლებიც კონიუგირებული იყო რძის პეროქსიდაზასთან (HRP)

გამოიყენებულ იქნა 30 წუთის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე.

ქრომოგენული გამოვლენა ჩატარდა 3,3 დიამინობენზიდინის (DAB)

გამოყენებით. ხარისხის კონტროლი: დადებითი კონტროლი - ქსოვილები,

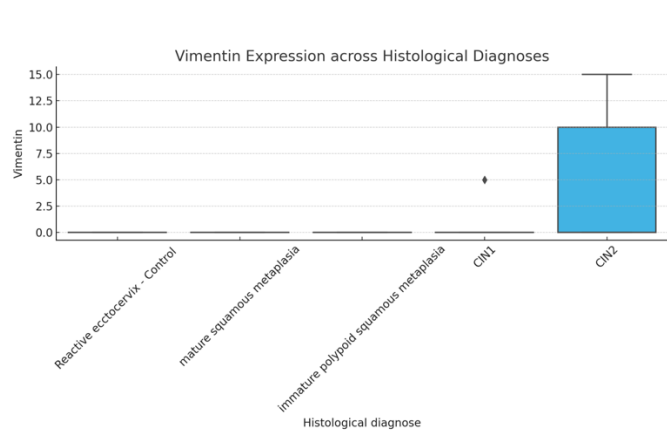
რომლებიც ცნობილია სამიზნე ანტიგენების ექსპრესიით;

კვლევა დამტკიცებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ეთიკის კომისიის მიერ.

შედეგები

კვლევა სრულად მოიცავდა 195 პაციენტის შემთხვევას პაციენტების ასაკობრივი დიაპაზონი იყო 25-დან 70 წლამდე (საშუალო ასაკი: 45 წელი). კოჰორტა დაყოფილი იყო ოთხ ჰისტოლოგიურ ჯგუფად: რეაქტიული ექტოცერვიქსი - საკონტროლო ($n = 20$), მწიფე ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია ($n = 45$), უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზია ($n=70$) და საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელური ნეოპლაზია (CIN) 1 და CIN 2 ($n = 60$). შემთხვევების 45% იყო HPV-დადებითი.

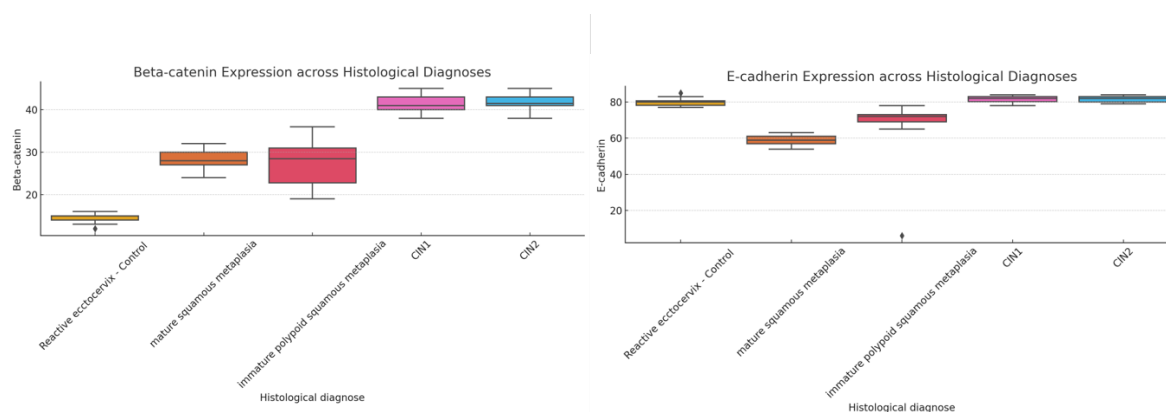
ვიმენტინის ექსპრესია გამოვლინდა სხვადასხვა ინტენსივობით. რეაქტიული ექტოცერვიქსი - საკონტროლო ჯგუფში ვიმენტინის ექსპრესია მინიმალური იყო, 0%. მწიფე ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში ვიმენტინის ექსპრესია აჩვენებდა სრულ ნეგატიურობას ან სუსტ შედეგს. თუმცა, უმწიფარ პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიის ჯგუფში, ვიმენტინის ექსპრესია უფრო გამოკვეთილი იყო, ნიმუშების 75% აჩვენებდა ვიმენტინის შედეგის ზომიერ დონეს (ქულა 2), ხოლო 25% აჩვენებდა ძლიერ შედეგს (ქულა 3). CIN 1 ჯგუფში ზომიერი შედეგა (ქულა 2) დაფიქსირდა ნიმუშების 60%-ში, ხოლო CIN 2-ში ვიმენტინის ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო, ნიმუშების 80% აჩვენებდა ზომიერ და ძლიერ ექსპრესიას. ვიმენტინის რეგულაცია უფრო მოწინავე დაზიანებებში იყო სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ($p < 0.05$).



დიაგრამა 8: ვიმენტინის ექსპრესიის განაწილება სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ტიპებში;

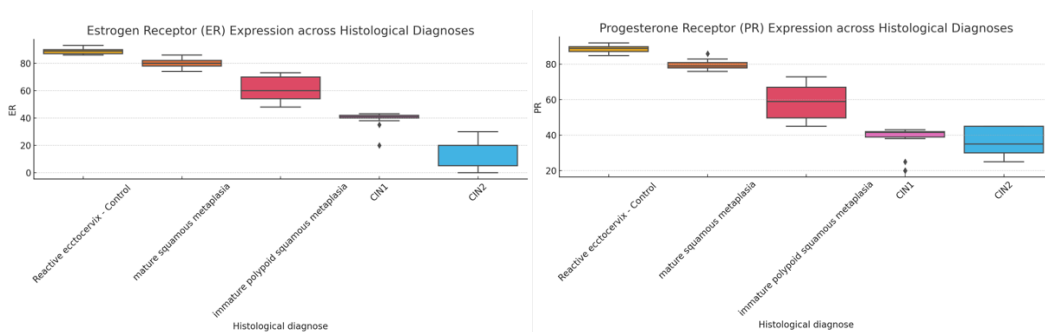
ბეტა-კატენინის ექსპრესია შეფასდა როგორც მემბრანულ, ასევე ციტოპლაზმურ ნაწილებში. რეაქტიული ექტოცერვიქსის საკონტროლო და მწიფე ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიის ჯგუფებში, ბეტა-კატენინი უპირატესად ლოკალიზებული იყო უჯრედის მემბრანაში, მინიმალური ციტოპლაზმური ექსპრესიით. თუმცა, უმწიფარ პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის დროს, ბეტა-კატენინმა აჩვენა ციტოპლაზმური ექსპრესიის გაზრდა, ნიმუშების 60% აჩვენებდა ზომიერ და ძლიერ შედეგს. ანალოგიურად, CIN 1 და CIN 2 დაზიანებები აჩვენებდნენ ბირთვულ ექსპრესიას, CIN 1-ის 70% და CIN 2 დაზიანებების 90% აჩვენებს ზომიერ და ძლიერ შედეგს. გარდა ამისა, CIN 2 დაზიანებებმა აჩვენა ბირთვული ბეტა-კატენინის ექსპრესიის უფრო მაღალი სიხშირე (20%) დაბალი ხარისხის დაზიანებებთან შედარებით ($p < 0.05$).E-

E-კადჰერინის ექსპრესია ასევე შეფასდა ყველა საკვლევ ჯგუფში. რეაქტიული ექტოცერვიქსი - საკონტროლო და მომწიფებული ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის ქსოვილებში, ნიმუშების 90%-მა აჩვენა ძლიერი მემბრანული შეღებვა. თუმცა, უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის, CIN 1 და CIN 2 დაზიანებების დროს, დაფიქსირდა მემბრანული E-კადჰერინის ექსპრესიის შემცირება. კონკრეტულად, CIN 1 ნიმუშების 40%-მა და CIN 2-ის ნიმუშების 60%-მა აჩვენა სუსტი მემბრანული შეღებვა. E-კადჰერინის ექსპრესიის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი დაქვეითება აღინიშნა უფრო მაღალი ხარისხის CIN დაზიანებებში ($p < 0.05$). E-კადჰერინის ექსპრესიის ეს დაკარგვა დაკავშირებულია ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის ექსპრესიის გაზრდასთან, რაც მხარს უჭერს ეპითელურ-მეზენქიმული გადასვლის (EMT) წარმოქმნას.



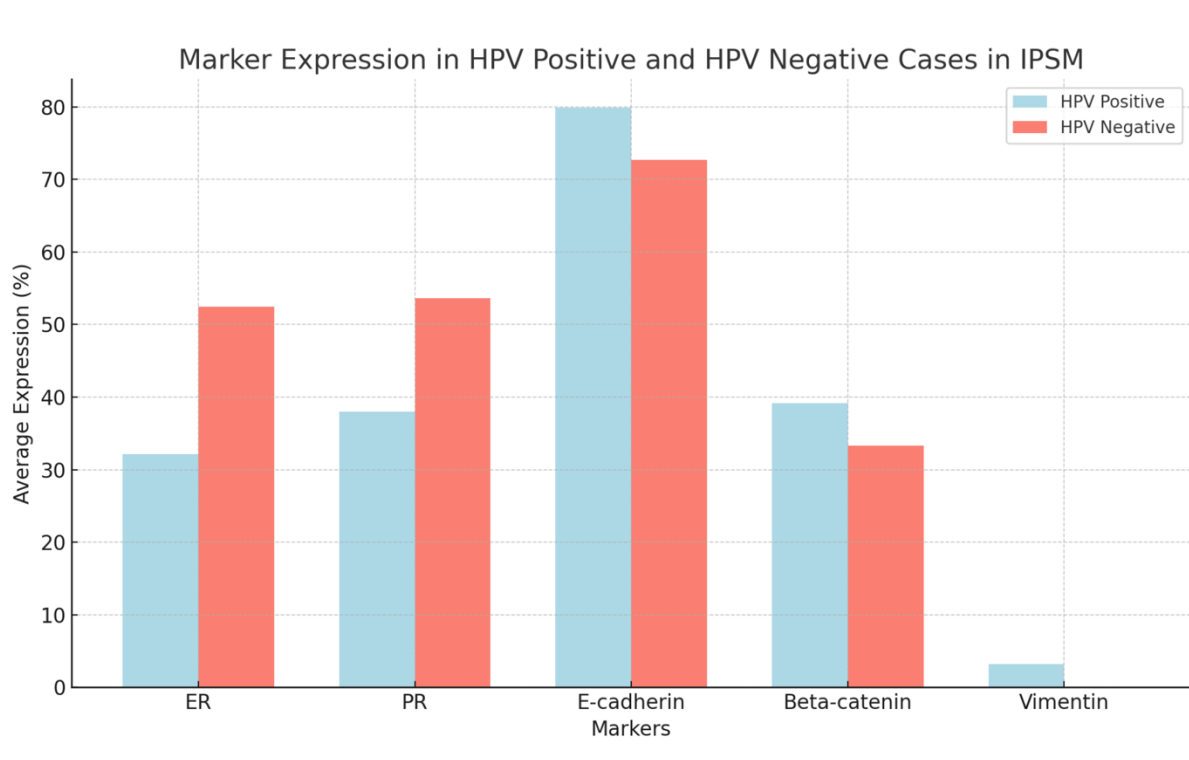
დიაგრამა 9: ბეტა-კატენინისა და E-კადჰერინის ექსპრესიის განაწილება სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ტიპებში;

ესტროგენის რეცეპტორის (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორის (PR) ექსპრესია მნიშვნელოვნად შემცირდა უფრო მაღალი ხარისხის დაზიანებებში საკონტროლო და მწიფე ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიის შემთხვევებთან შედარებით. CIN 1 ნიმუშებმა აჩვენა ER ექსპრესია შემთხვევების 50%-ში და CIN 2 დაზიანებები აჩვენებდნენ შემდგომ შემცირებას, 30% აჩვენებდა დადებით შედეგს ER-ისთვის. PR ექსპრესიის შემცირებას მსგავს ტენდენცია მოჰყვა, CIN 2 ნიმუშების 40% აჩვენებდა სუსტ ან არარსებულ შედეგს. ჰორმონალური რეცეპტორების ექსპრესიის ეს შემცირება მიუთითებს ჰორმონალური დისრეგულაციის პოტენციურ როლზე CIN პროგრესირებაში.



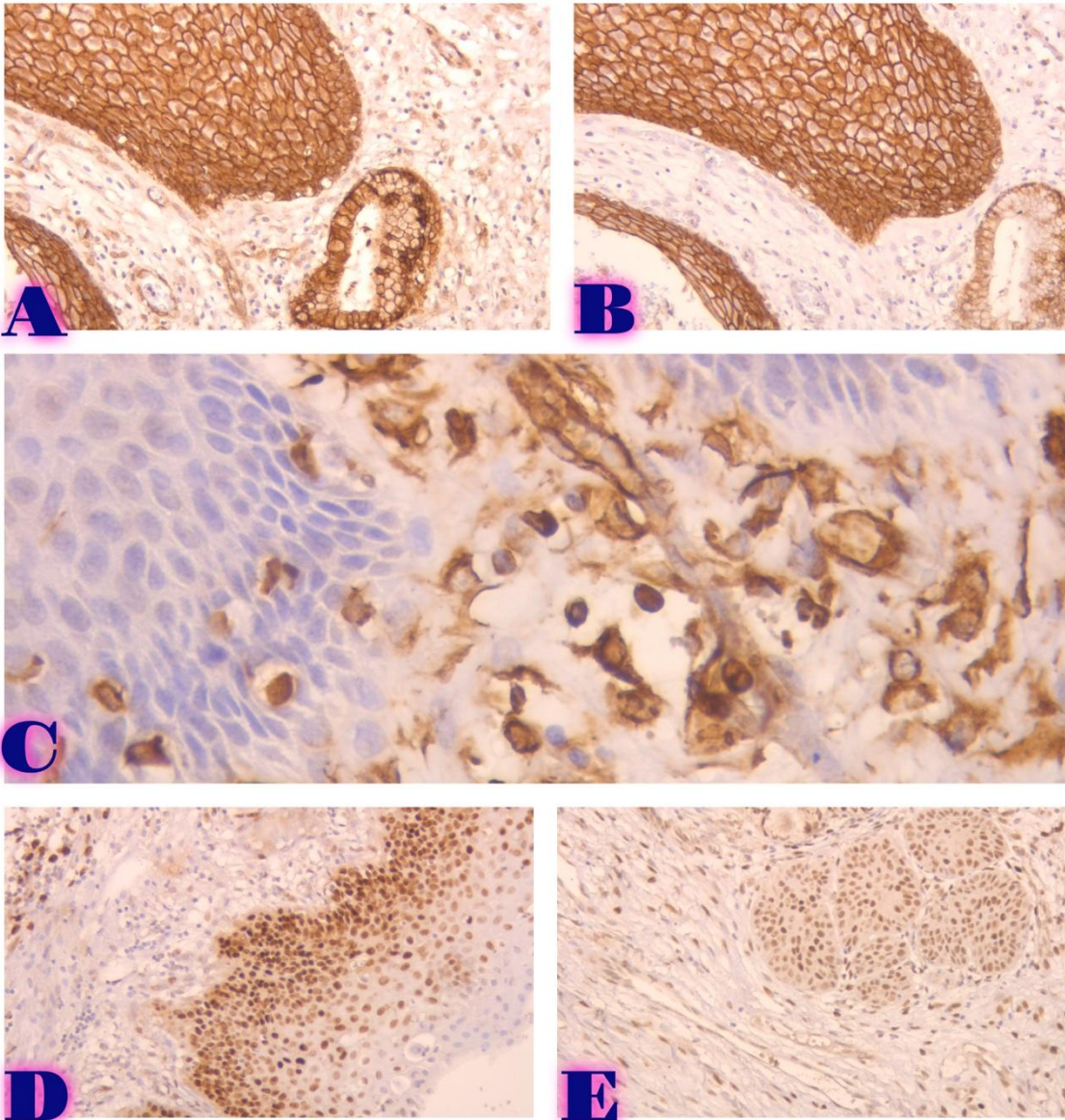
დიაგრამა 10: ჰორმონული რეცეპტორების (ესტროგენისა და პროგესტერონის) ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში;

HPV-დადებითმა შემთხვევებმა აჩვენა ვიმენტინის და ბეტა-კატენინის მნიშვნელოვნად მაღალი ექსპრესია HPV-უარყოფით ნიმუშებთან შედარებით. კონკრეტულად, CIN 1 და CIN 2 დაზიანებები, რომლებიც იყო HPV-დადებითი, აჩვენებდნენ ვიმენტინის უფრო ძლიერ ექსპრესიას (HPV-დადებითი CIN 1-ის 80% და HPV-დადებითი CIN 2 დაზიანების 90%). ანალოგიურად, CIN 2 დაზიანებები HPV პოზიტიურობით აჩვენებდნენ E-cadherin-ის უფრო გამოხატულ დაკარგვას (70%) HPV-უარყოფით CIN 2 დაზიანებებთან შედარებით (50%).



დიაგრამა 11: ესტროგენის, პროგესტერონის, E-კადჰერინის, ბეტა-კატენინისა და ვიმენტინის განაწილება HPV დადებით და HPV უარყოფით საშვილოსნოს ყელის უმწიფარი ბრტყელუჯრედოვანი პოლიპოიდური მეტაპლაზიის შემთხვევებში:

ასაკმა არ აჩვენა მნიშვნელოვანი კორელაცია ვიმენტინის, ბეტა-კატენინის, E-კადჰერინის ან ჰორმონალური რეცეპტორების ექსპრესიასთან სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ დიაგნოზებში. თუმცა, მცირე ტენდენცია დაფიქსირდა, როდესაც ახალგაზრდა პაციენტებში (<40 წელზე ნაკლები) CIN 2 დაზიანებით აჩვენებდნენ ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის ოდნავ უფრო მაღალი ექსპრესიის დონეს ხანდაზმულ პაციენტებთან შედარებით.

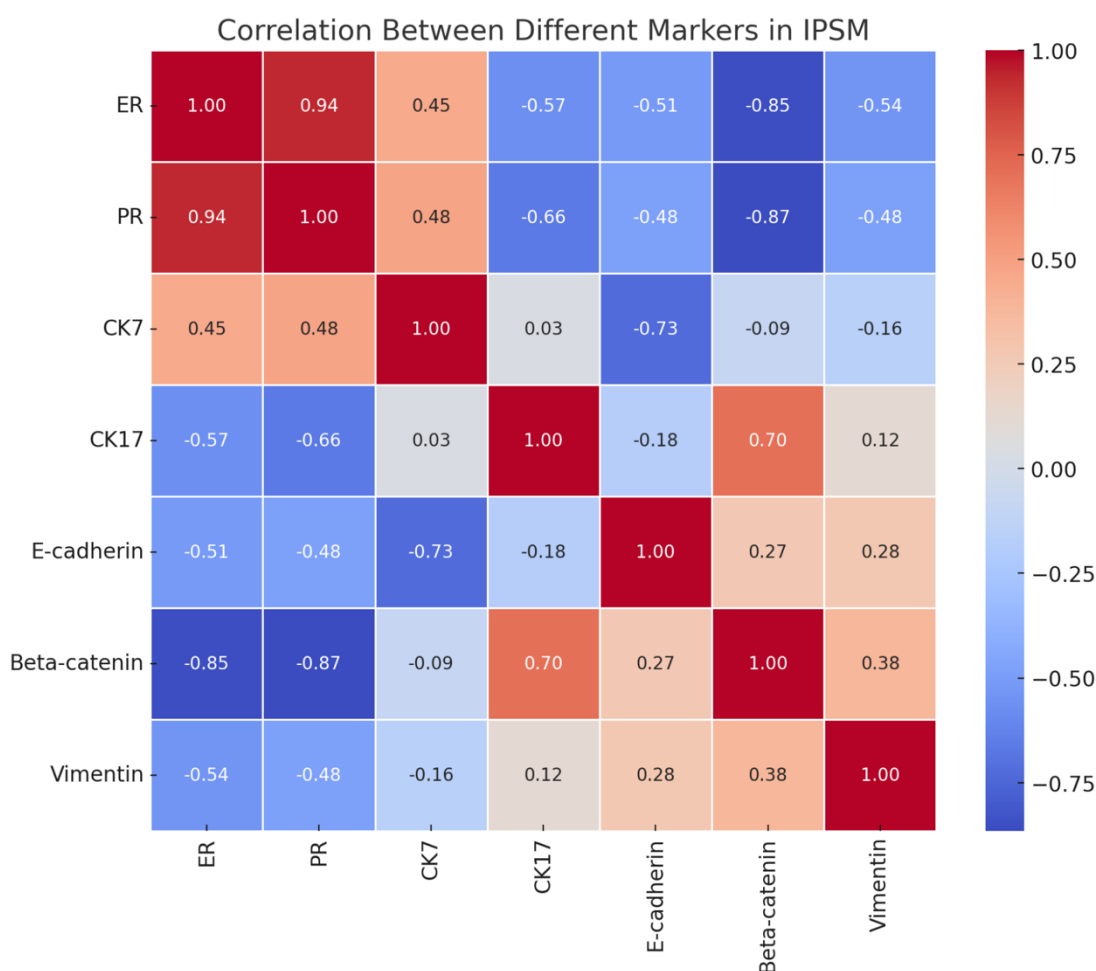


სურათი 3: A. ბეტა-კატენინის ექსპრესია საშვილოსნოს ყელის უმწიფარ პოლიპოიდურ-ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში IHC 400X; B. E-კადჰერინის ექსპრესია საშვილოსნოს ყელის უმწიფარ პოლიპოიდურ-ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში IHC 400X; C. ვიმენტინის ექსპრესია საშვილოსნოს ყელის უმწიფარ პოლიპოიდურ-ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში IHC 400X; D. ესტროგენის ექსპრესია საშვილოსნოს ყელის უმწიფარ პოლიპოიდურ-ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში IHC 400X; E. პროგესტერონის ექსპრესია საშვილოსნოს ყელის უმწიფარ პოლიპოიდურ-ბრტყელუჯრედოვან მეტაპლაზიაში IHC 400X;

ჩატარდა სტატისტიკური ანალიზი იმუნოჰისტოქიმიური მარკერის ექსპრესიისა და ჰისტოლოგიურ დიაგნოზებს შორის კორელაციის შესაფასებლად.

კლევის შედეგებმა გამოავლინა მნიშვნელოვანი კორელაცია ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის ექსპრესიასა და CIN დაზიანებების პროგრესირებას შორის ($p < 0.05$). E-კადჰერინის ექსპრესიის დაკარგვა მნიშვნელოვნად იყო დაკავშირებული CIN 2 დაზიანებებთან ($p < 0.05$), ხოლო ER და

PR დაქვეითება მნიშვნელოვნად იყო დაკავშირებული უფრო მაღალი ხარისხის დაზიანებებთან ($p < 0.05$).



დიაგრამა 12: კორელაციური Heatmap რუკა, რომელიც გვიჩვენებს ურთიერთობას სხვადასხვა მარკერებს შორის უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის დროს (IPSM).

ჩვენმა კვლევამ აჩვენა, რომ EMT მარკერები (ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი) მცირედ გამოხატული იყო უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის დროს (IPSM), მათი ექსპრესია არ აჩვენებდა სტატისტიკურად მნიშვნელოვან განსხვავებებს საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელიურ ნეოპლაზიასთან (CIN) შედარებით. IPSM-ში მარკერები მიუთითებდნენ EMT-ის ადრეულ სტადიაზე, მაგრამ ცვლილებები ნაკლებად გამოხატული იყო უფრო მოწინავე CIN 1 და CIN 2 დაზიანებებთან შედარებით. E-კადჰერინის დაკარგვა და ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის გაზრდილი ექსპრესია CIN დაზიანებებში, განსაკუთრებით CIN 2-ში, იყო სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი და დაკავშირებული იყო დაზიანების სიმძიმესთან, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ EMT თამაშობს გადამწყვეტ როლს CIN პროგრესირებაში, მაგრამ არა IPSM-ში. ამიტომ, EMT, როგორც ჩანს, ნაკლებად მნიშვნელოვანია IPSM-ში CIN-თან შედარებით, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მიუხედავად იმისა, რომ EMT ჩართულია IPSM პროგრესში, ის ჯერ კიდევ არ აღწევს იმავე მნიშვნელობას, რომელიც დაფიქსირდა CIN-ში.

განსჯა

ჩვენი კვლევის შედეგები გვაწვდის ღირებულ შეხედულებებს ეპითელიურ-მეზენქიმური ტრანსფორმაციის მარკერების (EMT) და ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიის თავისებურებებზე საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელიური ნეოპლაზიის (CIN) პროგრესირებაში, განსაკუთრებით უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის (IPSM) კონტექსტში. ჩვენი კვლევის შედეგების საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი არის ძირითადი ბიომარკერები, რომლებიც მონაწილეობენ დაბალი ხარისხის CIN-ის პროგრესირებაში. გარდა ამისა, ჩვენი კვლევა ხაზს უსვამს ესტროგენის რეცეპტორების (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორების (PR) ექსპრესიის შემცირებას უფრო მაღალი ხარისხის დაზიანებებში, რამაც შეიძლება შემდგომში ხელი შეუწყოს საშვილოსნოს ყელის დისპლაზიის პროგრესირებას.

ბეტა-კატენინმა, რომელიც წარმოადგენს EMT-ის საკვანძო მარკერს, აჩვენა ლოკალიზაციის მნიშვნელოვანი ცვლა მემბრანულიდან ციტოპლაზმურ და ბირთვულზე CIN 1 და CIN 2 დაზიანებებში. ეს დასკვნა შეესაბამება **Kang et al. (2013)**-ის შედეგებს რომელმაც აჩვენა, რომ ბეტა-კატენინის ბირთვული ტრანსლოკაცია არის კრიტიკული მოვლენა CIN-ის საშვილოსნოს ყელის კარცინომად პროგრესირებაში. ბეტა-კატენინის დაგროვება ციტოპლაზმასა და ბირთვში არღვევს უჯრედ-უჯრედულ ადჰეზიას და ასოცირდება უჯრედების მოტორიკის ცვლასთან და ინვაზიურ პოტენციალთან. [13]

E-cadherin-ის ექსპრესიის დაკარგვა არის EMT-ის ერთ-ერთი ყველაზე კარგად დამკვიდრებული მახასიათებელი კიბოს პროგრესირებაში. ჩვენს კვლევაში დაფიქსირდა E-კადჰერინის ექსპრესიის მნიშვნელოვანი შემცირება CIN 2 დაზიანებებში დაბალი ხარისხის დაზიანებებთან და საკონტროლო ჯგუფებთან შედარებით. ეს დასკვნა შეესაბამება **Matsui et al. (2014)**-ის კვლევის შედეგებს, რომელმაც დაადგინა, რომ E-cadherin-ის დაკარგვა CIN დაზიანებებში დაკავშირებულია სიმსივნის გაზრდილ აგრესიულობასთან და ინვაზიურ კარცინომამდე პროგრესირების მაღალ რისკთან. [14], ჩვენი კვლევის დასკვნები მხარს უჭერს ჰიპოთეზას, რომ EMT პროცესი გადამწყვეტ როლს თამაშობს საშვილოსნოს ყელის დისპლაზიის პროგრესირებაში. E-კადჰერინის ექსპრესიის შემცირება, ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის გაზრდილ ექსპრესიასთან ერთად, აქტიურად გვხვდება CIN 2 დაზიანებებში, რაც პოტენციურად ხელს უწყობს მათ პროგრესირებას ინვაზიურ კარცინომამდე.

ცნობილია, რომ ესტროგენი და პროგესტერონი არეგულირებენ საშვილოსნოს ყელის ეპითელიუმის ზრდას და დიფერენციაციას. მათი შესაბამისი რეცეპტორების ექსპრესიის შემცირება დაკავშირებულია საშვილოსნოს ყელის დაზიანების პროგრესირებასთან. კვლევის შედეგებმა ასევე აჩვენა, რომ ER ექსპრესიის დაქვეითება მაღალი ხარისხის CIN დაზიანებებში დაკავშირებულია საშვილოსნოს ყელის ინვაზიური კიბოს პროგრესირების რისკთან (**Medeiros et al., 2018**). [15] ჩვენი დასკვნები შესაბამისობაშია აღნიშნული კვლევის შედეგებთან რომ ჰორმონული რეცეპტორების დაქვეითებამ შეიძლება გარკვეული როლი ითამაშოს საშვილოსნოს ყელის დაზიანებების ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის ხელშეწყობაში.

ჩვენმა კვლევამ ასევე დაადგინა, რომ HPV-დადებითმა შემთხვევებმა აჩვენა ვიმენტინის და ბეტა-კატენინის მნიშვნელოვნად მაღალი ექსპრესია, ისევე როგორც E-კადჰერინის უფრო გამოხატული დაკარგვა CIN 2 დაზიანებებში HPV-უარყოფით ნიმუშებთან შედარებით. ეს დასკვნები შეესაბამება კვლევას, რომელმაც აჩვენა ძლიერი კავშირი მაღალი რისკის მქონე HPV ინფექციასა და საშვილოსნოს ყელის კარცეროგენეზში EMT გზების გააქტიურებას შორის. HPV ინფექცია იწვევს მეზენქიმური მარკერების ჭარბ ექსპრესიას, როგორიცაა ვიმენტინი და ბეტა-კატენინი, ხოლო იმავდროულად ამცირებს ეპითელურ მარკერებს, როგორიცაა E-cadherin, რითაც ხელს უწყობს EMT-ის ინიცირებას სიმსივნის პროგრესირებას (Garland et al., 2019)[2]. ჩვენი კვლევის შედეგები მხარს უჭერს ჰიპოთეზას, რომ HPV ინფექცია მოქმედებს, როგორც EMT-ის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი საშვილოსნოს ყელის დაზიანებებში, რაც კიდევ უფრო უწყობს ხელს მათ პროგრესირებას უფრო მაღალი ხარისხის დისპლაზიისა და კარცინომისკენ.

EMT მარკერების (ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი, E-კადჰერინი) იდენტიფიკაციას, ისევე როგორც ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიას შეიძლება ჰქონდეს მნიშვნელოვანი კლინიკური გავლენა. EMT, როგორც ჩანს, ნაკლებად მნიშვნელოვანია IPSM-ში CIN-თან შედარებით, EMT თამაშობს გადამწყვეტ როლს CIN პროგრესირებაში, მაგრამ არა IPSM-ში. ვიმენტინი და ბეტა-კატენინი შეიძლება იყოს ბიომარკერები მაღალი რისკის CIN დაზიანებების ადრეული გამოვლენისთვის, რაც უზრუნველყოფს პაციენტების უკეთესი რისკის სტრატეგიკაციას და უფრო მიზანმიმართული მკურნალობის სტრატეგიების შემუშავებას.

დასკვნა

ჩვენი კვლევა იძლევა მნიშვნელოვან ინფორმაციას მოლეკულურ მექანიზმებზე, რომლებსაც ემყარება საშვილოსნოს ყელის ინტრაეპითელური ნეოპლაზიის (CIN) პროგრესირება, განსაკუთრებული აქცენტით ეპითელურ-მეზენქიმული ტრანსფორმაციის მარკერების როლზე და ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიაზე. ჩვენი დასკვნები აჩვენებს, რომ ვიმენტინი, ბეტა-კატენინი და E-კადჰერინი არის ძირითადი ბიომარკერები, რომლებიც დაკავშირებულია პროგრესირებასთან დაბალი ხარისხის დაზიანებებიდან, როგორიცაა უმწიფარი პოლიპოიდური ბრტყელი მეტაპლაზია (IPSM), უფრო მაღალი ხარისხის CIN 2 დაზიანებებამდე. ვიმენტინისა და ბეტა-კატენინის რეგულაცია, E-კადჰერინის დაკარგვასთან ერთად, მიუთითებს იმაზე, რომ EMT აქტიურად არის ჩართული საშვილოსნოს ყელის კანცეროგენეზში.

EMT მარკერები არ აჩვენებდნენ სტატისტიკურად მნიშვნელოვან განსხვავებებს IPSM-ში CIN-თან შედარებით, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მიუხედავად იმისა, რომ EMT იმყოფება IPSM-ში, ის ჯერ კიდევ არ თამაშობს ისეთივე გადამწყვეტ როლს დაზიანების პროგრესირებაში, როგორც დაფიქსირდა CIN 1 და CIN 2 დაზიანებებში. CIN 2 დაზიანებებში EMT მარკერების ექსპრესიის მნიშვნელოვანი ცვლილებები ხაზს უსვამს EMT-ის მნიშვნელობას CIN პროგრესირების პროცესში მიყვანას. უფრო მეტიც, ესტროგენის რეცეპტორის (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორის (PR) შემცირებული ექსპრესია მაღალი ხარისხის დაზიანებებში

მიუთითებს ჰორმონალურ დისრეგულაციაზე, როგორც CIN პროგრესირების ხელშემწყობ ფაქტორად.

საბოლოოდ, მიუხედავად იმისა, რომ EMT თამაშობს ადრეულ როლს IPSC-ში, ის უფრო გამოხატული და მნიშვნელოვანია CIN დაზიანებების პროგრესირებაში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ EMT შეიძლება იყოს ღირებული მარკერი უფრო აგრესიული CIN-ის იდენტიფიცირებისთვის. საჭიროა დამატებითი კვლევები უფრო დიდი კოჰორტებით და ფართომასშტაბიანი კლინიკური დაკვირვებით, რათა შემდგომ დაამტკიცდეს ამ ბიომარკერების კლინიკური სარგებლობა CIN პროგრესირებისა და საშვილოსნოს ყელის კიბოს განვითარების პროგნოზირებისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] R. Cappellesso et al., "The prognostic role of the epithelial-mesenchymal transition markers E-cadherin and Slug in laryngeal squamous cell carcinoma," *Histopathology*, vol. 67, no. 4, pp. 491–500, Oct. 2015, doi: 10.1111/HIS.12668.
- [2] A. Auluck, G. Hislop, C. Bajdik, C. Poh, L. Zhang, and M. Rosin, "Trends in oropharyngeal and oral cavity cancer incidence of Human Papillomavirus (HPV)-related and HPV-unrelated sites in a multicultural population: The British Columbia experience," *Cancer*, vol. 116, no. 11, pp. 2635–2644, Jun. 2010, doi: 10.1002/CNCR.25087.
- [3] N. A. Andrews, A. S. Jones, T. R. Helliwell, and A. R. Kinsella, "Expression of the E-cadherin-catenin cell adhesion complex in primary squamous cell carcinomas of the head and neck and their nodal metastases," *Br J Cancer*, vol. 75, no. 10, pp. 1474–1480, 1997, doi: 10.1038/BJC.1997.252.
- [4] M. Lefevre et al., "Epithelial to mesenchymal transition and HPV infection in squamous cell oropharyngeal carcinomas: the papillophar study," *Br J Cancer*, vol. 116, no. 3, p. 362, Jan. 2017, doi: 10.1038/BJC.2016.434.
- [5] S. Pirouzpanah, F. A. Taleban, P. Mehdipour, S. Sabour, and M. Atri, "Hypermethylation pattern of ESR and PgR genes and lacking estrogen and progesterone receptors in human breast cancer tumors: ER/PR subtypes," *Cancer Biomarkers*, vol. 21, no. 3, pp. 621–638, 2018, doi: 10.3233/CBM-170697.
- [6] W. Truin, R. M. H. Roumen, S. Siesling, K. K. van de Vijver, V. C. G. Tjan-Heijnen, and A. C. Voogd, "Estrogen and progesterone receptor expression levels do not differ between lobular and ductal carcinoma in patients with hormone receptor-positive tumors," *Breast Cancer Res Treat*, vol. 164, no. 1, pp. 133–138, Jul. 2017, doi: 10.1007/s10549-017-4220-x.
- [7] R. G. Lapidus, S. J. Nass, and N. E. Davidson, "The loss of estrogen and progesterone receptor gene expression in human breast cancer," *J Mammary Gland Biol Neoplasia*, vol. 3, no. 1, pp. 85–94, 1998, doi: 10.1023/A:1018778403001.

- [8] M. Branca et al., "Upregulation of nuclear factor- κ B (NF- κ B) is related to the grade of cervical intraepithelial neoplasia, but is not an independent predictor of high-risk human papillomavirus or disease outcome in cervical cancer," *Diagn Cytopathol*, vol. 34, no. 8, pp. 555–563, Aug. 2006, doi: 10.1002/dc.20514.
- [9] K. J. Syrjänen, "Spontaneous evolution of intraepithelial lesions according to the grade and type of the implicated human papillomavirus (HPV)," *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*, vol. 65, no. 1, pp. 45–53, 1996, doi: 10.1016/0028-2243(95)02303-A.
- [10] M. J. Arends, C. H. Buckley, and M. Wells, "Aetiology, pathogenesis, and pathology of cervical neoplasia," *J Clin Pathol*, vol. 51, no. 2, pp. 96–103, 1998, doi: 10.1136/jcp.51.2.96.
- [11] J. A. Glenn et al., "Longitudinal patterns of recurrence in patients with adrenocortical carcinoma," *Surgery (United States)*, vol. 165, no. 1, pp. 186–195, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.SURG.2018.04.068.
- [12] M. Branca et al., "Up-regulation of proliferating cell nuclear antigen (PCNA) is closely associated with high-risk human papillomavirus (HPV) and progression of cervical intraepithelial neoplasia (CIN), but does not predict disease outcome in cervical cancer," *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*, vol. 130, no. 2, pp. 223–231, 2007, doi: 10.1016/j.ejogrb.2006.10.007.
- [13] M. Shen and Y. Kang, "Role Reversal: A Pro-metastatic Function of E-Cadherin," *Dev Cell*, vol. 51, no. 4, pp. 417–419, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.DEVCEL.2019.10.028.
- [14] T. Svanadze, S. Kepuladze, N. Tevzadze, and G. Burkadze, "ASSESSMENT OF PROLIFERATIVE ACTIVITY OF DIFFERENT TYPES OF SQUAMOUS CELL METAPLASIA OF THE CERVIX USING AgNor TECHNOLOGY," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 2, pp. 275–287, Jun. 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.02.35.
- [15] S. Boulénouar et al., "Effects of HPV-16 E5, E6 and E7 proteins on survival, adhesion, migration and invasion of trophoblastic cells," *Carcinogenesis*, vol. 31, no. 3, pp. 473–480, Mar. 2010, doi: 10.1093/CARCIN/BGP281.

Role of Epithelial-Mesenchymal Transition Markers and Hormonal Receptor Expression in the Immature Polypoid Squamous Metaplasia

Tamar Svanadze; Shota Kepuladze; George Burkadze

Abstract:

Cervical intraepithelial neoplasia (CIN) is a key precursor to cervical cancer, and understanding the molecular mechanisms underlying its progression is critical for improving diagnostic and therapeutic strategies. Immature polypoid squamous metaplasia (IPSM) represents a distinct histological entity that may play a role in the progression of CIN. This study aimed to investigate the expression of epithelial-mesenchymal transition (EMT) markers (vimentin, beta-catenin, and E-cadherin) and hormonal receptors (estrogen receptor [ER] and progesterone receptor [PR]) in various stages of CIN, including IPSM. A total of 195 patients with reactive ectocervix, mature squamous metaplasia, IPSM, and CIN (CIN 1 and CIN 2) were included. Immunohistochemical staining was performed to assess the expression of vimentin, beta-catenin, E-cadherin, ER, and PR. HPV status was also determined, and the correlation between marker expression and histological grade was analysed. The study found significant upregulation of vimentin and beta-catenin expression and a loss of E-cadherin in CIN lesions, particularly in CIN 2. HPV-positive cases exhibited higher expression of EMT markers and more pronounced loss of E-cadherin compared to HPV-negative cases. Additionally, ER and PR expression was significantly reduced in higher-grade CIN lesions. These molecular changes were strongly associated with progressing from lower-grade CIN and IPSM to CIN 2. Our findings suggest that the upregulation of EMT markers and the downregulation of hormonal receptors play key roles in the progression of CIN. These markers, particularly vimentin, beta-catenin, and E-cadherin, may be valuable biomarkers for early detection and risk stratification in cervical cancer prevention. Future research should explore the therapeutic potential of targeting these molecular pathways, particularly in HPV-positive CIN lesions.

Keywords: EMT; CIN; IPSM; HPV;

ავტორების შესახებ დამატებითი ინფორმაცია:

თამარ სვანაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის PhD სტუდენტი

Tamar Svanadze – Phd Student at Tbilisi State Medical University,

E-Mail: ta.svanadze@gmail.com

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ექიმი

პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი;

Shota Kepuladze –Tbilisi State Medical University, MD, Clinical Pathologist; PhD in

Oncology/Pathology;

E-mail: shota.kepuladze@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი,

მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Department of

Molecular pathology;

E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

პროფესიული ეთიკა ენერგეტიკაში და რბილი უნარები

მაია ლომსაძე-კუჭავა¹, თამარ წერეთელი², ხათუნა გიორგაძე³

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, დოქტორი; ²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი; ³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი

ანოტაცია

სტატიაში განხილულია რა როლი აქვს ენერგეტიკაში პროფესიულ ეთიკას და როგორ შეიძლება რბილი უნარების გამოყენებით ენერგო კომპანიების უფრო ეფექტურად მართვა, მოყვანილია მაგალითი და შემუშავებულია ქეისი.

საკვანძო სიტყვები: ენერგეტიკა, პროფესიული ეთიკა, რბილი უნარები, ენერგოკომპანია, კომუნიკაცია.

შესავალი

პროფესიული ეთიკა ენერგეტიკის სფეროში მოიცავს მთელ რიგ პრინციპებს და ღირებულებებს, რომლებიც უნდა იყოს გათვალისწინებული ყოველდღიურ საქმიანობაში. ეს შეიძლება მოიცავდეს ისეთ საკითხებს, როგორიცაა გამჭვირვალობა გადაწყვეტილების მიღების პროცესში, უსაფრთხოების სტანდარტების მკაცრი დაცვა, გარემოზე ზემოქმედების მინიმიზაცია და საზოგადოების ინტერესების გათვალისწინება.

მაგალითად, წარმოიდგინეთ სიტუაცია, სადაც ენერგეტიკული კომპანიის ინჟინერი აღმოაჩენს პოტენციურ უსაფრთხოების რისკს ახალ პროექტში. პროფესიული ეთიკის თვალსაზრისით, მან უნდა წამოჭრას ეს საკითხი, მიუხედავად იმისა, რომ ამან შეიძლება გამოიწვიოს პროექტის დაგვიანება ან დამატებითი ხარჯები. ეს მოითხოვს არა მხოლოდ ტექნიკურ ცოდნას, არამედ მორალურ მტკიცებას და კომუნიკაციის უნარებს.

ძირითადი ნაწილი

რბილი უნარები, როგორიცაა ეფექტური კომუნიკაცია, გუნდური მუშაობა, ემოციური ინტელექტი და ადაპტაციის უნარი, ასევე კრიტიკულად მნიშვნელოვანია. ენერგეტიკის სფეროში ხშირად საჭიროა მუშაობა მრავალფეროვან გუნდებში, სხვადასხვა დისციპლინის წარმომადგენლებთან და დაინტერესებულ მხარეებთან.

ენერგეტიკის სფერო თანამედროვე მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე სწრაფად განვითარებადი და მნიშვნელოვანი დარგია. მზარდი გლობალიზაციისა და ტექნოლოგიური

პროგრესის ფონზე, ამ სფეროში წარმატების მიღწევა სულ უფრო მეტად არის დამოკიდებული ეფექტურ გუნდურ მუშაობაზე. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინოა საერთაშორისო პროექტებში, სადაც კულტურული მრავალფეროვნება, კონფლიქტების მართვა და ცოდნის გაზიარება კრიტიკულ როლს თამაშობს.

ავიღოთ მაგალითი, სადაც ენერგეტიკული კომპანია გეგმავს ახალი ქარის ელექტროსადგურის მშენებლობას. პროექტის მენეჯერს მოუწევს ურთიერთობა ინჟინრებთან, გარემოს დამცველებთან, ადგილობრივ თემებთან და სამთავრობო უწყებებთან. აქ რბილი უნარები გადამწყვეტ როლს თამაშობს. მას დასჭირდება:

1. ეფექტური კომუნიკაცია, რათა ახსნას პროექტის ტექნიკური დეტალები არასპეციალისტებისთვის გასაგები ენით.

ენერგეტიკის პროექტების ტექნიკური დეტალების ახსნა არასპეციალისტებისთვის მოითხოვს გარკვეულ უნარებს და მიდგომას. მთავარია, რომ თქვენი კომუნიკაცია იყოს მარტივი და გასაგები. ეცადეთ თავი აარიდოთ რთულ ტექნიკურ ტერმინებს და ჟარგონს. ნაცვლად ამისა, გამოიყენეთ ყოველდღიური ენა და მარტივი განმარტებები.

ვიზუალური საშუალებები შეიძლება ძალიან სასარგებლო იყოს რთული კონცეფციების გადმოსაცემად. დიაგრამები, გრაფიკები და ინფოგრაფიკები დაგეხმარებათ ინფორმაციის თვალსაჩინოდ წარმოდგენაში. ასევე, ფოტოებისა და ვიდეოების გამოყენება რეალური მაგალითების საჩვენებლად შეიძლება ძალიან ეფექტური იყოს.

ანალოგიებისა და მეტაფორების გამოყენება არის კიდევ ერთი მძლავრი ხერხი. რთული იდეების დაკავშირება ყოველდღიურ გამოცდილებასთან ან ნაცნობ სიტუაციებთან დაეხმარება ადამიანებს უკეთ გაიგონ კონცეფციები. მაგალითად, შეგიძლიათ შეადაროთ ელექტროენერგიის ქსელი ქალაქის საგზაო სისტემას.

მნიშვნელოვანია ასევე კონტექსტის მიწოდება. აუხსენით აუდიტორიას, რატომ არის პროექტი მნიშვნელოვანი ფართო სურათში და რა გავლენა ექნება მას საზოგადოებაზე. ეს დაეხმარება მათ დაინახონ პროექტის ღირებულება და მნიშვნელობა.

ინტერაქცია აუდიტორიასთან არის კიდევ ერთი ეფექტური სტრატეგია. დასვით კითხვები, წახალისეთ დისკუსია და გამოიყენეთ პრაქტიკული დემონსტრაციები, სადაც ეს შესაძლებელია. ეს ხელს შეუწყობს აქტიურ სწავლას და დაეხმარება ადამიანებს უკეთ გაიგონ და დაიმახსოვრონ ინფორმაცია.

რთული პროცესების ახსნისას, სცადეთ მათი დაყოფა უფრო მცირე, მარტივ ნაბიჯებად. ეტაპობრივი მიდგომა დაეხმარება ადამიანებს თანდათანობით ააგონ თავიანთი გაგება. დაიწყეთ ძირითადი კონცეფციებით და ნელ-ნელა გადადით უფრო რთულ იდეებზე.

ფოკუსირება შედეგებზე და სარგებელზე არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი. ნაცვლად იმისა, რომ ჩაეფლოთ ტექნიკურ დეტალებში, აჩვენეთ, როგორ იმოქმედებს პროექტი ადამიანების ყოველდღიურ ცხოვრებაზე. ეს დაეხმარება აუდიტორიას დაინახოს პროექტის პრაქტიკული მნიშვნელობა.

ბოლოს, გახსოვდეთ, რომ კომუნიკაცია არის ორმხრივი პროცესი. წახალისეთ კითხვები და უკუკავშირი. ყურადღებით მოუსმინეთ აუდიტორიას და მოერგეთ თქვენს ახსნას მათი გაგების დონის მიხედვით. ეს დაგეხმარება უფრო ეფექტურად გადასცეთ ინფორმაცია და უზრუნველყოთ, რომ ყველამ კარგად გაიგოს პროექტის არსი.

2. მოლაპარაკების უნარები, რათა მიაღწიოს კონსენსუსს სხვადასხვა ინტერესების მქონე ჯგუფებს შორის.

ენერგეტიკის სფეროში მოლაპარაკებები ხშირად მოიცავს რთულ და მრავალმხრივ საკითხებს, სადაც სხვადასხვა მხარეს განსხვავებული ინტერესები და პრიორიტეტები აქვთ. ეფექტური მოლაპარაკების წარმართვისთვის მნიშვნელოვანია რამდენიმე ძირითადი უნარის განვითარება და სტრატეგიის გამოყენება.

პირველ რიგში, აუცილებელია აქტიური მოსმენის უნარი. ეს გულისხმობს არა მხოლოდ სხვების მოსმენას, არამედ მათი პოზიციების და ინტერესების ღრმად გაგებას. ხშირად, კონფლიქტები წარმოიშობა იმის გამო, რომ მხარეები ვერ უსმენენ ერთმანეთს სათანადოდ. აქტიური მოსმენით შეგიძლიათ გამოავლინოთ საერთო ინტერესები და შესაძლო კომპრომისის სფეროები.

მეორე მნიშვნელოვანი ასპექტია ემპათიის უნარი. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად ეხება მგრძნობიარე საკითხებს, როგორცაა გარემოს დაცვა, ეკონომიკური განვითარება, ან ადგილობრივი თემების ინტერესები. ემპათიის გამოჩენით შეგიძლიათ უკეთ გაიგოთ სხვების მოტივაციები და შეშფოთებები, რაც დაგეხმარებათ უფრო ეფექტური გადაწყვეტილებების მოძებნაში.

კრეატიული პრობლემების გადაჭრა არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი უნარი. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად მოითხოვს ინოვაციურ მიდგომებს, რათა დააკმაყოფილოს სხვადასხვა მხარის საჭიროებები. ეცადეთ გასცდეთ ტრადიციულ აზროვნებას და მოიფიქროთ ახალი გზები, რომლებიც შეიძლება სასარგებლო იყოს ყველა მხარისთვის.

მნიშვნელოვანია ასევე გრძელვადიანი პერსპექტივის გათვალისწინება. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად გრძელვადიანია და მათ შეიძლება ჰქონდეთ მნიშვნელოვანი გავლენა მომავალ თაობებზე. მოლაპარაკებებისას გაითვალისწინეთ არა მხოლოდ მოკლევადიანი მოგებები, არამედ გრძელვადიანი შედეგებიც.

ობიექტური მონაცემების და ექსპერტული ცოდნის გამოყენება შეიძლება ძალიან სასარგებლო იყოს კონსენსუსის მისაღწევად. მეცნიერული კვლევები, ეკონომიკური ანალიზი და გარემოზე ზემოქმედების შეფასებები შეიძლება დაგეხმაროთ უფრო ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მიღებაში და დავების გადაწყვეტაში.

მოქნილობა და კომპრომისისთვის მზადყოფნა არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი. იშვიათად ხდება, რომ ყველა მხარე მიიღებს ზუსტად იმას, რასაც სურს. მზად იყავით კომპრომისისთვის ნაკლებად მნიშვნელოვან საკითხებზე, რათა მიაღწიოთ შეთანხმებას უფრო მნიშვნელოვან საკითხებზე.

გამჭვირვალობა და ღიაობა ასევე მნიშვნელოვანია ნდობის ჩამოყალიბებისთვის. გააზიარეთ ინფორმაცია ღიად და პატიოსნად, და იყავით მზად ახსნათ თქვენი გადაწყვეტილებების მიზეზები. ეს დაეხმარება სხვა მხარეებს უკეთ გაიგონ თქვენი პოზიცია და შეიძლება გაზარდოს მათი მზადყოფნა თანამშრომლობისთვის.

კარგი მოლაპარაკება არ არის ნულოვანი ჯამის თამაში. მიზანი უნდა იყოს ისეთი გადაწყვეტილების პოვნა, რომელიც სარგებელს მოუტანს ყველა მხარეს. ეს შეიძლება მოითხოვდეს კრეატიულობას და მოქნილობას, მაგრამ საბოლოოდ მოგვცემს უფრო მდგრად და მისაღებ შედეგებს.

ეს უნარები და მიდგომები დაგეხმარებათ უფრო ეფექტურად წარმართოთ მოლაპარაკებები ენერგეტიკის სფეროში და მიაღწიოთ კონსენსუსს სხვადასხვა ინტერესების მქონე ჯგუფებს შორის.

3. ემპათია და კულტურული მგრძნობელობა, რათა გაიგოს და გაითვალისწინოს ადგილობრივი თემების შეშფოთება.

ენერგეტიკის პროექტები ხშირად მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილობრივ თემებზე, და ამ გავლენის გაგება მოითხოვს ღრმა ემპათიას და კულტურულ მგრძნობელობას. ეს არის არა მხოლოდ ეთიკური იმპერატივი, არამედ პრაქტიკული აუცილებლობაც პროექტის წარმატებისთვის.

ემპათია იწყება მოსმენით. ადგილობრივ თემებთან მუშაობისას მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ მათი სიტყვების მოსმენა, არამედ მათი გრძნობებისა და ემოციების გაგებაც. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად ეხება საკითხებს, რომლებიც ღრმად პირადია ადამიანებისთვის - მათ სახლებს, საარსებო წყაროებს, ტრადიციებს. ამ ემოციური კონტექსტის გაგება არის პირველი ნაბიჯი ნამდვილი დიალოგისკენ.

კულტურული მგრძნობელობა მოითხოვს ადგილობრივი ტრადიციების, ღირებულებების და სოციალური ნორმების ღრმა გაგებას. ეს შეიძლება მოიცავდეს ისეთ ასპექტებს, როგორიცაა მიწასთან და ბუნებრივ რესურსებთან დამოკიდებულება, გადაწყვეტილების მიღების ტრადიციული მეთოდები, ან სულიერი პრაქტიკა. ენერგეტიკის პროექტი, რომელიც არ ითვალისწინებს ამ კულტურულ კონტექსტს, რისკავს გამოიწვიოს ღრმა კონფლიქტი და წინააღმდეგობა.

პრაქტიკულად, ეს შეიძლება ნიშნავდეს დროის დახარჯვას თემში, ადგილობრივი ლიდერების და უზუცესების მოსმენას, მონაწილეობას ადგილობრივ ღონისძიებებში. ეს არ არის მხოლოდ ინფორმაციის შეგროვების პროცესი; ეს არის ნდობის და ურთიერთგაგების ჩამოყალიბების პროცესი.

მნიშვნელოვანია გავიგოთ, რომ ადგილობრივი თემების შეშფოთება ხშირად სცდება მხოლოდ ეკონომიკურ ან გარემოსდაცვით საკითხებს. ის შეიძლება მოიცავდეს შიშს კულტურული იდენტობის დაკარგვის, სოციალური სტრუქტურების რღვევის ან ტრადიციული ცხოვრების წესის შეცვლის შესახებ. ამ შეშფოთების სერიოზულად მიღება და მათზე რეაგირება არის კრიტიკული მნიშვნელობის.

ენერგეტიკის პროექტების დაგეგმვისას, მნიშვნელოვანია ადგილობრივი თემების ჩართვა პროცესის ადრეულ ეტაპზე. ეს ნიშნავს არა მხოლოდ ინფორმაციის მიწოდებას, არამედ აქტიური მონაწილეობის შესაძლებლობების შექმნას. ეს შეიძლება მოიცავდეს ადგილობრივი ცოდნის გამოყენებას პროექტის დაგეგმვაში, ადგილობრივი შრომის რესურსების გამოყენებას, ან თემის განვითარების ინიციატივების ინტეგრირებას პროექტში.

ასევე მნიშვნელოვანია გავიგოთ, რომ "ადგილობრივი თემი" არ არის ჰომოგენური ჯგუფი. ის შეიძლება მოიცავდეს სხვადასხვა ქვეჯგუფებს განსხვავებული ინტერესებით და საჭიროებებით. მაგალითად, ქალების, ახალგაზრდების ან მარგინალიზებული ჯგუფების ხმები შეიძლება არ იყოს ადეკვატურად წარმოდგენილი ტრადიციულ გადაწყვეტილების მიღების სტრუქტურებში. ემპათიური მიდგომა მოითხოვს ამ მრავალფეროვნების გაგებას და ყველა ხმის მოსმენის მცდელობას.

კონფლიქტების წარმოშობის შემთხვევაში, ემპათია და კულტურული მგრძნობელობა გვეხმარება გავიგოთ კონფლიქტის ძირეული მიზეზები და ვიპოვოთ კულტურულად შესაფერისი გზები მათ გადასაჭრელად. ეს შეიძლება მოიცავდეს ტრადიციული კონფლიქტების მოგვარების მექანიზმების გამოყენებას ან ადგილობრივი შუამავლების ჩართვას.

საბოლოოდ, ემპათია და კულტურული მგრძნობელობა არ არის მხოლოდ "რბილი უნარები". ისინი არის ფუნდამენტური ინსტრუმენტები ენერგეტიკის პროექტების წარმატებისთვის. ისინი გვეხმარება შევქმნათ პროექტები, რომლებიც არა მხოლოდ ტექნიკურად და ეკონომიკურად მდგრადია, არამედ სოციალურად და კულტურულადაც მისაღები. ეს მიდგომა შეიძლება მოითხოვდეს მეტ დროს და ძალისხმევას მოკლევადიან პერსპექტივაში, მაგრამ ის ქმნის საფუძველს გრძელვადიანი წარმატებისთვის და პოზიტიური ურთიერთობებისთვის თემებთან.

4. პრობლემების გადაჭრის უნარი, რათა იპოვოს კრეატიული გადაწყვეტილებები მოულოდნელი გამოწვევების დასაძლევად.

ენერგეტიკის სფეროში პრობლემების გადაჭრის უნარი და კრეატიული გადაწყვეტილებების პოვნა მოულოდნელი გამოწვევების დასაძლევად არის უაღრესად მნიშვნელოვანი. ეს სფერო ხასიათდება სწრაფი ტექნოლოგიური ცვლილებებით, რთული რეგულაციებით და მრავალფეროვანი დაინტერესებული მხარეების ინტერესებით, რაც ხშირად ქმნის უნიკალურ და რთულ პრობლემებს.

ერთ-ერთი მთავარი ასპექტი ეფექტური პრობლემების გადაჭრისთვის არის სისტემური აზროვნება. ენერგეტიკის პროექტები არ არსებობს ვაკუუმში - ისინი ურთიერთქმედებენ გარემოსთან, ეკონომიკასთან, სოციალურ სტრუქტურებთან და პოლიტიკურ სისტემებთან. პრობლემის გადაჭრისას მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ ეს ფართო კონტექსტი და გავიგოთ, როგორ შეიძლება ერთ სფეროში მიღებულმა გადაწყვეტილებამ გავლენა მოახდინოს სხვებზე.

კრეატიულობა ხშირად მოდის დისციპლინათშორისი მიდგომიდან. ენერგეტიკის სფეროში მომუშავე პროფესიონალებმა შეიძლება ისარგებლონ სხვა სფეროებიდან იდეების და კონცეფციების სესხებით. მაგალითად, ბუნებრივი სისტემებიდან შთაგონებული ბიომიმიკრიის კონცეფციები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ენერგოეფექტური დიზაინის შესაქმნელად. ან, ციფრული ტექნოლოგიების სფეროდან აღებული იდეები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ჰკვიანი ენერგეტიკული ქსელების შესაქმნელად.

მოქნილობა და ადაპტაციის უნარი არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად გრძელვადიანია და შეიძლება წააწყდნენ მოულოდნელ დაბრკოლებებს - იქნება ეს ტექნოლოგიური ცვლილებები, ცვალეზადი რეგულაციები თუ ბუნებრივი კატასტროფები. ეფექტური პრობლემების გადამჭრელები უნდა იყვნენ მზად სწრაფად მოერგონ ახალ გარემოებებს და შეცვალონ თავიანთი მიდგომები საჭიროებისამებრ.

კოლაბორაცია და გუნდური მუშაობა ასევე კრიტიკულად მნიშვნელოვანია. რთული პრობლემები იშვიათად წყდება ერთი ადამიანის მიერ. ეფექტური პრობლემების გადაჭრა ხშირად მოითხოვს სხვადასხვა უნარებისა და პერსპექტივების მქონე ადამიანების ერთად მუშაობას. ეს შეიძლება მოიცავდეს ინჟინრებს, გარემოს დამცველებს, ფინანსისტებს,

იურისტებს და თემის წარმომადგენლებს. მრავალფეროვანი გუნდი უფრო მეტად არის მზად იპოვოს ინოვაციური გადაწყვეტილებები.

დატა-ანალიტიკა და მოდელირება ასევე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს თანამედროვე პრობლემების გადაჭრაში ენერგეტიკის სფეროში. დიდი მოცულობის მონაცემების ანალიზი და რთული სცენარების მოდელირება შეიძლება დაგვეხმაროს უკეთ გავიგოთ პრობლემები და წინასწარ განვჭვრიტოთ პოტენციური გადაწყვეტილებების შედეგები. ეს შეიძლება იყოს განსაკუთრებით სასარგებლო რთული სისტემების ოპტიმიზაციისთვის, როგორიცაა ენერგეტიკული ქსელები.

რისკების მართვა არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი პრობლემების გადაჭრისას ენერგეტიკის სფეროში. ეს მოიცავს არა მხოლოდ პოტენციური რისკების იდენტიფიცირებას, არამედ მათი ალბათობისა და პოტენციური გავლენის შეფასებასაც. ეფექტური რისკების მართვა გვუძლავს ვიყოთ პროაქტიულები და შევიშუშაოთ სტრატეგიები პოტენციური პრობლემების თავიდან ასაცილებლად ან მათი გავლენის შესამცირებლად.

ინოვაციური აზროვნება და ექსპერიმენტირების სურვილი ასევე მნიშვნელოვანია. ენერგეტიკის სფერო სწრაფად ვითარდება და ახალი ტექნოლოგიები ქმნის ახალ შესაძლებლობებს. ეფექტური პრობლემების გადამჭრელები უნდა იყვნენ მზად გასცდნენ ტრადიციულ მიდგომებს და გამოსცადონ ახალი იდეები. ეს შეიძლება მოიცავდეს პილოტურ პროექტებს ახალი ტექნოლოგიების გამოსაცდელად ან ინოვაციურ ბიზნეს მოდელებს ენერგიის მიწოდების ახალი გზების შესაქმნელად.

მნიშვნელოვანია გვახსოვდეს, რომ პრობლემების გადაჭრა ენერგეტიკის სფეროში ხშირად მოითხოვს გრძელვადიან პერსპექტივას. ბევრი გადაწყვეტილება, რომელსაც დღეს ვიღებთ, გავლენას მოახდენს მომავალ თაობებზე. ამიტომ, მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ არა მხოლოდ მოკლევადიანი შედეგები, არამედ გრძელვადიანი მდგრადობაც - ეკონომიკური, გარემოსდაცვითი და სოციალური თვალსაზრისით.

ეს მიდგომები და უნარები ერთად ქმნის საფუძველს ეფექტური და კრეატიული პრობლემების გადაჭრისთვის ენერგეტიკის სფეროში. ისინი გვუძლავს არა მხოლოდ გავუმკლავდეთ არსებულ გამოწვევებს, არამედ წინასწარ განვჭვრიტოთ და მოვემზადოთ მომავალი პრობლემებისთვის, რაც საბოლოოდ ხელს უწყობს უფრო მდგრადი და ეფექტური ენერგეტიკული სისტემების შექმნას.

5. სტრესის მართვა, რათა შეინარჩუნოს სიმშვიდე და ფოკუსირება რთულ სიტუაციებში.

ენერგეტიკის სფეროში მუშაობა ხშირად დაკავშირებულია მაღალ სტრესთან და რთულ სიტუაციებთან. ეს ინდუსტრია ხასიათდება მკაცრი დედლაინებით, მაღალი რისკებით და მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებებით, რომლებმაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს მთელ რეგიონებზე ან ქვეყნებზე. ამ გარემოში სტრესის ეფექტური მართვა და სიმშვიდის შენარჩუნება არის კრიტიკული უნარი.

სტრესის მართვა იწყება საკუთარი სტრესის ტრიგერების და სიმპტომების ცნობით. ენერგეტიკის პროფესიონალებმა უნდა განივითარონ თვითშემეცნების მაღალი დონე, რათა გაიგონ, რა იწვევს მათ სტრესს და როგორ რეაგირებს მათი სხეული და გონება ამ სტრესზე. ეს შეიძლება იყოს ფიზიკური სიმპტომები, როგორიცაა კუნთების დაძაბულობა ან გულისცემის აჩქარება, ან მენტალური სიმპტომები, როგორიცაა შფოთვა ან კონცენტრაციის დაკარგვა.

მინდფულნესი და მედიტაცია არის ძლიერი ინსტრუმენტები სტრესის მართვისთვის. ეს პრაქტიკები გვეხმარება დავრჩეთ აწმყოში და არ ვიფიქროთ ზედმეტად მომავლის შესახებ, რაც ხშირად არის სტრესის წყარო. რეგულარული მინდფულნესის პრაქტიკა შეიძლება დაგვეხმაროს გავზარდოთ ჩვენი ემოციური მდგრადობა და უკეთ გავუმკლავდეთ სტრესულ სიტუაციებს, როდესაც ისინი წარმოიშობა.

ფიზიკური ვარჯიში არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი სტრესის მართვაში. რეგულარული ვარჯიში არა მხოლოდ ამცირებს სტრესის ჰორმონების დონეს, არამედ ზრდის ენდორფინების გამოყოფას, რაც აუმჯობესებს გუნება-განწყობილებას და ენერგიის დონეს. ენერგეტიკის პროფესიონალებმა უნდა იპოვონ დრო რეგულარული ფიზიკური აქტივობისთვის, მიუხედავად მათი დატვირთული გრაფიკისა.

ადეკვატური ძილი არის კრიტიკული სტრესთან გამკლავებისთვის. სამწუხაროდ, სტრესული სამუშაო ხშირად იწვევს ძილის პრობლემებს, რაც ქმნის მანკიერ წრეს. ენერგეტიკის პროფესიონალებმა უნდა პრიორიტეტი მიანიჭონ ძილის ჰიგიენას, რაც მოიცავს რეგულარულ ძილის განრიგს, მშვიდ საძინებელ გარემოს და ელექტრონული მოწყობილობების შეზღუდვას ძილის წინ.

ეფექტური დროის მენეჯმენტი არის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი უნარი სტრესის შესამცირებლად. ენერგეტიკის პროექტები ხშირად მოიცავს მრავალ ამოცანას და მკაცრ დედლაინებს. პრიორიტეტების სწორად განსაზღვრა, ამოცანების ეფექტურად დელეგირება და რეალისტური ვადების დადგენა შეიძლება დაგვეხმაროს თავიდან ავიცილოთ "ბოლო წუთის" პანიკა და გადაწვა.

კომუნიკაციის უნარების განვითარება ასევე მნიშვნელოვანია სტრესის მართვისთვის. ბევრი სტრესული სიტუაცია წარმოიშობა გაუგებრობებიდან ან არაეფექტური კომუნიკაციიდან. ღია და გამჭვირვალე კომუნიკაციის კულტურის შექმნა გუნდში შეიძლება დაგვეხმაროს პრობლემების ადრეულ ეტაპზე იდენტიფიცირებასა და გადაჭრაში, სანამ ისინი გადაიზრდება სტრესულ კრიზისებში.

პოზიტიური აზროვნების კულტივირება არის კიდევ ერთი მძლავრი ინსტრუმენტი სტრესთან გასამკლავებლად. ეს არ ნიშნავს პრობლემების იგნორირებას, არამედ მათ აღქმას გამოწვევებად და შესაძლებლობებად ზრდისთვის. ენერგეტიკის პროფესიონალებმა უნდა განივიტარონ "ზრდის მენტალიტეტი", სადაც დაბრკოლებები აღიქმება როგორც სწავლის შესაძლებლობები და არა როგორც დამარცხებები.

სოციალური მხარდაჭერის ქსელის შექმნა არის მნიშვნელოვანი ასპექტი სტრესის მართვაში. ეს შეიძლება მოიცავდეს კოლეგებს, მენტორებს, ოჯახის წევრებს ან მეგობრებს. მათ შეუძლიათ მოგვცენ ემოციური მხარდაჭერა, პრაქტიკული რჩევები ან უბრალოდ ყური დაუგდონ ჩვენს პრობლემებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმის გაცნობიერება, რომ დახმარების თხოვნა არ არის სისუსტის ნიშანი, არამედ სიძლიერის და თვითშემეცნების ნიშანი.

სამუშაო-ცხოვრების ბალანსის შენარჩუნება არის კრიტიკული სტრესის გრძელვადიანი მართვისთვის. ენერგეტიკის სფეროში ხშირად არის ცდუნება ვიმუშაოთ გრძელი საათები და "დავწვათ სანთელი ორივე ბოლოდან". თუმცა, გრძელვადიან პერსპექტივაში ეს იწვევს გადაწვას და პროდუქტიულობის შემცირებას. მნიშვნელოვანია დრო გამოვყოთ პირადი ინტერესებისთვის, ჰობებისთვის და ურთიერთობებისთვის სამუშაოს გარეთ.

მნიშვნელოვანია გვახსოვდეს, რომ სტრესის მართვა არის უწყვეტი პროცესი და არა ერთჯერადი ღონისძიება. ის მოითხოვს მუდმივ ყურადღებას და პრაქტიკას. ენერგეტიკის პროფესიონალებმა უნდა განვიტარონ თვითრეფლექსიის ჩვევა, რეგულარულად შეაფასონ თავიანთი სტრესის დონე და სტრატეგიების ეფექტურობა, და საჭიროებისამებრ მოარგონ თავიანთი მიდგომები.

ეს მიდგომები ერთად ქმნის მძლავრ ინსტრუმენტთა ნაკრებს სტრესის მართვისთვის ენერგეტიკის სფეროში. მათი გამოყენებით, პროფესიონალებს შეუძლიათ არა მხოლოდ შეინარჩუნონ სიმშვიდე და ფოკუსი რთულ სიტუაციებში, არამედ გაზარდონ თავიანთი პროდუქტიულობა, კრეატიულობა და საერთო კეთილდღეობა. ეს, თავის მხრივ, ხელს უწყობს უფრო ეფექტურ და ინოვაციურ გადაწყვეტილებებს ენერგეტიკის სფეროში არსებული გამოწვევების დასაძლევად.

პროფესიული ეთიკისა და რბილი უნარების განვითარება არის უწყვეტი პროცესი. ენერგეტიკის სფეროს პროფესიონალებმა უნდა მუდმივად იმუშაონ ამ უნარების გაუმჯობესებაზე ტრენინგების, მენტორინგის და პრაქტიკული გამოცდილების მეშვეობით.

ასევე მნიშვნელოვანია ორგანიზაციული კულტურის როლი. კომპანიებმა უნდა შექმნან გარემო, სადაც ეთიკური ქცევა წახალისებულია და რბილი უნარების განვითარება პრიორიტეტულია. ეს შეიძლება მოიცავდეს ეთიკის კოდექსის შემუშავებას, რეგულარულ ტრენინგებს და მენტორინგის პროგრამებს.

საბოლოოდ, პროფესიული ეთიკისა და რბილი უნარების კომბინაცია ქმნის საფუძველს წარმატებული და მდგრადი ენერგეტიკული პროექტებისთვის. ეს არა მხოლოდ ზრდის პროექტების წარმატების შანსებს, არამედ ხელს უწყობს ნდობის ჩამოყალიბებას საზოგადოებასთან და უზრუნველყოფს ენერგეტიკის სექტორის გრძელვადიან მდგრადობას.

მოდით განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი, რომელიც ნათლად წარმოაჩენს პროფესიული ეთიკისა და რბილი უნარების მნიშვნელობას ენერგეტიკის სფეროში.

წარმოიდგინეთ, რომ მარია არის ახალგაზრდა ინჟინერი, რომელიც მუშაობს მსხვილ ენერგეტიკულ კომპანიაში. კომპანია გეგმავს ახალი თბოელექტროსადგურის მშენებლობას პატარა ქალაქის მახლობლად. პროექტი დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობისაა კომპანიისთვის და რეგიონისთვის, რადგან ის უზრუნველყოფს სტაბილურ ელექტრომომარაგებას და შექმნის ბევრ სამუშაო ადგილს.

მარია მუშაობს პროექტის გარემოზე ზემოქმედების შეფასებაზე. მისი ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ სადგურის ემისიები შეიძლება აღემატებოდეს დასაშვებ ნორმებს და საფრთხეს უქმნიდეს ადგილობრივი მოსახლეობის ჯანმრთელობას. თუმცა, ეს პრობლემა შეიძლება გადაიჭრას დამატებითი ფილტრაციის სისტემის დამონტაჟებით, რაც მნიშვნელოვნად გაზარდის პროექტის ღირებულებას.

მარია დგება რთული ეთიკური დილემის წინაშე. ერთი მხრივ, მას აქვს პროფესიული და მორალური ვალდებულება წამოჭრას ეს საკითხი. მეორე მხრივ, ის იცის, რომ ამან შეიძლება საფრთხე შეუქმნას პროექტს და მის კარიერას.

ამ სიტუაციაში მარიას სჭირდება როგორც მყარი პროფესიული ეთიკა, ასევე რბილი უნარები:

1. პროფესიული ეთიკა: მარიამ უნდა გააცნობიეროს თავისი პასუხისმგებლობა საზოგადოების წინაშე და გადაწყვიტოს, რომ საკითხი უნდა წამოჭრას. მან უნდა მოამზადოს

დეტალური და ობიექტური ანგარიში, რომელიც ასახავს როგორც რისკებს, ასევე შესაძლო გადაწყვეტილებებს.

2. კომუნიკაციის უნარები: მარიამ უნდა წარადგინოს თავისი მიგნებები ნათლად და დამაჯერებლად პროექტის მენეჯმენტის წინაშე. მან უნდა შეძლოს ტექნიკური დეტალების ახსნა არატექნიკური პერსონალისთვის გასაგები ენით.

3. ემოციური ინტელექტი: მარიამ უნდა გაითვალისწინოს, რომ მისი აღმოჩენა შეიძლება იყოს სტრესული სხვებისთვის და მოამზადოს ინფორმაცია მგრძნობიარე გზით. მან უნდა მოუსმინოს და გაიგოს სხვების პერსპექტივები და შეშფოთებები.

4. პრობლემების გადაჭრის უნარი: მარიამ უნდა შესთავაზოს კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები, მაგალითად, ალტერნატიული ტექნოლოგიები ან ეტაპობრივი იმპლემენტაციის გეგმა.

5. გუნდური მუშაობა: მარიამ უნდა ითანამშრომლოს სხვა დეპარტამენტებთან, როგორცაა ფინანსები და საზოგადოებასთან ურთიერთობა, რათა შეიმუშაოს კომპლექსური მიდგომა პრობლემის გადასაჭრელად.

6. ლიდერობა: მარიამ უნდა გამოიჩინოს მორალური სიმტკიცე და დაიცვას თავისი პოზიცია, მიუხედავად შესაძლო წინააღმდეგობისა.

მარია წყვეტს, წამოჭრას ეს საკითხი და წარადგენს თავის მიგნებებს პროექტის მენეჯმენტის წინაშე. თავდაპირველად, მენეჯმენტი უკმაყოფილოა ამ ინფორმაციით, მაგრამ მარიას პროფესიონალიზმი და კომუნიკაციის უნარები ეხმარება მათ დარწმუნებაში. საბოლოოდ, კომპანია გადაწყვეტს დაამონტაჟოს დამატებითი ფილტრაციის სისტემა, მიუხედავად დამატებითი ხარჯებისა.

ეს გადაწყვეტილება აღმოჩნდება სწორი არა მხოლოდ ეთიკური, არამედ ბიზნესის თვალსაზრისითაც. კომპანია იღებს დადებით გამოხმაურებას ადგილობრივი თემისგან და მედიისგან თავისი პასუხისმგებლიანი მიდგომისთვის. ეს ამყარებს კომპანიის რეპუტაციას და ხელს უწყობს კარგ ურთიერთობებს ადგილობრივ საზოგადოებასთან, რაც გრძელვადიან პერსპექტივაში სასარგებლოა პროექტისთვის.

მარიას ქმედებები არა მხოლოდ დაიცავს საზოგადოების ინტერესებს, არამედ გააძლიერებს მის პროფესიულ რეპუტაციას და კარიერულ პერსპექტივებს. ეს მაგალითი ნათლად აჩვენებს, თუ როგორ შეუძლია პროფესიული ეთიკისა და რბილი უნარების კომბინაციას მოიტანოს დადებითი შედეგები ყველა დაინტერესებული მხარისთვის ენერგეტიკის სფეროში.

ქეისი - პროფესიული ეთიკა და რბილი უნარები ენერგეტიკის სექტორში: გამოწვევები და გადაწყვეტილებები.

საქართველოს ერთ-ერთი წამყვანი ენერგეტიკული კომპანიის, "ენერგოპროგრესის" ახალგაზრდა ინჟინერი დავითი დადგა მნიშვნელოვანი გამოწვევის წინაშე. მას დაევალა ქალაქის ერთ-ერთ უბანში ენერგომომარაგების სისტემის მოდერნიზაციის პროექტის ხელმძღვანელობა. პროექტი მოიცავდა როგორც ტექნიკურ სამუშაოებს, ასევე მჭიდრო კომუნიკაციას ადგილობრივ მოსახლეობასთან და სხვადასხვა დაინტერესებულ მხარესთან.

დავითი წარმატებული ტექნიკური სპეციალისტია, რომელსაც აქვს მაღალი აკადემიური მოსწრება და შთამბეჭდავი ტექნიკური ცოდნა. თუმცა, პროექტის დაწყებისთანავე გამოიკვეთა

მისი გამოწვევები რბილ უნარებთან დაკავშირებით. პირველი სირთულეები გამოვლინდა ადგილობრივ მოსახლეობასთან კომუნიკაციისას, როდესაც მან ვერ შეძლო რთული ტექნიკური საკითხების მარტივად ახსნა და მოსახლეობის შეშფოთების ადეკვატურად გათვალისწინება.

სიტუაცია განსაკუთრებით დაიძაბა, როდესაც პროექტის ფარგლებში საჭირო გახდა რამდენიმე ხის მოჭრა ელექტროგადამცემი ხაზების უსაფრთხო მონტაჟისთვის. ადგილობრივმა მოსახლეობამ დაიწყო პროტესტი და მოითხოვა ალტერნატიული გზების მოძიება. დავითმა, ნაცვლად იმისა, რომ მოესმინა მათი შეშფოთება და ეცადა კომპრომისის პოვნა, დაიწყო ტექნიკური რეგულაციების ციტირება და კატეგორიულად განაცხადა, რომ სხვა გზა არ არსებობს.

კომპანიის ხელმძღვანელობამ შენიშნა პრობლემა და გადაწყვიტა სიტუაციაში ჩარევა. მათ დავითს შესთავაზეს მენტორინგი გამოცდილი პროექტის მენეჯერისგან, რომელსაც ჰქონდა წარმატებული გამოცდილება მსგავსი სიტუაციების მართვაში. მენტორი დაეხმარა დავითს გაეცნობიერებინა, რომ თანამედროვე ენერგეტიკაში წარმატებისთვის მხოლოდ ტექნიკური ცოდნა არ არის საკმარისი.

მენტორთან მუშაობის პროცესში დავითმა დაიწყო იმის გაცნობიერება, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ისეთი რბილი უნარები, როგორიცაა ემპათია, მოსმენის უნარი, ეფექტური კომუნიკაცია და კონფლიქტების მართვა. მან ისწავლა, რომ პროფესიული ეთიკა არ შემოიფარგლება მხოლოდ ტექნიკური სტანდარტების დაცვით, არამედ მოიცავს საზოგადოებრივ პასუხისმგებლობასაც.

დავითმა გადაწყვიტა სიტუაციის გამოსწორება. მან მოაწყო შეხვედრა ადგილობრივ მოსახლეობასთან, სადაც ამჯერად მეტი ყურადღებით მოუსმინა მათ შეშფოთებას. შეხვედრის შემდეგ მან თავის გუნდთან ერთად დაიწყო ალტერნატიული ტექნიკური გადაწყვეტილებების ძიება. რამდენიმე დღის ინტენსიური მუშაობის შედეგად, მათ შეიმუშავეს ახალი გეგმა, რომელიც საშუალებას იძლეოდა ხეების უმეტესობის შენარჩუნებას, თუმცა მოითხოვდა დამატებით ტექნიკურ სამუშაოებს და მცირედით ზრდიდა პროექტის ბიუჯეტს.

კომპანიის ხელმძღვანელობამ მოიწონა დავითის ახალი მიდგომა და დაამტკიცა გადამუშავებული გეგმა. ამ გადაწყვეტილებამ არა მხოლოდ მოაგვარა არსებული კონფლიქტი, არამედ გააძლიერა კომპანიის რეპუტაცია როგორც სოციალურად პასუხისმგებლიანი ორგანიზაციისა.

პროექტის მსვლელობისას დავითმა გააგრძელა რბილი უნარების განვითარებაზე მუშაობა. მან დაიწყო რეგულარული საინფორმაციო შეხვედრების გამართვა მოსახლეობასთან, სადაც მარტივად და გასაგებად ხსნიდა პროექტის მიმდინარეობას. ასევე, შემოიღო უკუკავშირის სისტემა, რომელიც საშუალებას აძლევდა მოქალაქეებს გამოეთქვათ თავიანთი მოსაზრებები და შეშფოთება პროექტის ნებისმიერ ასპექტთან დაკავშირებით.

პროექტის დასრულების შემდეგ, დავითის გამოცდილება გახდა საუკეთესო პრაქტიკის მაგალითი კომპანიაში. მისი შემთხვევის საფუძველზე შეიქმნა ტრენინგ პროგრამა ახალი თანამშრომლებისთვის, რომელიც ფოკუსირებულია პროფესიული ეთიკისა და რბილი უნარების განვითარებაზე ტექნიკურ სფეროში.

ეს ქეისი გვიჩვენებს, რომ თანამედროვე ენერგეტიკის სექტორში წარმატებისთვის აუცილებელია ტექნიკური ცოდნისა და რბილი უნარების ბალანსი. პროფესიული ეთიკა მოითხოვს არა მხოლოდ ტექნიკური სტანდარტების დაცვას, არამედ საზოგადოების ინტერესების გათვალისწინებასა და ეფექტურ კომუნიკაციას ყველა დაინტერესებულ მხარესთან. ინჟინრის პროფესიული განვითარება უნდა მოიცავდეს როგორც ტექნიკური კომპეტენციების, ისე რბილი უნარების მუდმივ სრულყოფას.

ეს ქეისი მოგვითხრობს რეალურ სიტუაციაზე დაფუძნებულ ისტორიას, რომელიც აჩვენებს:

- რბილი უნარების მნიშვნელობას ტექნიკურ სფეროში
- პროფესიული ეთიკის პრაქტიკულ გამოწვევებს
- განვითარების და ადაპტაციის მნიშვნელობას
- კომუნიკაციის როლს წარმატებულ საქმიანობაში

ქეისი ენერგეტიკა და რბილი უნარები

კომპანია "ენერგოსისტემა" წარმოადგენს ერთ-ერთ წამყვან ენერგეტიკულ საწარმოს საქართველოში, რომელიც სპეციალიზდება განახლებადი ენერგიის წყაროების დანერგვასა და მართვაში. კომპანიის თანამშრომელთა გუნდი შედგება 150 ადამიანისგან, რომელთა შორის არიან როგორც გამოცდილი ინჟინრები, ასევე ახალგაზრდა სპეციალისტები. კომპანიის წინაშე დადგა მნიშვნელოვანი გამოწვევა - ახალი ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობის პროექტის განხორციელება მთიან რეგიონში.

პროექტის მენეჯერად დაინიშნა გიორგი მაისურაძე, გამოცდილი ინჟინერი 15 წლიანი სტაჟით. მიუხედავად მისი მაღალი ტექნიკური კვალიფიკაციისა, პროექტის მიმდინარეობისას გამოიკვეთა მნიშვნელოვანი პრობლემები გუნდის მართვის კუთხით. გიორგის უჭირდა ეფექტური კომუნიკაციის დამყარება გუნდის წევრებთან, ვერ ახერხებდა კონფლიქტური სიტუაციების მოგვარებას და პროექტის ვადები საფრთხის ქვეშ დადგა.

კომპანიის ხელმძღვანელობამ გადაწყვიტა სიტუაციის გამოსწორება რბილი უნარების განვითარების პროგრამის დანერგვით. შეიქმნა სპეციალური სასწავლო მოდული, რომელიც მოიცავდა ისეთ საკითხებს, როგორიცაა: ეფექტური კომუნიკაცია, კონფლიქტების მართვა, გუნდური მუშაობა და ემოციური ინტელექტი. ტრენინგ პროგრამაში მონაწილეობა მიიღეს არა მხოლოდ პროექტის მენეჯერმა, არამედ მთელმა გუნდმა.

სამთვიანი ინტენსიური მუშაობის შედეგად გამოიკვეთა მნიშვნელოვანი პოზიტიური ცვლილებები. გაუმჯობესდა გუნდის შიდა კომუნიკაცია, შემცირდა კონფლიქტური სიტუაციები, გაიზარდა თანამშრომელთა მოტივაცია და პროდუქტიულობა. გიორგი მაისურაძემ შეძლო ახალი უნარების გამოყენება პრაქტიკაში და პროექტის მართვის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად გაიზარდა.

პროექტის წარმატებით დასრულების შემდეგ, კომპანიამ გადაწყვიტა რბილი უნარების განვითარების პროგრამის მუდმივ პრაქტიკად დანერგვა. შეიქმნა რეგულარული ტრენინგ-მოდულები ახალი თანამშრომლებისთვის და პერიოდული გადამზადების პროგრამები არსებული პერსონალისთვის. ამ გამოცდილებამ აჩვენა, რომ ტექნიკურ სფეროში რბილი უნარების განვითარება არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე პროფესიული კომპეტენციების სრულყოფა.

ეს ქეისი წარმოაჩენს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ტექნიკურ სფეროში რბილი უნარების განვითარება და როგორ შეიძლება მათი გაუმჯობესება სისტემური მიდგომით. კომპანიის გამოცდილება გახდა საუკეთესო პრაქტიკის მაგალითი სხვა ენერგეტიკული კომპანიებისთვისაც.

დასკვნა

თეზისები ენერგეტიკის სფეროში უწყვეტი სწავლისა და განვითარების უნარის შესახებ:

1. პროფესიული ცოდნის მუდმივი განახლება ეთიკური სტანდარტების შესაბამისად:

- ენერგეტიკის დარგობრივი ცოდნისა და უახლესი ტექნოლოგიების სისტემატური შესწავლა და გაღრმავება

- ქცევის ეთიკურ ნორმებთან, კანონმდებლობასა და რეგულაციებთან თავსებადობის უზრუნველყოფა

- პროფესიული განვითარების გეგმების შემუშავება და მათ შესაბამისად მუდმივი სწავლა

2. ახალი ეთიკური გამოწვევების იდენტიფიცირება და მათზე რეაგირება:

- ენერგეტიკის სექტორში სწრაფი ტექნოლოგიური ცვლილებების, ინოვაციებისა და რეგულაციების მუდმივი მონიტორინგი

- ახალი ეთიკური საკითხების და დილემების ამოცნობა, რომლებიც შეიძლება წამოიჭრას

- პროაქტიული დაგეგმვა და რეაგირება ამ ახალ გამოწვევებზე, მათი პრევენცია ან მართვა

3. გამოცდილებიდან სწავლა და თვითრეფლექსია:

- ინციდენტებისა და შეცდომების სისტემატური ანალიზი, რათა გამოვიტანოთ გაკვეთილები მომავლისთვის

- საკუთარი გადაწყვეტილებების და ქმედებების კრიტიკული შეფასება ეთიკური საფუძვლებიდან გამომდინარე

- გუნდის წევრების, კლიენტებისა და სხვა დაინტერესებული მხარეებისგან უკუკავშირის მიღება და გაანალიზება

ეს უნარები დაეხმარება ენერგეტიკის პროფესიონალებს, რომ უწყვეტად განავითარონ თავიანთი კომპეტენციები, იდენტიფიცირონ და გადაჭრან ახალი ეთიკური გამოწვევები, ასევე მუდმივად იმაღლონ საქმიანობის ხარისხი გამოცდილებიდან სწავლის გზით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბერიძე, თ. "პროფესიული ეთიკის საფუძვლები", თბილისი, 2020
2. გიორგაძე, ნ. "ბიზნეს ეთიკა და კორპორატიული პასუხისმგებლობა", თბილისი, 2019
1. მაისურაძე, თ. "ეფექტური კომუნიკაციის ხელოვნება", თბილისი, 2021
1. ჯავახიშვილი, ნ. "გუნდური მუშაობის პრინციპები", თბილისი, 2022
1. Martin, M. "Engineering Ethics", McGraw Hill, 2021
2. Harris, C. "Engineering Ethics: Concepts and Cases", Cengage Learning, 2023
3. Fleddermann, C. "Engineering Ethics", Pearson, 2022
4. Goleman, D. "Emotional Intelligence at Work", Bantam, 2020
5. Carnegie, D. "How to Win Friends and Influence People" (განახლებული გამოცემა), Simon & Schuster, 2022
6. Maxwell, J. "The 21 Irrefutable Laws of Leadership", HarperCollins Leadership, 2022

Professional ethics in energy and soft skills

Maya Lomsadze-Kutchava¹, Tamar Tsereteli² Khatuna Giorgadze³

¹GTU professor, Dr; ²Associate Professor ; ³GTU assistant professor

Abstract

The article discusses the role of professional ethics in energy and how energy companies can be managed more effectively using soft skills, provides an example, and develops a case study.

Keywords: energy, professional ethics, soft skills, energy company, communication.

ქობულეთის (აჭარა, საქართველო) კარტოფილის აგროცენოზების თავისუფლად მცხოვრები და ფიტოპარაზიტული ნემატოდების ტაქსონომიური სტრუქტურა

თენგიზ ვადაჭკორია¹ ეკა ცქიტიშვილი² ლალი ჟღენტი³

¹დოქტორანტი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი e-mail:

tengizvadatchkoria@gmail.com

² ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი;
ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის ინსტიტუტი, მკვლევარი. e-mail:

eka.tskitishvili@iliauni.edu.ge ან e.tskitishvili@gtu.ge

³ ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი e-mail:

jgenti.lali@bsu.edu.ge

აბსტრაქტი

შესწავლილია ქობულეთის რაიონის (აჭარა, საქართველო) სამი სოფლის (თიკერი, ოჩხამური და ცეცხლაური) კარტოფილის ექვსი აგროცენოზის თავისუფლადმცხოვრები და ფიტოპარაზიტული ნემატოდების ტაქსონომიური სტრუქტურა. ფაუნაში ფიქსირდება თავისუფლად მცხოვრები და ფიტოპარაზიტული ნემატოდების 41 სახეობა. რეგისტრირებული ნემატოდები მიეკუთვნებიან 8 რიგს (*Enoplida*; Filipjev, 1929, *Triplonchida* Cobb, 1920; *Plectida* Malakhov, 1982, *Dorylaimida*; Pearse, 1942, *Mononchida* Jairajpuri, 1969, *Rhabditida*; Chitwood, 1933, *Tylenchida* Thorne, 1949; *Aphelenchida*; Siddiqi, 1980), 18 ოჯახს და 29 გვარს. სახეობრივი შემადგენლობის და რიცხოვნობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი ფიქსირდება სოფელ თიკერში: 76 ფორმა/50 გრ. ნიადაგში, ყველაზე მცირე სოფელ ოჩხამურში 34 ფორმა/50გრ ნიადაგში. შესწავლილ თანასაზოგადოებებში რიცხოვნობის და სიუხვის მიხედვით გამოირჩევიან რიგ *Plectida*-ს წარმომადგენლები (ტოტალური რიცხოვნობის 57,4%). დადგინდა რომ პოლიფაგი ნემატოდები დომინირებენ როგორც რაოდენობის ისე შეხვედრის სიხშირის მიხედვით. სახეობები *Plectus parietinus* (Bastian, 1865) Paramonov, 1964, *Mesodorylaimus bastiani* (Bütschli, 1873), *Geomonhystera villosa* Butschli, 1837, *Aphelenchoides composticola* Franklin, 1957, *Panagrolaimus rigidus* (Schneider, 1866) Thorne, 1937, *Eudorylaimus circulifera* Loof 1961, *Eudorylaimus carteri* (Bastian, 1865) Andrassy, 1959, *Plectus parvus* (Bastian, 1865) Paramonov, 1964 ქმნიან თავისებურ ბირთვს ნემატოდურ თანასაზოგადოებაში.

საკვანძო სიტყვები: ნემატოდა, ტაქსონომია, აგროეკოსისტემები, აჭარა

შესავალი

კარტოფილი მრავალმხრივი გამოყენებითა და ძვირფასი კვებითი თვისებებით მნიშვნელოვანი კულტურაა, მაგრამ ფიტოპათოგენებით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალი დიდია მთელ მსოფლიოში. ეს პრობლემა ეხება საქართველოსაც, რადგან საქართველოს კლიმატური პირობები მეტად ხელსაყრელია მცენარეთა დაავადებების გამომწვევი მიკროორგანიზმების განვითარების, გამრავლების, გადაზამთრებისა და გავრცელებისათვის. კარტოფილის წარმოებას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის სასურსათო უსაფრთხოების და წვრილი გლეხური მეურნეობების შემოსავლის უზრუნველყოფის მიმართულებით. მთლიანი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულიდან, რომელიც შეადგენს 72 862 ჰა-ს კარტოფილის კულტურით დაკავებულია 2 021 ჰა, ანუ მთლიანი სახნავის 20 %. ხუთი მუნიციპალიტეტი (ქედა, ქობულეთი, ხელვაჩაური, შუახევი, ხულო), მოიცავს სამ მთავარ აგროეკოლოგიურ ზონას, კერძოდ დასავლეთით მთებს, სანაპირო ზოლს და მთის ხეობებს. რეგიონის ასეთი ეკოლოგიური მახასიათებლები უზრუნველყოფს კარტოფილის კულტურის მაღალ წარმოებას და უახლოეს პერიოდში ადგილობრივი მოთხოვნის სრულად დაკმაყოფილებას. ქობულეთის რაიონში დაახლოებით 4402 მცირე მეურნეობა, რომელთა საშუალო მიწის ნაკვეთი არ აღემატება 0,06-0,5 ჰექტარს. აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ინფორმაციით, ქობულეთის რაიონში ნემატოლოგიური კვლევები არ ჩატარებულა. ვფიქრობთ, შესწავლილ აგროცენოზებში ფიტოპარაზიტული და თავისუფლად მცხოვრები ნემატოდების გავრცელების შესახებ მიღებული ყველა მონაცემი სიახლე იქნება საქართველოს ფაუნისთვის.

მასალა და მეთოდика

პათოგენური ნემატოდური დაავადებების გამოვლენის მიზნით, კვლევა ჩატარდა აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ქობულეთის მუნიციპალიტეტის აგროცენოზებში. შეირჩა სამი სოფელი: **ცეცხლაური** (N41.3906, E42.1757), **ოჩხამური** (41°51'19"N 41°50'10"E) და სოფელი **თიკერი** (N 41.884270, E 41°86'7228"), რომლებშიც სტაციონარული კვლევისთვის შევარჩიეთ კარტოფილის ორ-ორი აგროცენოზი თითოეული 0.5 ჰა ფართობით და განსხვავებული ეკოლოგიური პირობებით (ედაფური ფაქტორები, ტემპერატურული რეჟიმი, ტენიანობა).

ნემატოდური მოსახლეობის ტოტალური რიცხოვნობისა და სახეობრივი შემადგენლობის მაქსიმუმის გამოსავლენად, თითოეული შერჩეული სტაციონარიდან ზიგზაგისებრი და დიაგონალური მეთოდის გამოყენებით შეგროვდა ნიადაგის 3 კომპიზიციური (შერეული) სინჯი, თითოეული 400-500 გრ წონით და 50 პირველადი სინჯის შემცველობით. კვლევის სიღრმე 25-30 სმ. სინჯების კამერალური დამუშავება მიმდინარეობდა ზოოლოგიის ინსტიტუტის ნემატოლოგიურ ლაბორატორიაში 24 ან 36 საათიანი ექსპოზიციით. ნიადაგის სინჯებიდან ნემატოდების ექსტრაქციისთვის გამოყენებულია ბერმანის მოდიფიცირებულ მეთოდი [1], ხოლო ფიქსაციისთვის TAF-ის ხსნარი (ტრიეთანოლამინი 2მლ (40%), ფორმალინი 7მლ და დისტილერებული წყალი 91მლ) [2]. დროებითი პრეპარატები დამზადდა სტანდარტული და აპრობირებული ტექნიკით [3]. ნემატოდების იდენტიფიცირებისთვის

გმოყენებულია OMAX14 MpDigital USB3 მიკროსკოპი და სარკვევები [4], [5], [6], [7], [8] [9]. ჩატარდა 4 ექსპედიცია. სინჯები შეგროვდა ვეგეტაციის სრული ციკლის გათვალისწინებით: სათესლე მასალის დარგვამდე (მარტში), ვეგეტაციის პერიოდში (აპრილი და სექტემბერი) და მოსავლის აღების შემდეგ (ნოემბრის ბოლოს). ნემატოდების გამოვლენის სიხშირე და საშუალო რიცხოვნობა დათვლილია 50 სმ³ ნიადაგზე. გამოთვლილია სახეობათა შეხვედრის პროცენტული მაჩვენებელი(%), იმ სინჯების რაოდენობის რომლებშიც აღმოჩნდა სახეობა შეფარდება, ნიმუშების მთლიან რაოდენობასთან. ამ ინდექსის ოთხი გრადაციის მიხედვით, შეგროვებული სახეობები იყო კლასიფიცირებული, როგორც შემთხვევითი -აქსიდენტები (გვხვდება სინჯების 1-25%-ში), აქსესორები (გვხვდება სინჯების 26-49%-ში), მუდმივი-კონსტანტები (50-74%) და ეუკონსტანტები (75-100 %-ში).

შედეგები

სულ ფაუნაში რეგისტრირებულია ნემატოდების 41 სახეობა, რომელიც მიეკუთვნება 8 რიგს, 18 ოჯახს და 29 გვარს [10]. (ცხრ. 1)

ცხრილი 1. ნემატოდური თანასაზოგადოების ფუნქციონალური სტრუქტურა შესწავლილ აგროეკოსისტემებში

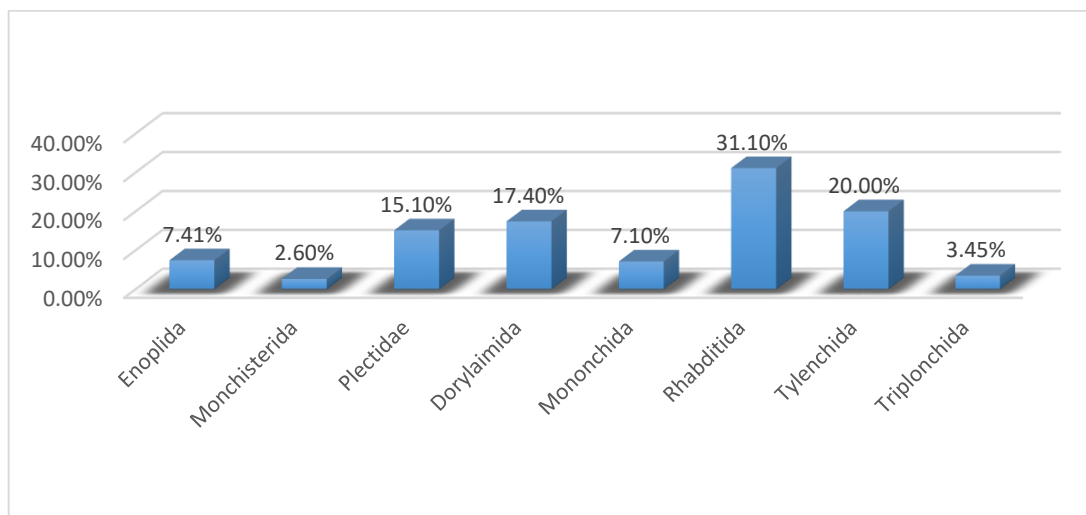
#	ნემატოდების რიგები/ოჯახები/სახეობები	ნემატოდების სიმრავლე 50გრ ნიადაგში	ნემატოდების რიცხოვნობის მაჩვენებელი, %	სინჯებში შეხვედრის სიხშირე, %
	Enoplida Filipjev, 1929			
	Alaimidae Micoletzky, 1922			
1	<i>Alaimus primitivus</i> de Man, 1880	0,46	0.9	2.76
	Triplonchida Cobb, 1920			
	Prismatolaimidae Micoletzky, 1922			
2	<i>Prismatolaimus intermedius</i> Bütschli, 1873	0.13	0.66	5.54
3	<i>Prismatolaimus dolichurus</i> de Man. 1880	3.06	0.03	2.78
	Tripylidae de Man, 1876			
4	<i>Tripyla setifera</i> Butschli, 1873	0.53	0.14	2.78
	<i>Ttripyla</i> sp	0.65	0.08	2.31
	Dorylaimida Pearse, 1942			
	Dorylaimidae De Man, 1876			
5	<i>Mesodorylaimus bastiani</i> Bütschli, 1873	64.72	14.02	52.78

	Qudsianematidae (Jairajpuri, 1965) Siddiqi, 1969			
6	<i>Eudorylaimus carteri</i> (Bastian, 1865) Andrassy, 1959	8.57	1.86	36.11
7	<i>Eudorylaimus circulifera</i> Loof 1961	0.88	0.19	5.54
8	<i>Eudorylaimus centrocerus</i> (de Man, 1880	0.83	0.18	2.78
9	<i>Ecumenicus monohystera</i> (de Man, 1880) Thorne, 1974	0.27	0.005	5.45
	Tylencholaimidae Filipjev, 1934			
10	<i>Tylencholaimus teres</i> Thorne, 1939	0.54	0.12	2.78
	Aporcelaimidae Heyns, 1965			
11	<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i> (Bastian, 1865) Alther, 1968	2.03	0.01	2.78
	Mononchida Jairajpuri, 1969			
	Mononchidae Chitwood, 1937			
12	<i>Clarcus papillatus</i> (Bastian, 1865) Jairajpuri, 1970	11.3	0.11	2.56
13	<i>Prionchulus muscorum</i> (Dujardin, 1845) Wu & Hoeppli, 1929	14.5	3.17	19.44
	Monhysterida De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933			
	Monhysteridae De Man, 1876			
14	<i>Eumonhystera vulgaris</i> de Man, 1880	0.48	0.46	2.78
	<i>Geomonhystera villosa</i> Bütschli, 1873	31.9	6.88	48.22
	Plectida Malakhov, 1982			
	Plectidae Örley, 1880			
15	<i>Anaplectus granulosus</i> (Bastian, 1865) De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933	12.75	2.44	14.98
16	<i>Plectus assimilis</i> Bütschli, 1873	1.13	0.03	2.79
17	<i>Plectus cirratus</i> Bastian, 1865	136.5	29.83	
18	<i>Plectus geophilus</i> de Man, 1880	2.08	0.03	2.77
19	<i>Plectus parietinus</i> Bastian, 1865	109.04	23.54	76.1
20	<i>Plectus parvus</i> (Bastian, 1865) Paramonov, 1964	19.27	3.65	38.11
21	<i>Plectus rhizophilus</i> (de Man, 1880) Paramonov, 1964	3.12	0.81	2.56

	Rhabditida Chitwood, 1933			
	Cephalobidae Filipjev, 1934			
22	<i>Cephalobus persegnis</i> Bastian, 1865	0.64 11.11	0.14	11.12
23	<i>Eucephalobus mucronatus</i> (Kozłowska et Roguska-Wasilewska, 1963) Andrassy, 1967	0.39	0.07	5.54
24	<i>Eucephalobus oxyuroides</i> (de Man, 1880) Steiner, 1936	0.77	0.17	5.55
25	<i>Acrobeloides bütschlii</i> (de Man, 1884) Steiner et Buhner, 1933	0.15	0.03	2.78
26	<i>Chiloplacus symmetricus</i> (Thorne, 1925) Thorne, 1937	0.5	0.11	8.33
	Panagrolaimidae Thorne, 1937			
27	<i>Panagrolaimus rigidus</i> (Schneider, 1866) Thorne, 1937	9.49	2.06	30.56
	<i>Panagrolaimus</i> sp.	0.14	0.03	2.78
	Rhabditidae Örley, 1880			
30	<i>Rhabditis filiformis</i> Bütschli, 1873	0.41	0.09	2.78
31	<i>Rhabditis</i> spp.			
	Mesorhabditidae Andrassy, 1976			
32	<i>Mesorhabditis monhystera</i> (Bütschli, 1873) Dougherty, 1955	4.93	1.07	19.44
	Tylenchida Thorne, 1949			
	Tylenchidae Oerley, 1880			
33	<i>Aglenchus agricola</i> (de Man, 1921) Andrassy, 195	0.44	0.43	5.49
34	<i>Tylenchus davainei</i> Bastian, 1865	3.69	0.80	5.55
35	<i>Tylenchus filiformis</i> Bütschli, 1873.	2.76	0.57	4.85
	Aphelenchidae (Fuchs, 1937) Steiner, 1949			
36	<i>Aphelenchus avenae</i> Bastian, 1965	0.33	0.07	5.55
	Paraphelenchidae Goodey, 1961			
37	<i>Paraphelenchus pseudoparietinus</i> (Micoletzky, 1922) Micoletzky, 1925	0.15	0.03	2.79
	Aphelenchoididae Skarbilovich, 1947			
38	<i>Aphelenchoides composticola</i> Franklin, 1957	18.24	3.84	39.83
39	<i>Aphelenchoides pusillus</i> (Thorne, 1929) Filipjev, 1934	0.12	0.02	2.75

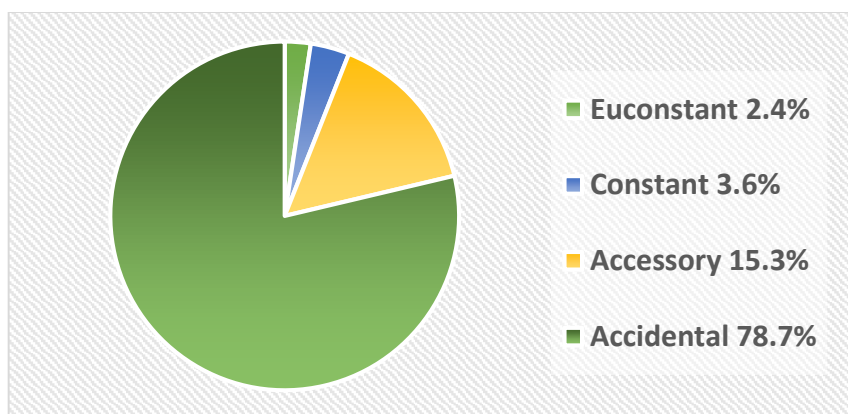
40	<i>Aphelenchoides</i> spp.	0.31	0.01	2.14
	Anguinidae Nicoll, 1935			
41	<i>Ditylenchus destructor</i> Thorne, 1945	3.25	0.73	14.79

ნემატოდები ფიქსირდება ყველა შეგროვილ სინჯში. სახეობრივი შედგენილობის პროცენტული მაჩვენებლის მიხედვით ლიდერობს რიგი *Rhabditida*. იგი წარმოდგენილია 11 სახეობით (სახეობრივი კომპოზიციის 31%). შედარებით დაბალი მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან რიგები *Tylenchida* (8 სახეობა), *Dorylaimida* (7 სახეობა) და *Plectida* (7 სახეობა), რომლებიც ფაუნის სახეობრივი კომპოზიციის 20%, 17,4% და 15,1% შეადგენენ შესაბამისად. რიგ *Dorylaimida*-ში ყველაზე უხვადაა წარმოდგენილი ოჯახი *Qutsianematidae*. რიგები *Enoplida*, *Triplonchida*, *Mononchida* და *Monhysterida* წარმოდგენილია 1-3 სახეობით (ტოტალური რიცხოვნობის 2,6-7,4%).



სურ.1 ნემატოდების ტაქსონომიური მრავალფეროვნების პროცენტული მაჩვენებელი რიგების მიხედვით.

ნიმუშებში ნემატოდების სახეობების გავრცელების ანალიზმა აჩვენა, რომ 31 სახეობა, ანუ ყველა შეგროვებული სახეობის 78,7%, იყო შემთხვევითი სახეობები -აქსიდენტები, ისინი ნაპოვნია ნიმუშების 2,75-19,21 %-ში (სურ 2)[11].



სურათი 2. ფაუნის სტრუქტურა გავრცელების სიხშირის მიხედვით

შვიდი სახეობა (16.5 %) კლასიფიცირებული იყო, როგორც დამხმარე სახეობები - აქსესორები. ისინი წარმოადგენდნენ შემდეგ რიგებს: *Plectida* (2), *Tylenchida* (2), *Monhysterida* (1), *Rhabditida* (1) და *Dorylaimida* (1 სახეობა). ჯგუფის შიგნით *G.villosa* ხასიათდება გავრცელების ყველაზე მაღალი სიხშირით (41,36 %), ხოლო *Acrobeloides bütschlii* -ს ჰქონდა ყველაზე დაბალი (27.78 %) მ აჩვენებელი. ეუკონსტანტები (euconstant) და კონსტანტები (Constant) წარმოადგენილი იყო თითო სახეობით, კერძოდ, *P. parietinus* - (*Plectida*) და *M. bastiani* (*Dorylaimida*), რომლებიც გვხვდება ყველა ნიმუშის 75% და 52.78 %-ში შესაბამისად. მხოლოდ ცხრა სახეობა (სახეობრივი შემადგენლობის 22,5 %) შეგვხვდა ნიმუშების 25 %-ზე მეტში და შექმნეს ნემატოდების ფაუნისტური კომპლექსის ძირითადი ნაწილი [12].

დასკვნა

ჩვენი გამოკვლევების შედეგები მიუთითებს ყველაზე გავრცელებული ნემატოდების შეხვედრის სიხშირეზე ქობულეთის რაიონის ექვსი აგროეკოსისტემის ნიადაგში. ნემატოდები აღმოჩენილია ყველა გამოკვლეულ ცენოზში. ფაუნაში იდენტიფიცირებულია თავისუფლად მცხოვრები და ფიტოპარაზიტული ნემატოდების 41 სახეობა. რიცხოვნული მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია სოფელ თიკერში 76 ფორმა/50 გრ. ნიადაგში, ყველაზე მცირე სოფელ ოჩხამურში 34 ფორმა/50გრ. სახეობრივი მრავალფეროვნების მიხედვითაც ლიდერობს თიკერი. სახეობრივი მრავალფეროვნების მიხედვით ლიდერობს რიგი *Rhabditida*: 10 სახეობით (სახეობრივი შედგენილობის 31%). რიგი *Plectida* -ს წარმომადგენლები კი გამორჩევიან რიცხოვნობით და სიუხვით (თანასაზოგადოებაში მათი წილი 57,4%-ია, მაშინ როდესაც წარმომადგენელთა წილი მხოლოდ 4,39%-ია). იდენტიფიცირებულია ფიტონემატოდების 6 გვარი (*Ditylenchus*, *Tylechus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*), თუმცა რიცხოვნობა არ აღემატება 5-6 ინდივიდს 50გრ ნიადაგში. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ნემატოდების პოპულაციების რიცხოვნობა იცვლება სეზონურად, მათი მაქსიმალური რაოდენობა დაფიქსირდა მოსავლის აღების დროს. გამოვლენილი ფიტოპარაზიტული ნემატოდების რაოდენობა არ აღემატება ზღვრულ ნორმას, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს გაზომვადი ეკონომიკური ზიანი. მიღებული მონაცემები ძალზე მნიშვნელოვანია საქართველოში ნემატოდების ბიომრავალფეროვნების შესასწავლად.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] Baermann, G. Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (Nematoden) larven in Erdproben // Geneesk. Tijdschr. Ned. (1917) Ind. 57. — S. 131–137.
- [2] Courtney WD, Polley D, Miller VL. TAF: An improved fixative in nematode technique. Plant Disease Reporter. 1955; 39:570–571
- [3] Decker, H. Plant nematodes and their control. (Phytonematology). — Moscow : Kolos, 1972. 444 p. Russian
- [4] Siddiqi, M. R.. Tylenchida: parasites of plants and insects. Norfolk: CABI,. 2000 834 p
- [5] Stirling, G., Nicol, J., Reay, F. Services for Nematode Pests : Operational Guidelines // Rural Industries Research and Development Corporation. — Canberra, 2002. —120 p
- [6] Mai, W. F., Mullin, P. G. Plant-parasitic nematodes. A pictorial key to genera. — New-York : Cornell University Press, 1996. — 278 p
- [7] Ryss, A. Yu. Parasitic root nematodes of the family Pratylenchidae (Tylenchida) of the world fauna. Leningrad : Nauka, 1988. 368 p. Russian
- [8] Goodey, T. Soil freshwater nematodes. London : Methuen. 1963. 544 p.
- [9] Eliava, I. J. Free-living nematodes of the family Dorylaimidae.. Nauka Leningrad, 1988. 264 p. (In Russ)
- [10] Ferris Howard (1999). University of California. <http://nemaplex.ucdavis.edu/index.htm>
- [11] Ferris, H. and Bongers, T. 2009. Indices for analysis of nematode assemblages. Chapter 5 in: "Nematodes as Environmental Bioindicators". Editors: M.J. Wilson and T. Kakouli-Duarte. CAB International, Wallingford, UK, pp 124-145.
- [12] Abebe, E., Andrassy, I., Truanspurger, W., 2006. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy. Wallingford, Oxfordshire, UK; Cambridge, MA, USA: CABI Publ., 13–30

TAXONOMIC STRUCTURE OF FREE-LIVING AND PLANT PARASITIC NEMATODES IN POTATO FIELDS IN KOBULETI (AJARA, EASTERN GEORGIA)

Abstract

Fauna of soil nematodes was studied in three villages of Khobuleti municipality: Ochkhauri (N41.8554, E41.8348), Tsetskhauri (N41.857448, E41.854879), and the village Tikeri (N 41.884270, E 41°86'7228"). Sampling was conducted in six sites in early spring, in middle summer and in late fall. The 3 composite soil samples collected from each field (weighing 300-500g) consist of 50 individual sub-samples of soil and roots. Nematodes were extracted by a modified Baermann's method from a sample of 50 g, and exposition time was 48 h. 41 nematode species belonging to 29 genera, 18 families and 8 orders (*Enoplida*; Filipjev, 1929, *Triplonchida* Cobb, 1920; *Plectida* Malakhov, 1982, *Dorylaimida*; Pearse, 1942, *Mononchida* Jairajpuri, 1969, *Rhabditida*; Chitwood, 1933, *Tylenchida* Thorne, 1949; *Aphelenchida*; Siddiqi, 1980) were revealed. The largest abundance of nematodes was observed in the village Thikeri, with 76 specimens/ 50 g soil, and the smallest was in the village Ochkhauri, with 34 specimens/50g. Species of *Rhabditida* constituted the most representative group: 10 species, or 31 % of the whole species composition. Representatives of *Plectida* were the most numerous within the considered community (proportion in the communities was 57,4 %), while representatives of the order *Rhabditida* comprised only 4.39 %. Plant-parasitic nematodes from 6 genera (*Ditylenchus*, *Tylechus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*) were found in soil and (or) potato root samples. Investigations reveal that nematode populations and communities vary seasonally, with their maximum numbers observed during harvest. The number of identified phytoparasitic nematodes does not exceed a certain limit, which causes measurable economic damage. The obtained data are very significant for studying the biodiversity of the nematode population in Georgia

Keywords: Nematoda, taxonomy, agroecosystems, Ajara

ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის გამოწვევები პანდემიის და რუსეთ-უკრაინის ომის პერიოდში

დათო კუჭაშვილი

დოქტორანტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, kuchashvilidato@gmail.com

აბსტრაქტი

საქართველო ღვინის სამშობლოა, რომლის მეღვინეობის ისტორია 8000 წელს სცდება და რომელიც აერთიანებს 510-ზე მეტ ვაზის ჯიშს. უკანასკნელ წლებში ქართულმა ღვინოებმა საერთაშორისო ასპარეზზე მნიშვნელოვანი აღიარება მოიპოვეს, ამიტომაც საქართველოს ერთ-ერთი ძირითადი ვალდებულებაა შეინარჩუნოს მეღვინეობის უძველესი ტრადიცია, ტექნიკა, და წარმოაჩინოს თავისი ძირძველი ყურძნის ჯიშების მრავალფეროვნება მთელ მსოფლიოში. ქართული ღვინის ფესტივალი, როგორიცაა „თბილისის ღვინის ყოველწლიური ფესტივალი“, იზიდავს უამრავ მნახველებს მთელ მსოფლიოდან, რომლებსაც სურთ შეისწავლონ და გაეცნონ ქართული მევენახეობის სიმდიდრეს.

საქართველოში, ალკოჰოლური სასმელების წარმოება ერთ-ერთი ყველაზე სწრაფ მზარდი და სარგისი დარგია, რომელიც საკმაოდ კარგად პროგრესირებს, რაზეც მიუთითებს ქართული ღვინისა და სპირტიანი სასმელების პოპულარობის ზრდა საერთაშორისო ბაზრებზე. ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის განვითარება აღმასრულებელი ხელისუფლების ერთ-ერთ პრიორიტეტს წარმოადგენს, რადგან აღნიშნული დარგის გაძლიერებამ და წინსვლამ უნდა განაპირობოს საქართველოს ეკონომიკის დივერსიფიკაცია და ტურიზმის სექტორზე დამოკიდებულების ხარისხის შემცირება. რაც უფრო მეტად დივერსიფიცირებული ეკონომიკა აქვს სახელმწიფოს, მით უფრო ნაკლები გავლენა აქვს არსებით განუსაზღვრელობებს ქვეყნის ფინანსურ სტაბილურობაზე. ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორი ეკონომიკური ზრდის მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი ძალაა და მისი, როგორც პრიორიტეტული დარგის, განვითარებისთვის სახელმწიფო ახორციელებს შემდეგ ღონისძიებებს:

1. ქართული ღვინოპროდუქციის ადგილობრივი და საერთაშორისო დეგუსტაციების, გამოფენების, კონკურსების და ტურების მოწყობა;
2. სპეციალიზირებული საერთაშორისო ჟურნალებისთვის საქართველოს მეღვინეობის შესახებ სტატიების მომზადება და მათი გამოქვეყნება;
3. მევენახეობის კადასტრის დანერგვა;
4. ვენახების ფართობების აღრიცხვა;
5. ადგილობრივ და საექსპორტო ბაზრებზე ფალსიფიცირებული და უხარისხო პროდუქციის აღკვეთისთვის ლაბორატორიული კვლევების განხორციელება და ა.შ.

ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების დარგში მოღვაწე კომპანიების შემოსავლების დიდი წილი საერთაშორისო ბაზრებზე მოდის, შესაბამისად კონკურენციის შენარჩუნების მიზნით უმნიშვნელოვანესია პროდუქციის ხარისხის უწყვეტი განვითარება და შენარჩუნება, რათა განხორციელდეს რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების შემცირება.

საკვანძო სიტყვები: მოგების მაქსიმიზაცია; რთველი; ექსპორტი; ბიუჯეტი; ღვინო; რუსეთი; ხარისხი.

შესავალი

ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების დარგისთვის კრიზისული პერიოდი ასოცირდება გაურკვეველ და მნიშვნელოვან მოვლენასთან, რომელიც საფრთხეს უქმნის სექტორის საოპერაციო, ბიზნეს და ფინანსურ სტაბილურობას, რაც თავის მხრივ ნეგატიურად აისახება კომპანიების მიერ დასახულ მიზნებზე, ამოცანებზე და უწყვეტ განვითარებაზე. ამდენად საინტერესოა შესწავლილ იქნას ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორი რა გამოწვევების წინაშე დადგა პანდემიის და რუსეთ-უკრაინის ომის პერიოდში.

კვლევის მიზნებია:

1. კრიზისული პერიოდის (პანდემიის და რუსეთ უკრაინის ომი) გავლენის შეფასება, ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების დარგზე;
2. ღვინისა და ყურძნის ხარისხის გასაუმჯობესებლად, სახელმწიფოს მიერ ბოლო წლებში გატარებული ღონისძიებების შეფასება;
3. ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის მომგებიანობის ანალიზი;
4. რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხის შესწავლა.

კვლევის ჰიპოთეზები მდგომარეობს შემდეგში:

1. სექტორის ეკონომიკური თვისებიდან გამომდინარე კომპანიების მოგება გრძელვადიან პერიოდში ნულის ტოლია;
2. პანდემიის პერიოდში, ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის შემოსავლების შემცირებამ გამოიწვია ბიუჯეტის დეფიციტის 10%-ით ზრდა;
3. პანდემიის პერიოდში რთველის პროცესის სუბსიდირებამ შეამცირა პანდემიით გამოწვეული ნეგატიური შედეგები;
4. მიუხედავად რუსეთ-უკრაინის ომისა, რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი კვლავ მაღალია.

სტატიაში არსებული ინფორმაცია მნიშვნელოვანია, რადგან ის ხელს უწყობს სექტორში არსებული იმ ძირითადი პრობლემების და გამოწვევების იდენტიფიცირებას, რომლებიც ნეგატიურად აისახება კომპანიების ფუნქციონირებადობის პრინციპზე. საკითხის შესწავლა ეხება პანდემიის და რუსეთ-უკრაინის ომის პერიოდებს.

მეთოდები

მოყვანილი ჰიპოთეზების სიზუსტის შესასწავლად და ამოცანების გადასაჭრელად, ასევე მიზნების მისაღწევად, გამოყენებული იყო პირველადი და მეორადი კვლევის მეთოდები. მეორადი კვლევისთვის გამოყენებულ იქნა სტატისტიკის დეპარტამენტისა და სხვადასხვა უწყებების მიერ გამოქვეყნებული მონაცემები და ჩატარებული კვლევის შედეგები.

სტატიაში მოყვანილი პირველი ჰიპოთეზის შესასწავლად განხორციელდა 2022-2023 წლების საექსპორტო ბაზრების ანალიზი, რომლის ფარგლებშიც შესწავლილ იქნა საექსპორტო ბაზრების ზრდის და კლების დინამიკები, ასევე სტრუქტურა და რუსეთის ბაზარზე დამოკიდებულების ხარისხი. ამასთანავე განხორციელდა ექსპორტირებული ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების ღირებულების დადგენა. აღნიშნული საკითხის შესასწავლად ინფორმაციის მიღების წყაროს წარმოადგენდა ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს და „ღვინის ეროვნული სააგენტოს“ მიერ გამოქვეყნებული ანგარიშები.

მეორე ჰიპოთეზის შესასწავლად განხორციელდა 2018-2023 წლებში ჩატარებული რთველის პროცესის ანალიზი, რომლის ფარგლებშიც გამოკვლეულ იქნა: კომპანიების მიერ გადამამუშავებელი ყურძნის მოცულობა, რეალიზებული ნედლეულის ღირებულება, პანდემიის პერიოდში რთველის პროცესში არსებული გამოწვევები და მათი დაძლევის გზები (სუბსიდირება). ინფორმაციის მიღების წყაროს წარმოადგენდა „ღვინის ეროვნული სააგენტოს“ მიერ გამოქვეყნებული ანგარიშები.

მესამე ჰიპოთეზის შესასწავლად გამოყენებულ იქნა პირველადი და მეორადი კვლევის მეთოდები. კვლევის საწყის ეტაპზე განხორციელდა პანდემიის პერიოდში ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის შემოსავლიანობის ანალიზი, რომლის შეფასების კრიტერიუმებად გამოყენებულ იყო ექსპორტის მოცულობა და ღირებულება. კვლევის საბოლოო ეტაპზე განხორციელდა სახელმწიფო ბიუჯეტის 2020, 2021, 2022 და 2023 წლების ანალიზი, რომლის ფარგლებშიც შესწავლილ იქნა ქვეყნის ძირითადი მონაცემების და მიმართულების დოკუმენტი (BDD), ბიუჯეტის სალდო და მევენახეობა-მეღვინეობის დარგის განვითარებისთვის სახელმწიფოს მიერ გამოყოფილი ასიგნებები.

მეოთხე ჰიპოთეზის შესასწავლად კვლევის საწყის ეტაპზე დადგინდა, თუ რომელი ბაზრის ტიპს (სრულყოფილი კონკურენცია, მონოპოლია, მონოპოლისტური კონკურენცია, ოლიგოპოლია) განეკუთვნებოდა ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორი. შესწავლის მეორე ეტაპზე დადგინდა ეკონომიკის პრინციპებიდან გამომდინარე ბაზრის მოგების მაქსიმიზაციის პირობების მოკლევადიანი და გრძელვადიანი პერიოდებისთვის.

შედეგები, მსჯელობა და დასკვნები

1. ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების ბაზრის მოგების მაქსიმიზაციის პირობები

ბაზარი, ეს არის სივრცე, რომელიც აკავშირებს ორ ან ორზე მეტ როგორც ფიზიკურ, ასევე იურდიულ პირს, რომლებსაც სურთ რაიმეს ყიდვა ან გაყიდვა. ანუ ბაზარი ეს არის ბიზნეს

გარემო, სადაც ხდება მყიდველისა და გამყიდველის ჯანსაღი სავაჭრო ურთიერთობების ჩამოყალიბება.

ტრადიციულ-ეკონომიკურად გამოირჩევა ოთხი ტიპის ბაზარი:

1. სრულყოფილი კონკურენცია
2. მონოპოლია
3. მონოპოლისტური კონკურენცია
4. ოლიგოპოლია

ნახსენები ტიპებიდან ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების ბაზარი განეკუთვნება მონოპოლისტური კონკურენციის საბაზრო სისტემას, რადგან:

1. დარგში არსებული კომპანიები ყიდიან პროდუქციას, რომელიც ოდნავ მაინც განსხვავდება კონკურენტების შეთავაზებებისაგან. კერძოდ კი, ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების ბაზარზე პროდუქტები განსხვავდება ერთმანეთისგან დამკველებით, დამზადების ტექნოლოგიით, ფერით, არომატით, გემოთი, ხარისხით, ალკოჰოლის შემცველობით და სხვა;
2. ბაზარზე მრავალი გამყიდველია, რის გამოც ბაზარი გაჯერებულია და მოთხოვნის და მიწოდების მაჩვენებლები გაწონასწორებულია.

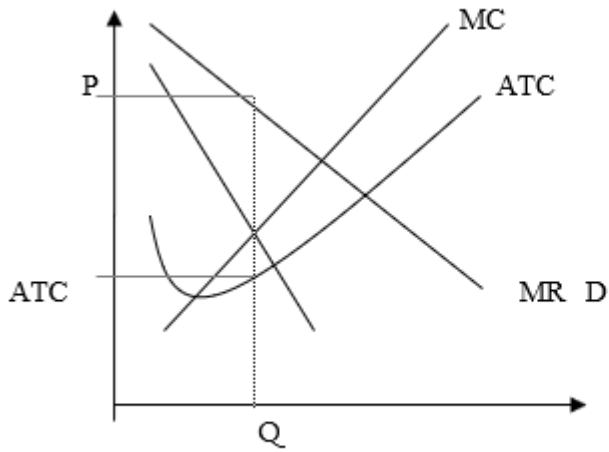
აღნიშნული ბაზარი ვერ განიხილება მონოპოლისტურად ანდა ოლიგოპოლიურად თუნდაც იმის გამო, რომ ბაზარზე მრავალი გამყიდველია. მოცემული დარგი ასევე ვერ განიხილება სრულყოფილ კონკურენციად, რადგან ამ დროს მწარმოებლების მიერ შეთავაზებული პროდუქტები ერთმანეთის იდენტურია.

ზემოთ მოყვანილი ანალიზიდან გამომდინარე, შესაძლებელია განვიხილოთ ღვინისა და ალკოჰოლური კომპანიების მოგების მაქსიმიზაციის პირობები როგორც გრძელვადიან, ასევე მოკლევადიან პერიოდში. ბაზრის თვისებიდან გამომდინარე, კომპანიები მოგების მაქსიმიზაციას ახდენენ მაშინ, როდესაც ზღვრული შემოსავალი ტოლია ზღვრული დანახარჯის ($MR=MC$). იმის გათვალისწინებით, რომ ალკოჰოლური სასმელების ბაზარი მონოპოლისტური კონკურენციის ტიპისაა, აქ მოღვაწე კომპანიებმა მოკლევადიან პერიოდში შესაძლოა მიიღონ როგორც მოგება, ასევე განიცადონ ზარალი. მაგრამ გრძელვადიან პერიოდში, ბაზრის თვისებებიდან გამომდინარე, კომპანიების მოგება ნულის ტოლია.

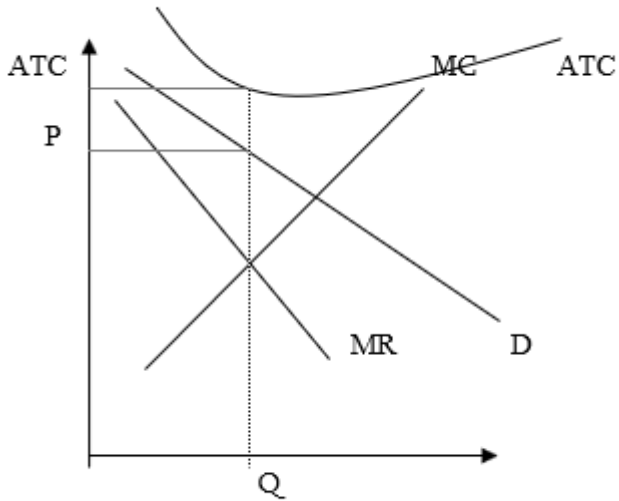
ალკოჰოლური სასმელების მწარმოებლების მოგება მოკლევადიან პერიოდში

ბაზრის თვისებებიდან გამომდინარე, ალკოჰოლური სასმელების მწარმოებლები მოკლევადიან პერიოდში იღებენ მოგებას იმ შემთხვევაში, როდესაც ფასი მეტია საშუალო-მთლიან დანახარჯზე ($P>ATC$), ხოლო განიცდიან ზარალს, როდესაც ფასი ნაკლებია საშუალო-მთლიან დანახარჯზე ($P<ATC$).

ალკოჰოლური სასმელების მწარმოებლების მოგება მოკლევადიან პერიოდში:



ნახ. 1. კომპანიების მოგების მიღების პირობა
კომპანიების ზარალის მიღების პირობა:

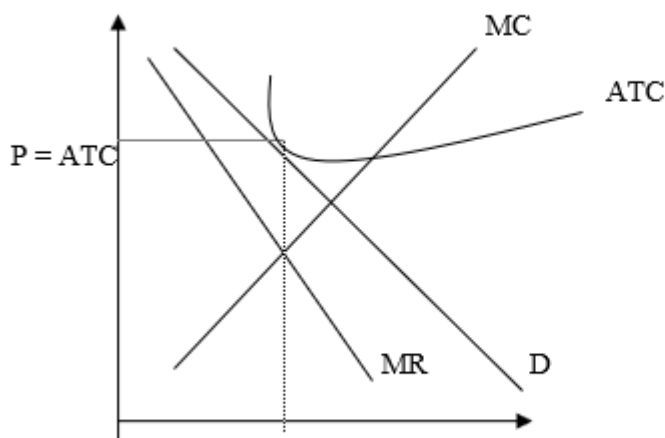


ნახ. 2. კომპანიების ზარალის მიღების პირობა

ალკოჰოლური სასმელების მწარმოებლების მოგება გრძელვადიან პერიოდში

გრძელვადიან პერიოდში, ვინაიდან ალკოჰოლური სასმელების ბაზარი მონოპოლისტური კონკურენცისაა, კომპანიების მოგება ნულოვანია, რადგან ბაზრის თვისებებიდან გამომდინარე, ფასი საშუალო ზღვრული დანახარჯის ტოლია ($P=ATC$).

ალკოჰოლური სასმელების მწარმოებლების მოგება გრძელვადიან პერიოდში:



ნახ. 3. მოგება გრძელვადიან პერიოდში

3. მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებები

ცხრილი 1. ბიუჯეტის მთლიანი სალდო, საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტში გამოყოფილი ასიგნებები მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის და ღვინის რეალიზაციიდან მიღებული შემოსავლები.

წელი	ბიუჯეტის მთლიანი სალდო (საბიუჯეტო სახსრები, ათას ლარებში)	ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებები მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის, ათას ლარებში	ღვინის რეალიზაციიდან მიღებული შემოსავალი, მლნ აშშ დოლარი
2018 ფაქტი	-759 229	18 060	203
2019 ფაქტი	-1 463 381	13 830	240
2020 ფაქტი	-4 264 377	79 956	216,5
2021 ფაქტი	-3 779 206	152 800	250
2022 ფაქტი	-2 001 510	124 747	252,5
2023 ფაქტი	-2 415 678	67 400	259,2
2024 გეგმა	-2 370 509	53 800	

წყარო: საქართველოს კანონი სახელმწიფო ბიუჯეტის შესახებ; ღვინის ეროვნული სააგენტოს ანგარიშები, 2018-2023 წწ.

დასკვნა: საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტში, 2018 წლიდან მოყოლებული, ფიქსირდება ბიუჯეტის დეფიციტი, კერძოდ:

ბიუჯეტის დეფიციტი საბაზისო 2018 წელთან მიმართებით:

1. 2019 წელს გაიზარდა 704 152 ათასი ლარით, ანუ 93%-ით;
2. 2020 წელს გაიზარდა 3 505 148 ათასი ლარით, ანუ 462%-ით;
3. 2021 წელს გაიზარდა 3 019 977 ათასი ლარით, ანუ 398%-ით;
4. 2022 წელს გაიზარდა 1 242 281 ათასი ლარით, ანუ 163%-ით;

5. 2023 წელს გაიზარდა 1 656 449 ათასი ლარით, ანუ 218%-ით;
6. 2024 წელს გაიზარდა 1 611 280 ათასი ლარით, ანუ 212%-ით.

ბიუჯეტის დეფიციტის უარყოფითი მაჩვენებელი გავლენას ახდენს ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაზე, რადგან აღნიშნულის მეშვეობით ხორციელდება სხვადასხვა სახის პროგრამების დაფინანსება, რამაც შემდგომში უნდა უზრუნველყოს საზოგადოების ცხოვრების დონის ამაღლება. გარდა ზემოთ ხსენებულისა, ბიუჯეტის უარყოფითი მთლიანი სალდო განაპირობებს სახელმწიფო ვალის მატებას, რამაც შესაძლოა განაპირობოს ქვეყნის საკრედიტო რეიტინგის გაუარესება და ინვესტიციების მოცულობების მკვეთრი ვარდნა, რაც ნეგატიურად აისახება ეროვნული ვალუტის გაცვლით კურსზე.

პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში (2020 წელს) ბიუჯეტის დეფიციტი საბაზისო წელთან შედარებით გაიზარდა 462%-ით, ხოლო წინა წელთან მიმართებით 191%-ით. მიუხედავად ზემოთ ხსენებულისა, 2020 წელს ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებები მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის 2019 წელთან შედარებით გაიზარდა 478%-ით, თუმცა მიუხედავად აღნიშნულისა, ღვინის რეალიზაციიდან მიღებულმა შემოსავლებმა იკლო 23,5 მლნ აშშ დოლარით, ანუ 10%-ით. 2020 წელს, საექსპორტო ბაზრებიდან მიღებული შემოსავლების კლება განპირობებული იყო ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის შემცირებით და სახელმწიფოს მიერ დაწესებული შეზღუდვებით.

პანდემიის დაწყებიდან მეორე წელს (2021 წელს) საქართველოს ეკონომიკამ დაიწყო თანდათანობით აღდგენა, რაც დადებითად აისახა სახელმწიფო ბიუჯეტის მთლიან სალდოზე. კერძოდ: ბიუჯეტის დეფიციტმა საბაზისო წელთან შედარებით შეადგინა 398%, ხოლო 2021 წელთან შედარებით იკლო 11%-ით, რამაც განაპირობა მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებების წინა წელთან შედარებით ზრდა 91%-ით. 2020 წელთან შედარებით მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის სახელმწიფოს მიერ ასიგნებების 91%-ით ზრდამ განაპირობა ღვინის რეალიზაციიდან მიღებული შემოსავლების 33,5 მლნ აშშ დოლარით ზრდა, რაც 15%-ით აღემატება წინა წლის მაჩვენებელს.

რუსეთ-უკრაინის ომის დაწყებიდან ერთ წელიწადში ბიუჯეტის უარყოფითი მთლიანი სალდო გაიზარდა 21%-ით, რამაც განაპირობა მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარებისთვის ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებების შემცირება 45%-ით, თუმცა მიუხედავად აღნიშნულისა, ღვინის რეალიზაციიდან მიღებული შემოსავალი გაიზარდა 3%-ით.

რთველის პროცესი 2018-2023 წლებში

მევენახეობა-მელვინეობის დარგის განვითარების პროგრამის ფარგლებში, ბიუჯეტიდან გამოყოფილი ასიგნებების ეფექტიანი ხარჯვისათვის მნიშვნელოვანია სახელმწიფოს მიერ:

1. შემუშავებული დაგეგმვის სისტემა უზრუნველყოფდეს ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების სექტორის სტრატეგიული მიზნებისა და ამოცანების მიღწევადობას;

2. დანერგილი რისკის მართვის სისტემა უზრუნველყოფდეს რისკების ეფექტურ მართვას;
3. ალკოჰოლიანი სასმელების პოპულარიზაციის ფარგლებში დანერგილი ინფორმაციისა და კომუნიკაციის სისტემა უზრუნველყოფდეს სწორი გადაწყვეტილების მისაღებად საჭირო ინფორმაციის შეუფერხებლად და დროულად მიმოცვლას, რათა მიღწეულ იქნეს ინფორმაციის მთლიანობა და საიმედოობა;
4. განხორციელდეს რთველის პროცესის ეფექტურად ჩატარება.

ცხრილი 2. რთველის პროცესი პანდემიის და რუსეთ-უკრაინის ომის პერიოდში

წელი	კომპანიების მიერ გადამამუშავებელი ყურძნის ოდენობა (ტონა)	რეალიზებული ყურძნის ღირებულება (მლნ ლარი)
2018	245 000	312
2019	271 000	300
2020	284 000	310
2021	243 000	270
2022	257 000	270
2023	221 200	306

წყარო: ღვინის ეროვნული სააგენტოს ანგარიშები, 2018-2023 წწ.

დასკვნა: რთველის პროცესი ერთ-ერთი უძველესი ქართული ტრადიციაა, რის გამოც ის კულტურის განუყოფელ ნაწილად იქცა. უკანასკნელი წლების განმავლობაში სახელმწიფოს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს გამოწვევას წარმოადგენს რთველის პროცესის ორგანიზებულად ჩატარება მთელი საქართველოს მასშტაბით. რთველის პროცესის წარმატებით ჩატარება გავლენას ახდენს ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების რეალიზაციიდან მიღებულ შემოსავლებზე, კერძოდ, რაც უფრო მეტი და ხარისხიანი მოსავალი იქნება საანგარიშო წელს, მით უფრო მეტი შესაძლებლობა ეძლევა კომპანიებს აწარმოონ დიდი რაოდენობის ხარისხიანი ალკოჰოლური სასმელები და გაყიდონ ისინი საერთაშორისო ბაზრებზე.

2019 წელს საქართველოს მასშტაბით კომპანიების მიერ განხორციელდა 271 ათასი ტონა ყურძნის გადამამუშავება, რაც წინა წლის ანალოგიურ მაჩვენებელს აღემატებოდა 11%-ით, მაშინ როდესაც აღნიშნულ პერიოდში ადგილობრივ ბაზარზე რთველის განხორციელების კუთხით არსებობდა რამდენიმე ძირითადი გამოწვევა, კერძოდ:

1. თეთრ ყურძენზე მოთხოვნის შემცირება;
2. ჭარბი მოსავალი;
3. რუსეთის ბაზარზე არასტაბილური მდგომარეობა.

ზემოთხსენებული გამოწვევის მიუხედავად სახელმწიფოს მიერ 2019 წელს სრულად განხორციელდა ქვეყნის მასშტაბით მოსავლის დაბინავება. თუმცა მიუხედავად ამისა, ყურძნის რეალიზაციიდან მიღებულმა შემოსავალმა, წინა წელთან შედარებით, იკლო 4%-ით. 2020 წელს, 2019 წელთან შედარებით, 11%-ით ყურძნის გადამუშავების მაჩვენებლის ზრდის გამომწვევი ძირითადი ფაქტორი გახლდათ კახეთის რეგიონში გადამუშავების მაჩვენებლის ზრდა 33 ათასი ტონით და ვენახების ფართობების მატება.

კოვიდ 19-ის პერიოდში, 2020 წელს, სახელმწიფოს უმთავრეს მიზანს წარმოადგენდა:

1. ყურძნის ჭარბი მოსავლის დაბინავება;
2. მეღვინეობა-მევენახეობის სტაბილური განვითარების პოზიტიური დინამიკის შენარჩუნება.

პანდემიის გავლენა რთველის პროცესზე 2020 წელს იყო უმნიშვნელო, რადგან:

1. აღმასრულებელი ხელისუფლების გადაწყვეტილებით რთველის პროცესის სუბსიდირება, კერძოდ, 1 კგ ყურძნის შესყიდვისას ღვინის კომპანიებზე გაიცემოდა რეაქტიული და კახურ მწვანეზე 30 თეთრის სუბსიდია. სუბსიდიის პროგრამაში მონაწილეობა შეძლო მხოლოდ ისეთმა კომპანიებმა, რომლებმაც მევენახეებისგან შეისყიდა და გადაამუშავა არანაკლებ 1000 ტონა რეაქტიული ან კახური მწვანის ჯიშის ყურძენი და ჩაბარებულ ერთ კილოგრამ ნედლეულში ჩამბარებელს გადაუხადა არანაკლებ 80 თეთრისა. კოვიდ 19-ის პერიოდში, რომ არ განხორციელებულიყო აღმასრულებელი ხელისუფლების მიერ რთველის პროცესის სუბსიდირება, გლეხებს მოუწევდათ ერთი კილოგრამი რეაქტიულის გაყიდვა 50 თეთრად, რაც მეღვინეობა-მევენახეობის სექტორს დიდ დარტყმას მიაყენებდა;
2. 2019 წელთან შედარებით, კომპანიების მიერ გადამამუშავებელი ყურძნის ოდენობა გაიზარდა 13 000 ტონით, ანუ 5%-ით, ხოლო რეალიზებული ყურძნის ღირებულება 10 მილიონი ლარით, ანუ 3%-ით;
3. სახელმწიფო საწარმოებმა მევენახეებისგან ჭარბი რაოდენობის მოსავალი შეისყიდა, რომელზეც კერძო სექტორიდან არ იყო მოთხოვნა. რომ არა ეს გადაწყვეტილება, ათი ათასამდე მევენახე ფერმერი ვერ შეძლებდა 94 000 ტონა ყურძნის რეალიზაციას, რაც შემდგომში ნედლეულზე ფასების მკვეთრ ვარდნას განაპირობებდა.

მიუხედავად იმისა, რომ პანდემიის დაწყებიდან მეორე წელს სახელმწიფომ კვლავ განაგრძო სუბსიდირების პროგრამის განხორციელება, 2021 წელს 250 ღვინის საწარმოს მიერ განხორციელდა მხოლოდ 243 000 ტონა ყურძნის გადამამუშავება, რაც 2021 წლის მაჩვენებელზე 14%-ით ნაკლებია და რამაც განაპირობა რეალიზებული ყურძნის შემოსავლების 40 მლნ ლარით კლება. კახეთის რეგიონში მოწეული 1 კგ ყურძნის შესყიდვის სანაცვლოდ ღვინის კომპანიებზე გაიცემოდა სუბსიდია ერთ კილოგრამ რეაქტიულისთვის და კახური მწვანისთვის 35 თეთრი. რაჭა-ლეჩხუმის რეგიონში სუბსიდია მიიღო ყველა იმ კომპანიამ, რომელმაც შეიძინა და გადაამუშავა ხვანჭკარის მიკროზონაში მოწეული არანაკლებ 3 ტონა ალექსანდროულისა და მუჯურეთულის ჯიშის ყურძენი და ერთ კილოგრამ ყურძენში

ფერმერს არანაკლებ 7 ლარისა გადაუხადა. სუბსიდიის თანხამ შეადგინა 3 ლარი ერთ კილოგრამზე როგორც ალექსანდროულის, ისე მუჯურეთულის ჯიშის ყურძენზე.

2021 წელს, 2020 წელთან შედარებით, ყურძნის გადამამუშავების მაჩვენებლის 14%-ანი ვარდნის გამოძწევები ძირითადი მიზეზი გახლდათ არა კოვიდ 19-ის მიერ გამოწვეული პანდემიის ნეგატიური შედეგები, არამედ სტიქიის მიერ მოსავლის დაზიანება, კერძოდ,

1. 26 აგვისტოს ძლიერმა ქარმა და სეტყვამ კახეთის რეგიონში 4600 ჰა ფართობის ვენახები გაანადგურა;
2. 2 სექტემბერს ძლიერმა სეტყვამ ყვარელსა და თელავში დააზიანა 180 ჰა ფართობის ვენახები.

აღმასრულებელი ხელისუფლების გადაწყვეტილებით, სტიქიის შედეგად დაზიანებული ყურძნის მიღება მოსავლის მართვის კომპანიამ განახორციელა, რაშიც მევენახეებს ერთ კილოგრამ რეაქტივზე 0,8 ლარს და ერთ კილოგრამ საფერავზე 1 ლარს უხდოდა. ხოლო ისეთ ფერმერებზე, რომლებსაც სტიქიამ მოსავალი სრულად გაუნადგურა, სახელმწიფომ კომპენსაციის სახით 1 ჰა ფართობზე ბიუჯეტიდან 3000 ლარის ოდენობის დახმარება გასცა.

2022 წელს რთველის მხარდაჭერის პროგრამისთვის სახელმწიფო ბიუჯეტიდან 100 მილიონამდე ლარი დაიხარჯა და სახელმწიფო საწარმოს, მოსავლის მართვის კომპანიის მიერ შესყიდული და გადამამუშავებული იქნა რეაქტივებისა და კახური მწვანის 38%. 2023 წელს 2022 წელთან შედარებით კომპანიების მიერ გადამამუშავდა 14%-ით ნაკლები ყურძენი, თუმცა მიუხედავად აღნიშნულისა, რეალიზებული ყურძნის ღირებულება გაიზარდა 13%-ით. აღნიშნული შემოსავლის ზრდის მიზეზი გახლდათ კერძო სექტორის ორიენტირებულობა ხარისხიანი ყურძნის შეძენაზე.

ღვინისა და ალკოჰოლური სასმელების ექსპორტი

ცხრილი 3. ღვინის ექსპორტი (2018-2023)

წელი:	ექსპორტირებული ღვინის რაოდენობა (მლნ ბოთლი)	ექსპორტირებული ღვინის ღირებულება (მლნ აშშ დოლარი)
2018	86,2	203
2019	94	240
2020	92,4	216,5
2021	107	250
2022	104 მლნ ლიტრი	252,5
2023	89,5 მლნ ლიტრი	259,2

წყარო: ღვინის ეროვნული სააგენტოს ანგარიშები, 2018-2023 წწ.

2018 წელს, საქართველოდან მსოფლიოს 53 ქვეყანაში განხორციელდა 86.2 მლნ ბოთლი ღვინის ექსპორტი, რაც წინა წლის მაჩვენებელს 13%-ით აღემატება. ექსპორტირებული ღვინის

ღირებულებამ 203 მლნ აშშ დოლარი შეადგინა. ექსპორტის ზრდა შეინიშნებოდა ისეთ სტრატეგიულ ბაზრებზე, როგორიცაა იაპონია, დიდი ბრიტანეთი, აშშ და პოლონეთი.

2019 წელს ექსპორტირებული ღვინის ღირებულებამ 240 მლნ აშშ დოლარი შეადგინა, რაც წინა წლის მაჩვენებელს 17%-ით აღემატება, ზრდის განმაპირობებელი ძირითადი ფაქტორი გახლდათ 2018 წელთან შედარებით ექსპორტირებული ღვინის ბოთლების 9%-ანი ზრდა.

პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში ექსპორტირებული ღვინის ბოთლების მოცულობამ 2019 წელთან შედარებით იკლო 1,6 მლნ ბოთლით, რამაც განაპირობა საექსპორტო შემოსავლის კლება 23,5 მლნ აშშ დოლარით. მსოფლიო პანდემიის გამოწვევების მიუხედავად, ქართული ღვინის მარკეტინგული ღონისძიებები 2021 წელსაც აქტიურად გაგრძელდა, რამაც ზეგავლენა იქონია ქართული ღვინის ცნობადობისა და პოპულარიზაციის ზრდაზე, კერძოდ, პანდემიის დაწყებიდან ორ წელიწადში ექსპორტირებული ღვინის ღირებულება, 2020 წელთან შედარებით, გაიზარდა 15%-ით, ხოლო ექსპორტირებული ღვინის ბოთლების რაოდენობა 16%-ით.

2022 წელი საქართველოს მეღვინეობა-მევენახეობის დარგისთვის გამოწვევებით დაიწყო. რუსეთ-უკრაინის ომის ფონზე, წლის პირველ ნახევარში, ქართული ღვინის ექსპორტმა იკლო რუსეთსა და უკრაინის ბაზრებზე, რაც ექსპორტის საბოლოო მაჩვენებელზე უარყოფითად აისახა. თუმცა, მიუხედავად ზემოთ ხსენებულისა, წლის მეორე ნახევრიდან მდგომარეობა დასტაბილურდა და გაგრძელდა ექსპორტის ზრდის ტენდენცია, რის შედეგადაც 2022 წელს მსოფლიოს 66 ქვეყანაში ექსპორტირებული იყო 104 მლნ ლიტრამდე და 252.5 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების ღვინო. 2022 წელს ექსპორტიდან მიღებული შემოსავალი გაზრდილია 5.5%-ით, ხოლო მოცულობა 30%-მდე.

2023 წელს ექსპორტირებული ღვინოს ღირებულებამ 259,2 მლნ აშშ დოლარი შეადგინა, რაც 2022 წლის მაჩვენებელს 3%-ით აღემატება. ექსპორტირებული ღვინის მოცულობამ 89,5 მლნ ლიტრი შეადგინა, რაც გასული წლის ანალოგიურ მაჩვენებელზე 12%-ით ნაკლებია. ექსპორტის რაოდენობრივი შემცირების ფონზე ექსპორტიდან მიღებული შემოსავლების მატება განპირობებული იყო ქართული ღვინის საექსპორტო ფასის ზრდით, კერძოდ, 2022 წელს 1 ლიტრი ქართული ღვინის საშუალო საექსპორტო ფასი იყო 2.48 აშშ დოლარი, ხოლო 2023 წელს 2.89 აშშ დოლარი.

ცხრილი 4. ბრენდის და ჯაჭის ექსპორტი (2019-2021)

წელი:	ბრენდი	ჯაჭა
2019	31,6 მლნ ბოთლი=68 მლნ აშშ დოლარი	625 000 ბოთლი=1,7 მლნ აშშ დოლარი
2020	32,7 მლნ ბოთლი= 66 მლნ აშშ დოლარი	428 000 ბოთლი=1,2 მლნ აშშ დოლარი
2021	42,2 მლნ ბოთლი=78,3 მლნ აშშ დოლარი	1 მლნ ბოთლი=2,6 მლნ აშშ დოლარი

წყარო: (ღვინის ეროვნული სააგენტოს ანგარიშები 2019-2021)

პანდემიის დაწყებიდან ერთ წელიწადში, ჭაჭის ექსპორტის რაოდენობა შემცირდა 197 ათასი ბოთლით, რამაც განაპირობა საექსპორტო შემოსავლების შემცირება 0,5 მლნ აშშ დოლარით. აღნიშნულ პერიოდში ბრენდის ექსპორტის რაოდენობა გაიზარდა 1,1 მლნ ბოთლით, თუმცა მიუხედავად აღნიშნული ზრდისა, საექსპორტო შემოსავალი შემცირდა 3%-ით.

2023 წელს მკვეთრი ზრდა დაფიქსირდა სპირტიანი სასმელების ექსპორტის მაჩვენებელში, კერძოდ, მსოფლიოს 54 ქვეყანაში ექსპორტირებულია 196,2 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების 31,5 მლნ ლიტრი სპირტიანი სასმელები. შემოსავალი 42%-ით, ხოლო ექსპორტის მოცულობა - 55%-ით არის გაზრდილი.

ცხრილი 5. ქართული ღვინის ექსპორტი რუსეთის ფედერაციის ბაზარზე

წელი	მლნ აშშ დოლარი	რუსეთის წილი ქართული ღვინის მთლიან ექსპორტში
2012	0	0%
2013	57	44.3%
2014	111	61.8%
2015	43	45.2%
2016	56	49.1%
2017	99	57.7%
2018	115	58.2%
2019	133	59.8%
2020	120	56.8%
2021	131	54.7%
2022	161	63.8%
2023 (იანვარ-ივნისი)	82	64.9%

წყარო: საქსტატი

დასკვნა: 2016 წლიდან მოყოლებული ქართული ღვინის ექსპორტი რუსეთის ფედერაციის ბაზარზე მაღალი დამოკიდებულებით გამოირჩევა, რაზეც მიუთითებს შემდეგი ფაქტი: 2023 წლის პირველ ნახევარში რუსეთში 83 მლნ აშშ დოლარის ქართული ღვინო გაიყიდა, რაც წინა წლის ანალოგიურ პერიოდთან შედარებით 41%-იანი ზრდაა. მიუხედავად რუსეთ-უკრაინის ომისა, გაიზარდა საქართველოს ჯამურ ღვინის ექსპორტში რუსეთის ბაზრის წილი და 64.9%-ს მიაღწია, რაც 2012 წლიდან, ქართული ღვინის რუსულ ბაზარზე დაბრუნების შემდეგ, ყველაზე მაღალი მაჩვენებელია (www.transparency.ge, 2024 წელი).

გამოყენებული ლიტერატურა

გაბუნია, კ. (2015). ბიზნესი და ეკონომიკა. თბილისი: თბილისი

ლიპარტია, ზ. (2024). ეკონომიკური ეფექტიანობის მენეჯმენტის მეთოდოლოგია. თბილისი: უნივერსალი.

მენქიუ, გ. (2007). ეკონომიკის პრინციპები. თბილისი: დიოგენე.

ღვინის ეროვნული სააგენტოს ანგარიშები. 2018-2023 წწ. თბილისი.

Challenges for the Wine and Spirits Sector During the Pandemic and the Russian-Ukraine War

Dato Kutchashvili

PhD Student, University of Georgia, kuchashvilidato@gmail.com

Abstract

Georgia is the homeland of wine, with a winemaking history spanning over 8,000 years and encompassing more than 510 grape varieties. In recent years, Georgian wines have gained significant recognition on the international stage, which is why one of Georgia's main obligations is to maintain its ancient winemaking tradition, technique, and showcase the diversity of its indigenous grape varieties worldwide. Georgian wine festivals, such as the "Tbilisi Annual Wine Festival," attract numerous visitors from around the world who wish to study and learn about Georgia's viticultural wealth.

In Georgia, alcoholic beverage production is one of the fastest-growing and most profitable sectors, which is progressing quite well, as indicated by the growing popularity of Georgian wine and spirits in international markets. The development of the wine and alcoholic beverages sector is one of the executive government's priorities, as strengthening and advancing this field should lead to the diversification of Georgia's economy and reduce dependence on the tourism sector. The more diversified a state's economy is, the less impact material uncertainties have on the country's financial stability. The wine and alcoholic beverages sector is a significant driving force for economic growth, and the state implements the following measures for its development as a priority sector:

1. Organization of local and international wine product tastings, exhibitions, competitions, and tours;
2. Preparation and publication of articles about Georgian winemaking in specialized international journals;
3. Implementation of viticulture cadaster;

4. Recording of vineyard areas;
5. Conducting laboratory research to prevent counterfeit and low-quality products in local and export markets, etc.

A large share of revenue for companies operating in the wine and alcoholic beverages sector comes from international markets; accordingly, to maintain competitiveness, continuous development and maintenance of product quality is crucial to reduce dependence on the Russian market.

Keywords: Profit maximization; Harvest; Export; Budget; Wine; Russia; Quality.

მედიცინა და ხელოვნური ინტელექტი

ზვიად ღურჭკაია¹, ნათია კენჭაძე², მარინა ბასილაშვილი³

¹პროფესორი, მედიცინის დოქტორი, ტექნიკის დოქტორი, ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77 E-mail: z.gurtskaia@gtu.ge

²ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი, პედიატრი, ნეონატოლოგი, n.kenchadze19@gmail.com

³ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი, კარდიოლოგი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77 E-mail: mariambasilashvili@yahoo.com

აბსტრაქტი

ხელოვნური ინტელექტი და კომპიუტერული სისტემები ფართოდ გამოიყენება სამედიცინო მეცნიერებებში. გავრცელებული აპლიკაციები განკუთვნილია დაავადებების დიაგნოსტიკისთვის, ახალი მედიკამენტების აღმოჩენისთვის, დაავადებების მიმდინარეობის და პროგნოზის გაუმჯობესებისთვის, ექიმსა და პაციენტს შორის კომუნიკაციის და სამედიცინო დოკუმენტაციის ეფექტური წარმოებისათვის.

აღსანიშნავია რომ ხელოვნურმა ინტელექტმა გადამწყვეტი როლი ითამაშა დაავადების პროგნოზირების და მართვის გაძლიერებაში. საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის კრიზისების დროს, როგორც იყო COVID-19 პანდემია.

გარდა ამისა ხელოვნური ინტელექტის ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენება, როგორებიცაა მანქანათმცოდნეობა და ნერვული ქსელები, ხელს უწყობს უფრო ზუსტ და პერსონალიზებულ მკურნალობას ისეთ სფეროებში, როგორიცაა რადიოლოგია, კარდიოლოგია, ონკოლოგია და ახალშობილთა მოვლა.

მედიცინაში ფიქსირდება ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციების სწრაფი ზრდა, რაც დასტურდება FDA-ს მიერ დამტკიცებული ხელოვნურ ინტელექტზე მომუშავე მოწყობილობებით და დიაგნოსტიკური სისტემებით.

სამომავლოდ ხელოვნური ინტელექტი მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს ჯანდაცვის ხარისხის და შედეგების გაუმჯობესებაში, რაც საბოლოო ჯამში ხელს შეუწყობს ადამიანის ჯანმრთელობას და სიცოცხლის გახანგრძლივებას. ხელოვნური ინტელექტის მომავალი ჯანდაცვის სფეროში პერსპექტიულია, მას აქვს დიდი პოტენციალი დაავადების ადრეული დიაგნოსტიკის, მკურნალობის სიზუსტის და პაციენტთა მოვლის გაუმჯობესებაში.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური ინტელექტი, მედიცინა

ხელოვნური ინტელექტი და კომპიუტერული სისტემები ფართოდ გამოიყენება სამედიცინო მეცნიერებებში. გავრცელებული აპლიკაციები განკუთვნილია დაავადებების დიაგნოსტიკისათვის, ახალი მედიკამენტების აღმოჩენისათვის, დაავადებების მიმდინარეობისა და პროგნოზის გაუმჯობესებისათვის, ექიმსა და პაციენტს შორის კომუნიკაციისა და სამედიცინო დოკუმენტაციის ეფექტური წარმოებისათვის.

თანამედროვე კომპიუტერული სისტემები, რომლებიც აღჭურვილია ხელოვნური ინტელექტით, ასრულებენ დავალებებს უფრო ეფექტურად, ვიდრე ადამიანები, კომპიუტერულმა მოდელებმა მიაღწიეს სიზუსტეს, რომელიც შეესაბამება ექსპერტების გადაწყვეტილებებს სამედიცინო სფეროში.

ხელოვნური ინტელექტი მოიცავს კომპიუტერული მეცნიერების ფართო სპექტრს, ჭკვიანი მანქანების შესაქმნელად, რომლებსაც შეუძლიათ შეასრულონ ამოცანები, რაც, როგორც წესი, ადამიანის ინტელექტს მოითხოვს.

ხელოვნური ინტელექტის ზოგიერთი პროგრამა მოიცავს ავტომატიზირებულ ინტერფეისებს ვიზუალური აღქმისთვის, მეტყველების ამოცნობისთვის, გადაწყვეტილების მიღებისთვის და ენებს შორის თარგმნისთვის.

საყოველთაოდ მიღებულია, რომ ტერმინი „ხელოვნური ინტელექტი“ პირველად 1956 წელს გამოჩნდა. მისი დამკვიდრება ამერიკელ მეცნიერ ჯონ მაკკარტნისთან არის დაკავშირებული. მანამდე კი, ხელოვნური ინტელექტი მოიცავდა ალან ტიურინგის მიერ შემოთავაზებულ ტიურინგის ტესტს, როგორც მანქანური ინტელექტის საზომს და დიტრის პრინსის მიერ დაწერილ ჭადრაკის სათამაშო პროგრამას.

მედიცინაში ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციები პირველად 1970 წელს გამოიყენეს. ამის შემდეგ ხელოვნური ინტელექტის კვლევები სწრაფად გაფართოვდა, თუმცა ადრეული მოდელების გარკვეულმა შეზღუდვამ ხელი შეუშალა მედიცინაში მის ფართოდ დამკვიდრებას.

ჯანდაცვის სფეროში გამოყენებადი ხელოვნური ინტელექტის სისტემები შეიძლება დაიყოს სამ კატეგორიად: პაციენტზე ორიენტირებული, კლინიკურად ორიენტირებული და ადმინისტრაციულად ორიენტირებული.

ქვემოთ ჩამოთვლილია ხელოვნური ინტელექტის რამდენიმე სისტემა, რომელიც ეფექტურად გამოიყენება ჯანდაცვის სფეროში:

AiCure (აშშ) - პაციენტზე ორიენტირებული. იყენებს ვიდეო, აუდიო და ქცევის მონაცემებს. პაციენტებისთვის დაავადებასა და მკურნალობას შორის კავშირის უკეთ გასაგებად.

- Aiva Health (აშშ) კლინიკურად ორიენტირებული ხელოვნური ინტელექტი რენტგენოლოგიებისთვის, რომელთა მიზანია ფილტვის კიბოს მკურნალობისა და დიაგნოსტიკის გაუმჯობესება.

Bot MD (სინგაპური) ადმინისტრაციულად ორიენტირებული. ხმით მოვლის ასისტენტი, რომელიც აკავშირებს პაციენტებს შესაბამის ექიმთან.

კოვიდ პანდემიის პირობებში განსაკუთრებით აქტიურად გამოიყენებოდა ხელოვნური ინტელექტის ახალი სისტემები.

როგორც Apple Newsroom იტყობინება, ტექნიკურმა გიგანტებმა, როგორებიცაა Google და Apple, გააერთიანეს ძალები ინფიცირებული კონტაქტის თვალყურის დევნების

პლატფორმის შესაქმნელად. მომხმარებლებს, რომლებიც დარეგისტრირდებოდნენ აღნიშნულ პლატფორმაზე, საშუალება ჰქონდათ გაეგოთ საკუთარი ლაბორატორიული ტესტების შედეგები, ხოლო შემდეგ ლოკაციის სერვისების გამოყენებით შეეძლოთ მიეღოთ ინფორმაცია, იმყოფებოდა თუ არა მათთან კონტაქტში ინფიცირებული პირი.

კანადური კომპანია BlueDot ქმნის ეპიდემიის რისკის პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც შეამცირებს ინფექციურ დაავადებებს. BlueDot-მა გამოაქვეყნა პირველი სამეცნიერო ნაშრომი COVID-19-ზე, რომელმაც ზუსტად იწინასწარმეტყველა ვირუსის გლობალური გავრცელება. აღნიშნული კომპანია იყენებს ისეთ ტექნიკას, როგორიცაა ნეირონული ქსელები და მანქანური სწავლება.

სისტემა ინფექციური დაავადებების ავტომატიზირებულ მეთვალყურეობასთან ერთად, ყოველდღიურად აანალიზებს დაახლოებით 100,000 სტატიას, 65-ზე მეტი ქვეყნიდან იღებს ინფორმაციას მოგზაურობის მარშრუტების და ფრენის გზებზე, ტერიტორიის კლიმატის, ტემპერატურის შესახებ, იმისათვის, რომ მოახდინოს მომავალი ეპიდემიების პროგნოზირება.

ჯანდაცვის სფეროში ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციების მუდმივი განვითარებისათვის, აუცილებელია ექიმებს და ინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციალისტებს ჰქონდეთ მუდმივი მჭიდრო თანამშრომლობა.

ხელოვნური ინტელექტის სისტემების გამოყენებას ნებისმიერ სფეროში, მათ შორის ჯანდაცვაში, თან ახლავს თავისი წილი შეზღუდვები და გამოწვევები. ჩვენ განვიხილავთ იმ გამოწვევებს, რომლებიც უფრო მეტად ეხება ჯანდაცვის სფეროს.

მონაცემთა ხელმისაწვდომობა პირველი ნაბიჯია ხელოვნური ინტელექტის სისტემის შესაქმნელად. განსაკუთრებით დიდი ყურადღება ეთმობა პაციენტთა მონაცემების შეგროვების საკითხში კონფიდენციალურობის დაცვას. მსოფლიოში დაფიქსირდა მსხვილი კომპანიების მიერ აღნიშნული საკითხის იგნორირების შემთხვევები.

პაციენტებსა და ზოგადად საზოგადოებას აქვთ კონფიდენციალურობის უფლება და უფლება აირჩიონ რა მონაცემების გაზიარება სურთ. რატომ უნდა ეს უკანასკნელი თავის მხრივ უქმნის შეზღუდვებს კომპანიებს, რომლებიც მუშაობენ ხელოვნური ინტელექტის მოდელების შექმნაზე ჯანდაცვის სფეროში. მიუკერძოებელი მონაცემების შეგროვების შემდეგაც კი, შესაძლებელია მიკერძოებული მოდელის შექმნა. შეგროვებული მონაცემები წინასწარ უნდა იყოს დამუშავებული, სანამ გამოყენებული იქნება ალგორითმის მოსამზადებლად. შეგროვებული ნედლი მონაცემები ხშირად შეიცავს შეცდომებს მონაცემთა ხელით შეყვანის ან სხვა მრავალი მიზეზის გამო. ეს ჩანაწერები ზოგჯერ იცვლება მათემატიკური დასაბუთებით ან უბრალოდ ამოღებულია. სიფრთხილე უნდა იქნას გამოჩენილი, რათა მონაცემთა წინასწარმა დამუშავებამ არ გამოიწვიოს მონაცემთა არევა.

რამდენიმე ალგორითმისა და მოდელის არსებობის გამო, უნდა ავირჩიოთ ალგორითმი, რომელიც საუკეთესოდ შეეფერება დავალებას. ამრიგად, მოდელის შერჩევის პროცესი ძალიან მნიშვნელოვანია.

ხელოვნური ინტელექტუალური სისტემის მომხმარებლისთვის მნიშვნელოვანია იცოდეს, როგორ არის აგებული მოდელი, რომელსაც ის იყენებს. ამ გზით მომხმარებელს შეუძლია მოდელის გამოსავლის უკეთ ინტერპრეტაცია და გადაწყვეტილების ოპტიმალური მიღება.

ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების კიდევ ერთი შეზღუდვა არის ის, რომ მოდელები, რომლებზეც ერთი ორგანიზაცია ხარჯავს დროსა და ძალისხმევას, კონკრეტული ამოცანის შემუშავებისა და განთავსებისთვის, არ შეიძლება პირდაპირ გადავიდეს სხვა ორგანიზაციაში დაუყოვნებელი გამოყენებისთვის ხელახალი კალიბრაციის გარეშე. კონფიდენციალურობის გამო, მონაცემთა გაზიარება ხშირად მიუწვდომელია ან შეზღუდულია ჯანდაცვის ორგანიზაციებს შორის, რაც იწვევს მხოლდ ფრაგმენტულ მონაცემებზე წვდომას და ზღუდავს მოდელის სანდოობას.

მიუხედავად ზემოაღნიშნული შეზღუდვებისა, ხელოვნური ინტელექტით აღჭურვილ სისტემებს შეუძლიათ მნიშვნელოვნად შეცვალონ ჯანდაცვის ხარისხი და სამომავლოდ მონაწილეობა მიიღონ ადამიანის სიცოცხლის გახანგრძლივებისა და ხარისხის გაუმჯობესებაში.

დღეისათვის FDA-ს (აშშ საკვებისა და წამლის ადმინისტრაცია) მიერ ნება დართულია 950 ხელოვნური აპლიკაციის გამოყენება ჯანდაცვის სფეროში.

ეს ხაზს უსვამს სამედიცინო სფეროში ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების სწრაფ ზრდას. FDA-ს მიერ დამტკიცებული 950 სისტემიდან 750 გამოიყენება რადიოლოგიაში. შემდეგი ძირითადი მიმართულებებია: კარდიოლოგია და ნევროლოგია.

2024 წლის 7 ნოემბერს, აშშ-ს სურსათისა და წამლების ადმინისტრაციამ მიანიჭა icometrix კლირენსი icobrain aria-ს.

Icobrain aria (amyloid-related imaging abnormalities) არის უნიკალური ღრმა სწავლებაზე დაფუძნებული ხელოვნური ინტელექტი, რომელიც გაწვრთნილი არის ტვინის ათასობით მაგნიტორეზონანსულ სკანირებაზე, ის ახდენს დაკვირვებას ARIA-ს, (ამილოიდთან დაკავშირებული ვიზუალურ ანომალიებზე) ახდენს ზუსტ დიაგნოსტიკას და გამოავლენს დაავადების სიმძიმეს. პროგრამა ავტომატურად აწარმოებს მიმოხილვის ანგარიშს ARIA შეფასების შესახებ, ნორმალური კლინიკური მაგნიტორეზონანსული სკანირების გამოყენებით.

FDA-ს კლირენსისთვის საჭირო დიდმა კვლევამ აჩვენა, რომ იკობრენის არიას გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის რადიოლოგის მიერ ARIA-ს შეფასებების სიზუსტეს და შესაბამისად, საშუალებას აძლევს ალცჰეიმერის დაავადების მქონე პაციენტებს ბეტა-ამილოიდ-ის უსაფრთხო გამოყენებას მიზნობრივი თერაპიის დროს.

გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები სიკვდილიანობის წამყვანი მიზეზია მსოფლიოში. სიკვდილიანობა და ინვალიდობა განსაკუთრებით ხშირად ასოცირებულია გულის უკმარისობასთან. სურსათისა და წამლების ადმინისტრაცია (FDA) ინტენსიურად მუშაობს იმ პროდუქტების რეგულირებაზე, რომლებიც გავლენას ახდენს გულ-სისხლძარღვთა და მეტაბოლურ დაავადებებზე. BioMonitor 2- იმპლანტირებადი გულის მონიტორია ხელოვნური ინტელექტით. მისი მიზანია აღმოაჩინოს წინაგულების ფიზიოლოგია და სხვა ტიპის გულის არითმიები. ხელსაწყო მოწოდებულია არითმიების უწყვეტი მონიტორინგისათვის. ის დახმარებას უწევს ექიმებს გაურკვეველი არითმიების და უცნობი გენეზის სინკოპეს მიზეზის დადგენაში. LifeVest-წარმოადგენს ტარებად დეფიბრილატორს, რომელიც მუდმივად აკონტროლებს გულის რიტმს და იყენებს ხელოვნური ინტელექტს სიცოცხლისთვის საშიში არითმიების გამოსავლენად და ავტომატურად აწვდის შოკს ნორმალური რიტმის აღსადგენად, მოწოდებულია უეცარი კარდიული სიკვდილის მაღალი რისკის ჯგუფის

პაციენტებისათვის. მოწყობილობის შიგნით მოთავსებული ელექტროდები მუდმივად აკონტროლებს ეკგ-ს. თუ ლეტალური არითმია განვითარდა, LifeVest აწვდის სამკურნალო შოკს, როგორც წესი, ერთი წუთის განმავლობაში. მოწყობილობას აქვს მაღალი წარმატების მაჩვენებელი გულის საშიში რითმებისგან ადამიანების დასაცავად.

Micra-ტრანსკათეტერული პეისინგის სისტემა (TPS) არის მსოფლიოში ყველაზე პატარა კარდიოსტიმულატორი, რომლის იმპლანტაცია ხდება პერკუტანულად მინიმალური ინვაზიური მიდგომით, პირდაპირ მარჯვენა პარკუჭში. აქსელერომეტრი ამოიცნობს წინაგულების მექანიკურ აქტივობას და იყენებს აღნიშნულ ინფორმაციას AV სინქრონული პარკუჭოვანი იმპულსის გადასაცემად.

Lifeflow Rapid Fluid Infuser: არის ხელით მომუშავე სწრაფი ინფუზიის მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას აძლევს ჯანდაცვის პროვაიდერებს სწრაფად და ეფექტურად მიაწოდონ სისხლი და სითხეები შოკის და ქსოვილოვანი ჰიპოპერფუზიის დროს, რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს კრიტიკული პაციენტების რეანიმაციას.

CardioMEMS HF სისტემა დისტანციურად აკონტროლებს ფილტვის არტერიის (PA) წნევის ცვლილებებს, რაც გულის უკმარისობის გაუარესების ადრეული მაჩვენებელია. ეს ადრეული ცვლილებები ხშირად შეიძლება მოგვარდეს ისეთი მარტივი მიდგომით, როგორიცაა მედიკამენტების ტიტრაცია ან დანიშნულების კორექცია. კლინიკური კვლევების მონაცემებით დადასტურებულია, რომ CardioMEMS HF ამცირებს გულის უკმარისობის ჰოსპიტალიზაციას და სიკვდილიანობას.

ხელოვნური ინტელექტი ეფექტურად გამოიყენება ბიოლოგიურ კვლევებში, რაც საბოლოოდ დიდ გამოყენებას ჰპოვებს მედიცინაში. ხელოვნურმა ინტელექტმა მნიშვნელოვან პროგრესს მიაღწია ცილის სტრუქტურის პროგნოზირებაში, განსაკუთრებით ისეთი მოდელების გამოჩენამ, როგორიცაა AlphaFold. ეს ინოვაცია მკვლევარებს საშუალებას აძლევს იწინასწარმეტყველონ ცილების 3D სტრუქტურები, ამინომჟავების თანმიმდევრობების საფუძველზე.

AlphaFold იყენებს ღრმა სწავლებას ცილების სივრცითი მოწყობის პროგნოზირებისათვის. მათ შეუძლიათ პოტენციურად დააჩქარონ კვლევები ისეთ სფეროებში, როგორიცაა წამლების აღმოჩენა, დაავადების მექანიზმების გაგება და სინთეზური ბიოლოგია.

პროტეინის ფუნქცია მჭიდროდ არის დაკავშირებული მის სტრუქტურასთან და ამ სტრუქტურის პროგნოზირებამ შეიძლება გვიჩვენოს ის, თუ როგორ ურთიერთქმედებს იგი სხვა მოლეკულებთან. ტრადიციული მეთოდები, როგორიცაა რენტგენული კრისტალოგრაფია და ბირთვული მაგნიტორეზონანსული სპექტროსკოპია, შრომატევადია, ხოლო ხელოვნური ინტელექტი შედარებით მარტივი მიდგომაა და იძლევა გამოთვლის ალტერნატივას.

ხელოვნურ ინტელექტს აქვს პოტენციალი მოახდინოს რევოლუცია ახალშობილთა ინტენსიური თერაპიის განყოფილებაში ფართომასშტაბიანი, მაღალგანზომილებიანი მონაცემების გამოყენებით, რომლებიც გენერირდება ახალშობილთა ინტენსიური თერაპიის პაციენტების მიერ. მონაცემთა ნაკრების შერწყმა ხელოვნურ ინტელექს უნიკალურ შესაძლებლობას აძლევს გრძელვადიანი გავლენა მოახდინოს ახალშობილთა ინტენსიურ თერაპიაზე.

ხელოვნური ინტელექტს აქვს პოტენციური შესაძლებლობა მოწყვლადი ახალშობილების მოვლის ხარისხი.

აღსანიშნავია რომ ხელოვნური ინტელექტის სისტემები ფართოდ გამოიყენება ჩვენი ქვეყნის ჯანდაცვის სექტორში. საქართველოს კლინიკების მნიშვნელოვანი ნაწილი აღჭურვილია თანამედროვე სამედიცინო ტექნიკით, რომელშიც ინტეგრირებულია ხელოვნური ინტელექტის ცნობილი მოდელები, ასეთი სისტემები ფართოდ გამოიყენება ონკოლოგიაში, ნევროლოგიაში, კარდიოლოგიაში, პედიატრიაში, რადიოლოგიაში და სხვა სფეროებში.

აღსანიშნავია ქართველ მკვლევართა წვლილი ჯანდაცვის სისტემებში ხელოვნური ინტელექტის დანერგვაში. 2023 წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მკვლევართა ჯგუფმა (ზ. ღურწკაია, პ. ლეჟავა) ქირურგიის ეროვნულ ცენტრთან კოლაბორაციით შექმნა საშვილოსნოს ყელის სიმსივნის დიაგნოსტიკის სრულიად ახალი ტიპის სისტემა, რომელიც დაფუძნებულია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებაზე.

მკვლევარების მიერ შექმნილია საშვილოსნოს ყელის სიმსივნის დიაგნოსტიკის კომპიუტერული სისტემა. რომელიც დაფუძნებულია, კერძოდ, მანქანურ სწავლებაზე. სისტემა ახდენს დიაგნოსტიკას სისხლის რუტინული ტესტების გამოყენებით და გამოირჩევა საკმაოდ მაღალი სიზუსტით. აღნიშნული მოდელი კლინიკისტებს დაეხმარება სიმსივნის დროულ ვერიფიკაციაში.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე მივიჩნევთ, რომ ხელოვნური ინტელექტის მომავალი, ჯანდაცვის სფეროში პერსპექტიულია.

მას აქვს პოტენციური, დაეხმაროს ჯანდაცვის სფეროს მრავალი პრობლემის გადაჭრაში. მისი გამოყენებით მომავალში მეცნიერები აღმოაჩენენ ახალი ტიპის სამკურნალო საშუალებებს და მოახდენენ მრავალი განუკურნებელი დაავადების ეფექტურ მკურნალობას. ხელოვნური ინტელექტის სისტემებს აქვთ პოტენციური მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანონ გულ-სისხლძარღვთა, ონკოლოგიური, გენეტიკური და სხვა დაავადებების ადრეულ დიაგნოსტიკასა და მკურნალობაში. მეცნიერები ფიქრობენ, რომ მათი გამოყენებით შეამცირებენ ჩვილ ბავშვთა სიკვდილობის მაჩვენებელს, გაზრდიან სიცოცხლის საერთო ხანგრძლივობას და გააუმჯობესებენ მის ხარისხს.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ხელოვნური ინტელექტით აღჭურვილი სისტემა საშვილოსნოს ყელისა და სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დიაგნოსტიკისათვის. სტუ-ის შრომები – Works of GTU ISSN 1512-0996 №2 (528), 2023
2. Geéron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn & Tensor Flow. 1st ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly; 2017.
3. First Tests | Mastering the Game | Computer History Museum. [Www.computerhistory.org. https://www.computerhistory.org/chess/first-tests/](https://www.computerhistory.org/chess/first-tests/)
4. Ridley DB. Priorities for the priority review voucher. Am J Trop Med Hyg. 2017;96:14–5. doi: 10.4269/ajtmh.16-0600.

5. Laura Craft. Emerging Applications of Ai for Healthcare Providers GARTNER. 2017. [Last accessed on 2019 Jun 24]. Available from: <https://www.gartner.com/en/documents/3753763/emerging-applications-of-ai-for-healthcare-providers>
6. Dilsizian S, Siegel E. Artificial intelligence in medicine and cardiac imaging: Harnessing big data and advanced computing to provide personalized medical diagnosis and treatment. *Curr Cardiol Rep*. 2014;16:2014. doi: 10.1007/s11886-013-0441-8.
7. Health, C. for D. and R. (2021). Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices. FDA. <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>
8. Filippi M, Cecchetti G, Spinelli EG, Vezzulli P, Falini A, Agosta F. Amyloid-related imaging abnormalities and beta-amyloid targeting antibodies: A systematic review. *JAMA Neurol*. 2022; 79:291-304
9. Davoudi A, Malhotra KR, Shickel B, Siegel S, Williams S, Ruppert M, et al. Intelligent ICU for autonomous patient monitoring using pervasive sensing and deep learning. *Sci Rep*. 2019;9:8020. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44004-w>.
10. Ellsworth MA, Lang TR, Pickering BW, Herasevich V. Clinical data needs in the neonatal intensive care unit electronic medical record. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2014;14:92.
11. Chioma, R., Sbordone, A., Patti, M. L., Perri, A., Vento, G., & Nobile, S. (2023). Applications of Artificial Intelligence in Neonatology. *Applied Sciences*, 13(5), 3211. <https://doi.org/10.3390/app13053211>

Artificial Intelligence and Medicine

Zviad Gurtskaia, Natia Kenchadze, Marina Basilashvili

Abstract

Artificial intelligence (AI) is increasingly integrated into medical sciences, aiding in disease diagnosis, drug discovery, and improving patient care. Notably, AI has proven crucial during public health crises like the COVID-19 pandemic, enhancing disease prediction and management. Technologies such as machine learning and neural networks offer more accurate, personalized treatments in fields like radiology, cardiology, and oncology.

The growing use of FDA-approved AI-powered medical devices highlights its rapid adoption. Looking ahead, AI promises to enhance healthcare quality, improve treatment accuracy, and support early disease diagnosis, ultimately contributing to better health outcomes and longevity.

ატომური და მოლეკულური გამოსხივების სპექტრები ელექტრონების და პროტონების აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას

ნატო თოლორაია

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

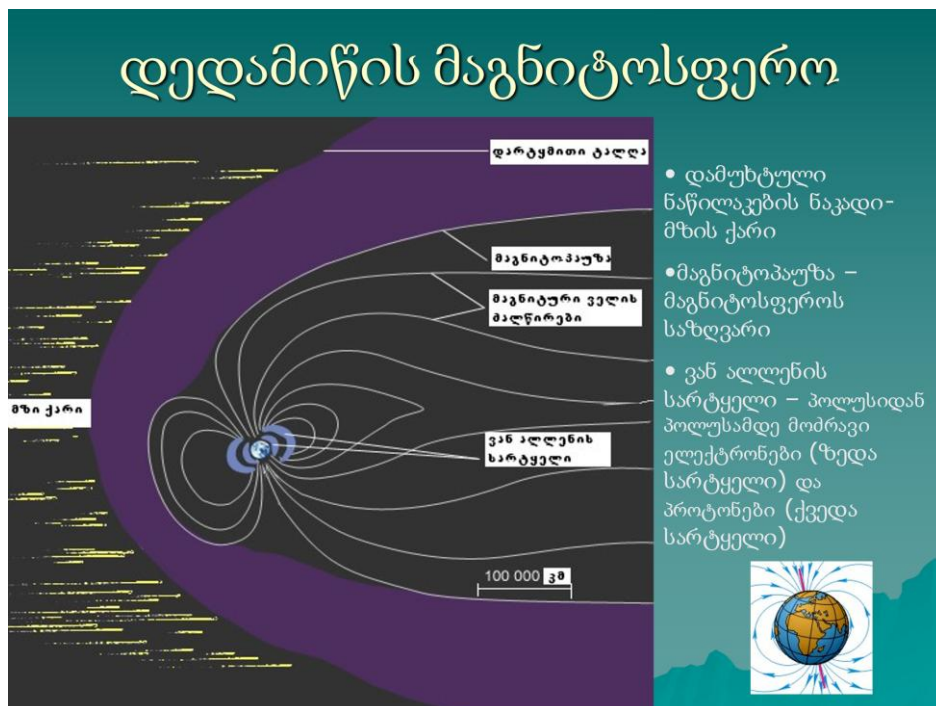
აბსტრაქტი

პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემების ზოლოვანი სპექტრები გამოკვლეულ იქნა ელექტრონების ($E=200\text{eV}$) და პროტონების ($0.25\text{--}10\text{keV}$) აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას დისოციაციური იონიზაციის პროცესში მიღებულია აზოტის აღზნებული ატომური 493.5 nm და იონური 500.5 nm , 567.9 nm ხაზების სპექტრი. გაზომილია აზოტის მოლეკულური იონის პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემების ზოლოვანი სპექტრის გამოსხივების კვითი. შედეგები მოყვანილია თოლოზოლოებისათვის $(0,0)$, $(0,1)$, $(0,2)$, $(1,1)$, $(1,2)$, $(1,3)$ და $(2,0)$, $(3,0)$, $(4,1)$, $(5,2)$ პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემებისთვის შესაბამისად

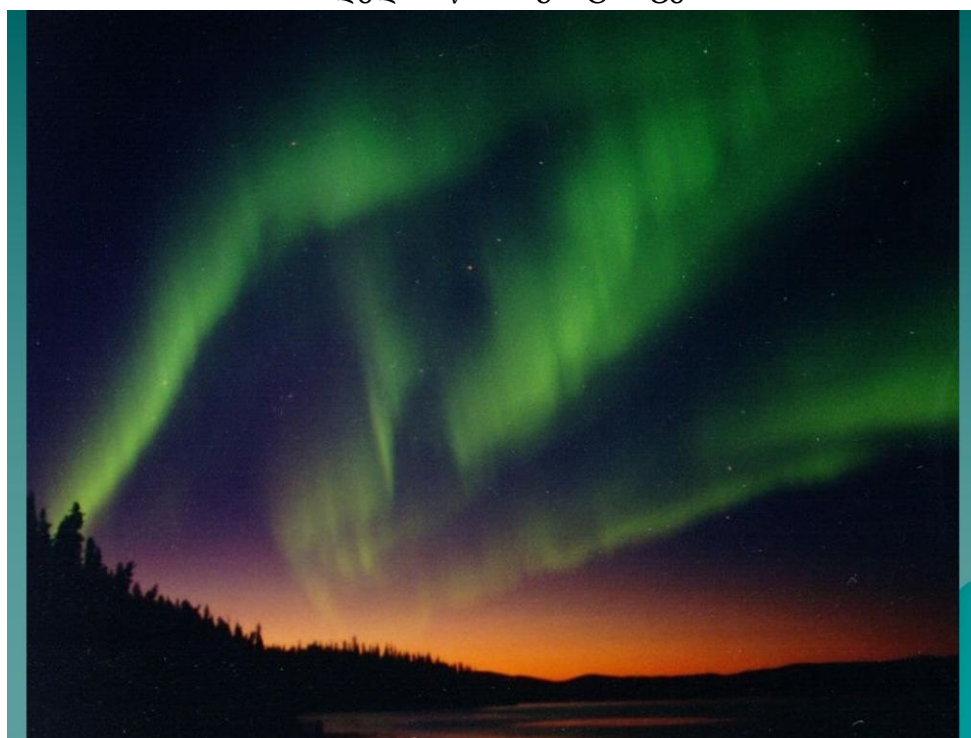
შესავალი

ნაშრომის მიზანია პროტონების და ელექტრონების აზოტის მოლეკულასთან დაჯახების პროცესში აზოტის მოლეკულური იონის პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემების შესაბამისი ზოლოვანი სპექტრების გამოკვლევა. კილო-ელექტრონ-ვოლტ ენერგიებზე დაჯახებითი პროცესების შესწავლას ფუნდამენტური მნიშვნელობა აქვს მიმდინარე პროცესების გამოკვლევისთვის სხვადასხვა გარემოში: პლაზმაში, ამაჩქარებლებში, მზის ქარის ნაწილაკების ურთიერთქმედებისას დედამიწისა და პლანეტების ატმოსფერულ გაზებთან, პოლარულ ციალში და სხვა [1-5]. როგორც ვიცით, მზის ქარი წარმოადგენს გაზს, რომელიც შედგება დაახლოებით ერთნაირი სიმკვრივის ელექტრონებისა და პროტონებისგან, რომელიც დიდი სიჩქარით მოდის მზიდან. დედამიწის ორბიტაზე ამ ნაკადის სიჩქარე არის დაახლოებით $400\text{--}500\text{ კმ/წმ}$, პროტონების (ან ელექტრონების) კონცენტრაცია შეადგენს $10\text{--}20$ ნაწილაკს კუბურ სანტიმეტრში. მზის ქარის ნაწილაკები-ელექტრონები და პროტონები მოხვდებიან რა დედამიწის მაგნიტურ ველში, მიედინებიან პოლუსებისკენ, სადაც აღწევენ ატმოსფეროს მკვრივ ფენებში. ატმოსფეროს ნაწილაკებთან დაჯახებისას მონაწილეობენ სხვადასხვა არადრეკად პროცესებში (იონიზაცია, მოლეკულური აღზნება, გადამუხტვა). ამისათვის მათ გააჩნიათ საკმარისი ენერგია. მზის ქარის პროტონების საშუალო ენერგიაა $10\text{--}30\text{ კევ}$, ხოლო ელექტრონებისა $10\text{--}20\text{ კევ}$ [6]. პოლარული ციალის სპექტრული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იონიზირებული აზოტის მოლეკულები ასხივებენ, როგორც ხილულ,

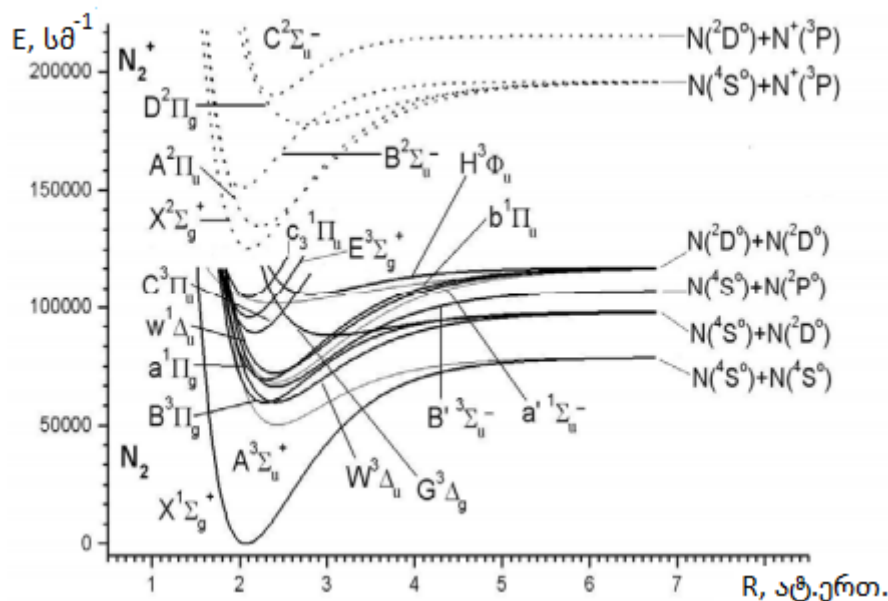
ასევე ინფრაწითელ და იისფერ არეში. ეს გამოსხივება წარმოიქმნება დაახლოებით 110კმ სიმაღლეზე. პოლარულ ციალში ძირითადი წვლილი შეაქვს აზოტის იონიზირებული იონის N_2^+ -ის პირველი უარყოფითი (გადასვლა $B^2\Sigma_u^+ \rightarrow X^2\Sigma_g^+$) და მეინელის (გადასვლა $A^2\Pi_u \rightarrow X^2\Sigma_g^+$) სისტემების შესაბამისი ზოლების გამოსხივებას. სუსტი გამოსხივება მოსდევს თან ასევე ატმოსფეროს ზედა ფენებში მზის ქარის პროტონების მიერ ელექტრონის ჩაჭერას ნეიტრალურ ნაწილაკებთან დაჯახებისას. ელექტრონის ჩაჭერისას მიიღება აგზნებული წყალბადის ატომი, რომელიც წითელ არეში ასხივებს ბალმერის სერიის შესაბამის ოპტიკურ ხაზებს.



ნახ.1 დედამიწის მაგნიტოსფერო.

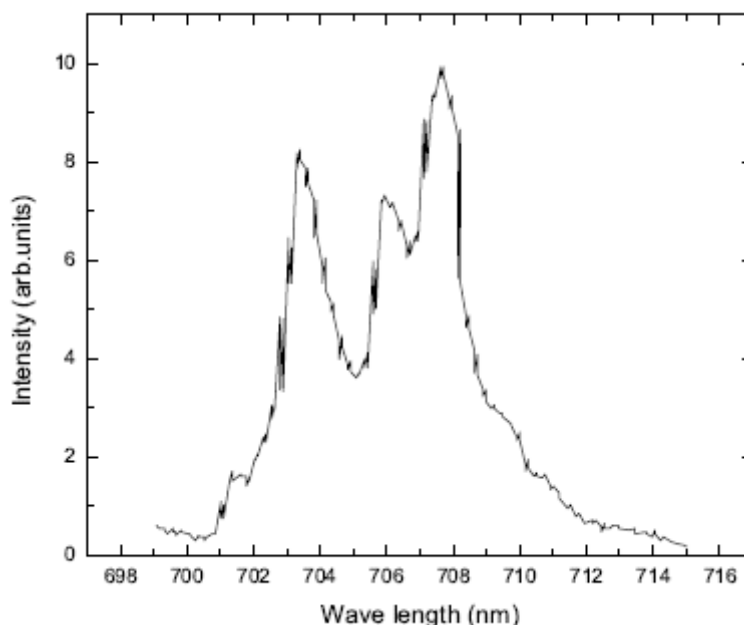


ნახ.2 პოლარული ნათება.



ნახ.3 აზოტის ორატომიანი მოლეკულის და მოლეკულური იონის ელექტრონული მდგომარეობების შესაბამისი $E(R)$ პოტენციალური მრუდები.

მართალია შესწავლილია პოლარული ციალის ძირითადი კანონზომიერებები, მათი სიმალისგან დამოკიდებულება, გეოგრაფიული მდებარეობა, მზის აქტივობაზე დამოკიდებულება და სხვა, მაგრამ ჯერჯერობით კვლავაც ვერ ხერხდება ამ მოვლენის რაოდენობრივი აღწერა და მოსალოდნელი პოლარული ციალის კანონზომიერების წინასწარ განჭვრეტა. პოლარული ციალის პრობლემა საკმაოდ რთული და მრავალმხრივია. გამოსხივების სპექტრების შესწავლა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ატმოსფეროს ზედა ფენებში შემოჭრილი ნაწილაკების კონცენტრაცია და ენერგეტიკული განაწილება. ამისათვის აუცილებელია ლაბორატორიულ პირობებში დიდი სიზუსტით განისაზღვროს სხვადასხვა არადრეკადი პროცესების – იონიზაციის, აღგზნების, გადამუხტვის აბსოლუტური კვთების მნიშვნელობები. მოცემული სტატიის ერთერთ ძირითად მიზანს წარმოადგენს პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემის ზოლოვანი სპექტრებისათვის გამოსხივების აბსოლუტური კვთის მნიშვნელობის დიდი სიზუსტით დადგენა. განსაკუთრებით პრობლემატურია მეინელის სისტემის ზოლოვანი სპექტრის აბსოლუტური კვთის განსაზღვრა. მოცემული სისტემისთვის გამოსხივების აბსოლუტური კვთის გაზომვა დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელეებთან. კერძოდ, იმის გამო, რომ აზოტის მოლეკულური იონის სიცოცხლის ხანგრძლივობა $A^2\Pi_u$ მდგომარეობაში შეადგენს 10^{-5} წამს, გაზომვის პირობებში მოსალოდნელია აღგზნების დაჯახებითი ჩაქრობა, რომელიც დაწვრლებით განხილულ იქნება ქვემოთ. ვინაიდან $N_2^+(A^2\Pi_u)$ მდგომარეობა ეფექტურად წარმოიქმნება N_2 - ის იონიზაციისას ელექტრონული დაჯახებით ან პროტონების მიერ ელექტრონების ჩაჭერით. პოლარული ციალის (ნათების) სპექტრი ხასიათდება მეინელის ზოლების კაშკაშა ნათებით.



ნახ.4 N_2^+ -ის მეინელის (4,1) ზოლის გამოსხივების სპექტრი $e-N_2$ დაჯახებებში ელექტრონების 400ეე ენერგიაზე.

$e, H^+ - N_2$ დაჯახებისას აგზნებული მდგომარეობების რადიაციულ დაშლას თან ახლავს რხევითად აგზნებული N_2^+ მოლეკულის ძირითადი $X^2\Sigma_g^+$ ელექტრონული მდგომარეობის წარმოიქმნა. ამგვარად, პოლარულ ციალში $X^2\Sigma_g^+$ - მდგომარეობის ფარდობითი რხევითი დასახლება ნაწილობრივ დამოკიდებულია $A^2\Pi_u$ მდგომარეობის აგზნებისა და რელაქსაციის პროცესებზე. იონიზაციისა და გადამუხტვის არადრეკადი პროცესები განხილულია [7-15] შრომებში. კერძოდ, [7] შრომაში განხილულია, ელექტრონული დაჯახებითი იონიზაციის პროცესში, აზოტის მოლეკულური იონის - მეინელის სისტემის ზოლოვანი სპექტრის აღზნება. ელექტრონის დაჯახებით A მდგომარეობის დაბალი რხევითი დონეების აგზნების კვეთები კარგად არის შესწავლილი სხვა შრომებშიც, თუმცა ელექტრონული დაჯახებითი აგზნების აბსოლუტური კვეთის მნიშვნელობის სიდიდეები განსხვავდებიან დაახლოებით ერთი რიგით. შეუსაბამობა აბსოლუტურ კვეთებში ნაწილობრივ იმის შედეგია, რომ არ ითვალისწინებდნენ მდგომარეობის დაჯახებითი ჩაქრობის ეფექტებს. მოცემულ სამუშაოში მეინელის ზოლების შესაბამისი რხევითი დონეების ფარდობითი დასახლება გაზომილ იქნა სპექტრის 600-850 ნმ- არეში, სამიზნე აირის ისეთ წნევებზე, რომელიც საკმარისად მცირეა (დაახლოებით 0,70 მტორი) და შესაბამისად მინიმიზირებული იყო ჩაქრობისა და ელექტრონის მეორადი დაჯახებითი აღზნების ეფექტები.

I-ელ ცხრილში მოყვანილია სხვადასხვა ავტორების მიერ მიღებული გაზომვების შედეგები რხევითი დონეების ფარდობითი დასახლებულობის შესახებ. ერთის ტოლად მიჩნეულია $v' = 2$ რხევითი მდგომარეობის დასახლება. ელექტრონის დაჯახებითი აგზნებისას რხევითი $v' = 2-7$ დონეების ფარდობითი დასახლებულობა, რომელიც აქ არის წარმოდგენილი, კარგ თანხვედრაშია პოლარულ ციალზე დაკვირვებებისას [8] და ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებულ გაზომვებში მიღებულ შედეგებთან [9-11]. რხევითი აღზნების

I. ცხრილი: $A^2\Pi_u$ მდგომარეობის რხევითი დონეების ფარდობითი დასახლება.

Level	Present results	Auroral data†	Laboratory data			
			Mandelbaum and Feldman (1976)	Shemansky and Broadfoot (1971a)	Skubenich and Zapesochnyy (1981)	Franck-Condon factors‡
0	(1.28)	1.4	1.42	1.07		1.28
1	(1.49)	1.59	1.44	1.46	1.41	1.49
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.51	0.61	0.52	0.53	0.52	0.52
4	0.26	0.23	0.24	0.25	0.25	0.23
5	0.105				0.110	0.092
6	0.047				0.051	0.035
7	0.036					0.013

† Gattinger and Vallance Jones (1981).

‡ Lofthus and Krupenie (1977).

ფარდობითი სიდიდეები ასევე კარგ თანხმობაშია თეორიულ სამუშაოებში მიღებულ შედეგებთან, რომლებშიც აზოტის მოლეკულის იონიზაციის პროცესისათვის გათვლები ჩატარებულია ფრანკ-კონდონის პრინციპზე დაყრდნობით. ექსპერიმენტები გვიჩვენებენ, რომ N_2^+ -ის ზედა მდგომარეობების აგზნების კვითი, რომლებმაც შეიძლება რადიაციული კასკადის გზით დაასახლონ $N_2^+(A^2\Pi_u)$ მდგომარეობა, ძალიან მცირეა. ამიტომ მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები ცალსახად განსაზღვრავენ $A^2\Pi_u$ მდგომარეობის პირდაპირ (კასკადის გარეშე) აღგზნებას. დაჯახებითი ჩაქრობის ეფექტების გამოვლენის მიზნით, ექსპერიმენტულად შეისწავლებოდა პირველი უარყოფითი სისტემის (0,0) ზოლოვანი სპექტრის აღგზნების ინტენსივობის მეინელის შესაბამისი ზოლის ინტენსივობასთან ფარდობის სამიზნე გაზის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულება. ეს კეთდებოდა იმის გამო, რომ პირველი უარყოფითი სისტემის შესაბამისი (0,0) ზოლოვანი სპექტრის აღგზნებაზე არავითარ გავლენას არ ახდენს დაჯახებითი ჩაქრობის ეფექტები, რადგან $B^2\Sigma_u^+$ მდგომარეობის ნულოვანი რხევითი დონის სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაახლოებით სამი რიგით უფრო მცირეა, ვიდრე $A^2\Pi_u$ მდგომარეობის შესაბამისი რხევითი დონეების სიცოცხლის ხანგრძლივობა.

შტერნ-ვოლმერის ანალიზი, რომელიც გამოიყენებოდა დაჯახებითი ჩაქრობის პროცესების გამოკვლევისას გვიჩვენებს, რომ პირველი უარყოფითი ზოლის გამოსხივების ინტენსივობის I_B და მეინელის ზოლის გამოსხივების I_A ინტენსივობის თანაფარდობა მოიცემა შემდეგნაირად:

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{1}{\alpha} + \frac{k_Q[Q]}{\alpha k_r} \quad (1)$$

სადაც α - არის მეინელისა და პირველი უარყოფითი სისტემების ზოლების აღგზნების ალბათობების ფარდობა. $k_Q[Q]$ - ჩაქრობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია აირის (რომელთანაც ურთიერთქმედებს აგზნებული ნაწილაკი) კონცენტრაციაზე - Q -ზე, k_r - არის

აღზნებული მოლეკულური მდგომარეობის შესაბამისი რხევითი დონეების სრული რადიაციული დაშლის ალბათობა.

დაჯახებითი ჩაქრობის ეფექტების გათვალისწინების შემდეგ, შესაძლებელი გახდა აბსოლუტური კვეტების შეფარდებების მნიშვნელობების განსაზღვრა სხვადასხვა ზოლებისთვის.

$$\sigma_{B,v''=0 \rightarrow X,v''=0} / \sigma_{A,v'' \rightarrow X,v''} = 1,7; 2,5; 8,0, \text{ მეინელის } (2,0), (3,1), \text{ და } (4,1) \text{ ზოლებისთვის}$$

შესაბამისად. თითოეულ თანაფარდობაში ცდომილება დაახლოებით $\pm 10\%$ -ია. ეს თანაფარდობები ინვარიანტული იყო ელექტრონების ნაკადის ენერგიების 2,5 - 6,5კევ დიაპაზონში, და ნაკადის დენისთვის 6-დან 21-მა-მდე. $N_2^+(A^2\Pi_u)$ მდგომარეობის აღზნების კვეტის მნიშვნელობის შეფარდება $N_2^+(B^2\Sigma_u^+)$ მდგომარეობის აგზნების კვეტის მნიშვნელობასთან ელექტრონების ენერგიისათვის $E=100\text{eV}$ შეადგენდა 4.1 ± 0.7 . ვინაიდან $N_2^+(A^2\Pi_u)$ და $N_2^+(B^2\Sigma_u^+)$ მდგომარეობების აღზნების კვეტების ფარდობა ინვარიანტულია 100ევ-ზე დაბალი ენერგიებისათვისაც [12], $N_2^+(A^2\Pi_u)$ მდგომარეობის შესაბამისი ზოლის აღზნების კვეტის აბსოლუტური მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს ელექტრონებისათვის $E=100\text{eV}$ -ზე გაზომილი $N_2^+(B^2\Sigma_u^+)$ მდგომარეობის შესაბამისი 391,46მ,(0,0) ზოლის აღზნების კვეტის მნიშვნელობის $(1,74 \pm 0,7)10^{-17}\text{სმ}^2$ გამოყენებით [12], რის შედეგადაც მიღებულ იქნა აღზნების კვეტების მნიშვნელობები $(10,1 \pm 1,4)10^{-18}$, $(7,0 \pm 1,0)10^{-18}$ და $(2,2 \pm 0,3)10^{-18}\text{სმ}^2$, (2,0), (3,1) და (4,1) მეინელის ზოლებისთვის შესაბამისად.

II- ცხრილში მიღებული შედეგები შედარებულია სხვა ავტორების მიერ მიღებულ შედეგებთან. მოცემული კვეტები თანხმობაშია [13-15] შრომებში მიღებულ შედეგებთან. უკანასკნელ ჯგუფთან დამთხვევა შემთხვევითია, ვინაიდან მათი ანალიზი და კვეტის სიდიდის შესწორება დამოკიდებული იყო აღზნებული $N_2^+(A^2\Pi_u)$ მდგომარეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზომვებზე, რომლის სიდიდე რეალურთან შედარებით 2-ჯერ ნაკლებია. პენდლტონმა და ვაივერმა[14] პირველი უარყოფითი სისტემის გამოსხივების შედეგების დაზუსტების გათვალისწინებით აღზნების ჩაქრობის ეფექტისათვის შეასწორეს შედეგები. ჰოლლანდისა და მაიერის [13] გაზომვები შესწორებებს არ საჭიროებს.

II.ცხრილი: მეინელის სისტემის შესაბამისი ზოლების აღზნების კვეთი (10^{-18}სმ^2)
 $E_e=100\text{ევ}$.

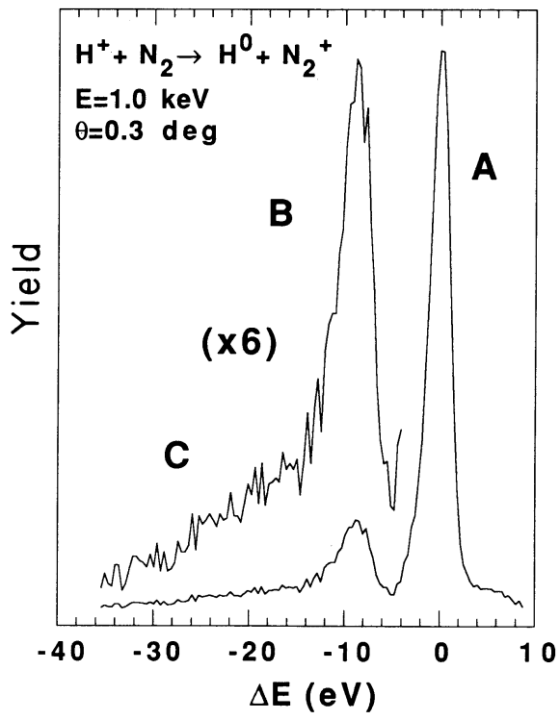
Group	2, 0	3, 1	4, 1	3, 0
Simpson and McConkey (1969)	2.1 ± 0.6		0.60 ± 0.17	0.65 ± 0.19
Stanton and St John (1969)	4.5 ± 0.2	2.9 ± 0.2	1.0 ± 0.1	
Srivastava and Mizra (1968, 1969)	6.0 ± 1.2	2.4 ± 0.5	0.7 ± 0.1	
Holland and Maier (1972, 1973)	11.4 ± 4.0	7.3 ± 2.6	2.6 ± 0.9	
Shemansky and Broadfoot (1971a)	> 11.0	> 7.9	> 2.5	
Pendleton and Weaver (1973)	7.5 ± 1.5	5.0 ± 1.0	2.4 ± 0.5	
Skubenich and Zapesochnyy (1981)	5.7 ± 0.9	3.8 ± 0.8	1.3 ± 0.3	1.4 ± 0.3
Present work	10.1 ± 1.4	7.0 ± 1.0	2.2 ± 0.3	

მიღებული ენერგიის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეიძლება შეფასდეს შემდეგი ფორმულით [16]:

$$\Delta E = \frac{m}{M} E \theta^2 f(E \theta) \quad (2)$$

m- არის პროტონის მასა, M-სამიზნე მოლეკულის მასა, E-პროტონების ენერგია, θ - გაფანტვის კუთხე. $f(E \theta)$ - ფუნქციის მნიშვნელობა არ აღემატება ერთს, ის მაქსიმალურია დრეკადი დაჯახების პროცესისათვის. იმ შემთხვევაში თუ დაჯახების პროცესი განხორციელდება მცირე დაჯახების პარამეტრებისათვის ადგილი ექნება სამიზნე ნაწილაკისათვის იმპულსის შედარებით დიდი მნიშვნელობის გადაცემას. შედეგად მოსალოდნელია, რომ სამიზნე ნაწილაკებს ექნებათ დიდი სიჩქარე და A მდგომარეობის სიცოცხლის ხანგრძლივობის დიდი მნიშვნელობის გამო (10^{-5} წმ), აგზნებული ნაწილაკები მოასწრებენ აღგზნების არიდან გამოსვლას, ისე რომ არ დაფიქსირდნენ დეტექტორში. ამ ეფექტების შეფასებისთვის, გადამუხტვის პროცესებისთვის, საჭიროა ჩატარდეს გაფანტვის დიფერენციალური კვების ანალიზი.

[17]-ში გამოკვლეულია ელექტრონის ჩაჭერა $H^+ - N_2$ დაჯახებებში. ელექტრონის ჩაჭერა შესწავლილია დაჯახების ენერგიის 0,5-3,0 კევ ენერგეტიკულ შუალედში და შედარებით მცირე გაფანტვის კუთხეებზე. ეს განპირობებული იყო იმით, რომ გაფანტვის კუთხის ზრდასთან ერთად მკვეთრად-რამოდენიმე რიგით მცირდებოდა გაფანტული ნეიტრალური ნაწილაკების რიცხვი. ნაწილაკების თავისუფალი ფრენის დროის განსაზღვრის საშუალებით ხდებოდა გადამუხტვის არადრეკად პროცესებში გაფანტული ნეიტრალური ნაწილაკების ენერგეტიკული სპექტრის შესწავლა. შედეგებმა აჩვენა, რომ $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(X)$ არხი დომინირებს გადამუხტვის პროცესში და ადგილი აქვს ნეიტრალური ნაწილაკების მცირე $\theta < 1^\circ$ კუთხეებზე გაფანტვას. მაგალითად 1.0 კევ ენერგიაზე ამ არხში ელექტრონის ჩაჭერა 0,7⁰-ზე მეტ გაფანტვის კუთხეზე ხდება 0,5-ზე უფრო მცირე ალბათობით. მეორე მნიშვნელოვანი არადრეკადი არხი გადამუხტვის პროცესში არის $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(C^2\Sigma_u^+)$, რომელსაც თან ახლავს აღგზნებული ($C^2\Sigma_u^+$) მდგომარეობის წარმოქმნა, ეს არხი შეიძლება მოიცავდეს $H^*(n=2) + N_2^+(X)$ -საც, რადგან ეს ორი გადამუხტვის არხი ენერგეტიკულად ძალიან ახლოს არიან ერთმანეთთან. ექსპერიმენტული გაზომვების ერთერთი მნიშვნელოვანი შედეგი არის ის, რომ აღგზნებული მდგომარეობების ფორმირება გადამუხტვის პროცესებში რეალიზდება გაფანტვის მცირე კუთხეებისათვის. პროტონების აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას ენერგეტიკული დანაკარგების სპექტრი გადამუხტვის პროცესისთვის იონების ენერგიის $E=1.0$ კევ და გაფანტვის კუთხის $\theta = 0.3^\circ$ -ის მნიშვნელობებისათვის ნაჩვენებია ნახ.5-ზე.



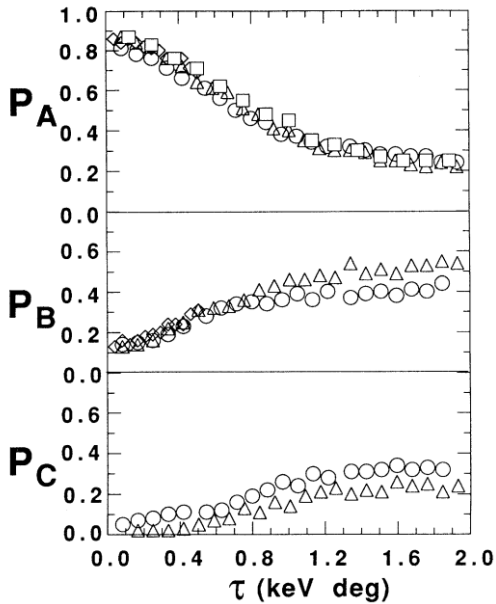
ნახ. 5. $H^+ + N_2 \rightarrow H^0 + N_2^+$ გადამუხტვის პროცესში

ენერგეტიკული დანაკარგების სპექტრი ($E=1$ კეე, $\theta = 0,3$ გრად.).

ორი მთავარი პიკი შეესაბამება : A- $H(1s) + N_2^+(X)$ და B- $H(1s) + N_2^+(C)$ გადამუხტვის არხებს, ხოლო კუდი C- გადამუხტვის არხს $H(1s) + N_2^{+*}$ მაღალაგზნებული N_2^{+*} -ის მოლეკულური მდგომარეობის წარმოქმნით.

აქ წარმოდგენილია ორი ძირითადი პიკი. პირველი პიკის მაქსიმუმი შეესაბამება გადამუხტვის არხს $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(X)$. რომელსაც თან ახლავს ელექტრონის ჩაჭერა წყალბადის ატომის ძირითად $1s$ მდგომარეობაში და N_2^+ -ის ასევე ძირითად X -მდგომარეობაში წარმოქმნა, ხოლო მეორე პიკის მაქსიმუმი $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(C^2\Sigma_u^+)$ - არხს, რომელიც შეიცავს არხების (ორი არხის) წვლილს - 10%-ზე ნაკლებს. საზოგადოდ პიკის ფორმა და მაქსიმუმის მდებარეობა დამოკიდებულია გაფანტვის კუთხეზე. როგორც ჩანს, გამოკვლეულ კუთხურ შუალედში დომინირებს $N_2^+(C)$ მდგომარეობის აგზნების არხი. ენერგეტიკული დანაკარგების სპექტრი ასევე გვიჩვენებს დაბალ ენერგეტიკულ კუდს - (C). კუდის ფორმა ახასიათებს N_2^+ -ის სხვა მაღალ აგზნებულ მდგომარეობებსაც, მათ შორის $N_2^+(B)$ და $N_2^+(A)$ მდგომარეობებს.

ნახ.6-ზე ნაჩვენებია დამუხტვის იონების სხვადასხვა ენერგიებისათვის P_A , P_B და P_C გადამუხტვის ალბათობების დაყვანილ $\tau = E\theta$ კუთხეზე დამოკიდებულება $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(X)$, $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(C)$, $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^{+*}$ არხებისათვის შესაბამისად.



ნახ.6 გადამუხტვის ალბათობის
დამოკიდებულება დაყვანილ $\tau = E\theta$
კუთხეზე:

Δ

$\diamond$ - 0,5კეე; $\circ$ - 1,0კეე; $\triangle$ - 2,0კეე; $\square$ - 3,0კეე.

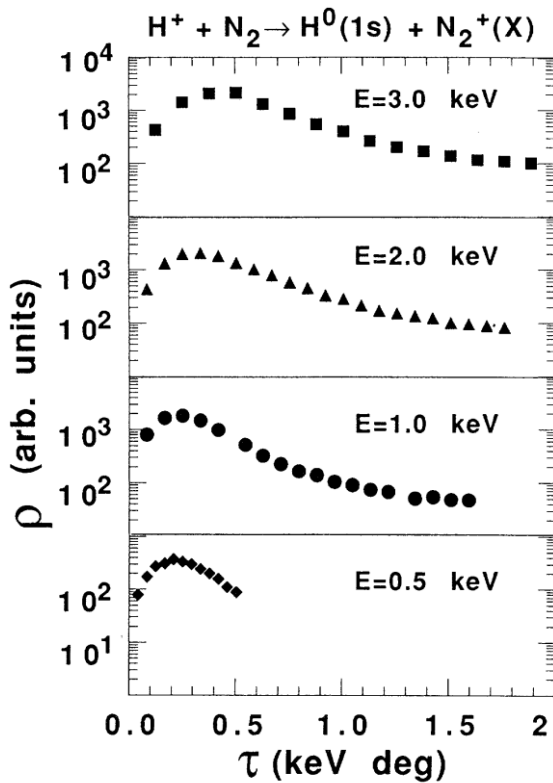
P_A -შეესაბამება $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(X)$

არხს.

P_B - $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(C)$,

რომელიც შეიცავს ასევე

$H^+ + N_2 \rightarrow H(n=2) + N_2^+(X)$ და



ნახ.7 დაყვანილი დიფერენციალური

კვეთის $\rho = \theta \sin \theta \sigma(\theta)$ -ს დაყვანილ

$\tau = E\theta$ კუთხეზე დამოკიდებულება

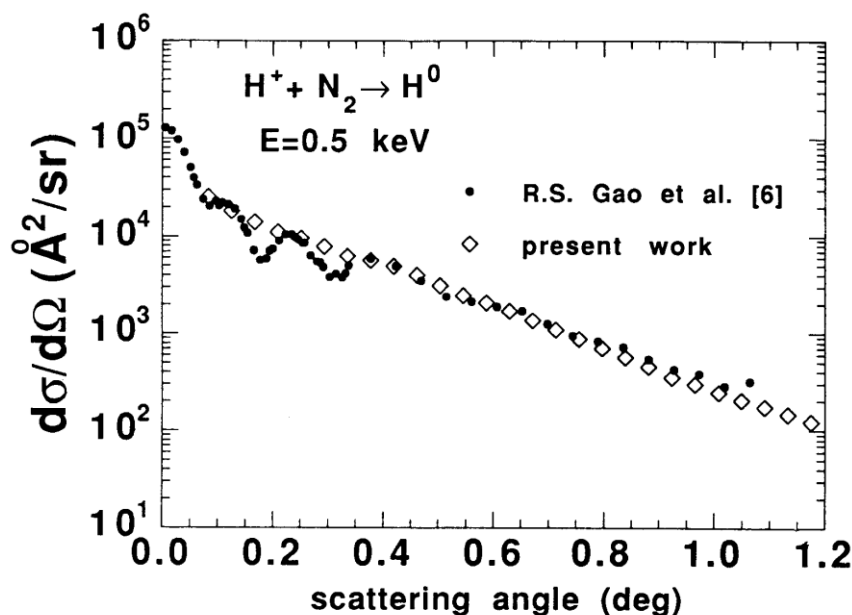
ნახ.7 გვიჩვენებს $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(X)$

არხის ალგუნების დაყვანილი დიფერენციალური
კვეთის $\rho = \theta^2 \sigma(\theta)$, დაყვანილ გაფანტვის კუთხეზე-

$\tau = E\theta$ დამოკიდებულებას, დამჯახებელი იონების ენერგიის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის 0,5, 1,0 2,0 და 3,0კეე შესაბამისად. როგორც ნახაზიდან ჩანს E ენერგიის ზრდასთან ერთად კვეთების მაქსიმუმები წაინაცვლებენ დიდი სიდიდეებისკენ. მოცემული სამუშაოს ანალიზი აჩვენებს, რომ ყველა არადრეკადი არხი ძირითადად ხასიათდება მცირე კუთხეებზე გაფანტვით და გადამუხტვის ჯამური (ყველა არხის გათვალისწინებით) დიფერენციალური კვეთის მნიშვნელობა სამი რიგით მცირდება მაქსიმალურთან შედარებით გაფანტვის კუთხის მნიშვნელობისათვის $\theta = 1^\circ$ (ნახ.8). ამის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ $\theta \geq 1^\circ$ კუთხეების წვლილი სრული გადამუხტვის კვეთაში $H^+ + N_2 \rightarrow H(1s) + N_2^+(B^2\Sigma_u^+), N_2^+(A^2\Pi_u)$ არხებისათვის უმნიშვნელოა. წინააღმდეგ შემთხვევაში,

დიდი კუთხეებისთვის, ექსპერიმენტულად შესაძლებელი იქნებოდა $N_2^+(B)$ და $N_2^+(A)$ მდგომარეობების დასახლების დაფიქსირება, რადგან ყველა სხვა.

დიდი კვების მქონე არადრეკადი არხები მოცემულ კუთხეებზე პრაქტიკულად ჩაკეტილია.



ნახ.8 გადამუხტვის დიფერენციალური კვეთი $H^+ + N_2 = H^0 + N_2^+$ არადრეკადი პროცესისათვის იონების ენერგიისათვის $E=0,5$ კევ.

ელექტრონული გადასვლები ორატომიან მოლეკულებში

მოლეკულის ელექტრონულ მდგომარეობებს შორის გადასვლას თან ახლავს მოლეკულური ზოლების გამოსხივება. აზოტის მოლეკულურ იონში $A^2\Pi_u \rightarrow X^2\Sigma_g^+$ და $B^2\Sigma_u^+ \rightarrow X^2\Sigma_g^+$ გადასვლებისას(ნახ.3) გამოსხივდება ე.წ. მეინელისა და პირველი უარყოფითი ზოლები. ჩვენ განვიხილავთ გადასვლებს N_2^+ იონის აღზნებული $A^2\Pi_u$ და $B^2\Sigma_u^+$ მდგომარეობების რხევით v' და ძირითადი მდგომარეობის v'' რხევით მდგომარეობებს შორის. მოლეკულური ზოლებისთვის ვიყენებთ $\lambda(v', v'')$ აღნიშვნას, სადაც v' და v'' შესაბამისად ზედა და ქვედა მდგომარეობების რხევითი კვანტური რიცხვებია; λ -ზოლის კანტის ტალღის სიგრძეა ანგსტრემებში.

1-დან 2-ე მდგომარეობაში ელექტრონულ-რხევითი გადასვლის ალბათობა გამოისახება შემდეგი მატრიცული ელემენტით:

$$\langle \psi_1(\vec{r}_e, R) | \hat{A} | \psi_2(\vec{r}_e, R) \rangle \quad (3)$$

აქ $\psi_1(\vec{r}_e, R)$ და $\psi_2(\vec{r}_e, R)$ - არის მოლეკულის სრული ტალღური ფუნქცია საწყის და საბოლოო მდგომარეობაში შესაბამისად; $\hat{A}$ გადასვლის ოპერატორი, $\langle \rangle$ -თი აღინიშნება ელექტრონული და ბირთვული კოორდინატებით ინტეგრება. თუ რაიმე გზით გამოირიცხება $\hat{A}$ ოპერატორის და ტალღური ფუნქციის ელექტრონული ნაწილის ბირთვებს შორის R მანძილზე დამოკიდებულება, მაშინ ელექტრონულ-რხევითი გადასვლების ალბათობების

მიახლოებულ გამოსახულებებში ჩნდება $q_{\nu',\nu''}$ სიდიდე, რომელიც წარმოადგენს ორატომიანი მოლეკულის რხევითი ტალღური ფუნქციების გადაფარვის ინტეგრალის კვადრატს

$$q_{\nu',\nu''} = |\langle \psi_{\nu'}(R) | \psi_{\nu''}(R) \rangle|^2 \quad (4)$$

რადგან ელექტრონების სიჩქარე გაცილებით მეტია ბირთვების სიჩქარეზე შეიძლება ჩაითვალოს, რომ გადასვლის მომენტში არც იმპულსი და არც ბირთვების ფარდობითი განლაგება მნიშვნელოვნად არ იცვლება (ფრანკ-კონდონის პრინციპი). ამ პრინციპის გამოყენებისას უგულებელყოფენ ოპერატორის $\hat{A}$ და ტალღური ფუნქციის ელექტრონული ნაწილის R -ზე დამოკიდებულებას. თუ დავუშვებთ, რომ დაჯახების პროცესებში ადგილი აქვს ფრანკ-კონდონის პრინციპს, მივიღებთ, რომ ν' რხევითი დონეების აგზნების ფარდობითი ალბათობა ძირითადად დამოკიდებულია $q_{\nu',\nu''}$ სიდიდეზე. ამ სიდიდეს ეწოდება ფრანკ-კონდონის ფაქტორი. ამგვარად, აღზნებული ელექტრონული მდგომარეობების რხევითი დონეების აღზნების ფარდობითი ალბათობა არ უნდა იყოს დამოკიდებული აღზნების პირობებზე, [18] შრომაში ნათლად ჩანს, რომ მოლეკულის სწრაფ ელექტრონებთან დაჯახებისას მოლეკულის ძირითადი მდგომარეობიდან X (რომელიც აღიწერება ν'' რხევითი კვანტური რიცხვებით) აღზნებულ B მდგომარეობაში (რომელიც ხასიათდება ν' კვანტური რიცხვებით), ელექტრონულ-რხევითი გადასვლის ალბათობა გამოისახება შემდგენიარად:

$$P_{X\nu'',B\nu'} \approx G_{XB}(\bar{R}_{\nu'',\nu'}) q_{X\nu'',B\nu'} \quad (5)$$

სადაც $G_{XB}(\bar{R}_{\nu'',\nu'})$ -არის ბორნის მიახლოებაში ელექტრონებით აღზნებისას ელექტრონული გადასვლის დიპოლური მომენტი [18,19], $\bar{R}_{\nu'',\nu'}$ -ბირთვებს შორის მანძილის გასაშუალოებული მნიშვნელობა, რომელსაც ეწოდება R - ცენტროიდი [18, 20]

$$\bar{R}_{\nu'',\nu'} = \frac{\int \psi_{X\nu''} R \psi_{B\nu'} dR}{\int \psi_{X\nu''} \psi_{B\nu'} dR} \quad (6)$$

$q_{X\nu'',B\nu'}$ -ფრანკ-კონდონის ფაქტორია. $\psi_{X\nu''}$ და $\psi_{B\nu'}$ -რხევითი მდგომარეობების ტალღური ფუნქციებია შესაბამისად. ფრანკ-კონდონის ფაქტორების მნიშვნელობები

N_2 მოლეკულისთვის და N_2^+ მოლეკულური იონისთვის მიღებულია მორზეს მოდელურ პოტენციალებზე დაყრდნობით. მათი მნიშვნელობები მოყვანილია [21] სამუშაოში.

დასკვნა

ელექტრონებისა და პროტონების აზოტის მოლეკულებთან დაჯახებისას მიღებულია აზოტის მოლეკულური იონის პირველი უარყოფითი და მეინელის სისტემების გამოსხივების ზოლოვანი სპექტრების აგზნების კვების აბსოლუტური მნიშვნელობები. მიღებულია საიმედო ექსპერიმენტული შედეგები, რომლებშიც გათვალისწინებულია დაჯახებითი ჩაქრობის ეფექტები. ნაჩვენებია, რომ $H^+ - N_2$ წყვილისათვის შესაძლებელია ორიენტაციის ეფექტების უგულებელყოფა და მართებულია კვაზიდიატომური მიახლოების გამოყენება.

1. L. Campbell, M.J Brunger, PJ Teubner O, Cartwright DC Journal Of Electron Spectroscopy and Related Phenomena 144: 119-122 Sp. Iss. SI, (2005)
- 2.K.J. Remick R.W. Smith, D. Lummerzheim, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 000 (2000)
- 3.Abe Shinsuke, Noboru Ebizuka,et all. The Astrophysical Journal, 618:L141–L144 (2005)
- 4.P.Jenniskens, C.O. Laux, and EMILY L.Schaller, Astrobiology Volume 4, Number 1,119-121, (2004)
- 5.DE Shemansky, X.M.Liu Journal Of Geophysical Research-Space PH 110 (A7): Art. No. A07307 (2005)
- 6.Н.Л.Александров МФТИ Соросовский образовательный журнал, Том 7, N5, (2001).
- 7.LG.Piper, B.D.Green, W.A.Lumbergand, S.J.Wolnik J.Phys.B:At Mol Phys. 19 3327-3332 (1986)
8. R.L.Gattinger, and Vallance Jones A 1974 Can. J Phys. 52 2343 Can. J.Phys. 59 480 (1981)
9. D.Mandelbaum and P.D.Feldman J.Chem. Phys. 65 672 (1976)
- 10.D.E.Shemansky and A.L.Broadfoot J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 11 1385 (1971)
- 11.V.V.Skubenich and I.P.Zapesochny Geomag. Aeronomy 21 355 (1981)
- 12.I.P.Borst and E.C.Zipf Phys. Rev. A 1 834 (1970)
- 13.R.F.Holland and W.B.Maier J. Chem. Phys. 56 5229 1973 J. Chem.Phys. 58 2672 (1972)
- 14.W.R.Pendleton and L.D.Weaver ARPA Report No 1691 (1973)
- 15.D.E.Shemansky and A.L.Broadfoot J. Quant.- Spectrosc. Radiat. Transfer 11 1401 (1971)
- 16.Мак-Даниель Процессы столкновений в ионизованных газах, Москва, Мир 832с (1967)
- 17.E.J.Quintana, V.R.Heckman, and E.Pollack Phys. Rev A 5 3670 (1993)
- 18.T.W.Nicholls. Laboratory Astrophysics J.Quant Spectroscop. Radiate. Transfer. V2. p433-439 (1962)
19. M.R.Gochitashvili, B.I.Kikiani, R.V.Kvizhinadze and N.R.Jaliashvili, National Institute of Standarts and Technology (USA) , ICAMDATA 97, 926, 3.3 molecules 245-247 (1997)
20. Malkhaz R. Gochitashvili, Roman Ya. Kezerashvili, Ramaz A. Lomsadze „Excitation of Meinel and first negative band system at the collision of electron and proton with nitrogen molecule“ Physical Review A 82, 022702 (2010).
- 21.Сечения процессов ионизации и возбуждения УФ излучения при столкновениях электронов, ионов и фотонов с атомами и молекулами атмосферных газов” С-ПБ: ГОИ, -365с. (2000)

Atomic and molecular emission spectrum in the collision of electrons and protons with nitrogen molecules

Nato Toloraia

Sokhumi state University

Absolute emission cross section for the first negative and Meinel band system of N_2^+ molecule are discussed at the collisions electrons and protons with N_2 molecules in the $E=200\text{eV}$ energy. Particularly are presented the excitation functions of (0,0), (0,1), (0,2), (1,1), (1,2), (1,3) bands of 1NG and (2,0), (3,0),(4,1), (5,2) bands of Meinel systems respectively. The analysis of emission spectrum of atomic and molecular particles are performed too.

აგროსასურსათო სექტორის განვითარებაში ინვესტიციების როლი

მანანა შალამბერიძე¹; თინათინი გუგეშაშვილი²

¹ასოცირებული პროფესორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
manana.shalamberidze@atsu.edu.ge; ²ასოცირებული პროფესორი აკაკი წერეთლის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი tinatin.gugeshashvili@atsu.edu.ge

რეზიუმე

საბაზრო მეურნეობის მართვის უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილია ეფექტიანი საინვესტიციო საქმიანობა. კაპიტალის კვლავწარმოებისა და ინვესტიციური პროცესების აქტივობა, რომელიც განსაზღვრავს წარმოების განვითარებას.. ინვესტიციები საშუალებას იძლევა, აღმოიფხვრას არსებული სოციალურ–ეკონომიკური პრობლემები, გახდეს დამატებითი იმპულსი საზოგადოებრივი განვითარებისათვის.

ჩვენი ქვეყნისათვის ინვესტიციების ზრდას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც აგროსასურსათო სექტორის განვითარება წარმოდგენელია წარმოებისა და მომსახურების სფეროების აღმავლობის გარეშე, რასაც, თავის მხრივ, მნიშვნელოვანი ფინანსური რესურსები ესაჭიროება. როგორც ცნობილია პირდაპირი უცხოური ინვესტიციები მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ქვეყნის მშპ-ს ზრდაზე, შემოსავლების დონეებსა და განაწილებაზე, დასაქმებასა და ხელფასებზე, სავაჭრო ბალანსზე (ექსპორტ-იმპორტზე), მიმდინარე და კაპიტალურ ანგარიშებზე, გადასახადების შეგროვებაზე, ტექნოლოგიების გაცემაზე, ცოდნისა და მართვის უნარ–ჩვევებზე. საქართველოსთვის აუცილებელია უცხოური კაპიტალი, რომელიც ქვეყნისათვის ახალი კაპიტალის, მოწინავე ტექნოლოგიებისა და მართვის თანამედროვე მეთოდების დანერგვას შეუწყობს ხელს და ასევე შიდა ინვესტიციებს წაახალისებს.

საკვანძო სიტყვები: აგროსასურსათო სექტორი, ინვენსტიციები, ინვესტორები, საინვენსტისიო გარემო.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის პოტენციალის მაქსიმალურად ათვისება და მიზნობრივი გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია. სწორედ ამიტომ, დადებითი შედეგის მიღწევის უპირველესი გარანტია იქნება მკაფიოდ განსაზღვრული, კონკურენტუნარიანი წარმოებისკენ მიმართული აგრარული პოლიტიკის შემუშავება და ეკონომიკის ამ სექტორში ფინანსური რესურსების მოზიდვის ხელშეწყობა.

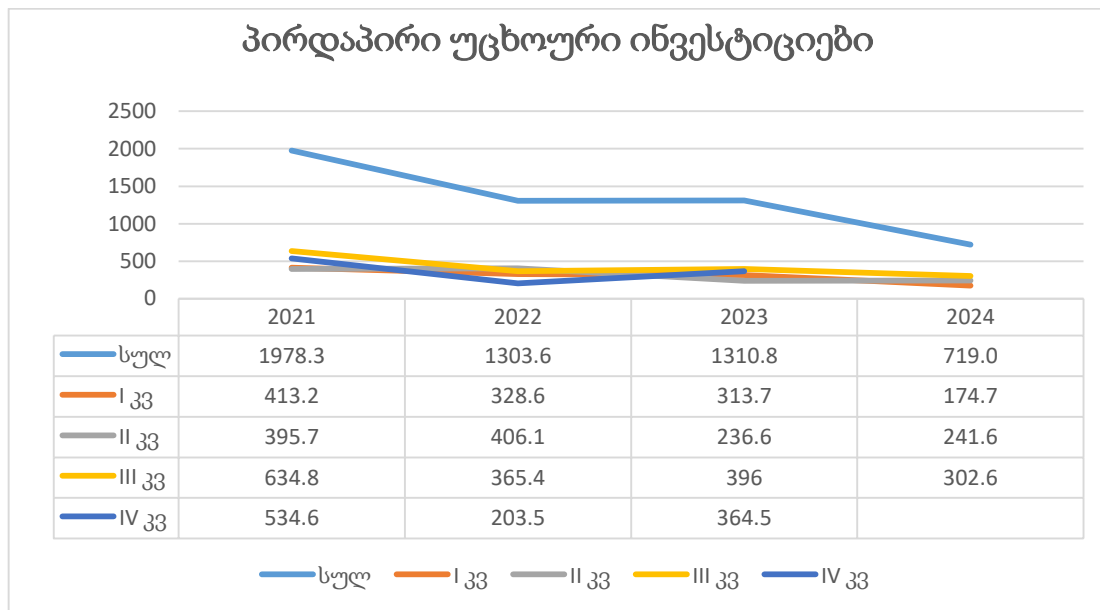
ბოლო წლების განმავლობაში მთავრობის ძალისხმევისა და კერძო სექტორის, ასევე, საერთაშორისო თანამშრომლობის შედეგად, შეინიშნება საკმაოდ პოზიტიური ტენდენციები წარმოების ზრდის, საექსპორტო ბაზრების გაფართოების და სოფლის მეურნეობის სექტორში ინვესტიციების დაბანდების თვალსაზრისით, რომელიც ხელს შეუწყობს ფინანსური რესურსების მოზიდვას. სოფლის მეურნეობაში წარმოებული პროდუქცია ძირითადად შინა მეურნეობებისთვის გამოიყენება, ამ დარგში მიმართულმა ინვესტიციებმა უნდა გაზარდოს წარმოების მოცულობა. ინვესტიციები საშუალებას მისცემს, აღმოიფხვრას არსებული სოციალურ – ეკონომიკური პრობლემები, გახდეს დამატებითი ძალა საზოგადოებრივი განვითარებისათვის., ინვესტიციები წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს წყაროს აგროსასურსათო სექტორის განვითარებაში და კონკურენტუნარიანობის ზრდის ეფექტიან საშუალებას.

ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია, მიზან მიმართული და გააზრებული საინვესტიციო ნაბიჯების გადადგმა. მოცემულ ეტაპზე მნიშვნელოვანია, უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა, ადგილობრივი და უცხოური კაპიტალის შერწყმა და მათი ეფექტიანი განთავსების ორგანიზაცია, რაც დიდად შეუწყობს ხელს საქართველოში ეკონომიკური ურთიერთობების დაბალანსებას, სოციალური მდგომარეობის გაუმჯობესებას და ეკონომიკურ ზრდას. სწორედ, ინვესტიციების მოზიდვა წარმოადგენს აგრარული სექტორის განვითარებისათვის აქტუალურ პირობას, რისთვისაც საჭიროა საინვესტიციო გარემოს ძირეული პრობლემების განსაზღვრისა და მათი აღმოფხვრის გზების ძიება, რისთვისაც აუცილებელია;

- საინვესტიციო პროცესების როლის ზრდა სოფლის მეურნეობის დარგების განვითარებაში;
- საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესების მიმართულებების დაგეგმვა ;
- სახელმწიფო აგრარული პროგრამების და გამოწვევების სწორი იმპლემენტაცია.

აგროსასურსათო დარგით ადგილობრივ თუ უცხოელ ინვესტორთა დაინტერესების ზრდისა და სოფლის მეურნეობის სექტორში გადამუშავებული საწარმოების გახსნით სოფლის მეურნეობის სამინისტრო გეგმავს ხელი შეუწყოს აგროსასურსათო სექტორში ინვესტიციების შემოდინებისათვის ხელსაყრელი გარემო-პირობების ჩამოყალიბებას. ქვეყანაში წარმოებული აგროსასურსათო პროდუქციის რეალიზაციისა და უცხოურ ბაზრებზე უფრო მაღალი ნიშების დაკავების ხელშესაწყობად, სამინისტრო თავის ადგილობრივ თუ საერთაშორისო პარტნიორებთან ერთად, ხელს შეუწყობს წარმოებაში საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვას. აგრარულ სექტორში წარმოების სტიმულირების კუთხით სადაზღვევო და სალიზინგო სისტემების დანერგვას.

სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ერთ-ერთი უმთავრესი გამოწვევა ქვეყანაში წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ექსპორტის მოცულობის ზრდასთან ერთად, უცხოური ბაზრების შედარებით მაღალი ნიშების დაკავებაა, რაც დღის წესრიგში აყენებს პროდუქციის კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისა და წარმოებაში საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვის აუცილებლობას, აგროსასურსათო სექტორში ინვესტიციების დონის ზრდას.

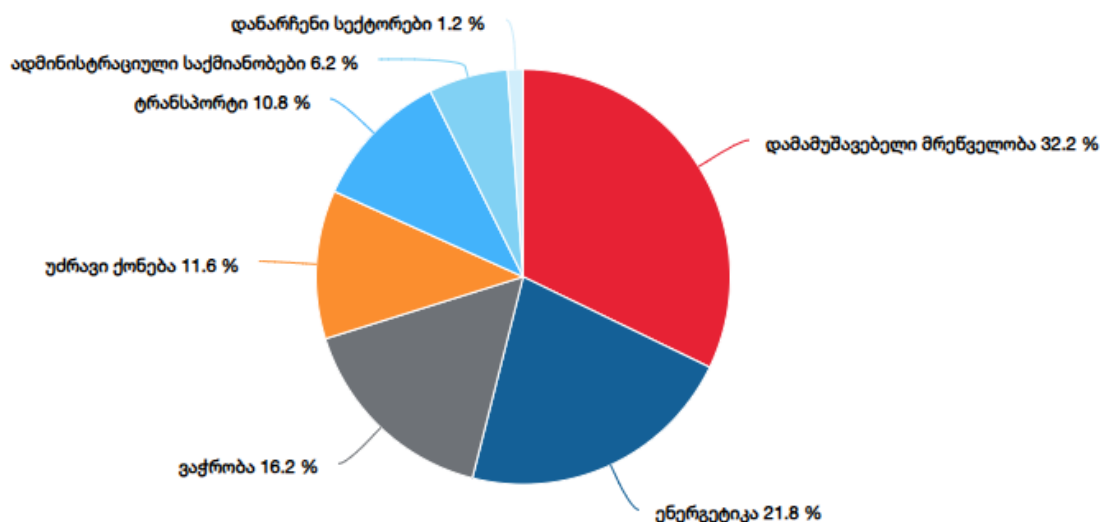


წყარო : <https://www.geostat.ge/ka>

როგორც ვხედავთ, წლების მიხედვით ცვალებადია პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა, განსაკუთრებით შესამჩნევია ცვლილება 2024 წელს როცა მთლიანობაში მხოლოდ 719 ათასი ლარი იქნა მოზიდული (IV კვარტლის გარეშე), სწორედ ამიტომ აუცილებელია ინვესტიციების და ინვესტიციების მოზიდვა აგროსასურსათო სექტორის განვითარებისთვის.

პირდაპირი უცხოური ინვესტიციები ეკონომიკის სექტორების მიხედვით

დიაგრამა 1



წყარო-<https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/191/pirdapiri-utskhouri-investitsiebi>

დიაგრამის ანალიზიდან ჩანს, რომ პირდაპირი უცხოური ინვესტიციები სოფლის მეურნეობა გაერთიანებულია ეკონომიკის დანარჩენ სექტორებში და შეადგენს მთლიანი მოცულობის 1,2%, 2024 წლის სამი კვარტლის მიხედვით. რაც სამწუხაროდ არ იძლევა დარგის განვითარების სასურველ პირობას.

როგორც ვხედავთ, წლების მიხედვით ცვალებადია პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა, განსაკუთრებით შესამჩნევია ცვლილება 2024 წელს როცა მთლიანობაში მხოლოდ 719 ათასი ლარი იქნა მოზიდული (IV კვარტლის გარეშე), სწორედ ამიტომ აუცილებელია ინვესტიციების და ინვესტიციების მოზიდვა აგროსასურსათო სექტორის განვითარებისთვის.

დასკვნა.

ამდენად, საბაზრო მეურნეობის მართვის უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილია ეფექტიანი საინვესტიციო საქმიანობა, კაპიტალის კვლავწარმოებისა და ინვესტიციური პროცესების აქტივობა, რომელიც განსაზღვრავს წარმოების განვითარებას. ინვესტიციები საშუალებას იძლევა, აღმოიფხვრას არსებული სოციალურ – ეკონომიკური პრობლემები, გახდეს დამატებითი იმპულსი საზოგადოებრივი განვითარებისათვის. ინვესტიციები წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს წყაროს საწარმოო საქმიანობის განახლებისათვის, კონკურენტუნარიანობის ზრდის ეფექტიან საშუალებას, მსოფლიო ეკონომიკაში ქვეყნის პოზიციების გაფართოებისა და გამყარების საუკეთესო წინაპირობას. ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია, მიზანმიმართული და გააზრებული საინვესტიციო ნაბიჯების გადადგმა. მოცემულ ეტაპზე მნიშვნელოვანია, უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა, ადგილობრივი და უცხოური კაპიტალის შერწყმა და მათი ეფექტიანი განთავსების ორგანიზაცია, რაც დიდად შეუწყობს ხელს საქართველოში ეკონომიკური ურთიერთობების დაბალანსებას, სოციალური მდგომარეობის გაუმჯობესებას და ეკონომიკურ ზრდას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. სოფლის მეურნეობისა და სოფლის განვითარების 2021-2027 წლების სტრატეგია“.
2. სოფლის მეურნეობის განვითარება ევროპაში, FAO-ს საინვესტიციო ცენტრი, სოფლის მეურნეობის განვითარების ტენდენციები;
3. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური - <https://www.geostat.ge/ka>
4. ევროკავშირის შეთანხმება ღრმა და ყოვლისმომცველი თავისუფალი სავაჭრო სივრცის შესახებ და საქართველო

The role of investments in the development of the agri-food sector

Manana Shalamberidze¹, Tinatin Gugeshashvili²

¹Associate Professor, Akaki Tsereteli State University; ²Associate Professor Akaki Tsereteli State University

Summary

An important component of market economy management is effective investment activity. The activity of capital reproduction and investment processes that determine the development of production. Investments allow to eliminate existing socio-economic problems, to become an additional impetus for social development.

For our country, the growth of investments is of crucial importance, since the development of the agri-food sector is unthinkable without the growth of production and service sectors, which, in turn, requires significant financial resources. Foreign direct investment has a significant impact on GDP growth, income levels and distribution, employment and wages, trade balance (export-import), current and capital accounts, tax collection, technology transfer, knowledge and management skills. Georgia needs foreign capital, which will contribute to the introduction of new capital, advanced technologies and modern management methods into the country, and will also encourage domestic investments.

Keywords: agri-food sector, investments, investors, investment environment.

ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკა 2020-2025 წწ. („პალიტრატვ-ის“, „რუსთავი 2-ის“, ტვ „იმედის“ მაგალითზე)

ლიტერატურის მიმოხილვა

ჟანა ასანიძე

კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტის მასობრივი კომუნიკაციის დოქტორანტი,
Zhana.asanidze@ciu.edu.ge

აბსტრაქტი

ქალთა მიმართ ძალადობა გულისხმობს გენდერული ძალადობის ნებისმიერ აქტს, რომელიც იწვევს ქალების ფიზიკურ, სექსუალურ ან ფსიქოლოგიურ ზიანს ან ტანჯვას. ამ ტიპის ძალადობა შეიძლება გამოვლინდეს სხვადასხვა ფორმით, მაგრამ არ შემოიფარგლება ოჯახში ძალადობით, სექსუალური ძალადობით, გაუპატიურებით, ადამიანებით ვაჭრობით, სასქესო ორგანოების დასახიჩრებითა და იძულებითი პროსტიტუციით. ეს არის გავრცელებული და ღრმად ფესვგადგმული პრობლემა, რომელიც გავლენას ახდენს ყველა ასაკის, წარმომავლობისა და სოციალური სტატუსის ქალებზე მთელ მსოფლიოში.

ამ საკითხის სწორი გაშუქება უზრუნველყოფს მსხვერპლთა დაცვასა და პრევენციას, რაც შეამცირებს ესოდენ გაზრდილ სტატისტიკას.

ზუსტი დეფინიციები და გაშუქების სწორი სისტემა ეხმარება საზოგადოებას, დამნაშავეებს მეტი პასუხისმგებლობა დააკისროს, „განეიტრალოს“ ის, რაც მომავალში ძალადობის შემცირებას გამოიწვევს.

სათანადო გაშუქებაა ცნობს საზოგადოებას ამგვარი ძალადობის გამომწვევ მიზეზებს, რისკფაქტორებსა და მოძალადეზე ზემოქმედების მექანიზმებს, რითაც ხელს უწყობს არა მხოლოდ პრევენციის მცდელობებს, არამედ სოციალურ ცვლილებებსაც.

სწორი გაშუქება საშუალებას აძლევს „გადარჩენილებს“, ისაუბრონ თავიანთ გამოცდილებაზე, დაარღვიონ სიჩუმე და მხარი დაუჭირონ ცვლილებებს. ასევე თავად გახდნენ იმ ადამიანების „დამხმარეები“, რომლებიც ჯერ კიდევ არ ფლობენ ინფორმაციას, როგორ დააღწიონ თავი ძალადობას, როგორ იმოქმედონ საჭიროებისას.

მთლიანობაში, ქალთა მიმართ ძალადობის სწორად გაშუქება აუცილებელია ადამიანის უფლებების ამ გავრცელებული დარღვევის აღმოსაფხვრელად, გენდერული თანასწორობის ხელშეწყობისა და ყველა ინდივიდისთვის უსაფრთხო გარემოს შესაქმნელად.

ძალადობის ფაქტების გაშუქებისას ეთიკური ნორმების იგნორირებას შეიძლება ჰქონდეს მნიშვნელოვანი შედეგები, როგორც ინდივიდებისთვის, ასევე, მთლიანად საზოგადოებისთვის. თუ მედია გაავრცელებს არასრულ ინფორმაციას ან დეზინფორმაციას,

ეთიკური სახელმძღვანელო პრინციპების გარეშე, ამან შეიძლება გამოიწვიოს საზოგადოების დაბნეულობა, მედიასაშუალებებისადმი უნდობლობა, დაირღვეს უდანაშაულობის პრეზუმფცია და დანერგოს სტიგმები.

ამ პრაქტიკამ, შეიძლება ასევე დაარღვიოს კანონი პირადი ცხოვრების ხელშეუხებლობის შესახებ, სენსაციულზე ორიენტირებულმა გაშუქებამ კი შეიძლება გამოიწვიოს ემოციური დისტრესი, ადამიანური რეპუტაციის დაზიანება და ფიზიკური ზიანიც კი.

აღნიშნული კვლევითი ნაშრომის მიზანია გამოავლინოს მედიის მიერ ძალადობის საკითხების გაშუქების დინამიკა, წარმოაჩინოს ამ მხრივ მედიის ტრანსფორმაციის ტენდენციები და შემუშავდეს გაშუქების ისეთი პრინციპები, რომლებიც არ წაახალისებს საზოგადოების გარკვეულ ნაწილს, გაზარდოს ძალადობის სტატისტიკა, არ გაამძაფრებს დაზარალებულთა ოჯახის წევრების მდგომარეობას, არ შექმნის ახალ სტიგმას და არ გააკეთებს გადაცემებში არასწორ აქცენტებს, რათა უნებურად არ მოხდეს დანაშაულის წახალისება.

საკვანძო სიტყვები: ძალადობა, გენდერი, გაშუქება, გაშუქების დინამიკა, ფემინიზმი, მიზოგინია, მსხვერპლი

შესავალი

ქალთა მიმართ ძალადობა ერთ-ერთი ყველაზე მწვავე სოციალური პრობლემაა, რომელმაც საუკუნეების განმავლობაში საზოგადოებაში ფესვები ღრმად გაიდგა. ეს მოვლენა, რომელიც მოიცავს როგორც ფიზიკურ, ისე ფსიქოლოგიურ, სექსუალურ და ეკონომიკურ ზეწოლას, სერიოზულ ზიანს აყენებს ქალთა ფუნდამენტურ უფლებებსა და თავისუფლებებს. ძალადობის ამ ფორმის გლობალურობის აღიარებასთან ერთად მისი პრობლემურობის გააზრება უფრო მნიშვნელოვანი გახდა, განსაკუთრებით ბოლო წლებში. ქალთა უფლებრივი შეზღუდვის პარალელურად იმატა მათზე თავდასხმისა და კრიმინალის ფაქტებმა.

მედიას აქვს განსაკუთრებული როლი საზოგადოებრივი აზრის ფორმირებაში, მისი შეხედულებების გაძლიერებასა და, შესაბამისად, სოციალური ცვლილებების ინიცირებაში. მედიასაშუალებების ეთერი, ბეჭდური და ვებპლატფორმები ხშირად არის ის სივრცე, სადაც ქალთა მიმართ ძალადობის საკითხი საზოგადოებისთვის ხელმისაწვდომი და თვალსაჩინო ხდება. ამიტომ, ძალზე მნიშვნელოვანია, თუ როგორ და რა კონტექსტით წარმოაჩენს მედია ქალთა მიმართ ძალადობას.

ინფორმაციის გასავრცელებლად, საზოგადოებრივი ყურადღების მისაქცევად და, საბოლოოდ, პრობლემის გადასაჭრელად, მედია უნდა იყოს ეთიკურად და პროფესიონალურად მოზომილი. ამასთანავე, სწორედ მას შეუძლია ძალადობის საკითხის გააქტიურება, რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს საზოგადოებრივი დამოკიდებულებისა და რეაქციის მიმართულებაზე.

2020-2025 წლები განსაკუთრებული პერიოდია საქართველოს მედიასივრცეში ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკის შესასწავლად. ამ დროში საქართველოში არაერთი სერიოზული ცვლილება მოხდა მედიაგარემოს, საზოგადოებრივი ცნობიერებისა და სოციალური ქსელების გამოყენების თვალსაზრისით. COVID-19-ის პანდემიამ და

ლოკდაუნებმა საზოგადოებას ახალი რეალობა შესთავაზა, რამაც სერიოზული გავლენა იქონია როგორც ძალადობის ფაქტების გამრავლებაზე, ისე ამ თემის გაშუქებაზე მედიაში.

იზოლაციის პირობებში ძალადობის შემთხვევების რიცხვი გაიზარდა, ხოლო მედიის როლი მათ გამოვლენასა და რეაგირებაზე გადამწყვეტი აღმოჩნდა. მეტიც, კოვიდის პირობებში ქალთა ეკონომიკური და უფლებრივი მდგომარეობის გაუარესება შესამჩნევი გახდა, მათ ხშირად უწევდათ შეჯახება ძალადობის ფაქტებთან თანაცხოვრების პირობებში.

2020-2025 წლები განსაკუთრებულად საინტერესოა იმ კუთხითაც, რომ ქართული მედიასივრცე მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდიდა როგორც ტექნოლოგიური პროგრესის, ისე სოციალური ცვლილებების ფონზე. ამ პერიოდში განსაკუთრებული მნიშვნელობა შეიძინა სოციალურმა ქსელებმა და ონლაინმედიამ, რამაც გაზარდა ინფორმაციის გავრცელების სისწრაფე და მასშტაბები, თუმცა, ამავდროულად, შექმნა ახალი გამოწვევები, რომლებიც დაკავშირებულია ინფორმაციის სიზუსტესთან, ეთიკურ სტანდარტებსა და საზოგადოების სათანადო ინფორმირებულობასთან.

სოციალური მედიის მზარდმა გავლენამ და ონლაინპლატფორმების მნიშვნელობამ მედიაგაშუქების დინამიკა რადიკალურად შეცვალა. ინფორმაციის სწრაფმა გავრცელებამ ახალი შესაძლებლობები შექმნა, თუმცა, ამავდროულად, ახალი გამოწვევებიც წარმოშვა, განსაკუთრებით ინფორმაციის სიზუსტისა და ეთიკური სტანდარტების დაცვის კუთხით. ციფრულმა ტექნოლოგიებმა და სოციო-პოლიტიკურმა ცვლილებებმა გაამძაფრა როგორც სიუჟეტების შერჩევა, ისე მათი განხილვის ტენდენციების მრავალფეროვნება.

წინამდებარე საკვალიფიკაციო ნაშრომის მიზანია, გააანალიზოს ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების ტენდენციები ქართულ მედიაში 2020-2025 წლებში, გამოავლინოს ის ძირითადი მახასიათებლები და სტრუქტურული ტენდენციები, რომლებიც ამ პერიოდში გამოიკვეთა. კვლევის შედეგები საშუალებას მოგვცემს, უფრო ღრმად გავაანალიზოთ მედიაში ქალთა მიმართ ძალადობის თემის წარმოდგენის სპეციფიკა, მისი გავლენა საზოგადოებრივ შეხედულებებზე და, შესაბამისად, რეკომენდაციები შევთავაზოთ მედიას მისი როლის გაუმჯობესებისა და საზოგადოების წინაშე არსებული გამოწვევების საპასუხოდ.

გაშუქების დინამიკის კვლევა საშუალებას იძლევა, გამოვლინდეს ტენდენციურობა და მარგინალიზება. ამ გზით შესაძლებელია იმის დადგენა, იყენებენ თუ არა მედიასაშუალებები არასწორ ტემინოლოგიას ან გვხვდება თუ არა სტერეოტიპული დამოკიდებულების გავრცელების ხელშეწყობის მაგალითები, რაც ახალისებს უთანასწორობას, არატოლერანტულობასა და მედიაპოზიციითა მრავალფეროვნების ნაკლებობას.

ქალთა მიმართ ძალადობის დინამიკის წარმოჩენა შესაძლებლობას იძლევა გამოვავლინოთ გადაცდომები, შევაფასოთ მედიასაშუალების ეფექტურობა აღნიშნულ პრობლემასთან ბრძოლაში, შევიმუშავოთ სწორი სტრატეგია საზოგადოების ცნობიერების ასამაღლებლად. მთლიანობაში, გაშუქების დინამიკის შესწავლა აუცილებელია უფრო ინფორმირებული, სამართლიანი და დემოკრატიული მედიალანდშაფტის შესაქმნელად.

საბოლოოდ, კვლევა მიზნად ისახავს, შეაფასოს, თუ რამდენად ეფექტურად მოახერხა ქართულმა მედიამ ქალთა მიმართ ძალადობის თემის გაშუქება, დააფიქსიროს არსებული ხარვეზები და გამოკვეთოს საუკეთესო პრაქტიკა, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია მედიაკონტენტის გაუმჯობესებისათვის.

კვლევის შედეგად მიღებული დასკვნები და რეკომენდაციები შეიძლება გამოიყენოს მედია სწორი გაშუქებისთვის, რაც, თავის მხრივ, სასიკეთოდ წაადგება საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების საქმეს. ეს კი თავისთავად მნიშვნელოვანი ნაბიჯია ძალადობის პრევენციისთვის.

ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკის შესწავლა გვებმარება გაგებაში, თუ როგორ ადგენს მედია დღის წესრიგს, აყალიბებს საზოგადოებრივ აზრს, დამოკიდებულებებსა და ქცევას. იმის გაანალიზებით, თუ როგორ ვრცელდება ინფორმაცია, მკვლევრებს შეუძლიათ შეაფასონ მედიამესიჯების პოტენციური გავლენა აუდიტორიაზე.

თემის აქტუალურობა და სამეცნიერო სიახლე

2006 წლის აშშ-ის იურისტთა ასოციაციის მიერ საქართველოში ჩატარებული საბაზისო კვლევის შედეგად, რომელიც ცდილობდა გამოეკვლინა საზოგადოებრივი აზრი ოჯახში ძალადობის შესახებ, აღმოჩნდა, რომ რესპონდენტთა 75,5 % მიიჩნევს, რომ ოჯახში ძალადობა არ უნდა იქნას განხილული საჯაროდ, ვინაიდან ოჯახური პრობლემები ტაბუდადებული თემაა. 26,7 %-ის აზრით, ამ საკითხის განხილვა არ შეესაბამება ქართულ მენტალიტეტს მაშინ, როცა 20,5 %-ის განცხადებით, ამ საკითხის საჯაროდ გამოტანა უსარგებლოა, რადგან პრობლემა კვლავ იარსებებს ოჯახებში და ასეთი ქმედებით ოჯახში ძალადობის მაჩვენებელი ვერ შემცირდება. (georgia.unfpa.org, 2010)

სამეცნიერო დონეზე საკითხის შესწავლა მეტად მნიშვნელოვანია, პირველ რიგში, ამგვარი ფაქტების ზრდადი სტატისტიკის შესამცირებლად და საზოგადოებაზე ზემოქმედების მექანიზმების გამოსავლენად, რათა საკითხს არ დაედოს ტაბუ. დენის მაკქუელის აზრით, მედია უფრო ღრმად მოქმედებს, ვიდრე სკოლა და მშობლები. ის შთაბეჭდილების ქვეშ გვამყოფებს, ამიტომ მნიშვნელოვანია, როგორ გადმოსცემს ფაქტს მედია და რა დოზით. (მაკქუელი, 2020)

შესაბამისად, საკვლევად აღებული თემა აქტუალური და სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია, რადგან ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკის გამოვლენა შესაძლებლობას იძლევა წარმოვაჩინოთ ხარვეზები და ჩამოვაყალიბოთ აუდიტორიაზე ზემოქმედების სწორი სტრატეგია, რითაც ხელი შეეწყობა ქალთა მიმართ ძალადობის მზარდი სტატისტიკისა და ძალადობის მსხვერპლთა ბუღინგის შემცირებას.

თემის მიზანი და ამოცანები

კვლევის ძირითადი მიზანი: კვლევის ძირითადი მიზანია გამოავლინოს თანამედროვე ტელემედიაში, კერძოდ, „პალიტრა-ტვ-ის“, „რუსთავი 2-ის“, ტვ „იმედის“ მაგალითზე ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკა. რაც შესაძლებლობას მოგვცემს შევაფასოთ მედიის განვითარება და წარმოვაჩინოთ საკითხის გაშუქების ტენდენციები. პოზიტიური და ნეგატიური ფაქტორების გამოვლენა, კვლევის კონკრეტული შედეგები სწორი სტრატეგიის ჩამოყალიბებას შეუწყობს ხელს. შესაბამისად, დაეხმარება მედიის წარმომადგენლებს, სწორად გააშუქონ ფაქტები, დაიცვან ბალანსი და უდანაშაულობის პრეზუმფცია. ნაშრომი დაეხმარება

ჟურნალისტიკის ფაკულტეტის სტუდენტებსა და საკითხით დაინტერესებულ მკვლევრებს.
ასევე

კვლევის ამოცანები: ქალთა მიმართ ძალადობის საკითხების გაშუქების დინამიკის დასადგენად „პალიტრა-ტვ-ის“, „რუსთავი 2-ისა“ და ტვ „იმედის“ 2020-2024 წლების მედიაკონტენტის მონიტორინგი, მიღებული შედეგების ანალიზი და, ფოკუს ჯგუფის მეთოდის გამოყენებით, პასუხის გაცემა საკვლევ კითხვებზე. ასევე, ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების სწორი სტრატეგიის შედგად პრობლემის აღმოფხვრის მექანიზმების გამოვლენა (დარგის ექსპერტებთან სიღმისეული ინტერვიუების მეთოდის გამოყენებით).

ნაშრომის ძირითადი საკვლევი შეკითხვები:

- რამ გამოიწვია ქალთა მიმართ ძალადობისა და ფემიციდის გაშუქების სტატისტიკის გაზრდა (მედიის ინტერესმა თუ ევროინტეგრაციისთვის აუცილებელი ნაბიჯების ფარგლებში ადამიანის უფლებების დაცვის ხელშეწყობის აუცილებლობამ)?
 - როგორ აშუქებს კონკრეტული ტელევიზია ქალთა მიმართ ძალადობას (ეთიკის ნორმათა დაცვით, თუ სკანდალური ელფერით)?
- ამაღლებს თუ არა მედიაგზავნილი საზოგადოების ცნობიერებას?

ჰიპოთეზა

H₀: ხდება მოძალადის წახალისება და ე.წ. ვერთერის ეფექტის განმეორება.

H₁: მედიას აქვს ამბივალენტური დამოკიდებულება ან ე.წ. ორმაგი სტანდარტები ქალთა მიმართ ძალადობის ფაქტების გაშუქებისას.

კვლევის საგანი და ობიექტი

კვლევის საგანი: მედიის მიერ ქალთა მიმართ ძალადობის ფაქტების გაშუქების დინამიკის გამოვლენა.

კვლევის ობიექტი: კვლევის ობიექტებს წარმოადგენს „პალიტრა-ტვ-ის“, „რუსთავი 2-ისა“, ტვ „იმედის“ 2020-2024 წლების კონტენტი. დასაკვირვებლად ხსენებული მედიაორგანიზაციები მათი რეიტინგის გათვალისწინებით შეირჩა, რაც შესაძლებლობას იძლევა ქვეყნის მედიასაშუალებებში ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკის გამოვლენისას მაქსიმალურად პოპულარული მედიაკონტენტი გავაანალიზოთ.

კვლევის მეთოდი: კვლევაში გამოყენებული თვისებრივი კვლევის მეთოდი, შემდეგი ტექნიკებით:

- დოკუმენტების ანალიზი (კონტენტ-ანალიზი);
- სიღრმისეული/ექსპერტული ინტერვიუ
- Case-study

კვლევის მეთოდოლოგია

სიტუაციის ანალიზი (Case-study) კვლევის მეთოდია, რომელიც ეფუძნება რეალური სიტუაციის გამოყენებას მისი ანალიზის, პრობლემის გამოვლენის, მისი გადაჭრის ალტერნატიული გზების მოძიების მიზნით.

ამისათვის აუცილებელია:

- განვსაზღვროთ სიტუაციის რაგვარობა, მისი გენეზისი, დროის ფაქტორის მნიშვნელობა;
- განვსაზღვროთ მოქმედებათა რიგითობა, სტატისტიკა და შემდეგ გაშუქების დინამიკა.
- გამოვკვეთოთ ხერხები და მეთოდები, თუ როგორ ხდება სხვადასხვა მედიასაშუალებაში ამ ტიპის სიუჟეტების გაშუქება.
- გადაწყვიტოთ, რა ინსტრუმენტებია საჭირო კონკრეტული ამოცანების გადასაწყვეტად.
- შევარჩიოთ და დავასაბუთოთ გაშუქების ხარვეზის/პრობლემის გადაწყვეტის რამდენიმე შესაძლო ვარიანტი.

შემთხვევათა შესწავლა (სტატისტიკური დინამიკა) მკვლევრებს საშუალებას გვაძლევს, ღრმად ჩავუღრმავდეთ კონკრეტულ სიტუაციას ან ფენომენს. ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკის შესწავლას შეუძლია, უზრუნველყოს მოქმედი ფაქტორების, მსხვერპლის წინაშე არსებული ბარიერებისა და პრევენცია/დახმარების ეფექტიანის გეგმის შემუშავება.

მრავალი შემთხვევის შესწავლით, მკვლევარებს შეგვიძლია განვსაზღვროთ საერთო ტენდენციები, რომლებიც იწვევენ ამ დანაშაულებათა სტატისტიკის ზრდას, შესაბამისად, გაშუქების დინამიკასაც.

სიტუაციური ანალიზი ხშირად მოიცავს მონაცემთა შეგროვების თვისებრივ მეთოდებს, როგორიცაა: ინტერვიუები, ფოკუს ჯგუფები და საქმეში მონაწილეთა დაკვირვება. შემთხვევის შესწავლის შედეგებმა შეიძლება ხელი შეუწყოს მტკიცებულებებზე დაფუძნებული პოლიტიკის შემუშავებას და საუკეთესო პრაქტიკის განვითარებას.

შემთხვევის შესწავლა ხშირად იძლევა ხელშესახებ შედეგებს, რეკომენდაციებსა და სტატისტიკის შემცირებასაც კი.

ამრიგად, სიტუაციური ანალიზის გამოყენება ქალთა მიმართ ძალადობის ფაქტების გაშუქების კვლევისას იძლევა ყოვლისმომცველ ინფორმაციას, რომლის მიზანიც უნდა იყოს საუკეთესო პრაქტიკის გამოვლენა და დამკვიდრების მცდელობა.

კვლევის თეორიული ჩარჩო

შერჩეული თემის კვლევისას რელევანტურად მივიჩნიეთ რამდენიმე თეორია:

დღის წესრიგის თეორია (agenda-setting theory): ამტკიცებს, რომ მეინსტრიმული მედია ადგენს, რა სიუჟეტები და თემები გავიდეს მთავარ ბლოკში, ოღონდ ხალხს უსაზღვრავს, რაზე იფიქრონ. თეორიის თანახმად, საზოგადოება მედიის კარნახით, ყველაზე მნიშვნელოვან ფაქტებად სწორედ ამას მიიჩნევს. (McCombs&Shaw)

კოლონიალიზმისა და პოსტკოლონიალიზმის თეორია: (colonialism and postcolonialism Theory) კოლონიალიზმის ეპოქამ დიდი როლი ითამაშა მსოფლიო ისტორიაში, რომლის

მემკვიდრეობაც დღემდე მკაფიოდ იგრძნობა და მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს თანამედროვე ურთიერთობებს ყოფილ იმპერიასა და კოლონიას შორის. ეკონომიკურად სუსტად განვითარებული ქვეყნების ჩაგვრისა და იმპერიალისტური ქვეყნისთვის მათი დამორჩილების „მოდელი“ გადმოვიდა ოჯახურ და სოციალურ ურთიერთობებში. საერთაშორისო ურთიერთობის თეორიებიდან პოსტკოლონიალიზმი ყველაზე უკეთ ხსნის კოლონიური მემკვიდრეობის გავლენას საზოგადოებრივ ცხოვრებაზე. სხვა წამყვანი თეორიებისგან განსხვავებით პოსტკოლონიალიზმი განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევს კლასის, სქესის, რასისა და ეთნიკური წარმომავლობის ფაქტორს.

ნეოკოლონიალიზმის თეორია: მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ პოსტ-კოლონიურ პერიოდში მომწიფდა. „დამოკიდებულების თეორია“ თავდაპირველად გაეროს ლაშწური ამერიკის კომისიის ხელმძღვანელმა რაულ პრებიშმა განავითარა. (www.nplg.gov.ge)

სტოკჰოლმის სინდრომის თეორია: არის ფსიქოლოგიური ფენომენი, რომელიც გულისხმობს მსხვერპლის არანორმალურ სიმპათიას იმ ადამიანის მიმართ, რომელიც მას ფიზიკური ზიანით ემუქრება. ეს რთული ფსიქოლოგიური თავდაცვის სტრატეგია სტრესულ სიტუაციებში პირველად დაასაბუთა ანა ფროიდმა. მამის შრომის საფუძველზე მან აღწერა იდენტიფიკაციის მექანიზმი და დაამტკიცა მისი არსებობა. ამ თეორიის თანახმად, ადამიანმა, რომელიც აღმოჩნდება ისეთ სიტუაციაში, რომელიც საფრთხეს უქმნის მის სიცოცხლეს, შეიძლება დაკარგოს რეალობის შეგრძნება იმასთან დაკავშირებით, რაც მის თავს ხდება. მსხვერპლის ბუნდოვანი ცნობიერება ხელს უწყობს მისი იდენტიფიცირების პროცესს თავდამსხმელთან, ადამიანი იწყებს ძალადობის გამართლებასაც კი ისე, რომ არც აცნობიერებს მოძალადის ქმედებების შედეგს. ასეთი მექანიზმი საშუალებას აძლევს მას დროებით „გამორთოს“ საფრთხის განცდა და აბსოლუტურად ინერტული გახდეს, მიიღოს რეალობა, როგორც ჩვეულებრივი ამბავი და არ აღიქვას მისი ტრაგიკულობა.

კოგნიტიური დისონანსის თეორია (Cognitive Dissonance Theory) - ამტკიცებს, რომ ჩვენი გონება გადის დაბნეულობისა და ლოგიკური კონფლიქტის პროცესს, როდესაც ეჯახება არსებული ინფორმაციის შეუსაბამო ახალ ინფორმაციას და კოგნიტიური დისონანსის მდგომარეობაში ვარდება. (Festinger, 1957)

ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების შესწავლის გამოცდილება და გამოწვევები ლიტერატურის მიმოხილვა

მკვლევრები, რომლებიც მუშაობენ ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების თემაზე, ყურადღებას ამახვილებენ ამ საკითხთან დაკავშირებულ სხვადასხვა ასპექტზე. ისინი ანალიზებენ, თუ როგორ არის ასახული ქალების მიმართ ძალადობა მედიაში, შეისწავლიან კადრებს, ენას, გამოსახულებებსა და ნარატივებს, რომლებიც გამოიყენება ახალ ამბებში. ისინი იკვლევენ, განაგრძობს თუ არა ტელემედია სტერეოტიპების დანერგვას, მსხვერპლთა დადანაშაულებასა ან ძალადობის ტრივიალიზაციას, როგორ მოქმედებს ეს წარმოდგენები საზოგადოების აღქმასა და დამოკიდებულებაზე გენდერული ძალადობის მიმართ.

მეცნიერები სწავლობენ მედიის მიერ ქალთა მიმართ ძალადობის გაშუქების დინამიკას, მათ შორის, დღის წესრიგის, ახალი ამბების შერჩევისა და სარედაქციო გადაწყვეტილებების მოდელებს. ისინი იკვლევენ ძალადობის რომელ ტიპებს ექცევა

ყველაზე მეტი ყურადღება მედიისგან, როგორ განსხვავდება გაშუქება სხვადასხვა მედიასაშუალებასა და პლატფორმაზე და ფაქტორებს, რომლებიც აყალიბებს მედიის დღის წესრიგს ამ საკითხთან დაკავშირებით.

დალი ოსეფაშვილი წიგნში MEDIA IN PROCESS TRANSFORMATION AND DEMOCRATIC TRANSITION სათაურით: „covering domestic violence against women in georgian print media, an problems of jurnalism ethics“ წარმოადგენს კვლევის შედეგებს საშინაო კონფლიქტების თემაზე ქართულ მედიაში. ამ მიზნით ავტორმა შეისწავლა 2011-12 წლების ქართული მედია. კვლევის განსახორციელებლად გამოყენებული კონტენტ-ანალიზის მეთოდით დასტურდება, რომ ოჯახური კონფლიქტები ძირითადად გამოწვეულია ძალადობით. კვლევამ დაადასტურა, რომ ქალები არიან ოჯახური ძალადობის ძირითადი მსხვერპლნი, როგორც ქმრის, ასევე შვილების მხრიდან, თუმცა ისინი მაინც არ ტოვებენ ოჯახს და თავს არიდებენ ძალადობაზე საუბარს საჯაროდ. კვლევის მიხედვით, ასევე აღმოჩნდა, რომ ამ თემის გაშუქების სიხშირე დაბალია. ქართული მედია აშუქებს საბაზისო ინფორმაციას ოჯახში ძალადობის წინააღმდეგ ბრძოლის კამპანიის შესახებ, მაგრამხშირად ეს საკითხები შუქდება სენსაციური სტილით, როდესაც გარკვეული ფაქტები ილუსტრირებულია და, ამავდროულად, ირღვევა ჟურნალისტური პროფესიული ეთიკური სტანდარტები. კვლევის ავტორი ჟურნალისტებს სთავაზობს გარკვეულ რეკომენდაციებს, თუ როგორ უნდა გააშუქონ ასეთი მგრძნობიარე და ეთიკური თემები, რათა არ დააზიანონ ოჯახური კონფლიქტის მსხვერპლნი (ამ შემთხვევაში, ქალები) და კიდევ უფრო არ შეილახოს მათი უფლებები. (<https://books.google.ge/>, 2017)

ავტორები გულჩინ აკბაში, სუზან სეილან-ბათური ნაშრომში: „ინტიმური პარტნიორის მიერ ქალებზე ძალადობის გაშუქება მედიაში“ (2023წ). ყურადღებას ამახვილებენ იმასზე, რომ მედია მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ქალთა მიმართ ძალადობის შესახებ საზოგადოების აღქმისა და გაგების ჩამოყალიბებაში. აღნიშნულია, რომ მედიის გზავნილები ხასიათდება მკაფიო აქცენტით ქალის სექსუალურ სიწმინდესა და მამაკაცის დომინირებაზე. „ღირსების დამცავი კულტურა“ ხშირად ამართლებს ქალთა მიმართ ძალადობას პატივის შენარჩუნების სახელით. ავტორების დასკვნები ცხადყოფს, რომ გაზეთები ძირითადად მსხვერპლის დადანაშაულებითა და მამაკაცის ძალადობრივი ქცევის გამართლებით არიან დაკავებული. გარდა ამისა, ახალი ამბების გაშუქება ხშირად ლოკალური ხასიათისაა, მედია ვერ აცნობიერებს მისი ფართოდ განხილვის აუცილებლობას, რითაც უნებლიეთ აძლიერებს მოძალადეს და ვერ უჭერს ქალს სათანადო მხარდაჭერას. (Gülçin Akbaş, 2023)

მარიამ ჰერნანდესი სტატიაში - „ფემიციდის გაშუქება: როგორ იბრძვიან მექსიკელი ჟურნალისტები ქალების მიმართ ძალადობის ფაქტების გაშუქებისათვის“ 2022წ. ყურადღებას იმაზე ამახვილებს, რომ მექსიკის ერთ-ერთ შტატში, რომელიც ცნობილია, ქალთა მიმართ ერთ-ერთ ყველაზე ძალადობრივ ადგილად, ჩაწერა 20 ინტერვიუ ჟურნალისტებთან, რომლებიც აშუქებდნენ ფემიციდის შემთხვევებს. მან გამოკვეთა, რომ ცალკეული ჟურნალისტები ფლობდნენ მხოლოდ ინფორმაციას აღნიშნული საკითხის გაშუქების სტანდარტის შესახებ და რეგულარულად ცდილობდნენ მოეძებნათ სწორი ფორმები, რათა უარესად არ წაეხალისებინათ ძალადობრივი ქმედებები. ცდილობდნენ სწორი ტერმინოლოგიის შერჩევასაც, იყენებდნენ სამართლებრივ ფორმებს. ავტორი სტატიაში იყენებს ტერმინს „ქალების მიმართ ძალადობა“ და ხსნის, რომ სწორედ ეს ტერმინი უნდა იქნას

გამოყენებული ფაქტების გაშუქებისას, რადგან ძალადობა ძირითადად მიმდინარეობს სწორედ მათი გენდერული როლის გამო. (HERNANDES, 2023)

გუნილა კრანცი, ინგრიდ მოგრენი (2022 წ.) თავიანთ ანგარიშში აღნიშნავენ, რომ ქალთა მიმართ ძალადობა არის საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის მთავარი პრობლემა მთელ მსოფლიოში. ქალთა მიმართ ძალადობა ფიზიკური, სექსუალური ან ფსიქოლოგიური სახით უფრო ხშირად გვხვდება ქვეყნებში, სადაც გენდერული თანასწორობის დონე დაბალია, არსებობს უმუშევრობის მაღალი მაჩვენებელი და დაბალი სოციალური თანხვედრა. ზოგიერთ ქვეყანაში ჩატარდა ინტერვენციები ძალადობის გასაკონტროლებლად, მაგალითად, სათემო ორგანიზაციებში ქალთა მიმართ ძალადობისა და ადამიანის უფლებების შესახებ ცნობიერების ასამაღლებლად. მკვლევრები მიიჩნევენ, რომ საჭიროა ზომების მიღება იმ მამაკაცთა წინააღმდეგ, რომლებიც ძალადობენ ქალებზე.

ამის მიუხედავად, პრობლემა შეიძლება დარჩეს აღიარების გარეშე, რადგან ქალები განმარტავენ მათზე განხორციელებულ ძალადობას, როგორც ჩვეულებრივი, ყოველდღიური ცხოვრების ნაწილს ან არ იცნობენ, ვის მიმართონ დასახმარებლად. მათ შეიძლება ასევე დამალონ ძალადობრივი ზემოქმედება სოციალური სტიგმის გამო. გლობალურად ქალთა მიმართ ძალადობა ასევე ხელს უშლის მათ, თანაბარი მონაწილეობა მიიღონ ეკონომიკურ და სოციალურ ცხოვრებაში და, შედეგად, შედარებით ცოტა ქალი იკავებს გადაწყვეტილების მიმღებ პოზიციებს საზოგადოებაში.

მაგალითად მოჰყავთ პაკისტანელი ქალები, რომლებმაც უნდა აღზარდონ შვილები, შეასრულონ საშინაო საქმეები, იყვნენ მორჩილნი და დაემორჩილონ ქმარსა და მის ოჯახს, მეუღლეები და სიძეები ზღუდავენ ქალების როგორც რეპროდუქციულ ავტონომიას, ასევე მათ უფლებებს გადაწყვეტილების მიღების პროცესში.

ავტორების თქმით, განათლებული ქალები უკეთეს მდგომარეობაში არიან, მათ აქვთ პროფესიული კარიერა, მაგრამ ასეთი პრივილეგირებული ინდივიდები პაკისტანში უმცირესობას წარმოადგენენ. (<https://www.tandfonline.com>, 2012)

სარა როდრიგესი სტატიაში (2023წ) სათაურით: „ტვიტერი და მიზოგინია-სისტემური ანალიზი“ განიხილავს მიზოგინიას (ქალთა მიმართ სიძულვილს) სოციალური მედიის-Twitter-ის პლატფორმის ფარგლებში. ავტორი ამბობს, რომ მიზოგინია სცილდება ოფლაინსივრცეებს და ვრცელდება ონლაინგარემოში, რის გამოც ის სწავლობს ამ საკითხის ნიუანსებს, გამოვლენის მოდელებს, მომხმარებლის მახასიათებლებსა და პოტენციურ ძალადობას.

ავტორი გამოკვეთს 91 შესაბამის სტატიას. კვლევა ძირითადად მოიცავს 2015 წლიდან 2023 წლამდე პერიოდს, რომელიც ასახავს თანამედროვე ტენდენციებს სოციალურ პლატფორმაზე მიზოგინიასთან დაკავშირებით.

კვლევა ხაზს უსვამს, რომ ძალადობის წინაპირობა ხშირად არის ირონია, რომელიც მიემართებათ ქალებს და აღვივებს მიზოგინიას. ის ასევე განსაზღვრავს თემებისა და მომხმარებლების ტიპებს, რომლებიც მონაწილეობენ ქალთმომძულე ტვიტების გამოქვეყნებაში, სხვადასხვა საშუალებების გამოყენებით.

Twitter-ზე მიზოგინიის გავრცელებას ხელს უწყობს კონტენტის სიმარტივე. ავტორი დებს რეკომენდაციას, რომ Twitter-მა, როგორც სოციალური მედიის პლატფორმამ, უნდა შეასრულოს აქტიური როლი მისი მომხმარებლების დასაცავად.

ავტორის ძირითადი რეკომენდაციები მოიცავს ისეთ ინტერვენციებს, როგორებიცაა: პოზიტიური ურთიერთქმედების ხაზგასმა, პერსონალური სიტყვების გაფილტვრა და სტრუქტურირებული დებატების წახალისება. ასევე, შემოთავაზებულია სამართლებრივი დაცვა სიძულვილით გამოწვეული დანაშაულებისგან და ამ მიმართულებით მსოფლიოს კარგი პრაქტიკის პოპულარიზაცია. (Rodríguez González, 06.08.2023)

გაეროს ქალთა ორგანიზაციის საერთაშორისო კონსულტანტის რობინ ჰაარის მიერ 2023 წელს მომზადდა ანგარიში „ქალთა მიმართ ძალადობის ეროვნული კვლევა საქართველოში“, რომელშიც აქცენტი გაკეთდა იმასთან დაკავშირებით, რომ ქალებისთვის თავისუფლების ჩამორთმევისა და მათზე დომინირების დამყარების მიზნით ხორციელდებოდა ძალადობა. მათ შორის, ეკონომიკურიც, რომელიც ფულადი რესურსების წართმევას გულისხმობს ან მისი შრომის მისაკუთრებას და მუქარის შემდეგ, თუ ქალი არ თანხმდება, არ ხდება დამყოლი, ის უპირობო ძალადობის მსხვერპლად იქცევა. ასევე ხაზგასმულია, რომ პარტნიორულ-ცოლ-ქმრულ ურთიერთობაში ხშირია ნასვამი მეუღლის მხრიდან სექსუალური ძალადობა, რომელიც ზედმეტად უხეში, არასათანადო მოპყრობითა და ტანჯვის მიყენებით ხასიათდება. კვლევის ფარგლებში აღნიშნულია ასევე, რომ ხშირია შანტაჟი, იძულება, დამცირება, სექსუალური შევიწროება, რომელიც ქალების მისამართით შეუქცევად ხასიათს ატარებს. კვლევა საკმაოდ მნიშვნელოვან აზრს ავითარებს, რომ ქალი ისჯება მაშინაც, როცა ის არ იქცევა სხვების შეხედულებებისამებრ, არ არის თანახმა, გააკეთოს ის, რასაც ეუბნებიან ოჯახის წევრები, თუნდაც ეს მიუღებელი იყოს. სოციალურ თემატიკაზე დაფუძნებული ძალადობა საკმაოდ აქტიურ ფორმას იძენს, ხოლო სამსახურში გენდერული ნიშნით არშერჩევად კვლევის ავტორს ძალადობის ფორმად მიაჩნია. (N.Haarr, 2023)

ავტორთა ჯგუფი (ნადია კარლსონი, მარია უემრელი, მარისოლ ლილა) სტატიაში: ინტიმური პარტნიორის ქალთა მიმართ ძალადობის წარმოდგენა შვედურ საინფორმაციო მედიაში: დისკურსის ანალიზი – წარმოადგენს ანალიტიკურ ტექსტს იმის შესახებ, თუ როგორ იყო გაშუქებული ინტიმური პარტნიორების მიერ ქალთა მიმართ ძალადობა შვედურ გაზეთებში 2018 წელს. მიუხედავად შვედეთის რეპუტაციისა გენდერული თანასწორობის საკითხების ირგვლივ, ის აჩვენებს მაღალ მაჩვენებლებს. ეს კვლევა მიზნად ისახავდა გამოეკვლია, თუ როგორ ასახავს მედია ძალადობის ფაქტებს და არის თუ არა განსხვავებები დამნაშავეს ეროვნებისა ან კულტურული წარმომავლობის განსხვავებულობის შემთხვევებში.

კვლევაში გამოყენებული იყო ორეტაპიანი დისკურსის ანალიზი. პირველი ნაბიჯი წარმოადგენდა რაოდენობრივ ანალიზს იმის დასადგენად, თუ როგორი იყო ქალთა მიმართ ძალადობის გარშემო დისკურსი: ინდივიდუალისტური თუ სტრუქტურული. მეორე ნაბიჯი მოიცავდა თვისებრივ ანალიზს სტატიებში წარმოდგენილი ახსნა-განმარტებითი მოდელების გამოსაკვლევად.

მათი უმეტესობა ფოკუსირებულია მოძალადის მახასიათებლებზე, როგორიცაა ფსიქიკური დაავადება ან ნარკოტიკების ბოროტად გამოყენება, ვიდრე ძალადობის უფრო ფართო სოციალურ სტრუქტურებთან დაკავშირება.

როდესაც მოძალადეები იყვნენ არაშვედები, არსებობდა ტენდენცია, რომ ძალადობა სტრუქტურულ საკითხად მიიჩნიეს.

„მედიის როლი რასალიზაციაში“: კვლევა ხაზს უსვამს იმას, თუ როგორ უწყობს ხელს მედია რასალიზაციის (პროცესებს ძალადობის ფაქტების განსხვავებულად წარმოჩენით, რაც

დამოკიდებულია დამნაშავეს მიერ აღქმულ ფონზე, რაც აძლიერებს სტერეოტიპებსა და კულტურულ რასიზმს. (Nadja Karlsson, Marisol Llila, Maria Wemrell, 2020, 27.07)

ვერა ლომაცის სტატია „ქალთა მიმართ ძალადობის კულტურული ფესვები: ინდივიდუალური და ინსტიტუციური გენდერული ნორმები 12 ქვეყანაში“ - ანალიზებს ქალთა მიმართ ძალადობის (VAW) კულტურულ ფესვებს, ფოკუსირებულია ინდივიდუალურ და ინსტიტუციურ გენდერულ ნორმებზე, რომლებიც განსაზღვრავს გენდერულ კულტურას და ქმნის პირობებს ძალადობისთვის, ასევე ლეგიტიმაციას აძლევს შესაბამის როლებსა და ქცევებს. კვლევაში განხილულია 12 ქვეყანის: სომხეთის, კვიპროსის, ჩეხეთის, გერმანიის, საბერძნეთის, ნიდერლანდების, რუმინეთის, რუსეთის, სერბეთის, სლოვაკეთის, თურქეთისა და უკრაინის მაგალითები.

ნაშრომი განიხილავს ქალთა მიმართ ძალადობას, როგორც ადამიანის უფლებათა ყოვლისმომცველ დარღვევას, რომელიც ვლინდება სხვადასხვა ფორმით, მათ შორის, ოჯახში ძალადობის, სექსუალური ძალადობის, ტრეფიკინგისა და მავნე პრაქტიკის, როგორიცაა იძულებითი ქორწინება და ქალის სასქესო ორგანოების დასახიჩრება, სახით. სტატია განსაზღვრავს ინდივიდუალურ ფაქტორებს: ბავშვობაში ძალადობა, ქორწინებაში ძალადობის გამოვლენა და ნივთიერებების ბოროტად გამოყენება, რითაც ძალადობრივი ქცევის პროგნოზირება შეიძლება. ასევე, კონფლიქტი, მამაკაცის კონტროლი ოჯახსა და გადაწყვეტილების მიღებაზე. განათლებისა და ეკონომიკური ძალაუფლების უთანასწორობა გავლენას ახდენს ქალთა მიმართ ძალადობაზე, როდესაც ისინი აპროტესტებენ ტრადიციულ გენდერულ როლებს.

სტატია მიმოიხილავს ასევე საზოგადოებრივ ფაქტორებს, როდესაც კულტურული და სოციალური დამოკიდებულებები, მათ შორის, მედიის მიერ გამყარებული, დიდ როლს თამაშობს ძალადობის ნორმალიზებაში.

გენდერული ნორმები და ძალადობა: გენდერული ნორმები ჰკარნახობს მამაკაცებსა და ქალებს შესაბამის ქცევას და აყალიბებს დამოკიდებულებას გენდერული როლების მიმართ. პატრიარქალური ნორმებით მცხოვრებ საზოგადოებები ხშირად ამართლებენ ძალადობას, როგორც ტრადიციული გენდერული როლების დაცვის საშუალებას. მორალურ ნორმებს, რომლებიც გავლენას ახდენს სოციალური ფასეულობებით, შეუძლია ამ პრაქტიკის მხარდაჭერა ან გამოწვევა.

ავტორის აზრით, ეროვნულ და ტრანსნაციონალურ ინსტიტუტებს შეუძლიათ გააძლიერონ ან ებრძოლონ გენდერულ უთანასწორობას თავიანთი პოლიტიკისა და რეგულაციების მეშვეობით.

ავტორის კვლევის მიზანია გენდერული ნორმების მიმოიხილა 12 ქვეყანაში და იმის წარმოჩენა, თუ როგორ მოქმედებს ეს ნორმები ინდივიდუალურ, ეროვნულ და ტრანსნაციონალურ დონეზე ქალთა მიმართ ძალადობის ფაქტებზე. იგი ხაზს უსვამს გენდერული ნორმების გაგებისა და მიდგომის მნიშვნელობას ქალთა მიმართ ძალადობის წინააღმდეგ ეფექტური ბრძოლისა და მისი პრევენციის მიზნით.

კვლევაში მოცემულია, რომ გენდერული ნორმები შეიძლება იყოს ძალადობის ფუნდამენტური მიზეზი. ისინი განსაზღვრავენ, რა არის მიღებული ქცევა თითოეულ სქესთან დაკავშირებით, ზოგიერთ კულტურაში ქალთა მიმართ ძალადობა შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც სამართლიანი სჯა ან მორჩილების ფორმა.

სტატიის მიხედვით, გენდერული ნორმების გავლენა შეიძლება იგრძნობოდეს როგორც ინდივიდუალურ, ისე ინსტიტუციურ დონეზე. მაგალითად, ტრადიციული გენდერული როლები და ინსტიტუციური დისკრიმინაცია ხელს უწყობს იმგვარი ნორმების ჩამოყალიბებას, რომლებიც ლეგიტიმაციას აძლევს ძალადობას ქალთა მიმართ.

კვლევამ გაანალიზა 12 ქვეყანაში გენდერული ნორმებისა და ძალადობის კონტექსტში არსებული მდგომარეობა. ქვეყნებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებები იკვეთება გენდერული ნორმების სიმკაცრისა და ინსტიტუციური მხარდაჭერის დონის თვალსაზრისით. მაგალითად, ზოგიერთ ქვეყანაში ტრადიციული და პატრიარქალური გენდერული როლები უფრო მტკიცედ არის ჩამოყალიბებული, რაც ხელს უწყობს ძალადობის, ნორმალიზაციას, თითქმის ეს ჩვეულებრივი ამბავია და განხილვასაც არ საჭიროებს.

ამ კვლევაში წარმოდგენილი ანალიზი ხაზს უსვამს იმას, რომ გენდერული ნორმების შეცვლა კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ქალთა მიმართ ძალადობის წინააღმდეგ ბრძოლაში. საჭიროა, როგორც ინდივიდუალური, ისე ინსტიტუციური მიდგომების გადახედვა და რეფორმირება, რათა დაცული იყოს ქალთა უფლებები და გენდერული თანასწორობა. (Lomazzi, 2023.31.01) **Lisa D. Dellinger, Megan K. Krieger სტატიაში: „გენდერული ძალადობა და მედია გაშუქება: როგორ აყალიბებს მედია ქალთა მიმართ ძალადობას“**, კვლევა ფოკუსირებულია იმის წარმოჩენაზე, თუროგორ ახდენს გავლენას სხვადასხვა მედიაფორმატები (ტელევიზია, პრესა, სოციალური მედია) ქალთა წინააღმდეგ ძალადობის აღქმისა და რეაგირების პროცესზე.

სტატია აღწერს მედიის მიერ ქალთა წინააღმდეგ ძალადობის გაშუქების ძირითად ჩარჩოებს, როგორებიცაა: კრიმინალური ჩარჩო, მსხვერპლის ბრალი და სოციალური ჩარჩო.

ყურადღება გამახვილებულია იმაზე, რომ მედია ხშირად აჩვენებს ძალადობას როგორც ინდივიდუალურ პრობლემას და არა- სისტემურს.

კვლევაში აღნიშნულია, რომ მედიის როლი ძალადობის წინააღმდეგ ბრძოლის პროცესში არის არა მხოლოდ ინფორმაციის გავრცელება, არამედ საზოგადოებისა და პოლიტიკის კორექცია. მედიის მუშაობა უნდა იყოს დაფუძნებული რეალობაზე და უნდა მოიცავდეს ფართო ანალიზს, რათა ხელი შეუწყოს ცვლილებებს და დასახოს სამოქმედო გეგმები. (Sarah M. McMahon, 2020)

ნორტობეკო ნ. რთული (Nontobeko N. Ntuli) კვლევაში სახელწოდებით: „გენდერული ძალადობის მედია პორტრეტი“: მიმოიხილავს ქალთა მიმართ ძალადობას სამხრეთ აფრიკაში.

სამხრეთ აფრიკა ყოველთვის მღელვარების საგანია, სადაც ძალადობის სტატისტიკა მაღალია. 2012 წლიდან 2015 წლამდე, სექსუალური დანაშაულების სტატისტიკა ვარიირებდა 53,617-დან 66,197-მდე შემთხვევამდე. კვლევებმა აჩვენა, რომ ძალადობის უმრავლესობა ჩადენილია მამაკაცების მიერ.

კვლევა მოიცავს რაოდენობრივ და ხარისხობრივ მონაცემებს, რათა სრულად შეისწავლოს მედიის გავლენა. მკვლევარმა ფოკუსს ჯგუფების მონაწილეები შეარჩიეს სპეციალურად განსაზღვრული კრიტერიუმების მიხედვით. სოციოლოგიური გამოკითხვები განხორციელდა შემთხვევითობის პრინციპით.

კვლევა მიმართულია იმისკენ, რომ მედიამ უნდა აღიაროს თავისი პასუხისმგებლობა და აქტიურად იმუშაოს ისეთი კონტენტით, რომელიც ხელს შეუწყობს რეალური სურათის მიწოდებას და საზოგადოებრივი აზრის პოზიტიური ცვლილებებისკენ მიმართვას.

სტატია ასევე ეხება ძალადობას ქალაქურნალისტებზე. ავტორთა მტკიცებით, ჟურნალისტები განიცდიან სექსუალურ, ფიზიკურ, ფსიქოლოგიურ და ეკონომიკურ ძალადობას, განსაკუთრებით კონფლიქტურ ზონებში. უსაფრთხო სამუშაო პირობების არარსებობა ამწვავებს ამ საკითხს.

სტატიების გარდა, არსებობს რამდენიმე მნიშვნელოვანი ნაშრომი და ანგარიში, რომლებიც ამ თემას განიხილავს.

„ფემიციდის გაშუქების პრაქტიკა ქართულ სატელევიზიო მედიაში“ - ნაშრომი განიხილავს, თუ როგორ აშუქებს ქართული სატელევიზიო მედია ფემიციდის შემთხვევებს და რა გავლენას ახდენს ეს საზოგადოებრივ აღქმაზე. ავტორი მიმოიხილავს ფემიციდის შემთხვევების გაშუქების ტენდენციებსა და პრაქტიკას საქართველოში და მიზნად ისახავს, გაანალიზოს, თუ როგორ აისახება ფემიციდის საკითხები ქართულ მედიაში და რა გავლენას ახდენს ეს საზოგადოებრივ აზრზე.

ავტორი ძირითად ასპექტებს გამოყოფს და აღნიშნავს, რომ ფემიციდი წარმოადგენს სერიოზულ სოციალურ პრობლემას, რომლის გაშუქება მედიაში უმნიშვნელოვანესია, როგორც ცნობიერების ამაღლების, ისე პრევენციული ზომების გასატარებლად.

ყურადღება გამახვილებულია იმაზე, თუ როგორ წარმოსახავს მედია ფემიციდის შემთხვევებს. განსაკუთრებული აქცენტი კეთდება მედიაში სენსაციურ და დრამატულ ასპექტებზე, რაც ხშირად იწვევს ტრაგედიის კომერციალიზაციას.

ავტორის თქმით, მედიაში ფემიციდის გაშუქება ხშირად სტერეოტიპულია და არ მოიცავს სიღრმისეულ ანალიზს. ყურადღება გამახვილებულია ინდივიდუალურ შემთხვევებზე, ხოლო ფემიციდის სტრუქტურული და სისტემური მიზეზები (პატრიარქალური ნორმები, გენდერული დისკრიმინაცია) ნაკლებადაა წარმოჩენილი.

მედიის ნარატივში ხშირად გვხვდება მსხვერპლის დადანაშაულების ელემენტები („ის თავად იყო მიზეზი“).

ნაშრომის ავტორი აღწერს კონკრეტულ მაგალითებს, ასახავს ფემიციდის შემთხვევების გაშუქების რაოდენობრივ და შინაარსობრივ ანალიზს და აჩვენებს, როგორ აისახება ეს ფაქტები სატელევიზიო გადაცემებში. ავტორი მიიჩნევს, რომ ფემიციდის გაშუქება ქართულ მედიაში მნიშვნელოვანი გამოწვევაა. საჭიროა მეტი პროფესიონალიზმი, ეთიკური სტანდარტების დაცვა და გენდერული სტერეოტიპების დაძლევა, რათა მედია იქცეს ფემიციდის პრევენციისა და ცნობიერების ამაღლების ეფექტურ ინსტრუმენტად, ამიტომ მან უნდა უზრუნველყოს მსხვერპლის მხარდაჭერაზე მორგებული ნარატივის შექმნა. (I.javakhishvili, 2020.8.08)

„ქალთა მიმართ ოჯახში ძალადობის საკითხების ეროვნული კვლევა საქართველოში“ - მოიცავს მონაცემებს ქალთა მიმართ ოჯახში ძალადობაზე საქართველოში და განიხილავს მედიაში ამ საკითხის გაშუქების პრაქტიკას. ის წარმოადგენს ეროვნული მნიშვნელობის დოკუმენტს, რომელიც ქალთა მიმართ ძალადობისა და ოჯახში ძალადობის საკითხებზე საქართველოში არსებული სიტუაციის დეტალურ ანალიზს გვთავაზობს. კვლევა შემუშავდა გაეროს მოსახლეობის ფონდის (UNFPA) მხარდაჭერით და ფოკუსირდება ძალადობის სახეობებზე, გავრცელების მასშტაბებსა და საზოგადოებრივ აღქმაზე. კვლევა ჩატარდა რაოდენობრივი და თვისობრივი მეთოდოლოგიით. გამოიყენეს მონაცემები, რომლებიც აიღეს ინტერვიუებისა და გამოკითხვების გზით. გამოიკითხა როგორც მსხვერპლები, ასევე სხვადასხვა პროფესიის წარმომადგენლები, რომლებიც ძალადობის შემთხვევებზე მუშაობენ.

კვლევა აღწერს ძალადობის რამდენიმე ძირითად ფორმას, მათ შორის, ფიზიკურ, სექსუალურ, ფსიქოლოგიურ და ეკონომიკურ ძალადობას. განსაკუთრებით დიდი ყურადღება ეთმობა ფსიქოლოგიურ ძალადობას, რომელიც ძალადობის ყველაზე გავრცელებული ფორმაა. მონაცემები აჩვენებს, რომ ოჯახში ძალადობა მნიშვნელოვან პრობლემად რჩება, განსაკუთრებით სოფლის მოსახლეობაში.

ავტორთა თქმით, საზოგადოებაში კვლავ ძლიერია პატრიარქალური სტერეოტიპები და გენდერული როლების ტრადიციული აღქმა.

ბევრი შემთხვევა რჩება დაურეგისტრირებელი, რადგან მსხვერპლებს ხშირად ეშინიათ სოციალური სტიგმის და არასაკმარისად ენდობიან სამართლებრივ სისტემას. კვლევის ავტორები მიიჩნევენ, რომ მედიაში ოჯახში ძალადობის გაშუქება ხშირად არაეთიკურია და არ ითვალისწინებს მსხვერპლთა დაცვის სტანდარტებს. განსაკუთრებული აქცენტი კეთდება ინფორმაციის გაშუქების სენსიტიურობაზე.

კვლევა ასახავს, რომ ქალთა მიმართ ოჯახში ძალადობა საქართველოში ჯერ კიდევ ფართოდ გავრცელებული პრობლემაა, რომელსაც გააჩნია როგორც ინდივიდუალური, ისე სოციალური ფესვები.

ავტორები ხაზს უსვამენ, რომ საჭიროა კომპლექსური და ინტეგრირებული მიდგომა, რომელიც ერთდროულად მოიცავს საკანონმდებლო ცვლილებებს, მედიაში ეთიკური სტანდარტების გაუმჯობესებასა და საზოგადოების განათლებას. (chitashvili, javaxishvili, aryutinovi, tsuladze, chachanidze, 2010)

სტატია „ქალთა მკვლელობის ბოლო შემთხვევები შემამფოთებელია და სახელმწიფოსგან პრევენციული მუშაობის რადიკალურ გაძლიერებას საჭიროებს“ (qalta mkvlelobis bolo shemtxvevebi shemashfotebelia, 20.01.2024) განიხილავს მედიაში ქალთა მკვლელობების გაშუქების პრობლემებს და სახელმწიფოს როლს პრევენციულ მუშაობაში. ის ხაზს უსვამს ქალთა მიმართ ძალადობის უკიდურესი ფორმის – ფემიციდის მზარდ საფრთხეს საქართველოში.

სტატიის ავტორები აღნიშნავენ, რომ ბოლო პერიოდში ფემიციდის შემთხვევების რაოდენობის ზრდა შემამფოთებელი გახდა და საჭიროებს დაუყოვნებლივ რეაგირებას. სახელმწიფოს პრევენციულ მუშაობაში აღინიშნება სისტემური პრობლემები, რაც გულისხმობს არასაკმარის სამართლებრივ ჩარჩოს და სოციალური მხარდაჭერის მექანიზმების სირთულეს. სახელმწიფოს მხრიდან შესაბამისი პოლიტიკის არარსებობა იწვევს კრიტიკას, განსაკუთრებით პრევენციულ ღონისძიებებზე დაბალი ყურადღების გამო. საზოგადოებაში გაბატონებული პატრიარქალური ნორმები და სტერეოტიპები ხელს უწყობს ფემიციდის შემთხვევების უგულებელყოფას.

სტატია აკრიტიკებს მედიაში ფემიციდის გაშუქების ტენდენციას, რომელიც ხშირად სენსაციალიზაციას ეყრდნობა. ყურადღება მახვილდება იმაზე, რომ მედიამ უნდა მოახერხოს საზოგადოებაში გენდერული ძალადობის პრობლემის სიღრმისეული წარმოჩენა და მსხვერპლთა მხარდაჭერა.

სტატიის ავტორები მიიჩნევენ, რომ სახელმწიფომ უნდა გაძლიეროს პრევენციული მუშაობა, რაც მოიცავს საკანონმდებლო და ინსტიტუციური რეფორმების განხორციელებას, ხოლო მედიამ უნდა აიღოს პასუხისმგებლობა, უზრუნველყოს ეთიკური გაშუქება და ხელი შეუწყოს საზოგადოების ცნობიერების ამაღლებას.

სტატია ხაზს უსვამს ასევე იმასაც, რომ ფემიციდი მხოლოდ ინდივიდუალური პრობლემა არ არის, არამედ სოციალური და სისტემური საკითხია. ავტორები მოუწოდებენ სახელმწიფოს, გააძლიეროს ინტეგრირებული მიდგომა, რომელიც მოიცავს როგორც სამართლებრივ, ისე საზოგადოებრივ ჩარჩოს.

სტატია „**Violence against Women in Georgia**“ (ქალთა მიმართ ძალადობა საქართველოში) წარმოადგენს გაეროს ქალთა მიმართ დისკრიმინაციის აღმოფხვრის კომიტეტისთვის (CEDAW) წარდგენილ ანგარიშს. ეს დოკუმენტი დეტალურად განიხილავს საქართველოში ქალთა მიმართ ძალადობის ძირითად პრობლემებს, სამართლებრივ და ინსტიტუციურ ჩავარდნებსა და სახელმწიფოს მიერ მიღებულ ზომებს.

დოკუმენტი შეიმუშავეს ადამიანის უფლებათა არასამთავრობო ორგანიზაციებმა და მის მიზანს წარმოადგენს საქართველოში ქალთა მიმართ ძალადობის სფეროში არსებული პრობლემების საერთაშორისო დონეზე წარმოჩენა. ანგარიში განსაკუთრებით ფოკუსირებულია სახელმწიფო პოლიტიკის ნაკლოვანებებსა და არსებული სტრუქტურების ეფექტურობაზე.

დოკუმენტში აღწერილია, რომ ფიზიკური და სექსუალური ძალადობა საქართველოში ფართოდ გავრცელებული პრობლემაა. ქალები ხშირად ხდებიან ძალადობის მსხვერპლნი როგორც ოჯახურ გარემოში, ისე საჯარო სივრცეში. ავტორების თქმით, ეკონომიკური და ფსიქოლოგიური ძალადობა კვლავ სერიოზული გამოწვევაა, რომელიც ხშირად შეუმჩნეველი რჩება. საზოგადოებაში გავრცელებული პატრიარქალური ნორმები და გენდერული სტერეოტიპები ქალთა მიმართ ძალადობის მთავარი სტრუქტურული მიზეზებია. ქალთა ეკონომიკური და სოციალური უფლებები ხშირად ირღვევა, რაც ხელს უწყობს მათი მოწყვლადობის ზრდას.

ამასთანავე, ავტორები მიიჩნევენ, რომ ქალები ხშირად არ მიმართავენ სამართლებრივ სისტემას, რადგან არ ენდობიან მის ეფექტიანობას ან ეშინიათ საზოგადოებრივი სტიგმის. პოლიცია ხშირად არ უზრუნველყოფს სათანადო დაცვას მსხვერპლებისთვის, რაც აძლიერებს ძალადობის განმეორებადობას.

ანგარიშში განსაკუთრებული აქცენტი კეთდება თავშესაფრებისა და ფსიქოლოგიური დახმარების ცენტრების სიმცირეზე. მედიასაშუალებების მხრიდან საკითხის გაშუქება ხშირად სტერეოტიპულია და არასაკმარისად სენსიტიური. ამიტომ დოკუმენტის ავტორები მოუწოდებენ მედიას, უფრო ეთიკურად და პასუხისმგებლიანად წარმოაჩინოს ქალთა მიმართ ძალადობის შემთხვევები. (Japaridze, Chitanava, Aladashvili, Duarte, 08.2006)

სტატია „**Gender Violence in the Georgian Media: Representation and Social Implications**“ (გენდერული ძალადობა ქართულ მედიაში: წარმოდგენა და სოციალური შედეგები) განიხილავს, თუ როგორ არის წარმოჩენილი გენდერული ძალადობის საკითხები ქართულ მედიაში და რა გავლენას ახდენს ამგვარი გაშუქება საზოგადოებაზე. სტატიაში მოცემულია ანალიზი მედიაში გავრცელებული ნარატივების, გაშუქების სტრატეგიებისა და სოციალური კონტექსტის შესახებ.

ტექსტების შინაარსობრივი ანალიზი მოიცავს სტატიებს, სატელევიზიო სიუჟეტებსა და ონლაინმედიის მასალებს. აქცენტი გაკეთებულია პრობლემების წარმოჩენის ფორმებსა და იმ სტერეოტიპებზე, რომლებიც შეიძლება ამ მედიაშინაარსებში იყოს წარმოდგენილი.

სტატიის ავტორები მიიჩნევენ, რომ ქართული მედია ხშირად იყენებს სენსაციურ ტონს, რაც აკნინებს საკითხის სერიოზულობას. ძალადობის ფაქტების დეტალური აღწერა ხშირად მიმართულია მორალური დასჯის ან შოკის ეფექტის გამოსაწვევად. გაშუქების ნაწილი შეიცავს მსხვერპლთა დადანაშაულების ელემენტებს, რაც კიდევ უფრო ამძაფრებს სტიგმას. ძალადობა ხშირად წარმოჩნდება როგორც ინდივიდუალური პრობლემა, ხოლო მისი სოციალური და სისტემური საფუძვლები უგულებელყოფილია.

მედიაშუალელების ნარატივები პირდაპირ გავლენას ახდენს საზოგადოების აზროვნებასა და გენდერული ძალადობისადმი დამოკიდებულებაზე, ხოლო სენსაციური გაშუქება ხელს უშლის პრობლემის საფუძვლიან გააზრებას. გაშუქების არაეთიკური სტანდარტები ხელს უწყობს მსხვერპლთა სტიგმატიზაციას და ხშირად აბრკოლებს მათთვის დახმარებას.

სტატიის ავტორები მიიჩნევენ, რომ ქართულ მედიაში გენდერული ძალადობის გაშუქებას ჯერ კიდევ ბევრი პრობლემა აქვს. ისინი გამოთქვამენ რეკომენდაციებს მედიის როლის გასაუმჯობესებლად: მედიამ უნდა გაითვალისწინოს მსხვერპლთა უფლებები და უზრუნველყოს მათთვის უსაფრთხო გარემოს შექმნა.

გაშუქება უნდა მოიცავდეს ძალადობის მიზეზებისა და სისტემური პრობლემების ანალიზს. მედიამ უნდა ითამაშოს საგანმანათლებლო როლი, რაც ხელს შეუწყობს საზოგადოების უფრო ჰუმანური დამოკიდებულების ჩამოყალიბებას. ავტორის აზრით, ქართული მედია ხშირად იყენებს ემოციურ ენას, რაც მაყურებელს ან მკითხველს ცალკეული ძალადობის შემთხვევების უფრო შოკისმომგვრელად წარმოჩენის საშუალებას აძლევს. მაგალითად, სათაურებით მედია ცდილობს გამოიწვიოს ინტერესის გაზრდა.

ხშირია შემთხვევები, როდესაც ძალადობის მსხვერპლი ფსიქოლოგიურად ან სოციალური თვალსაზრისით დასახელებულია, როგორც დამნაშავე. მაგალითად, თუ ქალი არ დაასტურებს ძალადობის შემთხვევას, მას ზოგჯერ არ ენდობიან ან უპასუხისმგებლო მხარედ ასახელებენ. ტერმინებით ხშირად ხდება მსხვერპლის ფსიქოლოგიური მდგომარეობის მცდარი ინტერპრეტაცია.

სტატიის მიხედვით, ძალადობის შემთხვევები ხშირად წარმოჩნდება როგორც პირადი კონფლიქტები, რაც მნიშვნელოვნად აზარალებს პრობლემის ფართო სოციალური ასპექტის გაგებას. მედია ხშირად მიუთითებს, რომ ძალადობის მიზეზი მხოლოდ ოჯახურ ურთიერთობებშია.

ავტორების აზრით, გაშუქების სტრატეგია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საზოგადოების აზროვნებაზე. ისეთი ტიპის გაშუქება, როგორიც არის სენსაციურობის ელემენტის სიჭარბე და მსხვერპლის დადანაშაულება, მხოლოდ ახალ სტერეოტიპებს ქმნის, რომლებიც არ ეხმარება გენდერული ძალადობის პრობლემის გადაწყვეტას.

ძალადობის ნიუანსური გაშუქება არანაირი დადებითი მომტანი არაა ძალადობის მსხვერპლისათვის. გაშუქების პროცესში უნდა შეინიშნებოდეს ძალადობის სისტემური და სოციალური ფუძეები, რაც გულისხმობს არა მხოლოდ კონკრეტულ შემთხვევებს, არამედ მთელ კულტურულ და სოციალურ სტრუქტურას. მაგალითად, საუბარი უნდა იყოს იმის შესახებ, რომ ძალადობა არა მარტო ფიზიკური, არამედ ფსიქოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისითაც სახეზეა.

ავტორის აზრით, მედიაკორპუსისთვის უნდა არსებობდეს სპეციალიზებული ტრენინგები, რომლებიც დაეხმარება ჟურნალისტებს, სწორად და ჰუმანურად გაშალონ ძალადობის შემთხვევები უფრო სიღრმისეულად და ეთიკურად. ამით ის არ დაეყრდნობა ზედაპირულ შეხედულებებს და სტერეოტიპულ სურათებს თავიდან აიცილებს. (Sandhya Lohani, Sha-Hanna Saffold, Tanya Jules, Brenda Blackwell, Suzanne Shurling, 2021)

ს. თოთიბაძე წიგნში „სიძულვილის ენა და გენდერული სტერეოტიპები ქართულ ციფრულ მედია-დისკურსში“ გენდერული თანასწორობისა და ქალთა მიმართ ძალადობის საზოგადოებრივ რეაგირებაზეა ორიენტირებული. წიგნი დეტალურად განიხილავს მედიის როლს ქალთა საკითხების გაშუქებაში და მისი გავლენის შეზღუდვებსა და შესაძლებლობებს.

ავტორის მიერ წიგნში ხაზგასმულია შემდეგი საკითხები:

1. **გენდერული სტერეოტიპების გაშუქება მედიაში** - მედიაში ქალთა საქმეები ხშირად დამახინჯებული ფორმითაა წარმოდგენილი, ქალები წარმოდგენილია სტერეოტიპული სახით, რაც ცუდად მოქმედებს საზოგადოების აღქმაზე. ამგვარი სტერეოტიპები შეიცავს მათ მუდმივ დაქვემდებარებას მამაკაცებზედა ხელს უშლის მათი სრულფასოვანი როლის გამოკვეთას.
2. **სექსისტური ენის გამოყენება** - მედია ძალიან ხშირად იყენებს სექსისტურ ენას, რაც ეხმარება ქალებსა და მამაკაცების შორის უთანასწორო სტატუსის ჩამოყალიბებას.
3. **ქალთა საკითხების მედიაში გაშუქება** - მიუხედავად იმისა, რომ ქალთა საკითხები მედიაში გაცილებით უფრო ხშირად განიხილება, ეს ტექსტები ხშირად ზედაპირულია და ნაკლებად ღრმა ანალიტიკას მოიცავს. აქედან გამომდინარე, საჭიროა უფრო სერიოზული მიდგომა ქალთა საკითხების გაშუქებისას.

სექსისტური გამონათქვამები და კლიშეები: განხილულია მედიაში გაჩენილი სექსისტური გამონათქვამები და კლიშეები, რომლებიც ასახავს ქალების მიმართ დამამცირებელ დამოკიდებულებებს, რაც ხელს უშლის მათი ნამდვილი პოტენციალის წარმოჩენას. ხშირად ქალები წარმოდგენილი არიან, როგორც „მისახედი“ ან „დასახმარებელი“ პერსონაჟები. ქალების ცხოვრების რეალური სურათის ფორმირებისას მედია ხშირად ასახავს მათ სუსტ და დამოკიდებულ მდგომარეობაში, რაც ამყარებს ტრადიციულ სტერეოტიპებს.

გენდერული დისბალანსი მედიაში: ავტორი აღნიშნავს, რომ მედიასაშუალებებში ქალთა და მამაკაცთა წარმომადგენლობა არ არის თანაბარი. ქალები ბევრად ნაკლებად არიან წარმოდგენილი მთავარ როლებში, განსაკუთრებით წამყვან და გადაწყვეტილების მიმღებ პოზიციებზე.

ავტორი იკვლევს, თუ როგორ ვლინდება ქალთა საკითხების გაშუქება მედიისტორიაში და როგორ განუწყვეტლივ იცვლება გაშუქების ხერხები. ასევე განხილულია, თუ როგორ უმკლავდება მედია დღეს გენდერულ სტერეოტიპებს და როგორ ერიდება ამ თემებთან დაკავშირებულ სირთულეებზე საუბარს.

ავტორი ყურადღებას ამახვილებს იმაზე, რომ გაშუქება ხშირად ზედაპირულია და არ ასახავს ძალადობის მთელ სიღრმეს. ის ბევრ შემთხვევაში სუბიექტურია, ცნობს ქალთა უფლებების დარღვევას მხოლოდ კონკრეტულ კონტექსტებში, ხოლო ზოგჯერ საერთოდ უგულებელყოფს მათ.

ხშირად ჟურნალისტებმა არ იციან, სწორად და პროფესიულად როგორ დასვან საკითხები, ამიტომ მნიშვნელოვანია, რომ ჟურნალისტებს ჰქონდეთ შესაბამისი განათლება და გამოცდილება, რათა უკეთ შეძლონ გენდერულად სწორი ინფორმაციის გავრცელება.

ასევე აუცილებელია, რომ ჟურნალისტები იყვნენ სენსიტიურები ქალთა საკითხების მიმართ. ავტორის აზრით, იმისთვის, რომ გენდერული საკითხები მედიაში სწორად და ეფექტურად გაშუქდეს, საჭიროა მრავალმხრივი თანამშრომლობა – როგორც ჟურნალისტებს შორის, ასევე არასამთავრობო ორგანიზაციებთან, განათლების სისტემასა და გენდერულ საკითხებზე მომუშავე ექსპერტებთან.

რეგიონული მედია უნდა იყოს უფრო აქტიური: ავტორი აღნიშნავს, რომ რეგიონულმა მედიამ უნდა გამოიყენოს თავისი მიკრომედიაპლატფორმები იმისთვის, რომ გააძლიერონ ქალთა საკითხებზე მუშაობა. წიგნში ასევე საუბარია არატრადიციული ორიენტაციის მქონე ქალების საკითხების გაშუქების პრობლემებზე. ავტორი აღნიშნავს, რომ ეს ჯგუფი ხშირად სათანადოდ არ არის წარმოდგენილი. ანალიტიკური კვლევების მიხედვით, არატრადიციული ორიენტაციის მქონე ქალები ხშირად განიცდიან მედიაში სტიგმატიზაციას და კონტენტი, რომელიც მათ ეხება ხშირად სავსეა არაზუსტი და დამამცირებელი სტერეოტიპებით. (თოთიბაძე, 2023)

ეუთოს მიერ გამოქვეყნებული ანგარიში „**Addressing Violence Against Women in Politics and the Public Sphere**“ ყურადღებას ამახვილებს ქალთა მიმართ ძალადობის ფორმებზე, რომლებიც ზღუდავს ქალთა პოლიტიკურ და საზოგადოებრივ ჩართულობას. ანგარიში ეხება როგორც ფიზიკურ, ისე ფსიქოლოგიურ და ონლაინძალადობას, რომელიც ხშირად გამოიყენება ქალების გაჩუმებისა და მათი საზოგადოებრივი აქტივობიდან განდევნის მისაღწევად.

ანგარიშის მიხედვით, ქალების მიმართ გამოვლენილი აგრესია მიმართულია მათი საზოგადოებრივ ცხოვრებაში ჩართულობის შეზღუდვისკენ. მუქარა, დაშინება და შეურაცხყოფა გავლენას ახდენს ქალების თვითშეფასებასა და აქტიურობაზე. სოციალური მედიის პლატფორმებზე ქალების მიმართ მტრული შეტყობინებები, სიძულვილის ენა და დეზინფორმაციის კამპანიები სწორედ ამ მიზნებს ისახავს.

ამ „კამპანიის გამო“ ქალები თავს არიდებენ საჯარო ცხოვრებასა და პოლიტიკურ აქტივობებს. ხდება სტიგმის გაძლიერება, რაც დამატებით ზღუდავს ქალთა მონაწილეობას საზოგადოებრივ ცხოვრებაში.

ანგარიშის ავტორები მიიჩნევენ, რომ მედია შეიძლება იყოს როგორც პრობლემის გამაწვავებელი, ისე მისი გადაჭრის ხელშემწყობი, ამიტომ საჭიროდ მიიჩნევენ ქალთა უფლებების გაძლიერებას კანონმდებლობისა და პოლიტიკის საშუალებით, საჯარო კამპანიებს ძალადობის აღმოსაფხვრელად და სამართლიანობის უფრო ეფექტურად უზრუნველყოფას. ანგარიში ხაზს უსვამს სახელმწიფოთა და საერთაშორისო ორგანიზაციების ერთობლივი ძალისხმევის მნიშვნელობას, რათა გაძლიერდეს ქალთა უფლებები და შემცირდეს ძალადობის რისკები.

ხსენებული დოკუმენტი გვაჩვენებს, რომ ქალთა მიმართ ძალადობა პოლიტიკურ და საზოგადოებრივ სივრცეებში არის სერიოზული პრობლემა, რომელიც საჭიროებს მულტიდისციპლინურ მიდგომას და პრიორიტეტულად უნდა იქნას აღქმული. (ეუთოს

რეგიონში პოლიტიკაში ქალთა მიმართ ძალადობის წინააღმდეგ ბრძოლის ინსტრუმენტები, 2022)

ევროპის საბჭოს მიერ გამოქვეყნებული დოკუმენტი „ქალთა მიმართ ძალადობის პრევენცია: სტამბოლის კონვენციის მე-12 მუხლი“ მიმოიხილავს ქალთა მიმართ ძალადობის პრევენციის სტრატეგიებს, რომლებიც განსაზღვრულია სტამბოლის კონვენციის მე-12 მუხლში. დოკუმენტი ხაზს უსვამს გენდერული სტერეოტიპების დაძლევის, მამაკაცებისა და ვაჟების ჩართულობის, მოწყვლადი ჯგუფების დაცვისა და ქალთა გაძლიერების მნიშვნელობას.

დოკუმენტის მიხედვით, ქალთა მიმართ ძალადობის პრევენციისთვის აუცილებელია საზოგადოებაში არსებული გენდერული სტერეოტიპებისა და ტრადიციების გადახედვა, რომლებიც ხელს უწყობენ ქალთა დისკრიმინაციას. ავტორების თქმით, მამაკაცებისა და ვაჟების აქტიური მონაწილეობა გენდერული თანასწორობის მიღწევასა და ძალადობის პრევენციაში კრიტიკულად მნიშვნელოვანია. მომეტებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმ ქალებს, რომლებიც განსაკუთრებულად მოწყვლადნი არიან ძალადობის მიმართ, მათ შორის, ეთნიკური უმცირესობების, ლგბტაქ+ თემის წარმომადგენლებისა და შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე პირებს.

დოკუმენტის ავტორები მიიჩნევენ, რომ ქალთა ეკონომიკური, სოციალური და პოლიტიკური გაძლიერება აუცილებელია, რათა მათ შეძლონ საკუთარი უფლებების დაცვა და ძალადობისგან თავდაცვა. ამიტომ აუცილებელია ასევე განათლების სისტემაში გენდერული თანასწორობის საკითხების ინტეგრაცია, საზოგადოებრივი კამპანიების ჩატარება გენდერული სტერეოტიპების დასაძლევად. მამაკაცებისა და ვაჟების ჩართვა გენდერული თანასწორობის პროგრამებში, მოწყვლადი ჯგუფების საჭიროებების გათვალისწინება პოლიტიკის შემუშავებისას. დოკუმენტი შეიცავს პრაქტიკულ მაგალითებს და რესურსებს, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას პოლიტიკის განხორციელებისას.

დოკუმენტში საუბარია მედიის ჩართულობაზე დანაშაულის პრევენციის საქმეში. ის თამაშობს დიდ როლს საზოგადოებაში ქალთა მიმართ ძალადობის პრობლემის გააზრებაში. მისი საშუალებით შესაძლებელია ძალადობის მიზეზებზე, შედეგებსა და პრევენციის გზებზე განათლების გავრცელება. მედიის გავლენით შეიძლება სტიგმის შემცირება და მსხვერპლთა გაძლიერება.

დოკუმენტის თანახმად, ზოგჯერ მედია იყენებს „სენსაციის ენას“, რომელიც შეიძლება ზიანის მომტანი იყოს მსხვერპლისთვის და გააძლიეროს სტიგმა. ხშირად პრობლემა წარმოდგენილია ინდივიდუალური კონტექსტით და არა სისტემურ დონეზე, რაც ართულებს ძალადობის პრევენციისთვის სტრატეგიული გადაწყვეტილებების მიღებას. მედია ზოგჯერ არ იცავს მსხვერპლთა პირად ინფორმაციას, რაც იწვევს დამატებით ტრავმებსა და მათი უსაფრთხოების რისკებს. გავრცელებულია სტერეოტიპული ნარატივები, რომლებიც ქალთა მიმართ ძალადობის პასუხისმგებლობას მსხვერპლს აკისრებს ან ამართლებს მოძალადეს. (მარიან ესთერი, სარა-ჯეინ ლილეი, 2014)

„მედიის თვითრეგულირება და პროფესიული სტანდარტები“ განიხილავს მედიაში ეთიკის, პროფესიული სტანდარტებისა და თვითრეგულირების მექანიზმებს. მასში აღწერილია, როგორ უნდა გაშუქდეს სხვადასხვა საკითხები ჟურნალისტური ეთიკის დაცვით, მათ შორის, გენდერული ძალადობა. დოკუმენტი მოიცავს საუკეთესო პრაქტიკებს,

საერთაშორისო სტანდარტებს და მედიის პასუხისმგებლობას წარმოაჩენს საზოგადოების წინაშე. აქცენტი კეთდება დეზინფორმაციისა და სიძულვილის ენის პრევენციაზე. (მედიაეთიკა და პროფესიული სტანდარტი)

დოკუმენტი „გენდერული თანასწორობის გაშუქების მონიტორინგის ანგარიში“ მიმოიხილავს ქართულ მედიაში გენდერული საკითხების გაშუქების ტენდენციებს. ანალიზი ეფუძნება მედიის შინაარსობრივ კვლევას და აჩვენებს, როგორ არიან წარმოდგენილი ქალები და გენდერული ძალადობა მედიაში. ანგარიშის მიხედვით, არსებობს პრობლემები, როგორებიცაა: სტერეოტიპული გაშუქება და გენდერული ბალანსის ნაკლებობა. დოკუმენტის ავტორების ერთ-ერთი მთავარი მიზანი ისეთი შემთხვევების გამოვლენაა, რომლებიც ამყარებს ან ამსხვრევს ქართულ საზოგადოებაში დამკვიდრებულ გენდერულ სტერეოტიპებს. საერთო ჯამში, შემთხვევები, როცა გენდერული სტერეოტიპების გამყარება ხდება, აჭარბებს სტერეოტიპების მსხვრევის შემთხვევებს, თუმცა ავტორები აღნიშნავენ, რომ მონიტორინგის პერიოდში გამოვლინდა ამის მცდელობის მაგალითებიც. ქალ მძღოლებს, პარკინგისა და გადატვირთული მოძრაობის შესახებ ეკითხებიან კაც მძღოლებთან ერთად, კახეთში რთველის გაშუქებისას, ქალი რთველის მენეჯერად და კაცის თანასწორადაა წარმოდგენილი, სამხედრო ქალები სირიაში, სამხარეულოში საჭმლის მომზადებით დაკავებული კაცი. თუმცა, ასეთი მაგალითები ბევრი არ არის და ჟურნალისტების მცდელობა, რომ დაამსხვრიონ სტერეოტიპები, ყოველთვის სისრულეში ვერ მოდის. მაგალითად, ერთ-ერთ სიუჟეტში გადატვირთულ მოძრაობასთან დაკავშირებით ქალ მძღოლს ჰკითხეს საწვავზე გაზრდილი ფასის შესახებ ისევე, როგორც კაც მძღოლებს. თუმცა ქალს ასევე ჰკითხეს საკვები პროდუქტების ფასებზე, რითიც ხაზი გაუსვეს ქალის საზოგადოებაში დამკვიდრებულ როლს. სიუჟეტებში პროდუქტების ფასის, ხარისხის შესახებ ხშირად მეტ ქალ რესპონდენტს ვხვდებით, ვიდრე კაცს და ესეც აძლიერებს სტერეოტიპს, რომ ქალია პასუხისმგებელი საკვების ყიდვასა და მომზადებაზე.

გენდერული სტერეოტიპის გამყარების კიდევ ერთი მაგალითია სიუჟეტი სათამაშოების ხარისხზე, სადაც ნეიტრალურ და ობიექტურ ტექსტს თან ახლდა ბავშვების თამაშის კადრები. თუკი ერთ-ერთ პირველ კადრში პატარა გოგო და ბიჭი ერთად თამაშობენ მანქანით ქვიშაში, რაც სტერეოტიპებისგან თავისუფალი ვიზუალიზაციის კარგი მაგალითია, შემდეგ არის კადრი, სადაც გოგო თამაშობს თოჯინით, აჭმევს და აძინებს მას, ძილის წინ უმღერის კიდეც.

ბავშვები გენდერული როლების შესახებ პატარაობიდანვე სწავლობენ. შესაბამისად, სათამაშოების სეგრეგაცია ამისი სწავლის ძლიერი ინსტრუმენტია. თოჯინების, სამხარეულოს აქსესუარებისა და მსგავსი სათამაშოების წარმოდგენა „გოგოს სათამაშოებად“ აძლიერებს არსებულ სტერეოტიპებს, რასაც შემდგომში გავლენა აქვს იმაზე, თუ რა როლში ხედავენ გოგოები და ქალები თავის თავს მომავალში.

ანგარიშის ავტორების აზრით, სატელევიზიო სივრცეში გამოყენებული ენა ზოგჯერ არ არის გენდერულად ნეიტრალური. სიტყვების/ფრაზების ჩამონათვალი, რაც ამყარებს გენდერულ სტერეოტიპებს, მოიცავს ქალების მოხსენიებას „ქალბატონოთი“ არა მათთვის მიმართვის დროს, არამედ მათზე საუბრის დროს.

ასევე ქალების აღსანიშნავად ისეთი ფრაზების გამოყენებას, როგორიცაა „სუსტი სქესის წარმომადგენლები“, „მშვენიერი სქესი“. ამავდროულად კაცების მოხსენიებას „ძლიერ სქესად“. საკითხებისა და პროფესიების დაყოფას „კაცურ“ და „ქალურ“ საქმეებად. ასეთი

სიტყვები/ფრაზები აძლიერებს უთანასწორობას ქალებსა და კაცებს შორის. მსგავსი ტერმინების გამოყენება, მონიტორინგის შედეგების მიხედვით, ხშირი არ არის. თუმცა, ამის მაგალითები არაერთ სატელევიზიო არხზე გვხვდება. (კავკასიის კვლევითი რესურსების ცენტრი, 15.11.2017)

ამგვარად, მოხმობილი და განხილული ლიტერატურის თანახმად, ცხადი ხდება, რომ მედიასტანდარტები კიდევ უფრო დასახვეწია, შესაბამისი ენისა და ნორმების შემუშავება აუცილებელია, ხოლო საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებისა და ევროპულ სტანდარტებთან დაახლოების მიზნით, მედიამკვლევრები საჭიროდ მიიჩნევენ კვლევების გაგრძელებასა და მათი პრეცედენტულობის სიღრმისეული ანალიზის ჩატარებას.

ბიბლიოგრაფია

- Chitashvili, javaxishvili, aryutinovi, tsuladze, chachanidze. (2010). *qalta mimart dzaladobis sakitxebis kvleva saqartveloshi*. tbilisi: /georgia.unfpa.org.
- Japaridze, Chitanava, Aladashvili, Duarte. (08.2006). *Violence against Women in Georgia*. New York: omct.org.
- I. javakhishvili. (2020.8.08). *_pemitsidis_gashukebis_praktika_kartul_satelevizio_mediashi*. *researchgate.net*.
- Lisa D. Dellinger, M. K. (2021). *https://www.unwomen.org/*.
- Lomazzi, V. (2023.31.01). The Cultural Roots of Violence against Women: Individual and Institutional Gender Norms in 12 Countries. *www.mdpi.com*.
- N.Haarr, D. (2023). National Study on Violence against Women in Georgia 2022. *https://georgia.unwomen.org*.
- Nadja Karlsson, Marisol Llila, Maria Wemrell. (2020,27.07). Representation of Intimate Partner Violence Against Women in Swedish News Media: A Discourse Analysis. *journals.sagepub.com*, 27.
- Ntuli, N. N. (2021). *Media Portrayal of Gender-Based Violence: A Perception Study in Uitenhage, Eastern Cape South Africa*.
- qalta mkvlelobis bolo shemtxvevebi shemashfotebelia. (20.01.2024). *socialjustice.org.ge*.
- Sandhya Lohani, Sha-Hanna Saffold, Tanya Jules, Brenda Blackwell, Suzanne Shurling. (2021). Underreporting of intimate partner violence against women: An.
- Sarah M. McMahon, N. D. (2020). Gender-based violence and media coverage: How the media frames violence against women.
- თოთიბაძე, ს. (2023). *სიძულვილის ენა და გენდერული სტერეოტიპები ქართულ ციფრულ მედია-დისკურსში*. თბილისი: გამომცემლობა „უნივერსალი“.
- (2022). *ეუთოს რეგიონში პოლიტიკაში ქალთა მიმართ ძალადობის წინააღმდეგ ბრძოლის ინსტრუმენტები*. ვარშავა: *https://www.osce.org/*.
- კავკასიის კვლევითი რესურსების ცენტრი. (15.11.2017). *გენდერული თანასწორობა საქართველოს 2017 წლის ადგილობრივი თვითმმართველობის არჩევნების გაშუქებაში*. *https://www.undp.org/*.
- მარიან ესთერი, სარა-ჯეინ ლილეი. (2014). *ქალთა მიმართ ძალადობის პრევენცია სტამბოლის კონვენციის მე-12 მუხლი*. *https://rm.coe.int/*.

Dynamics of coverage of violence against women 2020-2025. (on the example of Palitra-TV, "Rustavi 2", TV "Imedi")

introduction and literature review

Zhana Asanidze

Annotation

Violence against women refers to any act of gender-based violence that causes physical, sexual or psychological harm or suffering to women. This type of violence can take many forms, but is not limited to domestic violence, sexual violence, rape, human trafficking, genital mutilation, and forced prostitution. It is a widespread and deep-rooted problem that affects women of all ages, backgrounds and social status all over the world.

Correct coverage of this issue will ensure victim protection and prevention, which will reduce such increased statistics.

Accurate definitions and the right reporting system help society hold criminals more accountable, "neutralize" them, which will lead to less violence in the future.

Proper reporting informs the public about the causes of such violence, risk factors and mechanisms of impact on the perpetrator, thereby contributing not only to prevention efforts, but also to social change.

The right coverage allows survivors to talk about their experiences, break the silence and advocate for change. They also became "helpers" of people who still do not have information on how to escape from violence, how to act in case of need.

Overall, proper coverage of violence against women is essential to address this widespread human rights violation, promote gender equality, and create a safe environment for all individuals.

Ignoring ethical standards in reporting on violence can have significant consequences for both individuals and society as a whole. If the media disseminates incomplete information or misinformation without ethical guidelines, it can cause public confusion, mistrust of the media, violate the presumption of innocence, and introduce stigmas.

These practices may also violate privacy laws, and sensationalist coverage may cause emotional distress, reputational damage, and even physical harm.

The purpose of this research paper is to reveal the dynamics of coverage of violence issues by the media, to show the trends of media transformation in this regard, and to develop such principles of coverage that will not encourage a certain part of society, increase the statistics of violence, will not aggravate the situation of the victims' family members, will not create a new stigma and will not make the broadcasts Misplaced emphasis so as not to inadvertently encourage crime. The subject of this research paper is to develop the principles of media coverage that does not encourage a certain part of the society, increase the statistics of violence, does not aggravate the situation of the victims' family members, does not create a kind of stigma and does not make wrong accents in programs, does not unintentionally encourage crime.

Nanotechnology as a Transformer of the Agro-Sector

Sofio Paliani¹, Levan Ratiani²

¹PhD student, Department of Business Administration, Faculty of Business Technologies, Georgian Technical University, E-mail: s_paliani@yahoo.com, Tel.: +995 599 920493, ²Korea University, College of Science, Department of Chemistry, Master, E-mail: leonratiani@gmail.com, Tel.: +82 010-5939-9055

Annotation

This article examines the scope of nanotechnology use in the agricultural sector and discusses the state of research in this field. The analysis is based on the study of the experience of advanced foreign countries. The authors express hope that Georgia has the opportunity to develop in this direction, and international indicators, and research substantiate this. Georgia's digitization process has been dynamic since 2012, and the country has the opportunity to carry out and develop transformations in the agricultural sector in this regard.

At the end of the article, the authors present a conclusion. The role of nanotechnology in management is considered in an interdisciplinary perspective as one of the best ways to improve the management of organizational transformations in business entities operating in the agricultural sphere.

Keywords: Nanotechnology; Agro-sector; Transformation; Digitalization.

Introduction

Today, humanity lives in the latest period of development; this is the stage that has ensured the convergence of five technological revolutions in one machine-computer[10]. The world has undergone the electronic, informational and artificial intelligence revolutions in just a century [13]. This stage of human development gave rise to the first computer, a new field of management, the Internet and many innovations, the newest of which is nanotechnology - a scientific field that implements transformations. The interdisciplinary nature of this field and the practice already implemented in the world give us hope that the world will successfully solve global challenges in many directions using nanomaterials. The introduction of nanotechnology in the Georgian agro-sector will help entities working in this direction to implement transformations, which is a prerequisite for the country's economic growth.

Main test

The main text generally reviews the concepts of organizational transformations, the agro-sector, digitalization and nanotechnology. Today, there is no uniform definition of transformation in science [15]. It is understood as a transition from one state to another, i.e. to a desired state, as a structural, corporate, etc. change. Generally, there are three groups of gradations: developmental, transitional and transformational transformations. The concept of agriculture essentially encompasses the agrosphere, which combines farming, animal husbandry, agro-production, agribusiness and significantly contributes to a particular country's economic development. The development of the agrosphere is not understood as the advancement of a single sector, agromedicine and agrotourism are subfields of medicine and tourism that simultaneously experience changes and synergistically affect each other. The development of the agrosphere should be carried out taking into account the principles of green economy and ecology. In the conditions of digitalization, innovations are a prerequisite for sustainable development. In this situation, strengthening competitiveness and efficiency is challenging for all countries. Nanotechnology, a new direction in science formed in the conditions of the digital revolution, directly impacts the transformation of the fields of the same era - business and management. Nanotechnology is used in many fields, including production, logistics, etc. As for the role of nanotechnology in organizational transformations, in our opinion it is quite important because:

1. Nano, the production of innovative products optimizes the production process.
2. Equipment created with nano materials simplifies data collection and analysis, which is important for making quick decisions.
3. Nanosensors provide automated control of enterprise management, thereby improving the management process.
4. Nanotechnology provides simplification of adaptation and effectiveness of change management.
5. Nano eco-friendly products are a prerequisite for sustainable development due to the reduction of operating costs.

Nanointegration of a business entity is a prerequisite for simplifying, improving and perfecting the management of organizational transformations. Which is expressed in the following: reducing costs, easily responding to global challenges in the direction of the principles of a green economy and effective governance. Thus, nanotechnology is an important element not only of industrial, but also of management and organizational transformations and development.

Role of Nanotechnology in Agriculture

Nanotechnology is transforming agriculture by increasing crop protection, reducing environmental effects, and optimizing resource utilization. Ineffective nutrient delivery, overuse of pesticides, and inadequate soil and crop health monitoring are common problems with traditional agricultural practices. Nanotechnology tackles these issues by offering precision-based solutions that maximize agricultural inputs, minimize waste, and boost overall productivity.

The major applications of nanotechnology in agriculture can be classified into four key areas:

Nanofertilizers: Increasing Nutrient Efficiency and Crop Yields

Due to their inefficiencies, conventional fertilizers cause nitrogen loss through runoff and leaching, raising expenses and polluting the environment [1]. By improving nutrient intake and decreasing waste

through regulated release mechanisms, nanofertilizers provide an answer [2]. These fertilizers can be divided into three groups: nanoscale coatings (fertilizers with nanolayered release control), nanoscale additives (nanomaterials combined with traditional fertilizers), and nanoscale fertilizers (encapsulated nutrients) [1]. Their large surface area ensures more effective nutrition delivery by enhancing solubility and absorption [2]. On-demand nutrient release, which reacts to changes in soil pH, moisture content, and temperature, is a significant benefit that avoids overfertilization and lessens environmental harm [3]. Additionally, they increase the bioavailability of vital micronutrients such as magnesium, iron, and zinc [2]. Research indicates that using magnesium oxide nanoparticles in nanofertilizers can enhance cotton yields by 42.2% and boost the absorption of nitrogen, phosphorus, and potassium in coffee plants by up to 67.5% [2]. These findings demonstrate how they can increase productivity with lower application rates. Although there are advantages, adoption is hampered by high production costs, small farmers' restricted access, and concerns about long-term environmental effects [1][4]. Since regulatory frameworks are continually developing, further safety and sustainability research is necessary.

Nanofertilizers can potentially increase agricultural productivity while promoting food security and environmental sustainability with further developments. Future studies should concentrate on ecological safety, large-scale application, and cost reduction [3].

Nanopesticides: Enhanced Crop Protection and Reduced Environmental Impact

Concerns about pesticide resistance, water contamination, and toxicity to non-target creatures are only a few of the health and environmental issues brought on by the overuse of conventional pesticides [5]. By increasing pesticide delivery efficiency, decreasing treatment frequency, and limiting environmental impact, nanopesticides—created via nanotechnology—offer a novel pest control method [4]. To improve the stability and targeted release of active pesticide components, nanopesticides employ nanoscale carriers. These formulations, intended to enhance solubility, adhesion, and controlled release qualities, include metal-based nanopesticides, polymer-based nanoparticles, nanoemulsions, nanosuspensions, and nanocapsules [6]. A longer-lasting effect with less pesticide loss is ensured by nanoencapsulation, which shields active chemicals from premature deterioration brought on by UV light and environmental conditions [5]. Their effectiveness stems from their improved capacity to stick to plant surfaces, withstand rainwater wash-off, and more successfully pierce insect cuticles. Certain nanopesticides containing silver nanoparticles or chitosan also have antifungal and antibacterial qualities, offering dual defense against pests and plant diseases [4]. Furthermore, studies show that nanopesticides enhance integrated pest management (IPM) by guaranteeing slow-release, regulated formulations that reduce application frequency [5]. One of their main advantages is that nanopesticides have less adverse effect on ecosystems and non-target creatures. Because of runoff and deposition, traditional pesticides can cause collateral harm to aquatic systems, beneficial insects, and soil microorganisms. Because of their tailored action and lower dosages, nanopesticides reduce negative impacts without sacrificing the effectiveness of pest control [1].

Nanotechnology in Soil and Water Management

Two of the most urgent issues facing modern agriculture are soil degradation and water scarcity, which endanger sustainability and long-term output. By tackling issues like nutrient depletion, pollution, and wasteful water use, nanotechnology provides creative ways to strengthen soil health and improve water management [7].

Nanotechnology in Soil Management

To improve soil fertility, structure, and pollution remediation, nanotechnology is essential. Nanoparticles include zero-valent iron (nZVI), nano-clays, and nano-silica to improve soil aggregation, retain more water, and immobilize dangerous pollutants [7]. By enabling the gradual and regulated release of vital nutrients, these nanomaterials guarantee that crops get a consistent supply of components like potassium, phosphorus, and nitrogen [8]. By more efficiently binding nutrients, nano-fertilizers minimize environmental losses and help prevent nutrient leakage and soil depletion [8]. Better nutrient bioavailability, for example, is offered by nano-zinc and nano-phosphorus fertilizers, which ensure efficient plant absorption and lessen the need for excessive chemical fertilizers [3]. Furthermore, nanotechnology can recover degraded lands by introducing nanoparticles that promote microbial activity and improve soil bioremediation [7].

Nanotechnology in Water Management

Water must be managed effectively as a vital resource for agriculture to support sustainable crop production. Desalination, conservation, and water purification methods have all been transformed by nanotechnology. Iron oxide, titanium dioxide, and carbon-based nanomaterials are examples of nanoparticles that are frequently employed in water filtration and decontamination processes to eliminate organic contaminants, pesticides, and heavy metals. By purifying saline water, nano-enabled desalination technologies—like nanomembranes and nano-enhanced reverse osmosis—make it suitable for irrigation in arid and semi-arid areas. Furthermore, nano-absorbent materials lessen water loss from runoff and evaporation by increasing soil water retention. For instance, soil can be treated with nanoscale water-absorbent polymers to improve moisture retention and decrease the need for frequent watering [9]. Nanosensors also monitor pollution, water quality, and soil moisture levels. By identifying contaminants before reaching crops, these sensors aid in safe irrigation, water resource conservation, and optimization of irrigation [9].

In the process of preparing the Constitution, the state of digitization/digitalization of Georgia in general and the current situation in the agricultural sector in this direction were studied. Digitization is actively underway all over the world. In this regard, the digitization process of Georgia has been dynamic since 2012 and is being implemented by government organizations. According to UN data, the EGDI index in 2022 was 0.75, and with this data, Georgia firmly established itself in the VHEGDI, i.e. very high group. The data of international indicators and the country's place in the rating lists confirm that digitalization has covered all areas and according to the Human Development Index, Georgia is a country of very high development, the trajectory of the process is positive, and state support is a prerequisite for development in this direction. As already mentioned, a study was also conducted to fix the state of studying the use of modern technologies. A cluster-based study of Georgian agro-sector companies found that the progress of digital transformation in terms of the use of computers, mobile phones, and e-mail is on average satisfactory, while the overall use of drones and nanotechnologies is not even 1-2 percent and is unsatisfactory [14]. Business entities in the agro-sector (mainly small entrepreneurs) are unable to purchase digital tools and they lack sectoral knowledge in this area. State support is important to overcome the problem. Through funding of scientific units and economic entities, subsidies, free training programs, and the provision of equipment at preferential prices.

Conclusion

The figures fixed in international indices confirm that Georgia is not only a leader in the South Caucasus, but is also ready to take bigger and bolder steps in the direction of digitalization, which is obviously impossible without the introduction of nanotechnology, because today this small technology is completely changing the world - nanotechnology is rightly considered a transformer of industries. The use of nanomaterials in the agro-sector is especially important, because world practice (the example of India) shows a positive trajectory in this direction. In general, the agrosphere and its adjacent sectors (agromedicine, agrotourism, ecology, etc.) show high receptivity to this new field. As for the experimental terms and results, as we have already mentioned, five years of scientific observation are probably sufficient in this regard. The implementation of transformations in this direction depends on the activity of the agro-sector and state support.

Bibliography

1. Nandini,, B., Mawale, K. S., & Giridhar, P. (2023). *Nanomaterials in Agriculture for Plant Health and Food Safety: A Comprehensive Review on the Current State of Agro-Nanoscience*. 3 Biotech, 13:73. DOI: 10.1007/s13205-023-03470-w.
2. Liu, C., Zhou, H., & Zhou, J. (2021). *The Applications of Nanotechnology in Crop Production*. Molecules, 26, 7070. DOI: 10.3390/molecules26237070.
3. Javaid, A., Hameed, S., Li, L., Zhang, Z., & Zhang, B. (2024). *Can Nanotechnology and Genomics Innovations Trigger Agricultural Revolution and Sustainable Development?* Functional & Integrative Genomics, 24, 216. DOI: 10.1007/s10142-024-01485-x.
4. Tripathi, S., Mahra, S., J, V., Tiwari, K., Rana, S., & Tripathi, D. K. (2023). *Recent Advances and Perspectives of Nanomaterials in Agricultural Management and Associated Environmental Risk: A Review*. Nanomaterials, 13, 1604. DOI: 10.3390/nano13101604.
5. Gupta, P., Sharma, M., & Sharma, S. (2023). Emerging Advances in Nanopesticides for Sustainable Agriculture. Emer Life Sci Res, 9(1), 164-176.
6. Chhipa, H. (2017). Nanofertilizers and Nanopesticides for Agriculture. Environmental Chemistry Letters, 15, 15-22. DOI: 10.1007/s10311-016-0600-4.
7. Dhanapal, A., et al. (2024). Nanotechnology Approaches for the Remediation of Agricultural Polluted Soils. DOI: 10.1007/s42452-024-06265-7.
8. Rana, L., et al. (2024). Nanotechnology for Water Management in Agriculture. Discover Applied Sciences, 6:555. DOI: 10.1007/s42452-024-06265-7.
9. Hakim, A., et al. (2023). Application of Nanoparticles in Soil and Water Treatment. Materials Research Foundations 148, 229-251. DOI: 10.21741/9781644902554-8.
10. . Paliani S., Analysis and Assessment of the Digitalization Process of Georgia, Georgian Scientists, 2025.
11. <http://www.nanoarchive.org>
12. ჯიშიაშვილი დ. , ნანოტექნოლოგიის შესავალი. თბ., 2007.
13. ღურუკაია თ., ფალიანი ს., ეკონომიკის ციფრული ტრანსფორმაცია (დიჯიტალიზაცია), როგორც გლობალური გარდაქმნა, ჟ. „ეკონომიკა“, თბ., 2023.

14. ფალიანი ს., საქართველოს ბიზნესის ციფრული გარდაქმნა, ჟ. „მომბე“, 2024.

15. ფალიანი ს., გარდაქმნების და ცვლილებების თანამედროვე გამოწვევები ბიზნესში. ჟ. „ეკონომიკა“. ტ. 105, თბ., 2023.

ნანოტექნოლოგია, როგორც აგროსექტორის ტრანსფორმატორი

სოფიო ფალიანი¹, ლევან რატიანი²,

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის, ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის დოქტორანტი E-mail: s_paliani@yahoo.com ტელ.: +995 599 920493;

²კორეის უნივერსიტეტის, მეცნიერების ფაკულტეტის, ქიმიის დეპარტამენტის მაგისტრი E-mail: leonratiani@gmail.com ტელ.: +82 010-5939-9055

ანოტაცია

წინამდებარე სტატიაში შესწავლილია ნანოტექნოლოგიების გამოყენების მასშტაბი აგროსექტორში და განხილულია ამ მიმართულებით დარგის შესწავლის მდგომარეობა. ანალიზი ჩატარებულია უცხოეთის მოწინავე ქვეყნების გამოცდილების შესწავლის საფუძველზე. ავტორები გამოთქვამენ იმედს, რომ ამ მიმართულებით საქართველოს აქვს განვითარების შესაძლებლობა, აღნიშნული კი დასაბუთებულია საერთაშორისო ინდიკატორების მაჩვენებლებით და კვლევებით. საქართველოს გაციფრების პროცესი დინამიურია 2012 წლიდან და ქვეყანას აქვს ამ კუთხით აგროსექტორში გარდაქმნების ჩატარებისა და განვითარების შესაძლებლობა.

სტატიის ბოლოს წარმოდგენილია დასკვნა. მენეჯმენტში ნანოტექნოლოგიის როლს მოიაზრებენ ინტერდისციპლინარულ ჭრილში, როგორც აგროსფეროში მომუშავე ბიზნეს სუბიექტებში ორგანიზაციული გარდაქმნების მართვის სრულყოფის ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებას.

საკვანძო სიტყვები: ნანოტექნოლოგია; აგროსექტორი; ტრანსფორმაცია; დიგიტალიზაცია.

საგადასახადო დავის წარმოება საქართველოში გვენეტაძე შორენა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი

აბსტრაქტი

საგადასახადო დავების სამართლიანი და ეფექტიანი გადაწყვეტა ქვეყნის ბიზნეს მიმზიდველობის ერთ-ერთი აუცილებელი კრიტერიუმია. საგადასახადო დავების განხილვა მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს წარმოადგენს, რომელიც უზრუნველყოფს გადასახადის გადამხდელთა უფლებების დაცვას.

საქართველოში საგადასახადო ორგანოს მიერ დაკისრებული საგადასახადო ვალდებულების გასაჩივრების მსურველი მეწარმეების რიცხვი მაღალია, რაც ზრდის მოლოდინებს საგადასახადო დავების წარმოების, აღსრულების მექანიზმების მიმართ.

საგადასახადო რისკების სწორი და ეფექტური მართვა გულისხმობს გაურკვევლობის სფეროების კონტროლს, რათა ბიზნესის მიერ დასახული მიზნების მიღწევა იყოს უფრო გამჭვირვალე და თავიდან იქნას აცილებული დავების წარმოშობა იმ სახელმწიფოების კომპეტენტურ საგადასახადო ორგანოებთან, სადაც კონკრეტული გადასახადის გადამხდელი საქმიანობს.

საგადასახადო კანონმდებლობაში განხორციელებული ცვლილებები, რიგ შემთხვევაში, ემსახურება კანონმდებლობის ბუნდოვანი, ორაზროვანი ინტერპრეტაციის მქონე დებულებების აღმოფხვრას, ხოლო რიგ შემთხვევაში, მიმართულია ახალი დაბეგვრის მექანიზმის შემუშავებისკენ. ეს უკანასკნელი, გადასახადის გადამხდელების მიერ სათანადო ცოდნას, ცვლილების მიმართ გარკვეული მზაობის არსებობას, დროულ ადაპტირებას მოითხოვს, რაც ყოველთვის ვერ ხორციელდება წარმატებულად და პირდაპირ თუ ირიბად, რიგ შემთხვევაში, წარმოქმნის საგადასახადო დავას.

დავის განმხილველი ორგანო ვალდებულია იხელმძღვანელოს სამართლიანობის, ობიექტურობის, მხარეთა თანასწორობისა და მიუკერძოებლობის პრინციპებით. სისტემაში საგადასახადო დავის შედეგად დაუშვებელია მომჩივნის საგადასახადო ვალდებულებების დამძიმება, გარდა გადამხდელის თანხმობით ამავე დავის ფარგლებში ჩატარებული შემოწმების შემთხვევისა.

საკვანძო სიტყვები: საგადასახადო დავა; დავის განმხილველი ორგანოები; დაბეგვრის ერთიანი პრაქტიკის უზრუნველყოფა; მცირე და საშუალო ბიზნესი; საგადასახადო რისკი; მეთოდოლოგიური საინფორმაციო ჰაბი.

ძირითადი ტექსტი

ქვეყანაში საგადასახადო ადმინისტრირების გაუმჯობესების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მექანიზმი არის სისტემური და ერთგვაროვანი საგადასახადო პრაქტიკის არსებობა. საგადასახადო კოდექსი, მისი დაქვემდებარებული ნორმატიული აქტები და საგადასახადო ურთიერთობის მარეგულირებელი საერთაშორისო ხელშეკრულებები ადგენს მხოლოდ დაბეგვრის ძირითად პრინციპებს, შესაბამისად, საგადასახადო ადმინისტრაციის მიერ გამოცემული ინსტრუქციები და მეთოდური მითითებები, სასამართლოს და ფინანსთა სამინისტროს სისტემაში არსებული დავების განმხილველი ორგანოების მიერ მიღებულ გადაწყვეტილებებთან ერთად, უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ერთგვაროვანი საგადასახადო პრაქტიკის ჩამოყალიბებაში.

მოქმედი საგადასახადო კანონმდებლობა არეგულირებს საგადასახადო დავის გადაწყვეტის წესს და საგადასახადო ვალდებულების შესრულებასთან დაკავშირებულ სამართლებრივ ურთიერთობებს.

საგადასახადო დავა შესაძლებელია განხილულ იქნეს საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს სისტემასა და სასამართლოში.

საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს საქმის განხილვისას, საგადასახადო დავის ნებისმიერ ეტაპზე მომჩივანს უფლება აქვს, მიმართოს სასამართლოს. სასამართლოში დავის წარმოების წესი განისაზღვრება საქართველოს ადმინისტრაციული საპროცესო კანონმდებლობით.

დავის განმხილველი ორგანოები არიან სსიპ შემოსავლების სამსახური და საქართველოს ფინანსთა სამინისტროსთან არსებული დავების განხილვის საბჭო.

საჩივრის წარმოებაში მისაღებად არსებობს რიგი პროცედურული/ტექნიკური ეტაპები, რომელიც მდგომარეობს შემდეგში: საჩივრის რეგისტრაციის შემდგომ, ხდება საჩივრის დასაშვებობის შემოწმება, მხარეთა არგუმენტაციის შესწავლა/ანალიზი, მხარეებისგან დამატებითი ინფორმაციის/დოკუმენტაციის გამოთხოვა, დავების განხილვის საბჭოსთვის საჩივარზე ინფორმაციის მომზადება და საბჭოს მიერ მიღებული გადაწყვეტილების გაფორმება.

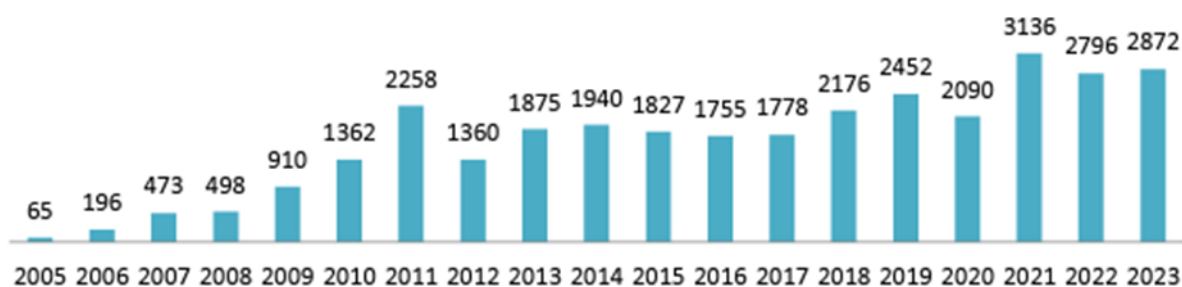
საგადასახადო დავის პერიოდში, საგადასახადო დავალიანების უზრუნველყოფის მიზნებისთვის, სადავო საგადასახადო დავალიანება არის პირის მიმართ დარიცხული გადასახადის ან/და სანქციის თანხა, რომელიც აღიარებული არ არის და არ არის გასაჩივრებული საგადასახადო კოდექსით დადგენილი წესით. სადავო საგადასახადო დავალიანების გადახდის ვალდებულება შეჩერებულად ითლება საგადასახადო დავის დაწყების დღიდან მის დასრულებამდე. დავის განმხილველი ორგანოს გადაწყვეტილება ძალაში შედის მომჩივნისთვის ჩაბარებიდან 21-ე დღეს, მისი მომდევნო ინსტანციაში გაუსაჩივრებლობის შემთხვევაში. ძალაში შესული გადაწყვეტილების შესრულება სავალდებულოა. დავის განმხილველი ორგანოს შუალედური ან საბოლოო გადაწყვეტილების აღუსრულებლობა ან აღსრულების არამართლზომიერი შეფერხება ითვლება დისციპლინურ გადაცდომად და იწვევს საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებულ პასუხისმგებლობას.

დავის განმხილველი ორგანოს მიერ მიღებული გადაწყვეტილების განმარტების მიზნით, როგორც მომჩივანი, ასევე საგადასახადო ორგანო უფლებამოსილია მოითხოვოს განმარტება. გადაწყვეტილების განმარტებისას, დავის განმხილველი ორგანო ხელმძღვანელობს იმავე ვადებით, რომელიც დადგენილი საჩივრის განხილვისთვის. განმარტება გადაწყვეტილების განუყოფელია ნაწილია.

საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს სისტემაში დავის განახლება დასაშვებია მხოლოდ ახლად აღმოჩენილი ან ახლად გამოვლენილი გარემოების შემთხვევაში, გადაწყვეტილების მიღებიდან 6 წლის ვადაში.

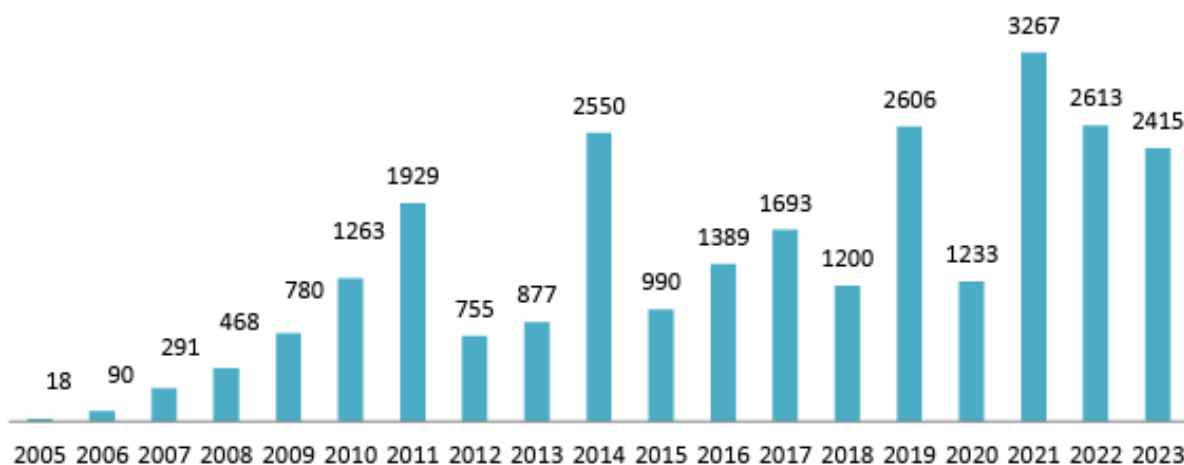
დავების განხილვის საბჭოს აპარატის 2023 წლის ანგარიშში გვაცნობს საქართველოს ფინანსთა სამინისტროსთან არსებული დავების განხილვის საბჭოს მიერ 2023 წლის განმავლობაში გაწეული საქმიანობის სტატისტიკური მონაცემებს. კერძოდ, საქართველოს ფინანსთა სამინისტროსთან არსებული დავების განხილვის საბჭოში წარმოდგენილი საჩივრებისა და ამავე საბჭოს მიერ მიღებული გადაწყვეტილებების შესახებ.

დინამიკა წლების მიხედვით



ნახაზი N1. საბჭოში წარმოდგენილი საჩივრები
წყარო: დავების განხილვის საბჭოს სტატისტიკური ანგარიში

დინამიკა წლების მიხედვით



ნახაზი N2. მიღებული გადაწყვეტილებები
წყარო: დავების განხილვის საბჭოს სტატისტიკური ანგარიში

საგადასახადო კანონმდებლობაში არსებობს მნიშვნელოვნად ჰუმანური მუხლი, რომელიც ე.წ. „good faith“-ის პრინციპის გამოყენებას გულისხმობს. აღნიშნული ნორმა, საერთაშორისო პრაქტიკის გაზიარების შედეგია. კერძოდ, საგადასახადო კოდექსის 269-ე მუხლი ადგენს საგადასახადო სამართალდარღვევისა და პასუხისმგებლობის ზოგად პრინციპებს. აღნიშნული რეგულაცია ითვალისწინებს, სწორედ, გადასახადის გადამხდელის მხრიდან, გადასახადით დაბეგვრის ამა თუ იმ საკითხის შეცდომით გაგების, არ ცოდნის შესაძლებლობას. სწორედ ამ მიზნით, კანონმდებლობა, უფლებამოსილებას ანიჭებს საგადასახადო ორგანოს, ასევე დავის განმხილველ ორგანოს, გაათავისუფლოს კეთილსინდისიერი გადასახადის გადამხდელი შესაბამისი ქმედებისთვის, სამართალდარღვევისთვის გათვალისწინებული სანქციისგან, პასუხისმგებლობის ზომისგან, თუ სამართალდარღვევა გამოწვეულია გადასახადის გადამხდელის შეცდომით/არცოდნით.

შესაძლოა გადასახადის გადამხდელია მოქმედებდეს კეთილსინდისიერების ფარგლებში, არ ქონდეს მიზნად დასახული გადასახადის გადახდისგან თავის არიდება, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ჩაიდინოს სამართალდარღვევა და დაეკისროს შესაბამისი პასუხისმგებლობის ზომა. სწორედ, ასეთ შემთხვევაში, საგადასახადო ორგანოს/დავის განმხილველ ორგანოს ან სასამართლოს უფლება აქვს, გაათავისუფლოს კეთილსინდისიერი გადასახადის გადამხდელი საგადასახადო კოდექსით გათვალისწინებული სანქციისაგან, თუ სამართალდარღვევა გამოწვეულია გადასახადის გადამხდელის შეცდომით/არცოდნით. აღსანიშნავია ისიც, კონკრეტული კრიტერიუმები, რა შემთხვევაში შეიძლება ჩაითვალოს მეწარმე კეთილსინდისიერ გადამხდელად, კანონმდებლობით დადგენილი არ არის.

სტაბილურად მზარდი საგადასახადო დავების დინამიკის გათვალისწინებით, საგადასახადო დავების წარმოქმნის პრევენციის მხრივ, მნიშვნელოვანია არსებობდეს სათანადო ხელმისაწვდომობა, განსაკუთრებით, მცირე და საშუალო ბიზნესისთვის, საგადასახადო ორგანოების მიერ დამკვიდრებული გადასახადის გადამხდელთა დაბეგვრის არსებული პრაქტიკის გაზიარების მიზნით.

2023 წლიდან შეიქმნა და ფუნქციონირება დაიწყო ონლაინ პლატფორმამ www.infohub.rs.ge, რომელიც წარმოადგენს საკანონმდებლო და მეთოდოლოგიური ბაზის საინფორმაციო ჰაბს და განკუთვნილია სსიპ შემოსავლების სამსახურის მიერ ადმინისტრირებად მიმართულებებზე ცნობიერების ასამაღლებლად. აღნიშნულ პლატფორმაზე, მუდმივი განახლების რეჟიმში, განთავსებულია და ხელმისაწვდომია საგადასახადო და საბაჟო საკითხებთან დაკავშირებული ინფორმაცია/დოკუმენტაცია, საგადასახადო და საბაჟო ორგანოების მიერ გამოცემული გადაწყვეტილებები.

დასკვნა

საგადასახადო დავა შესაძლებელია განხილულ იქნეს ფინანსთა სამინისტროს სისტემასა და სასამართლოში. აღნიშნული, გადასახადის გადამხდელისთვის კანონით მნიშვნელოვან მინიჭებულ უფლებას წარმოადგენს.

საგადასახადო დავის წარმოქმნის პრევენციისთვის, მნიშვნელოვანია ბიზნესს საგადასახადო ვალდებულებების შესრულება უწყვედეს ღია, გამჭვირვალე, ნაკლებად ინტერპრეტაციის შემცველი საგადასახადო ნორმების გამოყენები და უზრუნველყოფილ იქნეს

გადამხდელისთვის გადასახადებით დაბეგვრის ერთიანი პრაქტიკა.

ერთიანი მეთოდოლოგიური ბაზის შექმნა და შესაბამის პლატფორმაზე საგადასახადო და საბაჟო ორგანოების მიერ გამოცემული გადაწყვეტილებების განთავსება, დაბეგვრის ერთიანი პრაქტიკის შექმნის მიზნით, მისასალმებელია ყველა ზომის და კატეგორიის გადამხდელისათვის.

საგადასახადო დავის წამოწყება გადასახადის გადამხდელს აძლევს შესაძლებლობას შეჩერდეს მის მიმართ დავალიანების გადახდის ვალდებულება. დავის განხილვა მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს წარმოადგენს, რომელიც უზრუნველყოფს გადასახადის გადამხდელთა უფლებების დაცვას. დავის განმხილველი ორგანოების მიერ მიღებული გადაწყვეტილებები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ერთგვაროვანი საგადასახადო პრაქტიკის ჩამოყალიბებაში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Dr. Nur Hidayat, SE, ME, Ak, - Corporate Tax Risk Management. Elex Media Komputindo, 2015
2. Michael Heimig - Tax Risk Management im Konzern. Springer Fachmedien Wiesbaden, Mar 6, 2019 - Business & Economics - 367 pages
3. საგადასახადო დავების ანალიზი; USAID GEORGIA აშშ-ის საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს პროექტი „მმართველობა განვითარებისათვის“ (2016)
4. „საქართველოს მცირე და საშუალო მეწარმეობის განვითარების სტრატეგია 2021-2025 წლებისთვის“- საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სააგენტო <https://bit.ly/3NRk8Ut>
5. თ.კოპალეიშვილი, მ.ჩიკვილაძე. „გადასახადები და დაბეგვრა“, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბილისი 2011
6. ფინანსთა სამინისტროს სისტემაში განხილული დავების სტატისტიკა - <https://taxdisputes.gov.ge/4045>

Tax dispute proceedings in Georgia

Gvenetadze Shorena

Ph.D student , Georgian Technical University

Summary

Fair and effective resolution of tax disputes is one of the key criteria for the business attractiveness of a country. The review of tax disputes is an important tool that ensures the protection of taxpayer's rights.

The number of entrepreneurs wishing to appeal tax obligations imposed by the tax authority in Georgia is high, which increases expectations for the mechanisms for conducting and enforcing tax disputes.

Proper and effective management of tax risks involves controlling areas of uncertainty so that the achievement of the goals set by the business be more transparent and disputes with the competent tax authorities of the states where a particular taxpayer operates be avoided.

The amendments made to the tax legislation, in some cases, serve to eliminate unclear, ambiguously interpreted provisions of the legislation, and in some cases, are aimed at developing a new taxation mechanism. It requires proper knowledge, a certain readiness for change, and timely adaptation by taxpayers, which cannot always be implemented successfully and, directly or indirectly, in some cases, gives us an increased number of disputes.

The dispute body is obliged to be guided by the principles of fairness, objectivity, equality of parties, and impartiality. In the system, it is not permissible to burden the tax obligations of the complainant as a result of a tax dispute, except in the case of an inspection conducted within the framework of the same dispute with the consent of the taxpayer.

Keywords: Tax dispute; Dispute resolution bodies; Ensuring uniform taxation practices; Small and medium-sized businesses; Tax risk; Methodological information hub.

T ლიმფოციტების სუბპოპულაციების ცვლილებები სხვადასხვა ტიპის ენტერიტის დროს

თამარ ნიკოლაიშვილი¹, ციცინო ფარულავა¹, ინგა მამუჩიშვილი¹, ნინო ქანთარია², გიორგი ბურკაძე²

¹საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტი; ²თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტი

აბსტრაქტი

ცელიაკია არის წვრილი ნაწლავის იმუნურად გაშუალებული ანთებითი მდგომარეობა, რომელიც განპირობებულია გლუტენის საწინააღმდეგო ანტისხეულებით გენეტიკურად წინასწარგნაწყობილ პირებში. დიაგნოსტიკისთვის რეკომენდებულია ნაწლავის ბიოფსია, რომელიც ავლენს ინტრაეპითელური ლიმფოციტების (intraepithelial lymphocytes (IELs)) გაზრდილ რაოდენობას, კრიპტების ჰიპერპლაზიასა და ხაოების ატროფიას (Marsh II, Marsh III). ხშირ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ცელიაკის დიფერენცირება ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტისგან, რომლის დროსაც, შესაძლოა, გამოვლინდება ხაოების მინიმალური ატროფია, კრიპტების ზომიერი ჰიპერპლაზია, საკუთარი ფირფიტის ლიმფოციტებით, პლაზმური უჯრედებითა და ეოზინოფილებით ინფილტრაცია. ძირითადი განსხვავება მოიცავს ინტრაეპითელური ლიმფოციტების რაოდენობას. ჩვენი კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ CD103 წარმოადგენს ყველაზე სენსიტიურ მარკერს ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტისა და ცელიაკის დიფერენცირებისთვის.

CD103 წარმოადგენს ყველაზე სენსიტიურ მარკერს სხვადასხვა ხარისხის ცელიაკის შეფასებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ცელიაკია; დუოდენიტი; Marsh კლასიფიკაცია; ინტრაეპითელური ლიმფოციტები.

შესავალი

ცელიაკია არის წვრილი ნაწლავის იმუნურად გაშუალებული ანთებითი მდგომარეობა, რომელიც განპირობებულია გლუტენის საწინააღმდეგო ანტისხეულებით გენეტიკურად წინასწარგნაწყობილ პირებში. დიაგნოსტიკისთვის რეკომენდებულია ნაწლავის ბიოფსია, რომელიც ავლენს ინტრაეპითელური ლიმფოციტების (intraepithelial lymphocytes (IELs)) გაზრდილ რაოდენობას, კრიპტების ჰიპერპლაზიასა და ხაოების ატროფიას (Marsh II, Marsh

III) [1]. კვლევების მიხედვით სავარაუდოა, რომ გლუტენი პირდაპირ არ მოქმედებს ენტეროციტებზე, ის აპროვოცირებს იმუნურ პასუხს CD4+ T (ადაპტაციური იმუნური პასუხი) და CD8+ T (დაუყოვნებელი იმუნური პასუხი) ინტრაეპითელურ ლიმფოციტების აქტივაციის გზით. შესაბამისად, ცელიაკიის პათოგენეზში ლიმფოციტები აზიანებენ ეპითელიოციტებს ანთებითა და ციტოტოქსიკური მექანიზმებით, რაც განაპირობებს ატროფიული ტიპის დაზიანებას. თუმცა, ამ აქტივობის მიზეზები და მექანიზმები ცნობილი არ არის. მიუხედავად იმისა, რომ ნაწლავური და ექსტრა-ნაწლავური კლინიკური სიმპტომების ფართო სპექტრი არის მალაბსორბციული ენტეროპათიის შედეგი, ის ასევე გამოწვეულია სისტემური აუტოიმუნური ანთებითი რეაქციით [1].

შესწავლილი ფაქტების მიხედვით, სავარაუდოა, რომ ცელიაკიის პათოგენეზის ძირითადი ელემენტებია HLA-DQ2 და HLA-DQ8 გენოტიპები, გარემო ფაქტორები (გლუტენის მიღება) და ქსოვილოვანი ტრანსგლუტამინაზას აუტოანტიგენი (tTG) [2]. ცელიაკიით დაავადებულთა 99%-ზე მეტს აქვს HLA-DQ2 ან HLA-DQ8 გენოტიპი, საერთო პოპულაციაში, ნორმაში, კი ეს მაჩვენებელი 40%-ს შეადგენს. ცელიაკია დიაგნოსტირდება სიმპტომების ცვლადი კომბინაციით, ცელიაკიის ანტისხეულების პოზიტიურობით, HLA-DQ2/DQ8-ის არსებობითა და თორმეტგოჯა ნაწლავის ჰისტოლოგიური გამოკვლევით [3].

ცელიაკია ჰისტოპათოლოგიური მახასიათებლებით ემსგავსება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის სხვა პათოლოგიებს. შესაბამისად, დიაგნოზის დასადასტურებლად აუცილებელია კლინიკური, ლაბორატორიული, ენდოსკოპიური და ჰისტოლოგიური შედეგების კორელაცია. ხშირ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ცელიაკიის დიფერენცირება ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტისგან, რომელიც თავის მხრივ განპირობებულია ინფექციით, ან ანთების საწინააღდეგო არასტეროიდული მედიკამენტების მოხმარებით, რიგ შემთხვევაში კი იდიოპათიურია [4].

ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტის შემთხვევაში ჰისტოლოგიური მახასიათებლები ცელიაკიის მსგავსია და შესაძლოა გამოვლინდეს ხაოების მინიმალური ატროფია, კრიპტების ზომიერი ჰიპერპლაზია, საკუთარი ფირფიტის ლიმფოციტებით, პლაზმური უჯრედებითა და ეოზინოფილებით ინფილტრაცია [5]. ძირითადი განსხვავება მოიცავს ინტრაეპითელური ლიმფოციტების რაოდენობას, რომელიც ცელიაკიის შემთხვევაში შეადგენს >25-ს 100 ენტეროციტზე, ხოლო ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტის შემთხვევაში კი <25-ს 100 ენტეროციტზე. შესაბამისად, ჰისტოლოგიური გამოკვლევა კლინიკურ და სეროლოგიურ მონაცემებთან ერთად წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფაქტორს მათი დიფერენციაციისთვის [6].

თუმცა, მხოლოდ ინტრაეპითელური ლიმფოციტოზის არსებობა, კრიპტების ჰიპერპლაზიისა და ხაოების ატროფიის გარეშე, შესაძლოა დამახასიათებელი იყოს ცელიაკიის Marsh I ტიპისთვის [7]. ინტრაეპითელური ლიმფოციტების რაოდენობა ფასდება ჰისტოლოგიურად, ჰემატოქსილინითა და ეოზინით შეღებილ ანათლებში, თუმცა, უჯრედებს შორის კონტრასტის ნაკლებობამ შეიძლება გაართულოს შეფასება [8].

როგორც უკვე აღინიშნა, გლუტენ-სენსიტიური ენტეროპათია ხასიათდება ინტრაეპითელური ლიმფოციტების გაზრდილი რაოდენობით მაშინაც კი, როცა ხაოების არქიტექტურა ნორმალურია, განსაკუთრებით Marsh 1-ის შემთხვევაში [9]. ზოგიერთი ავტორის მოსაზრებით, CD8 და CD3 იმუნოჰისტოქიმიური მარკერებით შესაძლებელია

ინტრაეპითელური ლიმფოციტების აღმოჩენა ჰემატოქსილინით-ეოზინით შეღებულ ნორმალურ ანათლებში. თუმცა, დადასტურებული მტკიცებულებები აღნიშნული მოსაზრების სასარგებლოდ არ არსებობს.

CD4 მარკერი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს CD4+ T უჯრედების იდენტიფიცირებაში, რომლებსაც, შესაძლოა, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ქონდეთ გლუტენის მიმართ განვითარებულ იმუნურ პასუხში [10]. იმუნოჰისტოქიმიური კვლევით შესაძლებელია ბაზალურ მემბრანაში CD4+ T ლიმფოციტების აღმოჩენა და წარმოადგენს მნიშვნელოვან მარკერს ცელიაკიის დროს ადგილობრივი იმუნური პასუხის მექანიზმის გასაგებად. CD103 ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ცელიაკიის პათოგენეზში ინტრაეპითელურ ლიმფოციტებში ექსპრესიის გზით [11]. CD103 წარმოადგენს სპეციფიკურ მარკერს ინტრაეპითელური ლიმფოციტებისთვის, შესაბამისად მისი ექსპრესია მაშინ, როცა ხალების ატროფია არ ვლინდება, ან მინიმალურია, მნიშვნელოვანია დიაგნოზის დასადასტურებლად [12].

ყოველივე ზემოხსენებულიდან გამომდინარე ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა T ლიმფოციტების სუბპოპულაციების ცვლილებების თავისებურებები სხვადასხვა ტიპის ენტერიტების დროს.

მასალა და მეთოდები

კვლევის ფარგლებში განხორციელებულ იქნა კოჰორტული რეტროგრადული კვლევა, რისთვისაც გამოყენებული იყო თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სასწავლო-სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიის 2019-2024 წლების საარქივო მასალა.

საერთო ჯამში, კვლევა მოიცავდა არაპერსონიფიცირებულ ფორმალინში დაფიქსირებულ და პარაფინში ჩაყალიბებულ (FFPE) ჯამში 120 შემთხვევას:

30 შემთხვევა - ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტი;

30 შემთხვევა - ცელიაკია Marsh 1;

30 შემთხვევა - ცელიაკია Marsh 3a;

30 შემთხვევა - ცელიაკია Marsh 3b.

ანათლები შეიღება სტანდარტული იმუნოჰისტოქიმიური პროცედურის გამოყენებით. მარკერების ექსპრესია შეფასდა მარკერ-პოზიტიური უჯრედების პროცენტული მაჩვენებლის მიხედვით.

იმუნოჰისტოქიმიური კვლევისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი ანტისხეულები:

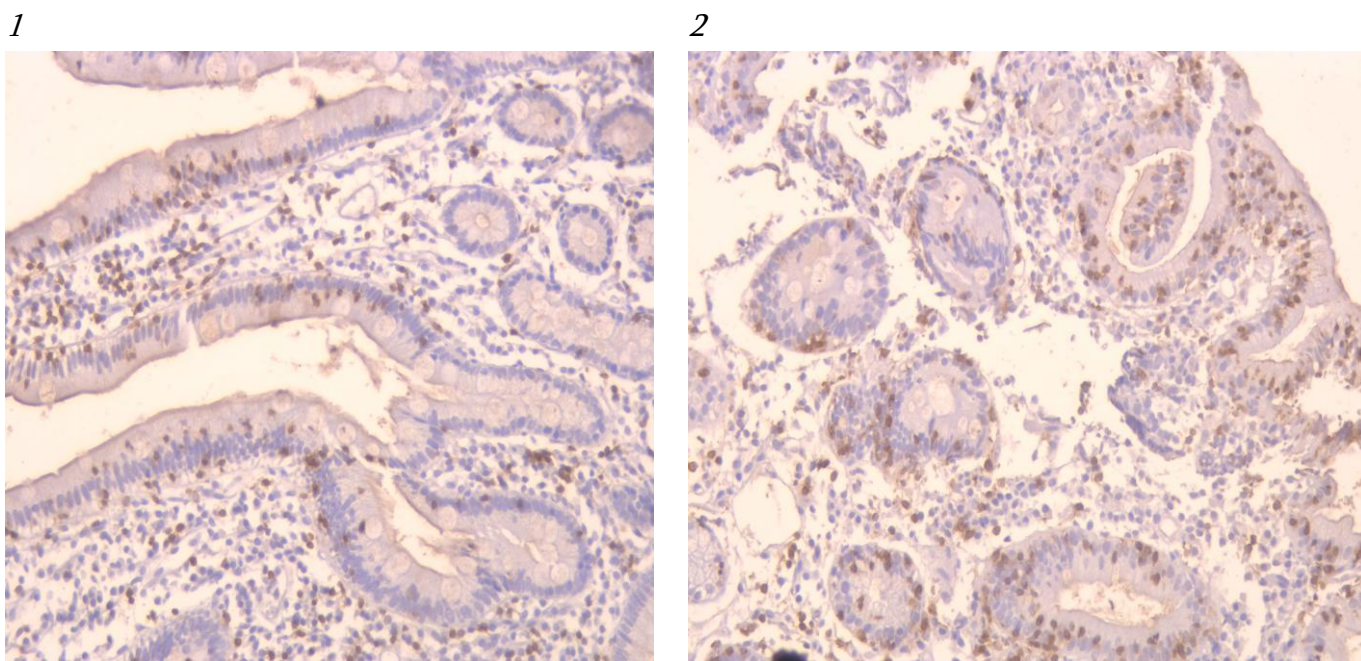
- CD103 - *clone: EP206 Leica*
- CD3 - *clone: LN10 Leica*
- CD4 - *clone: 4B12 Leica*
- CD8 - *clone: 4B11 Leica*

გამოყენებულ იქნა ვიზუალიზაციის სისტემა Novolink™ Max Polymer Detection System (Leica).

იმუნოჰისტოქიმიური კვლევის შედეგების ინტერპრეტაცია განხორციელდა ორი დამოუკიდებელი პათოლოგ-ანატომის მიერ (გ.ზ; შ.კ).

კვლევის შედეგები

CD3 მარკერის თორმეტგოჯა ნაწლავის მფარავ ეპითელიუმში ექსპრესია პროგრესულად იზრდება ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტიდან (20 ± 1.3) ცელიაკიის Marsh 3b ტიპამდე (39.5 ± 1.3). Marsh 3a (39.5 ± 1.3) და Marsh 3b (39.5 ± 1.3) ქვეტიპებში მარკერის ექსპრესია სტაბილურად უცვლელია და სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობას არ იძლევა.



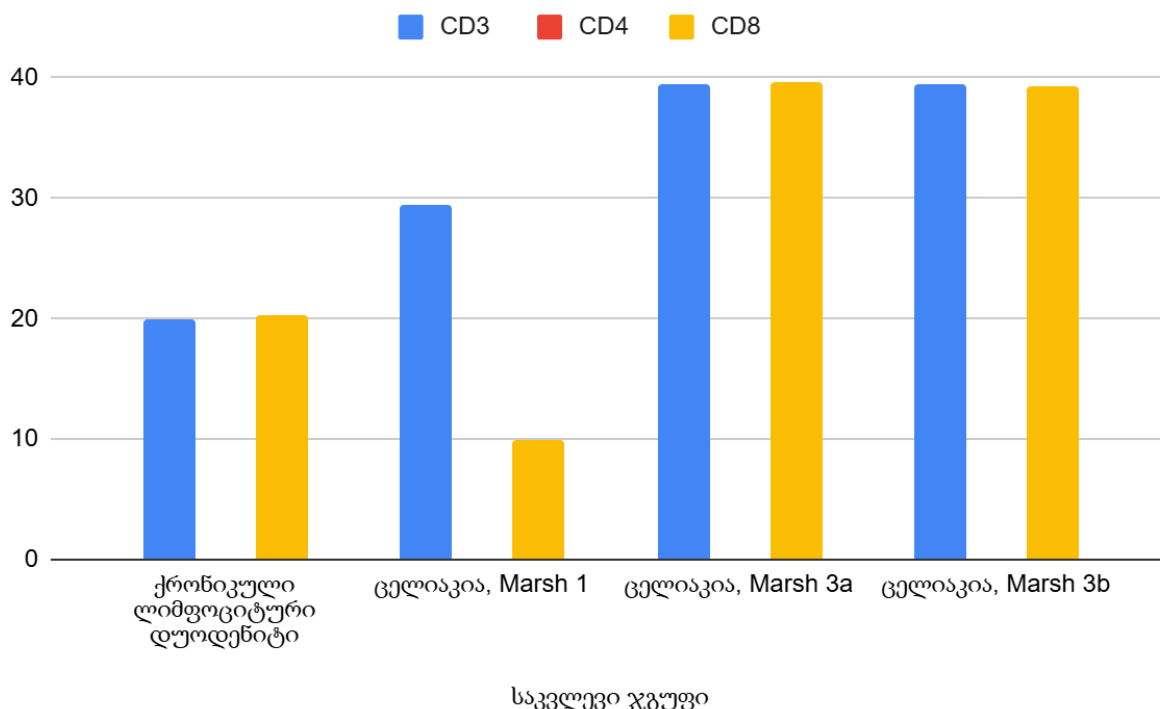
სურათი 1. 1) CD3-ის ექსპრესია, ცელიაკია Marsh 1, IHC, X200; 2) CD3-ის ექსპრესია, ცელიაკია Marsh 3a, IHC, X200.

ცხრილი 3: მარკერების ექსპრესია სხვადასხვა ტიპის ენტერიტის დროს

საკვლევი ჯგუფი	CD3	CD4	CD8	CD103
ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტი	20 ± 1.3	ნეგატიური	20.3 ± 1.8	15.0 ± 0.9
ცელიაკია, Marsh 1	29.4 ± 1.5	ნეგატიური	9.9 ± 1.2	5.0 ± 1.2
ცელიაკია, Marsh 3a	39.5 ± 1.3	ნეგატიური	39.6 ± 1.4	29.8 ± 1.3
ცელიაკია, Marsh 3b	39.5 ± 1.3	ნეგატიური	39.3 ± 1.3	39.7 ± 1.3

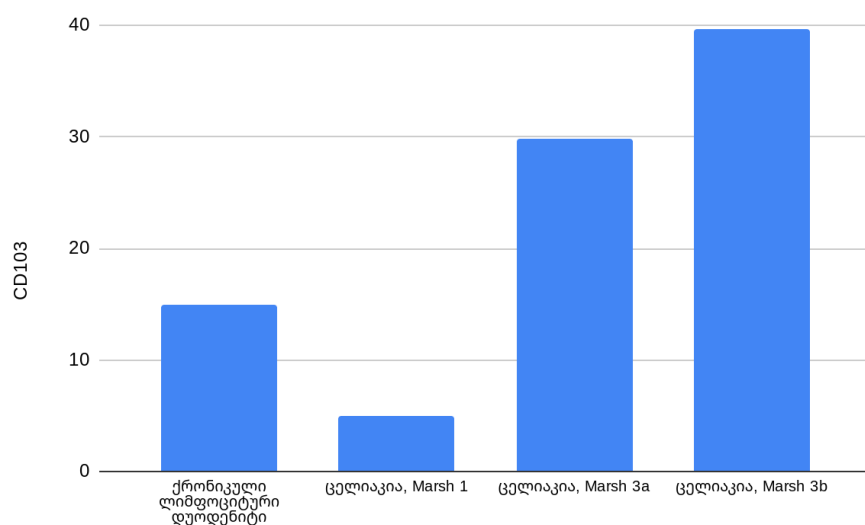
თორმეტგოჯა ნაწლავის მფარავ ეპითელიუმში CD4 მარკერი არ ექსპრესირებს.

მფარავ ეპითელიუმში CD8 მარკერის ექსპრესია ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტიდან (20.3 ± 1.8) Marsh 1-მდე (9.9 ± 1.2) მკვეთრად მცირდება, ხოლო Marsh 3a (39.6 ± 1.4) და 3b (39.3 ± 1.3) ტიპებში მცირედ განსხვავდება.



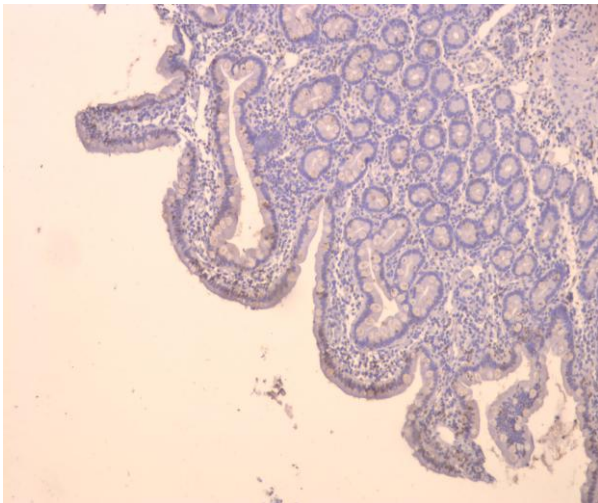
გრაფიკი 1. CD3, CD4, CD8 მარკერების ექსპრესია სხვადასხვა ტიპის ენტერიტის დროს

CD103 მარკერის ექსპრესია ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტიდან (15.0 ± 0.9) Marsh 1-მდე (5.0 ± 1.0) მკვეთრად მცირდება, ხოლო ხოლო Marsh 3a (29.8 ± 1.0) და Marsh 3b (39.7 ± 1.3) ტიპებში მნიშვნელოვნად იზრდება.

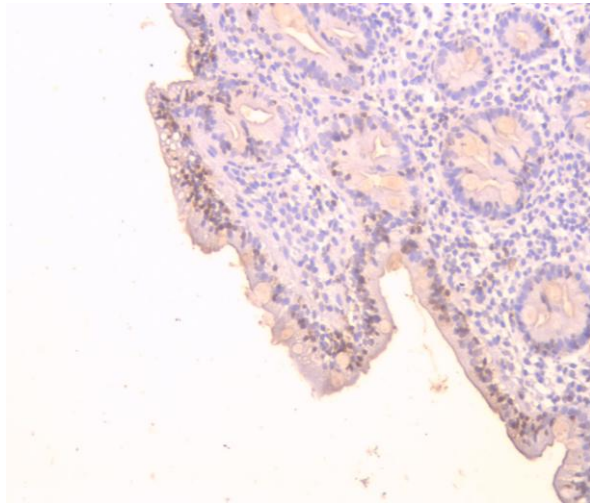


გრაფიკი 2. CD103-ის ექსპრესია სხვადასხვა ტიპის ენტერიტის დროს

1



2



სურათი 2. 1) CD103-ის ექსპრესია, ცელიაკია Marsh 3a, IHC, X200; 2) CD103-ის ექსპრესია, ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტი, IHC, X200.

კვლევის შედეგების ანალიზი

თორმეტგოჯა ნაწლავის მფარავ ეპითელიუმში CD3-ის ექსპრესია ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტის შემთხვევაში 9.4-ით ნაკლებია ცელიაკიის Marsh 1 ტიპთან შედარებით, 20.5-ით ცელიაკიის Marsh 3a და Marsh 3b ტიპთან შედარებით.

კვლევის შედეგებით მფარავ ეპითელიუმში ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტისა და ცელიაკიის შესწავლილ ნიმუშებში CD4 არ ექსპრესირებს.

მფარავ ეპითელიუმში CD8 მარკერის ექსპრესია ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტის შემთხვევაში ცელიაკია Marsh 1 ტიპთან შედარებით 10.4-ით მეტია, ცელიაკიის Marsh 3a ტიპთან შედარებით 19.3-ით ნაკლებია, ხოლო ცელიაკიის Marsh 3b ტიპთან შედარებით 19-ით ნაკლებია.

CD103 მარკერის ექსპრესია ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტის შემთხვევაში ცელიაკია Marsh 1 ტიპთან შედარებით 10-ით მეტია, ცელიაკიის Marsh 3a ტიპთან შედარებით 14.8-ით ნაკლებია, ხოლო ცელიაკიის Marsh 3b ტიპთან შედარებით 24.7-ით ნაკლებია.

დასკვნები

CD103 წარმოადგენს ყველაზე სენსიტიურ მარკერს ქრონიკული ლიმფოციტური დუოდენიტისა და ცელიაკიის დიფერენცირებისთვის.

CD103 წარმოადგენს ყველაზე სენსიტიურ მარკერს სხვადასხვა ხარისხის ცელიაკიის შეფასებისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- [1] S. Rahmani *et al.*, “Gluten-Dependent Activation of CD4+ T Cells by MHC Class II–Expressing Epithelium,” *Gastroenterology*, vol. 167, no. 6, pp. 1113–1128, Nov. 2024, doi: 10.1053/j.gastro.2024.07.008.
- [2] U. Volta *et al.*, “Minimal Lesions of the Small Intestinal Mucosa: More than Morphology,” *Dig Dis Sci*, vol. 65, no. 10, pp. 2761–2768, Oct. 2020, doi: 10.1007/s10620-020-06571-1.
- [3] L. F. Risnes *et al.*, “Circulating CD103+ $\gamma\delta$ and CD8+ T cells are clonally shared with tissue-resident intraepithelial lymphocytes in celiac disease,” *Mucosal Immunol*, vol. 14, no. 4, pp. 842–851, Jul. 2021, doi: 10.1038/s41385-021-00385-8.
- [4] K. Artykiewicz *et al.*, “Celiac disease - a review on recent advances in characteristics, diagnostic and treatments,” *Journal of Education, Health and Sport*, vol. 13, no. 1, pp. 11–17, Nov. 2022, doi: 10.12775/JEHS.2023.13.01.001.
- [5] R. Del Sordo *et al.*, “Histological Features of Celiac-Disease-like Conditions Related to Immune Checkpoint Inhibitors Therapy: A Signal to Keep in Mind for Pathologists,” *Diagnostics*, vol. 12, no. 2, p. 395, Feb. 2022, doi: 10.3390/diagnostics12020395.
- [6] T. Nikolaishvili, T. Parulava, I. Mamuchishvili, N. Kantaria, and G. Burkadze, “Histological and immunohistochemical profile of lymphocytic duodenitis and features of local immune reactions,” *GEORGIAN SCIENTISTS*, Dec. 2023, doi: 10.52340/g.s.2023.05.04.23.
- [7] Y. Sahin, “Celiac disease in children: A review of the literature,” *World J Clin Pediatr*, vol. 10, no. 4, pp. 53–71, Jul. 2021, doi: 10.5409/wjcp.v10.i4.53.
- [8] M. Tinguria, “Pathology of celiac disease: An insight about etiopathogenesis, pathophysiology and histologic diagnosis,” *Med Res Arch*, vol. 12, no. 9, 2024, doi: 10.18103/mra.v12i9.5696.
- [9] V. Vincenzo, S. Gloria, M. Melissa, C. Alessandro, and D. S. Rachele, “Histopathological Assessment of Celiac Disease,” in *Advances in Celiac Disease*, Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 79–97. doi: 10.1007/978-3-030-82401-3_7.
- [10] R. Sali *et al.*, “CeliacNet: Celiac Disease Severity Diagnosis on Duodenal Histopathological Images Using Deep Residual Networks,” Oct. 2019.
- [11] V. Villanacci *et al.*, “Celiac disease: histology-differential diagnosis-complications. A practical approach,” *Pathologica*, vol. 112, no. 3, pp. 186–196, Sep. 2020, doi: 10.32074/1591-951X-157.
- [12] T. Nikolaishvili, T. Farulava, I. Mamuchishvili, N. Kantaria, and G. Burkadze, “Dynamics of immunocompetent cell distribution in duodenitis and celiac disease,” *GEORGIAN SCIENTISTS*, Jul. 2024, doi: 10.52340/g.s.2024.06.03.05.

Changes in T Lymphocyte Subpopulations in Various Types of Enteritis

Tamar Nikolaishvili¹, Tsitsino Farulava¹, Inga Mamuchishvili¹, Nino Kantaria², Giorgi Burkadze²

¹Davit Agmashenebeli University of Georgia; ²Department of Pathological Anatomy of Tbilisi State Medical University.

Abstract

Celiac disease is an immune-mediated inflammatory condition of the small intestine that occurs in genetically predisposed individuals and is triggered by anti-gluten antibodies. To diagnose celiac disease, an intestinal biopsy is recommended. The biopsy typically reveals an increased number of intraepithelial lymphocytes (IELs), crypt hyperplasia, and villous atrophy (classified as Marsh II and Marsh III). It is crucial to differentiate celiac disease from chronic lymphocytic duodenitis, as the latter may show only minimal villous atrophy, moderate crypt hyperplasia, and infiltration of the lamina propria by lymphocytes, plasma cells, and eosinophils. The primary distinguishing factor between the two conditions is the number of intraepithelial lymphocytes. Our research findings indicate that CD103 is the most sensitive marker for differentiating between chronic lymphocytic duodenitis and celiac disease. Additionally, CD103 proves to be the most sensitive marker for assessing various degrees of celiac disease.

Keywords: Celiac disease; Duodenitis; Marsh Classification; Intraepithelial Lymphocytes.

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია

თამარ ნიკოლაიშვილი - საქართველოს დავით აღმაშენებლის სახელობის უნივერსიტეტის PhD სტუდენტი,

Tamar Nikolaishvili - PhD Student at Davit Agmashenebeli University of Georgia;

Phone Number: 599 407 005

Email: tamar_nikolaishvili@yahoo.com

ციცინო ფარულავა - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პეტრე შოთაძის სახელობის თბილისის სამედიცინო აკადემიის პროფესორი

Tsitsino Farulava - PhD, MD

Phone Number: 577721149

Email: T.parulava@vian.health

ინგა მამუჩიშვილი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი

Inga Mamuchishvili - PhD, MD

Phone Number: 599503832

Email: Ingamamuchishvili@gmail.com

ნინო ქანთარია - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტის რეზიდენტი

Nino Kantatia - Resident at Tbilisi State Medical University Pathology Department

Phone Number: +995568458 845

Email: nkantaria4@gmail.com

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი.

George Burkadze - Tbilisi State medical University, professor at Molecular Pathology Department;

Phone Number: +995599578833

Email: burkadze@yahoo.com

Stem Cell Systems and Regeneration

David Aphkhazava¹, Nodar Sulashvili², Jaba Tkemaladze³

¹PhD, Doctor of Biological Sciences, Professor of Biochemistry of International School of Medicine at Alte University, Tbilisi, Georgia, <https://orcid.org/0000-0001-6216-6477> ; d.apkhazava@alte.edu.ge; ²MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Professor of Pharmacology of International School of Medicine at Alte University, Tbilisi, Georgia, <https://orcid.org/0000-0002-9005-8577> ; n.sulashvili@ug.edu.ge; ³Research Director, Longevity Clinic, 46 Shota Rustaveli Street, 3001, Abastumani, Georgia, <https://orcid.org/0000-0001-8651-7243> ; jtkemaladze@longevity.ge

Abstract

Stem cell systems are pivotal in biological development, tissue maintenance, and regenerative medicine due to their dual capacity for self-renewal and differentiation. This review explores the heterogeneity and regulatory mechanisms governing stem cells across potency states—pluripotent, multipotent, and unipotent—emphasizing dynamic transcriptional circuits involving core factors (OCT4, SOX2, NANOG) and signaling pathways (Wnt/ β -catenin, Notch, Hedgehog). Stem cell homeostasis, critical for tissue integrity, is maintained through intrinsic (epigenetic, metabolic) and extrinsic (niche-derived) cues, with disruptions linked to aging, degenerative diseases, and cancer. Advances in induced pluripotent stem cells (iPSCs) and genome editing (CRISPR-Cas9) offer transformative potential for personalized therapies, yet challenges such as tumorigenicity, immune rejection, and ethical concerns persist. The role of stem cell niches in modulating quiescence, proliferation, and differentiation is highlighted, alongside applications in tissue engineering, organoid development, and disease modeling. Aging-associated decline in stem cell function, driven by oxidative stress, DNA damage, and epigenetic alterations, underscores the need for rejuvenation strategies. Furthermore, dysregulated transcriptional networks in cancer stem cells (CSCs) present therapeutic targets for precision oncology. Future directions emphasize single-cell multiomics, synthetic biology, and bioengineered niches to refine differentiation protocols and enhance clinical translation. By integrating molecular insights with technological innovations, stem cell research promises to bridge gaps in regenerative medicine, offering novel solutions for degenerative disorders, injury repair, and personalized healthcare.

Keywords: regeneration, tissue self-renewal, stem cells, asymmetric division, signaling pathways, aging, cell division temp, CRISPR-Cas9, iPSCs

Introduction

Stem cell systems represent a cornerstone of modern biological and medical research due to their unique capacity for self-renewal and differentiation. These properties allow stem cells to generate diverse cell types necessary for growth, development, and tissue maintenance. The study of stem cell systems has provided significant insights into the mechanisms of regeneration, repair, and disease pathology, thereby paving the way for novel therapeutic strategies. The regenerative potential of stem cells is a subject of immense scientific interest, as it holds the key to understanding and potentially treating degenerative diseases, injuries, and aging-related conditions. By examining the characteristics of stem cell systems and their regenerative capabilities, researchers aim to harness their power to develop advanced medical interventions, including tissue engineering and cell-based therapies.

Stem cells are broadly classified into embryonic stem cells, adult stem cells, and induced pluripotent stem cells (iPSCs), each possessing distinct features that determine their potential applications. Embryonic stem cells, derived from the inner cell mass of a blastocyst, exhibit pluripotency, meaning they can differentiate into any cell type in the body. This characteristic makes them a valuable resource for developmental studies and regenerative medicine. However, ethical concerns and potential immunogenicity have led to the exploration of alternative stem cell sources. Adult stem cells, found in specific tissues such as bone marrow, skin, and the brain, are typically multipotent, meaning they can differentiate into a limited range of cell types. While their regenerative capacity is more restricted than that of embryonic stem cells, their use is often preferred due to their ability to be derived from the patient's own body, thereby reducing the risk of immune rejection. Induced pluripotent stem cells, reprogrammed from adult somatic cells, offer an exciting avenue for patient-specific therapies, as they combine the advantages of pluripotency with the ability to generate personalized treatments (Sulashvili et al., 2023).

The process of regeneration, whether natural or induced, relies heavily on the intrinsic properties of stem cells and their ability to respond to physiological signals. In organisms with high regenerative capacities, such as certain amphibians and invertebrates, stem cells play a crucial role in restoring lost or damaged tissues. In mammals, however, regenerative capabilities vary widely among different tissues. For instance, the liver exhibits a remarkable ability to regenerate through the proliferation of existing cells, whereas the central nervous system has a limited capacity for self-repair. Understanding the molecular and genetic pathways that regulate stem cell activity in different tissues can offer new insights into improving regenerative responses in humans. Scientists are actively investigating signaling pathways, transcription factors, and extracellular cues that influence stem cell behavior, with the goal of enhancing tissue regeneration in clinical settings.

In addition to their natural role in regeneration, stem cells are being explored for their potential in regenerative medicine and tissue engineering. Advances in biomaterials, scaffolding techniques, and gene editing technologies have enabled the development of bioengineered tissues and organoids, which serve as models for studying disease progression and drug responses. Clinical applications of stem cell therapy are being investigated for conditions such as spinal cord injuries, neurodegenerative diseases,

cardiovascular disorders, and diabetes. Despite the promising potential, several challenges must be addressed, including ensuring the safety, efficacy, and ethical considerations of stem cell-based therapies. Tumorigenicity, immune rejection, and uncontrolled differentiation remain significant hurdles that must be overcome before widespread clinical implementation (Sulashvili et al., 2024).

The characteristics of stem cell systems and their regenerative capabilities present a frontier in biological research and medical innovation. By elucidating the molecular mechanisms underlying stem cell function, scientists hope to unlock new possibilities for regenerative therapies that can restore tissue function, repair injuries, and combat degenerative diseases. Continued advancements in stem cell research, coupled with technological innovations, hold the promise of revolutionizing medicine and improving the quality of life for millions of individuals worldwide. As research progresses, the integration of stem cell-based approaches into clinical practice will require interdisciplinary collaboration, ethical considerations, and rigorous regulatory oversight to ensure safe and effective applications. The exploration of stem cell systems thus represents a crucial step toward realizing the full potential of regenerative medicine in the modern era (Sulashvili et al., 2024).

Stem cells are unique biological cells with the capacity for self-renewal and differentiation into specialized cell types. They play a crucial role in embryonic development, tissue maintenance, and regeneration. The study of stem cell systems has opened new avenues for regenerative medicine, offering promising prospects for treating various degenerative diseases, injuries, and organ failures (Gorgaslidze and Sulashvili et al., 2023)

Features and Characteristics of Stem Cells

Stem cells are classified based on their potency and source:

1. Potency Levels:

- Totipotent Stem Cells: These cells can differentiate into all cell types, including extra-embryonic tissues (e.g., zygote and early blastomeres).
- Pluripotent Stem Cells: These can give rise to cells from all three germ layers (ectoderm, mesoderm, and endoderm) but not extra-embryonic tissues (e.g., embryonic stem cells).
- Multipotent Stem Cells: These have a more limited differentiation potential, giving rise to cell types within a specific lineage (e.g., hematopoietic stem cells, mesenchymal stem cells).
- Unipotent Stem Cells: These can only differentiate into one specific cell type but retain the ability for self-renewal (e.g., epidermal stem cells).

2. Sources of Stem Cells:

- Embryonic Stem Cells (ESCs): Derived from the inner cell mass of the blastocyst, ESCs have high pluripotency but face ethical concerns and risk of tumorigenicity.
- Adult Stem Cells (ASCs): Found in specific tissues (e.g., bone marrow, skin, liver), these stem cells have limited differentiation capacity and primarily contribute to tissue homeostasis and repair.

- Induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs): Reprogrammed from somatic cells using genetic factors, iPSCs exhibit pluripotency similar to ESCs while avoiding ethical concerns (Halpern et al. 2019).

Regeneration Prospects and Applications

Stem cells hold immense potential in regenerative medicine, with applications spanning various fields:

1. Tissue Engineering and Organ Regeneration: Stem cells contribute to the development of bioengineered tissues and organs, offering potential solutions for organ transplantation shortages.
2. Neurodegenerative Diseases: iPSC-derived neural cells provide promising therapeutic strategies for conditions such as Parkinson's disease, Alzheimer's disease, and spinal cord injuries.
3. Cardiac Repair: Stem cell therapies aim to regenerate damaged myocardium in patients with heart disease, enhancing cardiac function.
4. Diabetes Treatment: iPSC-derived pancreatic beta cells show potential in restoring insulin production for diabetic patients.
5. Bone and Cartilage Regeneration: Mesenchymal stem cells (MSCs) facilitate bone repair and cartilage regeneration in orthopedic and osteoarthritic treatments.
6. Cancer Treatment: Stem cell-based therapies, such as hematopoietic stem cell transplantation, are widely used in leukemia treatment.

Despite significant advancements, challenges remain, including immune rejection, tumorigenicity, ethical concerns, and standardization of clinical protocols. Continued research and technological innovations are essential to harness the full potential of stem cells in regenerative medicine, paving the way for future therapeutic breakthroughs (Trounson et al. 2015).

Stem cells definitions

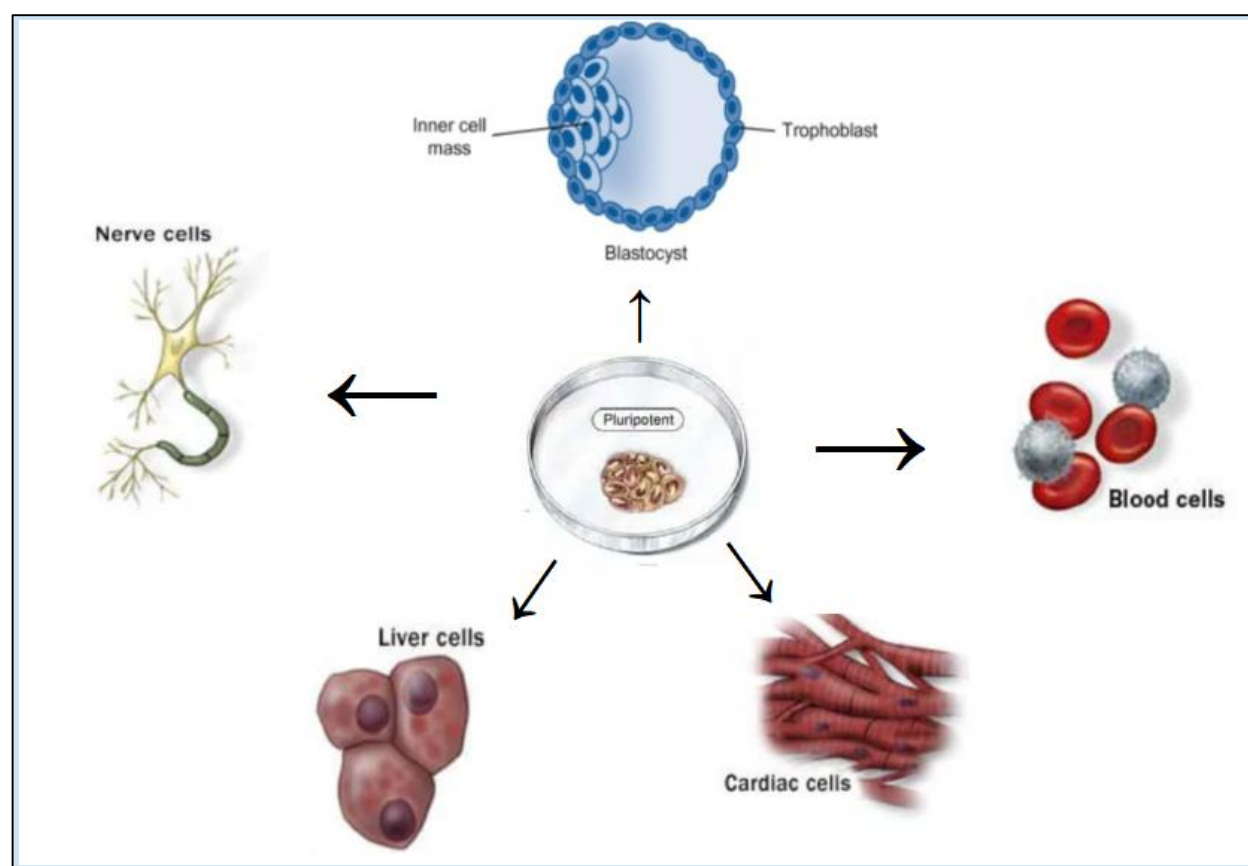
Stem cells are the foundation of biological development and tissue maintenance, possessing the remarkable abilities of self-renewal and differentiation. These unique properties enable them to contribute to growth, repair, and regeneration throughout an organism's lifespan. Stem cell systems exist in both embryonic and adult tissues, playing crucial roles in maintaining cellular homeostasis and responding to injury. Understanding the mechanisms governing stem cell function is essential for advancing regenerative medicine, where damaged or diseased tissues can be restored using stem cell-based therapies.

In recent years, significant progress has been made in elucidating the molecular and cellular mechanisms that regulate stem cell behavior. Various signaling pathways, including Wnt, Notch, and Hedgehog, have been identified as critical regulators of stem cell fate, influencing their ability to divide and differentiate into specialized cell types. Additionally, the microenvironment, or niche, in which

stem cells reside plays a pivotal role in modulating their function, ensuring a balance between self-renewal and differentiation.

Stem cell-based therapies are being explored for treating a wide range of conditions, including neurodegenerative disorders, cardiovascular diseases, and musculoskeletal injuries. Induced pluripotent stem cells (iPSCs), derived from reprogrammed adult cells, have revolutionized the field by providing patient-specific cells for personalized medicine. Meanwhile, advances in tissue engineering and biomaterials are enhancing the effectiveness of stem cell transplantation by creating optimal conditions for cell survival and integration (Singh et al. 2015).

Figure 1. Generation of Pluripotent Cells from Blastocysts and Their Differentiation into Specialized Cell Types.



The figure illustrates the derivation of pluripotent stem cells from the inner cell mass of a blastocyst and their subsequent differentiation into nerve cells (ectoderm), liver cells (endoderm), and cardiac and blood cells (mesoderm). This process highlights the potential of pluripotent stem cells for regenerative medicine and tissue engineering.

Despite the vast potential of stem cell therapies, several challenges remain, including immune rejection, ethical concerns, and the risk of uncontrolled cell growth. Ongoing research aims to overcome these hurdles by refining differentiation protocols, improving delivery methods, and ensuring the safety and efficacy of stem cell applications. As our understanding of stem cell systems deepens, the prospect of harnessing their regenerative capabilities for clinical applications becomes increasingly viable, paving the way for transformative advancements in medicine and biotechnology (Halpern et al. 2019).

Characteristics of Stem Cells

Stem cells are undifferentiated cells with the ability to self-renew and differentiate into specialized cell types. They serve as the building blocks of growth and tissue maintenance in multicellular organisms. Based on their potency and origin, stem cells are broadly classified into embryonic stem cells (ESCs), adult stem cells (ASCs), and induced pluripotent stem cells (iPSCs). These cells play a crucial role in both developmental biology and regenerative medicine, offering potential therapeutic solutions for various degenerative and injury-related conditions (Singh et al. 2015).

Types of Stem Cells and Their Characteristics

Stem cells can be categorized based on their differentiation potential:

- Totipotent stem cells: These cells, such as the zygote, have the ability to differentiate into any cell type, including extraembryonic tissues like the placenta.
- Pluripotent stem cells: Embryonic stem cells fall into this category and can give rise to all three germ layers (ectoderm, mesoderm, and endoderm) but not extraembryonic tissues.
- Multipotent stem cells: Found in adult tissues, these cells have a more restricted differentiation potential and can generate specific cell lineages (e.g., hematopoietic stem cells can differentiate into various blood cells).
- Unipotent stem cells: These cells are lineage-restricted and can only generate one type of specialized cell (e.g., muscle stem cells forming muscle fibers).
- Induced pluripotent stem cells (iPSCs): These are reprogrammed adult cells that have been genetically modified to regain pluripotency, offering significant potential for personalized medicine (Aphkhazava et al. 2023).

Stem Cell Niches and Regulation

Stem cells reside in specialized microenvironments called niches, which regulate their function through intrinsic and extrinsic signaling. The niche provides necessary factors to maintain stem cell quiescence, self-renewal, or differentiation in response to physiological needs. Key regulatory pathways include:

- Wnt signaling: Crucial for maintaining stem cell self-renewal and tissue homeostasis.
- Notch signaling: Involved in cell fate determination and maintenance of stem cell populations.
- Hedgehog signaling: Plays a role in tissue patterning and repair.
- Extracellular matrix (ECM) interactions: The ECM provides structural and biochemical cues that influence stem cell behavior and lineage specification (Morrison et al. 2008).

Stem Cells in Regeneration

Stem cells play a pivotal role in tissue repair and regeneration following injury or disease. Various adult stem cell populations contribute to tissue homeostasis and repair, including:

- Hematopoietic stem cells (HSCs): Responsible for continuous blood cell production in the bone marrow.
- Mesenchymal stem cells (MSCs): Found in multiple tissues, including bone marrow and adipose tissue, and can differentiate into osteocytes, chondrocytes, and adipocytes.
- Neural stem cells (NSCs): Located in the brain, contributing to neurogenesis and potential treatments for neurodegenerative disorders.
- Epithelial and epidermal stem cells: Essential for skin and gut lining regeneration.

Advances in Stem Cell-Based Regenerative Medicine

Regenerative medicine seeks to harness stem cell potential to repair damaged tissues and organs. Key advancements include:

- Stem cell transplantation: Bone marrow transplants have been successfully used to treat hematological disorders.
- Tissue engineering: The combination of stem cells with biomaterials to create functional tissues for transplantation.
- Organoid technology: Generation of miniaturized, functional tissue models for disease modeling and drug testing.
- Gene editing and CRISPR technology: Precise genetic modifications in stem cells for personalized therapeutic applications.

Challenges and Ethical Considerations

Despite the promise of stem cell therapies, several challenges must be addressed:

- Ethical concerns: The use of embryonic stem cells raises moral and legal issues, prompting research into alternative sources such as iPSCs.
- Immune rejection: Allogeneic stem cell transplants may trigger immune responses, necessitating immunosuppressive strategies.
- Tumorigenicity: The uncontrolled proliferation of stem cells poses a risk of tumor formation, requiring stringent safety measures.
- Regulatory hurdles: Ensuring the safe and effective application of stem cell therapies through rigorous clinical trials and approvals (Halpern et al. 2019).

Future Directions

The future of stem cell research holds great promise, with ongoing efforts to enhance therapeutic efficacy and safety. Emerging trends include:

- Bioengineering and synthetic biology: Developing artificial niches and biomimetic environments to optimize stem cell function.

- Personalized medicine: Utilizing patient-derived iPSCs for tailored treatments and drug testing.
- Whole organ regeneration: Exploring 3D bioprinting and organoid technology to create transplantable organs.

Stem cell systems and their regenerative potential offer a transformative approach to medicine and tissue engineering. Continued research into stem cell biology, regulatory mechanisms, and clinical applications will pave the way for novel therapies addressing previously untreatable conditions. While challenges remain, the rapid advancements in this field bring us closer to unlocking the full potential of stem cells in regenerative medicine and beyond (Sulashvili et al., 2022).

Stem cells genes

Stem cells are broadly categorized into embryonic stem cells (ESCs), adult stem cells (ASCs), and induced pluripotent stem cells (iPSCs):

Embryonic stem cells are derived from the inner cell mass of blastocysts and are pluripotent, capable of differentiating into nearly all cell types. Their genetic stability and regulatory networks, governed by key transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG, enable their pluripotency and self-renewal (Singh et al. 2015).

Adult stem cells, found in various tissues, are multipotent and responsible for tissue maintenance and repair. Hematopoietic stem cells and mesenchymal stem cells are well-studied examples. Their genetic expression profiles are more lineage-restricted compared to embryonic stem cells, influenced by their niche and microenvironment.

Induced pluripotent stem cells are reprogrammed from somatic cells (Figure 2) using factors such as OCT4, SOX2, KLF4, and c-MYC. They offer an ethical and personalized alternative to embryonic stem cells. Advances in genome editing technologies, particularly CRISPR-Cas9, have enabled precise genetic modifications in induced pluripotent stem cells, enhancing their utility in disease modeling and therapy (Halpern et al. 2019).

The genetic and epigenetic landscapes of stem cells are critical for their function. Transcriptional regulation involves tightly controlled gene networks, influenced by pathways like Wnt/ β -catenin, Notch, and Hedgehog. These pathways play significant roles in stem cell fate decisions. Epigenetic modifications, including DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs, contribute to dynamic regulation of stem cell gene expression. This reprogramming is essential for converting somatic cells into induced pluripotent stem cells and maintaining plasticity. Accumulation of genetic mutations can affect stem cell functionality, potentially leading to diseases such as cancer. Single-cell sequencing has provided insights into the genetic heterogeneity within stem cell populations (Singh et al. 2015).

Applications of stem cells in genetics include disease modeling, gene therapy, regenerative medicine, and drug discovery. Induced pluripotent stem cells derived from patients allow the creation of disease-specific models, enabling the study of genetic mutations and pathophysiological mechanisms. These models have advanced understanding of disorders like Alzheimer's and Parkinson's. The convergence

of stem cells and genetic engineering has facilitated the development of gene therapies. Hematopoietic stem cells, for instance, have been genetically modified to treat genetic disorders such as sickle cell anemia and beta-thalassemia. Stem cells are being genetically optimized to enhance their therapeutic potential. For example, mesenchymal stem cells are engineered to overexpress anti-inflammatory cytokines, improving outcomes in inflammatory diseases. Stem cell-derived organoids, combined with genetic manipulation, offer platforms for high-throughput drug screening and personalized medicine. Organoids offer a valuable alternative to traditional research methods, including animal models, primary cell cultures, and cancer cell lines. Recent progress in gene-editing technologies, such as CRISPR-Cas9, along with prime and base-editing tools, has opened new opportunities for investigating complex genetic diseases. As innovations continue to reduce the differences between organoids and primary tissues, it is now possible to construct organoids and organ systems that more accurately replicate human organs. These models feature precisely coordinated cell-signaling networks, improving their ability to respond to non-genetic influences such as toxins, chemicals, and metabolites (Singh et al. 2015).

Figure 2. Overview of stem cell systems across potency states and regulatory mechanisms.



This schematic illustrates the hierarchical organization of stem cells, from pluripotent to multipotent and unipotent states, highlighting dynamic transcriptional circuits governed by core factors (OCT4, SOX2, NANOG) and signaling pathways (Wnt/ β -catenin, Notch, Hedgehog). Stem cell niches provide critical extrinsic cues, while intrinsic regulators, including epigenetic and metabolic factors, maintain homeostasis. Applications such as tissue engineering, genome editing (CRISPR-Cas9), and regenerative therapies are shown alongside processes affecting stem cell function, including aging-related decline and cancer stem cell dysregulation.

While the potential of stem cells and genetics is immense, challenges remain. Ethical concerns include the use of embryonic stem cells and the societal and moral dilemmas posed by genetic modifications, particularly germline editing. Technical hurdles such as off-target effects in genome editing, inefficient reprogramming, and immune rejection of transplanted cells need to be addressed. The rapid pace of advancements necessitates updated regulatory guidelines to ensure the safety and efficacy of stem cell-based therapies (Halpern et al. 2019).

Stem cells markers

Stem cell markers are specific molecules, often proteins, that are expressed on the surface or within stem cells and are used to identify and isolate these cells from heterogeneous populations. These markers play a crucial role in stem cell research, enabling scientists to characterize, sort, and study stem cells in various contexts, including development, regeneration, and disease. The expression of these markers can vary depending on the type of stem cell, its potency, and its differentiation state.

Key Stem Cell Markers

1. Pluripotent Stem Cell Markers:

- OCT4 (POU5F1): A transcription factor essential for maintaining the pluripotency of embryonic stem cells (ESCs) and induced pluripotent stem cells (iPSCs). OCT4 works in conjunction with SOX2 and NANOG to sustain the undifferentiated state.
- SOX2: Another critical transcription factor that, along with OCT4 and NANOG, forms the core regulatory network for pluripotency. SOX2 is also involved in maintaining the self-renewal capacity of stem cells.
- NANOG: A key pluripotency marker that prevents differentiation and maintains the stem cell state. NANOG expression is tightly regulated and is often used to identify pluripotent stem cells.
- SSEA-3/4 (Stage-Specific Embryonic Antigen 3/4): Cell surface glycolipids expressed on human ESCs and iPSCs. These markers are commonly used in flow cytometry and immunocytochemistry to identify pluripotent stem cells.
- TRA-1-60/TRA-1-81: Cell surface antigens expressed on human pluripotent stem cells, often used in conjunction with SSEA-4 for identification and sorting (Boyer et al. 2005).

2. Mesenchymal Stem Cell (MSC) Markers:

- CD73 (NT5E): A surface enzyme involved in purine metabolism, commonly expressed on MSCs.
- CD90 (Thy-1): A glycosphosphatidylinositol (GPI)-anchored protein expressed on the surface of MSCs, fibroblasts, and some hematopoietic cells.
- CD105 (Endoglin): A component of the TGF- β receptor complex, expressed on MSCs and endothelial cells.
- CD44: A cell surface glycoprotein involved in cell-cell interactions, adhesion, and migration. It is widely expressed on MSCs and cancer stem cells.
- Stro-1: A cell surface antigen used to identify and isolate MSCs from bone marrow.

3. Hematopoietic Stem Cell (HSC) Markers:

- CD34: A cell surface glycoprotein expressed on early hematopoietic and vascular-associated cells. CD34 is a well-known marker for HSCs and progenitor cells.
- CD133 (Prominin-1): A transmembrane glycoprotein expressed on hematopoietic stem and progenitor cells, as well as on cancer stem cells.
- CD45 (Leukocyte Common Antigen): A tyrosine phosphatase expressed on all nucleated hematopoietic cells, often used in combination with other markers to identify HSCs.
- c-Kit (CD117): A receptor for stem cell factor (SCF), expressed on HSCs and other progenitor cells.

4. Neural Stem Cell (NSC) Markers:

- Nestin: An intermediate filament protein expressed in neural progenitor cells and NSCs. Nestin is often used as a marker for undifferentiated neural cells.
- SOX1/2: Transcription factors involved in neural development and maintenance of NSCs.
- Musashi-1: An RNA-binding protein expressed in NSCs and progenitor cells, playing a role in maintaining the stem cell state.
- GFAP (Glial Fibrillary Acidic Protein): Expressed in astrocytes and some neural stem cells, often used to identify glial lineage cells.

5. Cancer Stem Cell (CSC) Markers:

- CD44: Expressed on cancer stem cells in various malignancies, including breast, prostate, and colon cancers.
- CD133: A marker for cancer stem cells in the brain, colon, and other solid tumors.
- ALDH1 (Aldehyde Dehydrogenase 1): An enzyme involved in detoxification and stem cell maintenance, often used to identify CSCs in breast and other cancers.
- EpCAM (Epithelial Cell Adhesion Molecule): Expressed on epithelial-derived cancer stem cells, particularly in colorectal and pancreatic cancers (Dominici et al. 2006).

Applications of Stem Cell Markers

1. Identification and Isolation: Stem cell markers are essential for identifying and isolating specific stem cell populations from tissues or cultures. Techniques such as flow cytometry, magnetic-

activated cell sorting (MACS), and fluorescence-activated cell sorting (FACS) rely on these markers to purify stem cells for research or therapeutic applications.

2. **Characterization:** Markers help characterize the potency and differentiation state of stem cells. For example, the presence of OCT4, SOX2, and NANOG indicates pluripotency, while the expression of lineage-specific markers (e.g., CD34 for hematopoietic cells or Nestin for neural cells) suggests differentiation.
3. **Disease Modeling:** Stem cell markers are used to generate disease models using iPSCs. By reprogramming somatic cells from patients with genetic disorders, researchers can study disease mechanisms and screen potential therapies.
4. **Regenerative Medicine:** In regenerative medicine, stem cell markers are used to monitor the differentiation of stem cells into specific cell types for transplantation. For example, the expression of cardiac markers (e.g., Troponin T) in iPSC-derived cardiomyocytes ensures their suitability for heart repair.
5. **Cancer Research:** Cancer stem cell markers are critical for understanding tumor biology and developing targeted therapies. By identifying and isolating CSCs, researchers can study their role in tumor initiation, progression, and resistance to treatment (Aphkhazava et al. 2024).

Challenges and Future Directions

Despite their utility, stem cell markers have limitations. Some markers are not exclusive to stem cells and may be expressed in other cell types, leading to potential contamination. Additionally, marker expression can vary depending on the cell's microenvironment, differentiation state, or species. Future research aims to identify more specific and universal markers, as well as develop advanced techniques for single-cell analysis to better understand stem cell heterogeneity [80].

In conclusion, stem cell markers are indispensable tools in stem cell biology, enabling the identification, isolation, and characterization of stem cells across various applications. Continued advancements in marker discovery and analysis will enhance our ability to harness stem cells for regenerative medicine, disease modeling, and cancer therapy.

Stem cells and germ cells

Stem cells and germ cells are fundamental to the development, regeneration, and reproduction of multicellular organisms. Stem cells, characterized by their ability to self-renew and differentiate into specialized cell types, play a crucial role in tissue maintenance and repair. Germ cells, on the other hand, are unique cells responsible for transmitting genetic information to the next generation through gametogenesis. The interplay between these two cell types has significant implications for developmental biology, regenerative medicine, and reproductive health.

The study of stem cells and germ cells has revolutionized the fields of biology and medicine. Advances in stem cell research have led to groundbreaking therapies for degenerative diseases, while insights

into germ cell development have enhanced our understanding of fertility and reproductive disorders. Understanding the similarities and distinctions between these cell types provides a foundation for exploring their potential applications in medical science.

This introduction will provide an overview of stem cells and germ cells, including their origins, classifications, functions, and their significance in medical research. It will also discuss key ethical and scientific challenges associated with their study and application. By delving into the mechanisms that govern their development and differentiation, this discussion aims to highlight the crucial roles of these cells in life sciences and their potential to address some of the most pressing health issues of the modern era.

Stem Cells: Definition and Classification

Stem cells are undifferentiated cells that have the remarkable ability to both self-renew and differentiate into various cell types. These properties make them invaluable for the maintenance and repair of tissues. Stem cells can be classified into several categories based on their origin and differentiation potential.

Types of Stem Cells Based on Potency (Figure 1)

- Totipotent Stem Cells: These cells have the capacity to develop into an entire organism, including both embryonic and extraembryonic tissues. The zygote and the first few divisions of embryonic cells exhibit totipotency.
- Pluripotent Stem Cells: Found in the inner cell mass of the blastocyst, these cells can give rise to all cell types of the body but not extraembryonic tissues.
- Multipotent Stem Cells: These cells can differentiate into a specific range of cell types within a particular tissue or organ. Examples include hematopoietic stem cells, which give rise to blood cells, and mesenchymal stem cells, which contribute to bone, cartilage, and muscle formation.
- Unipotent Stem Cells: These cells have the least differentiation potential and can only generate one specific cell type while maintaining self-renewal properties (Aphkhazava et al. 2023).

Types of Stem Cells Based on Origin

- Embryonic Stem Cells (ESCs): Derived from the inner cell mass of the blastocyst, ESCs are pluripotent and hold significant promise for regenerative medicine.
- Adult Stem Cells (ASCs): These stem cells reside in various tissues and contribute to tissue homeostasis and repair. Examples include neural stem cells in the brain and hematopoietic stem cells in the bone marrow.

- Induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs): These are somatic cells reprogrammed to exhibit pluripotency through genetic manipulation, offering a promising alternative to embryonic stem cells without the associated ethical concerns.

Germ Cells: Definition and Development

Germ cells are the precursors of gametes (sperm and eggs) and play a fundamental role in reproduction and heredity. Unlike somatic cells, germ cells contribute to the genetic continuity of species by transmitting genetic material across generations.

Origin of Germ Cells

- Germ cells arise early in embryonic development from a small group of progenitor cells known as primordial germ cells (PGCs). These cells originate from the epiblast and migrate to the developing gonads, where they undergo further differentiation.

Gametogenesis: The Process of Germ Cell Maturation

- Spermatogenesis: In males, germ cells differentiate into spermatozoa through a tightly regulated process involving mitosis, meiosis, and morphological changes.
- Oogenesis: In females, germ cells develop into oocytes, which are arrested in meiosis until fertilization. This process ensures the proper allocation of cytoplasmic resources necessary for early embryonic development.

Unique Properties of Germ Cells

- Germ cells undergo meiosis, a specialized type of cell division that reduces chromosome numbers by half, ensuring genetic diversity through recombination and independent assortment.
- Unlike most somatic cells, germ cells are totipotent at the zygotic stage, capable of giving rise to an entire organism (Saitou et al. 2012).

Significance in Medical and Scientific Research

The study of stem cells and germ cells holds immense potential for medical applications. Stem cell therapy offers promising solutions for treating degenerative diseases such as Parkinson's, Alzheimer's, and diabetes. Germ cell research contributes to the understanding and treatment of infertility, reproductive disorders, and hereditary diseases. Additionally, the ability to generate gametes from stem cells raises possibilities for novel reproductive technologies.

However, these advancements come with ethical challenges, particularly concerning embryonic stem cell research and genetic modifications. Regulatory frameworks continue to evolve to balance scientific progress with ethical considerations.

Stem cells and germ cells are indispensable components of biological development and regeneration. Their unique abilities to differentiate and self-renew make them critical for tissue maintenance, repair, and reproduction. Understanding these cells' fundamental properties and interactions enhances our capacity to develop novel medical therapies and address fertility-related issues. As research advances, the ethical and scientific discourse surrounding their use will remain crucial in shaping the future of regenerative and reproductive medicine.

Stem cells heterogeneity: transcriptional circuits in pluripotent, multipotency, unipotency

Stem cells are defined by their ability to self-renew and differentiate into various cell types, making them fundamental for development, tissue homeostasis, and regenerative medicine. However, stem cell populations are not homogeneous; they exhibit significant heterogeneity influenced by intrinsic transcriptional networks and extrinsic environmental factors. This heterogeneity is evident across the spectrum of stem cell potency, from pluripotent stem cells (PSCs), which can generate all embryonic cell types, to multipotent and unipotent stem cells, which have progressively restricted lineage potential (Liska et al. 2017).

The regulatory mechanisms that govern stem cell potency involve complex transcriptional circuits, including core transcription factors, epigenetic modifications, and signaling pathways. In pluripotent stem cells, networks centered around OCT4, SOX2, and NANOG maintain an undifferentiated state, while multipotent and unipotent stem cells rely on distinct, lineage-specific transcriptional programs. Understanding the transcriptional heterogeneity within these stem cell states is critical for advancing regenerative medicine, improving cell-based therapies, and elucidating disease mechanisms (Zare et al. 2023).

This review explores the transcriptional heterogeneity in stem cell populations by examining key transcriptional regulators and their functional interplay across pluripotent, multipotent, and unipotent states. We discuss how transcriptional circuits influence cell fate decisions and how this knowledge can be leveraged for therapeutic applications.

The heterogeneity observed in stem cell populations is driven by intricate transcriptional networks that fine-tune their functional states. In pluripotent stem cells, the dynamic expression of core transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG allows for cellular plasticity, enabling differentiation into multiple lineages. However, single-cell transcriptomic analyses have revealed that even within PSC cultures, subpopulations exist with distinct transcriptional signatures, indicating a spectrum of pluripotency states that may affect differentiation efficiency.

Multipotent stem cells, such as mesenchymal stem cells (MSCs) and hematopoietic stem cells (HSCs), exhibit transcriptional diversity dictated by tissue-specific transcription factors, epigenetic regulators, and niche signals. For example, HSC fate is governed by a balance between self-renewal factors (e.g., RUNX1, GATA2) and differentiation cues, ensuring proper hematopoiesis. Similarly, MSCs rely on transcriptional regulators like SOX9 and PPAR γ to dictate lineage commitment toward osteogenic, chondrogenic, or adipogenic fates. The heterogeneity in these populations reflects functional

adaptability but also poses challenges for therapeutic applications, where standardized cell populations are desirable (Zare et al. 2023).

In contrast, unipotent stem cells, which primarily give rise to a single cell type, such as epidermal stem cells or muscle satellite cells, exhibit more stable transcriptional states but retain context-dependent plasticity. Their transcriptional circuits, controlled by factors like PAX7 in muscle stem cells or p63 in epidermal stem cells, ensure lineage fidelity while responding to injury or physiological cues (Aphkhazava et al. 2023).

Understanding the mechanisms underlying stem cell heterogeneity has significant implications for regenerative medicine and disease modeling. Tailoring differentiation protocols based on transcriptional insights can improve the efficiency and reproducibility of generating specific cell types for therapy. Furthermore, dissecting stem cell transcriptional variability can help refine strategies to mitigate unwanted differentiation biases and enhance cell-based interventions.

Future research should focus on integrating single-cell multiomics approaches to decode the full spectrum of transcriptional heterogeneity and its functional consequences. Additionally, leveraging synthetic biology and gene-editing technologies could allow precise modulation of transcriptional circuits, paving the way for improved stem cell-based therapies. By advancing our knowledge of stem cell heterogeneity, we can better harness their potential for regenerative applications and personalized medicine (Aphkhazava et al. 2024).

Stem Cell Heterogeneity and Transcriptional Circuits

Stem cells exhibit remarkable functional diversity, ranging from pluripotent cells capable of generating all embryonic lineages to multipotent and unipotent cells with progressively restricted differentiation potential. This heterogeneity is orchestrated by intricate transcriptional circuits that regulate cell fate decisions, self-renewal, and lineage commitment.

- **Pluripotency:** In embryonic stem cells (ESCs) and induced pluripotent stem cells (iPSCs), transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG form a core regulatory network that maintains an undifferentiated state while suppressing lineage-specific programs. Additional factors, including KLF4, ESRRB, and PRDM14, fine-tune chromatin accessibility and stabilize the pluripotent state. Single-cell transcriptomics has revealed that even within pluripotent populations, there is heterogeneity driven by fluctuating expression of lineage-priming genes, such as GATA6 (endoderm) and T (mesoderm), highlighting the dynamic nature of early fate commitment (Young et al. 2011).
- **Multipotency:** Multipotent stem cells, such as hematopoietic, neural, and mesenchymal stem cells, retain the ability to differentiate into multiple, but not all, cell types. Their transcriptional landscapes are shaped by lineage-specific master regulators, including GATA2 and RUNX1 in hematopoiesis or SOX9 and PAX6 in neural progenitors. Unlike pluripotent cells, multipotent

stem cells exhibit more stable epigenetic marks that reinforce lineage priming while maintaining plasticity in response to environmental cues (Zare et al. 2023).

- **Unipotency:** Unipotent stem cells, such as muscle satellite cells or epidermal stem cells, are lineage-restricted but retain self-renewal potential. Their transcriptional networks are dominated by key factors like MYOD1 (muscle) and TP63 (epidermis), which tightly regulate tissue-specific programs. The transition from multipotency to unipotency involves the progressive silencing of alternative lineage genes, often through chromatin remodeling complexes like Polycomb Repressive Complexes (PRC1/2) and DNA methylation (Aphkhazava et al. 2023).

Understanding the transcriptional circuits governing stem cell heterogeneity is crucial for improving regenerative medicine applications, optimizing stem cell differentiation protocols, and uncovering mechanisms of tissue homeostasis and disease progression. Recent advances in single-cell sequencing and chromatin profiling have provided unprecedented insights into how transcriptional fluctuations, epigenetic modifications, and extrinsic signals contribute to stem cell diversity across different potency states (Zare et al. 2023).

Discussion: Transcriptional Circuits in Stem Cell Heterogeneity

The complexity of stem cell heterogeneity arises from dynamic transcriptional circuits that govern their self-renewal, plasticity, and lineage commitment. Understanding the interplay between these regulatory networks across pluripotent, multipotent, and unipotent states provides key insights into developmental biology and regenerative medicine.

Pluripotency: A Balancing Act of Self-Renewal and Lineage Priming

Pluripotent stem cells (PSCs) exist in a dynamic equilibrium where fluctuations in transcription factor expression contribute to heterogeneity within the population. The core transcriptional circuit—OCT4, SOX2, and NANOG (OSN)—maintains self-renewal while repressing differentiation signals. However, subsets of cells within pluripotent cultures exhibit differential expression of lineage-associated factors, such as GATA6 (endoderm), T/Brachyury (mesoderm), and SOX1 (ectoderm), indicating priming toward specific fates.

This heterogeneity is not merely noise but a functional feature that enhances the adaptability of pluripotent cells. For instance, studies using single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) have revealed transient subpopulations with biased differentiation potential. Such variability may be regulated by extrinsic signals (e.g., WNT, BMP, FGF, and TGF- β pathways) as well as epigenetic modifications (e.g., histone modifications, DNA methylation, and chromatin accessibility changes) (Zare et al. 2023).

Multipotency: Transcriptional Networks Restricting Lineage Potential

Multipotent stem cells, such as hematopoietic, neural, and mesenchymal stem cells, exhibit a more constrained transcriptional landscape compared to PSCs. Here, lineage-specific master regulators, such as RUNX1 (hematopoietic), SOX9 (neural crest), and PAX7 (muscle progenitors), play critical roles in determining fate choices. However, these cells still retain a degree of plasticity, allowing them to respond to external cues (Aphkhazava et al. 2023).

In the hematopoietic system, for example, a hierarchical transcriptional network controls differentiation. GATA2 and RUNX1 initiate hematopoietic stem cell (HSC) specification, while later-stage decisions are controlled by factors like PU.1 (myeloid lineage) and GATA1 (erythroid lineage). Similarly, neural progenitor cells balance neurogenic and gliogenic programs through the coordinated action of SOX2, ASCL1, and HES1, where oscillatory expression patterns influence fate decisions (Orkin et al. 2008).

Unipotency: Transcriptional Commitment to a Single Lineage

As stem cells transition to unipotency, transcriptional circuits become more restricted, locking cells into a single lineage. This is evident in tissue-specific stem cells such as muscle satellite cells (MYOD1, PAX7) and epidermal basal cells (TP63, KLF4). The progressive loss of alternative lineage potential is reinforced by chromatin modifications, including Polycomb Repressive Complexes (PRC1/2), which silence non-lineage genes to maintain unipotent identity (Aphkhazava et al. 2023).

While unipotent stem cells are highly specialized, recent studies challenge the notion of absolute unipotency. Under certain conditions, such as injury or reprogramming signals, some unipotent cells can exhibit plasticity, suggesting that their transcriptional circuits, while restrictive, retain latent potential for fate conversion.

Implications for Regenerative Medicine and Disease

The transcriptional heterogeneity of stem cells has profound implications for therapeutic applications. In regenerative medicine, controlling transcriptional circuits is crucial for optimizing directed differentiation protocols, ensuring stable cell fate commitment while minimizing variability. For example, modulating the expression of lineage-specifying transcription factors or tuning epigenetic regulators could improve the efficiency of generating functional cell types for transplantation (Zare et al. 2023).

Conversely, dysregulation of these transcriptional circuits can contribute to disease pathogenesis, including cancer. Many malignancies, such as leukemia and glioblastoma, hijack stem cell-like transcriptional programs, leading to uncontrolled proliferation and resistance to differentiation cues.

Understanding these circuits in normal stem cells can therefore inform strategies for targeting cancer stem cells.

Future Directions

Recent advances in single-cell transcriptomics, epigenomics, and spatial multi-omics have provided unprecedented resolution into stem cell heterogeneity. Future research should focus on:

- Deciphering transcriptional fluctuations in real-time using live-cell imaging and lineage tracing.
- Elucidating the role of non-coding RNAs (e.g., lncRNAs, miRNAs) in fine-tuning stem cell fates.
- Exploring chromatin topology (e.g., 3D genome organization) to understand long-range transcriptional regulation.
- Developing strategies to manipulate transcriptional circuits for improved cell-based therapies.

Analysis of Transcriptional Circuits in Stem Cell Heterogeneity

The regulation of stem cell heterogeneity is a dynamic and multi-layered process controlled by transcriptional circuits that vary across different potency states. Understanding these networks provides critical insights into cellular plasticity, lineage commitment, and the stability of stem cell states. Below, we analyze key aspects of transcriptional regulation in pluripotent, multipotent, and unipotent stem cells.

Dynamic Transcriptional Regulation in Pluripotency

Pluripotent stem cells (PSCs) are characterized by a fluid transcriptional landscape, where core factors (OCT4, SOX2, NANOG) establish a self-renewing state. However, fluctuations in gene expression contribute to heterogeneity, with some cells exhibiting early lineage bias. Single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) studies confirm that PSC populations contain subgroups with differential activation of mesodermal (T/Brachyury), endodermal (GATA6), or ectodermal (SOX1) markers, suggesting that fate decisions begin at the pluripotent stage (Kolodziejczyk et al. 2015).

From an analytical perspective, this heterogeneity can be viewed as an adaptive mechanism that enables rapid responses to differentiation signals. Rather than existing as a uniform population, pluripotent cells dynamically explore different transcriptional states, increasing their ability to commit to specific lineages when required. However, this variability also presents challenges for directed differentiation in regenerative medicine, as uncontrolled lineage priming can lead to heterogeneous cell populations unsuitable for therapeutic applications.

Multipotent Stem Cells: Gradual Lineage Restriction

In multipotent stem cells, transcriptional regulation becomes more constrained, with lineage-specific transcription factors (TFs) exerting greater influence over fate decisions. For example, hematopoietic stem cells (HSCs) rely on GATA2 and RUNX1 to maintain their multipotent state, but as differentiation progresses, lineage-restricted TFs like PU.1 (myeloid) and GATA1 (erythroid) solidify cell fate. Similar mechanisms are seen in neural and mesenchymal stem cells, where lineage priming is reinforced by epigenetic regulators such as Polycomb Repressive Complexes (PRC1/2) and Trithorax Group proteins (Zare et al. 2023).

A key analytical takeaway is that multipotency is not a static state but rather a transition phase characterized by lineage-priming events. Studies using chromatin accessibility assays (ATAC-seq, ChIP-seq) demonstrate that multipotent stem cells progressively lose the ability to activate alternative lineage programs as differentiation proceeds. This suggests that stem cell differentiation is a continuum rather than a binary switch, where transcriptional circuits gradually shift from multipotency to lineage commitment.

Unipotency: Commitment and Stability

In unipotent stem cells, transcriptional circuits become highly restrictive, locking cells into a single fate. For instance, in muscle satellite cells, PAX7 and MYOD1 establish a transcriptional hierarchy that maintains self-renewal while allowing differentiation into myogenic lineages. In epidermal stem cells, TP63 and KLF4 enforce epidermal identity while suppressing alternative fates (Aphkhazava et al. 2023).

An important consideration is whether unipotency represents an irreversible endpoint or if certain conditions allow for reprogramming. Recent findings suggest that some unipotent stem cells exhibit latent plasticity, particularly in response to injury. For example, intestinal stem cells can revert to a more progenitor-like state under regenerative conditions, suggesting that transcriptional circuits, while restrictive, retain a degree of reversibility under specific stimuli.

Transcriptional Circuits and Disease

Dysregulation of transcriptional networks can contribute to pathological conditions, including cancer. Cancer stem cells (CSCs) often hijack stem cell-like transcriptional programs, leading to uncontrolled proliferation and resistance to differentiation cues. In leukemia, aberrant activation of pluripotency-associated TFs (e.g., NANOG, SOX2, and MYC) contributes to stemness-like properties in malignant cells. Similarly, glioblastoma stem-like cells exploit SOX2 and OLIG2 to sustain an undifferentiated state.

From an analytical perspective, cancer stem cells illustrate how transcriptional circuits can be reactivated or dysregulated to promote tumor progression. This highlights the importance of targeting

transcriptional regulators or epigenetic modulators (e.g., histone deacetylase inhibitors, DNA methylation blockers) as potential therapeutic strategies to force differentiation and reduce tumor-initiating potential (Zare et al. 2023).

Implications for Regenerative Medicine

The ability to manipulate transcriptional circuits holds significant promise for regenerative medicine. By modulating key transcription factors, it is possible to direct stem cell differentiation with greater precision. For instance:

- Forced expression of MYOD1 can reprogram fibroblasts into muscle cells.
- Overexpression of SOX2 and PAX6 can induce neural differentiation.
- Inhibition of lineage-restricting factors (e.g., REST in neural differentiation) can enhance plasticity.

However, the challenge lies in maintaining stability and functionality of the differentiated cells. Many stem cell-derived cell types fail to fully recapitulate the gene expression and functionality of their in vivo counterparts, underscoring the need for more refined approaches, such as 3D organoid models, co-culture systems, and biomaterial scaffolds to better mimic physiological conditions (Aphkhazava et al. 2023).

The analysis of transcriptional circuits in stem cells reveals a highly dynamic, context-dependent regulatory system that governs cell fate decisions. While pluripotent stem cells exhibit a fluid transcriptional network allowing lineage flexibility, multipotent and unipotent cells demonstrate progressively tighter regulatory control. Understanding these circuits not only advances fundamental biology but also holds key translational potential for regenerative medicine, disease modeling, and cancer therapy. Future research should focus on refining transcriptional control strategies to enhance differentiation efficiency and cell fate stability, bridging the gap between stem cell research and clinical application.

Summary of Transcriptional Circuits in Stem Cell Heterogeneity

Stem cells exhibit varying degrees of differentiation potential, from pluripotency (capable of generating all embryonic lineages) to multipotency (restricted to specific lineages) and unipotency (committed to a single fate). This heterogeneity is regulated by dynamic transcriptional circuits, which govern self-renewal, lineage commitment, and plasticity.

1. Pluripotency: Pluripotent stem cells (e.g., ESCs, iPSCs) are controlled by a core transcriptional network—OCT4, SOX2, and NANOG—that maintains self-renewal while repressing differentiation. However, heterogeneity within pluripotent populations arises due to fluctuations in lineage-associated genes, making them primed for differentiation.

2. **Multipotency:** In multipotent stem cells (e.g., hematopoietic, neural, mesenchymal stem cells), transcription factors like RUNX1, SOX9, and PAX7 restrict fate options while preserving some degree of plasticity. Progressive chromatin remodeling further reinforces lineage commitment, demonstrating that differentiation is a gradual process rather than a binary switch.
3. **Unipotency:** Unipotent stem cells (e.g., muscle satellite cells, epidermal stem cells) exhibit tightly regulated transcriptional programs (e.g., MYOD1 in muscle, TP63 in epidermis) that enforce lineage stability. However, under certain conditions, such as injury or reprogramming signals, some unipotent cells may regain plasticity, suggesting potential for regenerative applications (Aphkhazava et al. 2023).
4. **Disease and Therapeutic Implications:** Dysregulation of transcriptional circuits can lead to disease, including cancer, where stem-like properties are hijacked to promote tumor growth (e.g., SOX2 in glioblastoma, MYC in leukemia). Understanding these networks is essential for designing targeted therapies. In regenerative medicine, modulating transcription factors can improve directed differentiation, enhancing the effectiveness of stem cell-based treatments (Aphkhazava et al. 2024).
5. **Future Directions:** Advances in single-cell omics, epigenetics, and chromatin remodeling provide new insights into transcriptional heterogeneity. Future research should focus on refining transcriptional engineering approaches, improving differentiation efficiency, and bridging the gap between stem cell research and clinical applications (Zare et al. 2023).

Transcriptional circuits underpin stem cell heterogeneity, guiding fate decisions at different potency levels. Deciphering these regulatory networks is crucial for optimizing stem cell therapies, regenerative medicine, and cancer treatment. By controlling transcriptional circuits, we can harness stem cells more effectively for biomedical applications.

Stem cell heterogeneity is governed by intricate transcriptional circuits that regulate self-renewal, plasticity, and lineage commitment across different potency states. In pluripotent stem cells, core transcription factors (OCT4, SOX2, NANOG) maintain an undifferentiated state while permitting dynamic fluctuations that prime cells for differentiation. As cells transition to multipotency, lineage-restricting regulators (e.g., RUNX1 in hematopoiesis, SOX9 in neural crest cells) progressively shape fate decisions, balancing flexibility and commitment. Unipotent stem cells, while highly specialized, retain latent plasticity under specific conditions, challenging the notion of irreversible differentiation.

Understanding these transcriptional networks has profound implications for regenerative medicine, disease modeling, and cancer therapy. By manipulating transcriptional circuits, researchers can enhance the efficiency of directed differentiation, improve stem cell-based therapies, and identify novel strategies for targeting aberrant stem-like states in cancer. Future advancements in single-cell technologies, epigenetic editing, and systems biology will further refine our ability to control stem cell fate, unlocking new possibilities for therapeutic interventions (Zare et al. 2023).

Based on the analysis of transcriptional circuits in stem cell heterogeneity, the following recommendations can enhance research, clinical applications, and therapeutic strategies:

Advance Single-Cell and Multi-Omics Technologies

- Utilize single-cell RNA sequencing (scRNA-seq), ATAC-seq, and spatial transcriptomics to further dissect transcriptional heterogeneity in stem cell populations.
- Integrate multi-omics approaches to understand how transcription factors, epigenetics, and chromatin architecture interact to regulate cell fate decisions (Zare et al. 2023).

Improve Directed Differentiation and Cell Fate Engineering

- Develop optimized protocols that modulate transcription factors and epigenetic regulators to enhance the efficiency and fidelity of stem cell differentiation.
- Explore synthetic biology approaches to design regulatory circuits that provide precise control over lineage commitment.

Enhance Stem Cell-Based Therapeutics

- Apply transcriptional circuit knowledge to generate stable, functional cell types for transplantation and disease modeling.
- Investigate how transcriptional plasticity can be harnessed to reprogram somatic cells into therapeutic cell types, reducing reliance on embryonic sources.

Target Transcriptional Dysregulation in Disease

- Identify and inhibit key transcriptional regulators driving cancer stem cell phenotypes to develop more effective treatments for stem cell-driven cancers.
- Investigate small molecules or CRISPR-based approaches to modulate aberrant transcriptional networks in degenerative diseases.

Integrate 3D Models and In Vivo Validation

- Use organoids and biomimetic scaffolds to better replicate in vivo transcriptional dynamics and cell-cell interactions.
- Validate findings from in vitro studies using animal models and patient-derived cells to ensure clinical relevance.

Explore Ethical and Regulatory Considerations

- Establish standardized guidelines for genetic and transcriptional modifications in stem cell research.
- Address ethical concerns regarding stem cell reprogramming and genome editing, ensuring responsible biomedical applications.

To fully harness stem cell potential, interdisciplinary efforts integrating transcriptomics, bioengineering, and clinical research are essential. By refining our understanding of transcriptional circuits, we can improve regenerative therapies, disease modeling, and precision medicine approaches, ultimately translating stem cell research into impactful clinical solutions (Vandana et al. 2023).

Stem cells homeostasis

Stem cell homeostasis refers to the delicate balance that maintains the self-renewal and differentiation capabilities of stem cells throughout an organism's lifespan. This balance is crucial for tissue maintenance, repair, and regeneration. Homeostasis is regulated by intrinsic factors, such as genetic and epigenetic mechanisms, as well as extrinsic factors, including signaling from the stem cell niche and systemic influences like hormones and inflammatory signals. Disruptions in stem cell homeostasis can lead to aging, degenerative diseases, or cancer. Understanding the mechanisms governing stem cell equilibrium is essential for advancing regenerative medicine and therapeutic interventions (Aphkhazava et al. 2024).

Stem cell homeostasis is the dynamic process that ensures a stable population of stem cells while allowing for the generation of differentiated cells needed for tissue growth, maintenance, and repair. This balance is maintained through tightly regulated mechanisms that control stem cell self-renewal, proliferation, quiescence, and differentiation. Homeostasis is governed by both intrinsic factors, including gene expression programs, epigenetic modifications, and metabolic regulation, and extrinsic factors, such as signals from the stem cell niche, systemic hormones, and environmental influences.

Stem cells exist in specialized microenvironments, or niches, that provide crucial signals to sustain their function and prevent exhaustion or over-proliferation. These signals include growth factors, cytokines, and extracellular matrix interactions that help maintain stem cell identity and guide their behavior in response to physiological needs.

The disruption of stem cell homeostasis is implicated in various pathological conditions. Excessive self-renewal can lead to tumorigenesis, as seen in cancers with uncontrolled stem cell proliferation. Conversely, impaired self-renewal or excessive differentiation can contribute to tissue degeneration, aging, and impaired healing. Understanding the molecular and cellular mechanisms underlying stem cell homeostasis is critical for developing regenerative therapies, improving tissue engineering approaches, and combating age-related diseases (Aphkhazava et al. 2024).

Ongoing research continues to uncover the complexity of stem cell regulation, offering new insights into how homeostasis is maintained across different tissues and organisms. Advances in stem cell biology hold great potential for medical applications, including stem cell-based therapies for degenerative diseases, injury repair, and organ regeneration.

Stem cells are undifferentiated cells with the unique ability to self-renew and differentiate into specialized cell types. They play a fundamental role in development, tissue maintenance, and regeneration. The concept of stem cell homeostasis refers to the precise regulation of stem cell populations to ensure a balance between self-renewal and differentiation, preventing depletion or uncontrolled proliferation.

Stem cell homeostasis is fundamental for tissue maintenance, repair, and disease prevention. Disruptions in homeostasis contribute to aging, degenerative disorders, and cancer, highlighting the need for targeted therapeutic strategies. Ongoing research in regenerative medicine, gene editing, and cancer therapy aims to harness stem cell potential while addressing associated risks. Future advancements in bioengineering, personalized medicine, and synthetic biology will further refine our ability to manipulate stem cell homeostasis for improved health outcomes.

Stem cells are classified into embryonic stem cells (ESCs) and adult (somatic) stem cells. ESCs, derived from the inner cell mass of blastocysts, have pluripotent capabilities, meaning they can generate all three germ layers—ectoderm, mesoderm, and endoderm. In contrast, adult stem cells, such as hematopoietic stem cells (HSCs), mesenchymal stem cells (MSCs), and neural stem cells (NSCs), have a more restricted differentiation potential and primarily contribute to tissue-specific regeneration (Scharf et al. 2013).

Stem cell homeostasis is maintained through complex regulatory mechanisms involving intrinsic (genetic and epigenetic) and extrinsic (microenvironmental and systemic) factors:

- **Intrinsic Regulation:** Gene expression networks, epigenetic modifications, metabolic status, and cell cycle control dictate stem cell fate. Key transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG in pluripotent stem cells maintain their undifferentiated state, while lineage-specific regulators guide differentiation.
- **Extrinsic Regulation:** The stem cell niche, a specialized microenvironment, provides biochemical and biophysical cues that sustain stem cells. Factors such as Wnt, Notch, BMP, and Hedgehog signaling pathways regulate proliferation, differentiation, and quiescence. Additionally, systemic signals like hormones, inflammation, and aging-related changes influence stem cell behavior.

Disruptions in stem cell homeostasis contribute to various pathological conditions:

- **Aging:** A decline in stem cell function leads to impaired tissue regeneration and increased susceptibility to degenerative diseases.
- **Cancer:** Dysregulation of self-renewal mechanisms can result in uncontrolled proliferation and tumor formation, often driven by cancer stem cells.

- **Tissue Degeneration:** Loss of proper stem cell activity contributes to conditions such as neurodegenerative diseases, osteoporosis, and muscle atrophy (Aphkhazava et al. 2024).

Recent advancements in stem cell research and regenerative medicine aim to manipulate stem cell homeostasis for therapeutic purposes. Strategies such as stem cell transplantation, gene editing, and tissue engineering hold promise for treating degenerative diseases, injuries, and age-related disorders. Understanding the fundamental principles of stem cell homeostasis is essential for harnessing their full potential in biomedical applications.

Stem cells are essential for maintaining tissue integrity and enabling regeneration throughout an organism's lifespan. Their ability to self-renew and differentiate into specialized cell types is tightly regulated to prevent depletion or uncontrolled expansion. This balance, known as stem cell homeostasis, is crucial for sustaining tissue function and preventing diseases such as cancer and degenerative disorders.

Types of Stem Cells and Their Role in Homeostasis

Stem cells are broadly categorized into embryonic stem cells (ESCs) and adult (somatic) stem cells, each with distinct roles in development and tissue maintenance:

1. **Embryonic Stem Cells (ESCs):**
 - Derived from the inner cell mass of the blastocyst, ESCs possess pluripotency, meaning they can differentiate into all three germ layers (ectoderm, mesoderm, and endoderm).
 - During embryogenesis, precise signaling pathways (e.g., Wnt, BMP, and Notch) regulate ESC proliferation and differentiation to form functional tissues.
2. **Adult Stem Cells (ASCs):**
 - These multipotent cells reside in specific stem cell niches and contribute to tissue maintenance and repair throughout life.
 - Examples of ASCs include:
 - Hematopoietic stem cells (HSCs): Maintain blood cell production in the bone marrow.
 - Mesenchymal stem cells (MSCs): Differentiate into bone, cartilage, and fat cells.
 - Neural stem cells (NSCs): Generate neurons and glial cells in the brain.
 - Epithelial stem cells: Regenerate skin, intestines, and other epithelial tissues.

Regulation of Stem Cell Homeostasis

Stem cell homeostasis is maintained by a complex interplay of intrinsic and extrinsic factors:

Intrinsic Regulation

These are cell-autonomous mechanisms that control stem cell function:

- **Transcription Factors:** Master regulators such as OCT4, SOX2, and NANOG maintain pluripotency in ESCs, while tissue-specific factors (e.g., GATA2 in HSCs, SOX9 in NSCs) drive lineage commitment.
- **Epigenetic Modifications:** DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs influence gene expression and cell fate decisions.
- **Cell Cycle Control:** Quiescence, an essential property of adult stem cells, is regulated by cyclins, CDKs, and tumor suppressors like p53 and RB1, ensuring a balance between proliferation and differentiation.
- **Metabolic Regulation:** Stem cells rely on unique metabolic pathways (e.g., glycolysis in pluripotent cells, oxidative phosphorylation in differentiating cells) to maintain their function.

Extrinsic Regulation

Stem cell activity is also modulated by signals from the stem cell niche, systemic factors, and environmental influences:

- **Stem Cell Niches:** These microenvironments provide biochemical and biophysical cues to regulate stem cell fate.
 - Example: The bone marrow niche supports hematopoietic stem cells through signals like SCF, CXCL12, and Notch ligands.
- **Signaling Pathways:** Major pathways that control stem cell homeostasis include:
 - Wnt/ β -catenin: Promotes self-renewal in multiple stem cell types.
 - Notch: Maintains stem cell quiescence and differentiation balance.
 - BMP (Bone Morphogenetic Proteins): Regulates differentiation and lineage commitment.
 - Hedgehog (Hh): Essential for tissue development and adult stem cell function.
- **Systemic and Environmental Factors:**
 - Hormones (e.g., insulin, thyroid hormones) influence stem cell metabolism and proliferation.
 - Inflammation and Immune Signals: Chronic inflammation can disrupt stem cell function, contributing to aging and disease.
 - Aging: Cellular senescence and DNA damage accumulation impair stem cell homeostasis over time.

Disruptions in Stem Cell Homeostasis and Disease Implications

Failure to maintain stem cell homeostasis can lead to various pathologies:

1. **Aging and Degeneration:**
 - Reduced stem cell function with age leads to impaired tissue repair, contributing to neurodegenerative diseases, osteoporosis, and muscle atrophy.

- Example: Aging hematopoietic stem cells show biased differentiation toward myeloid lineage, increasing susceptibility to blood disorders (Aphkhazava et al. 2024).
2. Cancer and Uncontrolled Proliferation:
- Dysregulated self-renewal mechanisms can lead to the formation of cancer stem cells (CSCs), driving tumor growth and therapy resistance.
 - Example: Leukemia stem cells arise from mutations in HSC regulatory pathways.
3. Tissue Degeneration and Impaired Regeneration:
- Inadequate stem cell renewal or excessive differentiation results in tissue dysfunction.
 - Example: Neurodegenerative disorders like Parkinson's disease involve the depletion of neural stem/progenitor cells.

Clinical and Therapeutic Implications

Advancements in stem cell research aim to manipulate homeostatic mechanisms for therapeutic applications:

- Stem Cell Transplantation: Bone marrow transplants restore hematopoietic function in leukemia patients.
- Regenerative Medicine: Induced pluripotent stem cells (iPSCs) offer potential for disease modeling, drug screening, and tissue engineering.
- Gene Editing (CRISPR/Cas9): Enables targeted correction of mutations affecting stem cell function.
- Pharmacological Approaches: Small molecules and biologics that modulate Wnt, Notch, or BMP pathways are being explored to restore homeostasis in degenerative diseases.

Stem cell homeostasis is a fundamental biological process that ensures proper tissue maintenance and repair throughout life. It is governed by intrinsic genetic programs and extrinsic niche signals that maintain a delicate balance between self-renewal and differentiation. Disruptions in these mechanisms contribute to aging, degenerative diseases, and cancer. Understanding and manipulating stem cell homeostasis holds significant promise for advancing regenerative medicine, improving therapies for age-related diseases, and developing targeted treatments for cancer (Sulashvili et al., 2024).

Stem cell homeostasis is a crucial aspect of tissue maintenance and regeneration, ensuring a balance between self-renewal and differentiation. Disruptions in this balance can lead to severe consequences, including aging-related degeneration and cancer. The regulation of stem cell homeostasis involves multiple levels of control, including genetic, epigenetic, biochemical, and environmental factors. In this discussion, we explore the complexity of these regulatory mechanisms, the challenges in maintaining homeostasis, and potential therapeutic applications (Sulashvili et al., 2024).

Balancing Self-Renewal and Differentiation

A central challenge in stem cell biology is understanding how stem cells maintain their capacity for self-renewal while generating differentiated progeny in response to tissue needs. This balance is influenced by several key factors:

- **Stem Cell Niche:** The microenvironment provides signals that maintain stem cell identity and control differentiation. For example, hematopoietic stem cells (HSCs) rely on CXCL12 signaling from niche cells for quiescence, while neural stem cells (NSCs) are regulated by Notch and BMP signaling in the brain.
- **Intrinsic Regulatory Networks:** Transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG maintain pluripotency in embryonic stem cells (ESCs), whereas lineage-specific factors like MYOD (muscle differentiation) and RUNX2 (bone differentiation) drive specialized functions (Aphkhazava et al. 2023).
- **Cell Cycle and Metabolic Control:** Stem cells maintain a delicate balance between quiescence and proliferation. While quiescence prevents premature exhaustion, excessive proliferation can lead to stem cell depletion or tumorigenesis (Aphkhazava et al. 2024).

Impact of Aging on Stem Cell Homeostasis

Aging is a significant factor affecting stem cell homeostasis, leading to reduced regenerative capacity and increased susceptibility to disease. Key aging-related changes include:

- **Stem Cell Exhaustion:** Over time, stem cells lose their ability to self-renew, as seen in HSCs, which become biased toward myeloid differentiation, contributing to immune dysfunction.
- **Epigenetic Alterations:** DNA methylation changes, histone modifications, and chromatin remodeling affect gene expression in aging stem cells.
- **Oxidative Stress and DNA Damage:** Accumulation of reactive oxygen species (ROS) and impaired DNA repair mechanisms contribute to stem cell aging and functional decline.
- **Inflammation:** Chronic inflammation, driven by cytokines like IL-6 and TNF- α , disrupts stem cell function and promotes tissue degeneration.

Strategies to counteract aging-related decline in stem cell function are being explored, including metabolic interventions, pharmacological activation of key pathways (e.g., Wnt and NAD⁺ precursors), and stem cell rejuvenation therapies (Gორგასლიძე, 2023).

Stem Cell Dysregulation in Cancer

While maintaining stem cell homeostasis is crucial for tissue health, dysregulation of self-renewal mechanisms can lead to cancer. Cancer stem cells (CSCs), a subset of tumor cells with stem-like properties, contribute to tumor initiation, progression, and resistance to therapy (Aphkhazava et al. 2024).

Major factors in CSC regulation include:

- **Oncogenic Signaling Pathways:** Aberrant activation of Wnt, Hedgehog, and Notch signaling drives uncontrolled proliferation in CSCs.
- **Epigenetic Modifications:** Changes in DNA methylation and histone acetylation alter gene expression patterns, leading to loss of normal stem cell regulation.
- **Therapy Resistance:** CSCs exhibit resistance to chemotherapy and radiation due to their quiescent nature, efficient DNA repair, and expression of drug efflux transporters.

Targeting CSCs is a major focus in cancer therapy, with approaches such as Wnt/Notch inhibitors, immune-based therapies, and metabolic interventions being investigated to eliminate CSC populations while preserving normal stem cell function.

Therapeutic Manipulation of Stem Cell Homeostasis

Advancements in stem cell research have opened avenues for therapeutic manipulation of homeostasis in various diseases:

- **Regenerative Medicine:** Stem cell-based therapies are being explored for conditions like spinal cord injury, Parkinson's disease, and heart failure. Induced pluripotent stem cells (iPSCs) offer personalized regenerative solutions by reprogramming patient-derived cells.
- **Gene Editing and CRISPR-Based Interventions:** Targeted gene modifications in stem cells hold promise for treating genetic disorders such as sickle cell anemia and muscular dystrophy.
- **Pharmacological Modulation:** Small molecules and biologics targeting Wnt, Notch, or BMP pathways can restore proper stem cell function in degenerative diseases.
- **Artificial Stem Cell Niches:** Bioengineering approaches are being developed to create synthetic niches that support stem cell growth and differentiation for transplantation therapies.

Future Perspectives and Challenges

Despite significant progress in understanding stem cell homeostasis, several challenges remain:

- **Ethical Concerns:** The use of embryonic stem cells (ESCs) in research and therapy raises ethical and regulatory considerations. iPSC technology offers a promising alternative but requires further optimization.
- **Tumorigenic Risks:** The potential for uncontrolled proliferation in transplanted stem cells must be addressed through precise control mechanisms.
- **Long-Term Integration:** Ensuring that transplanted stem cells properly integrate into host tissues without immune rejection is a key challenge.

Molecular and Cellular Regulation of Stem Cell Homeostasis

Stem cell homeostasis is a complex and dynamic process that ensures the proper balance between self-renewal and differentiation, which is critical for tissue maintenance and repair. A detailed analysis of this equilibrium reveals the intricate regulatory mechanisms, the impact of internal and external factors, and the consequences of disruptions in homeostasis. This section critically examines key aspects of stem cell homeostasis, including its molecular regulation, challenges in maintaining stability, and implications for disease and therapy.

The balance of stem cell activity is tightly regulated at multiple levels, ensuring controlled proliferation while preventing exhaustion or tumorigenesis (Aphkhazava et al. 2024).

Self-Renewal vs. Differentiation Balance

- Stem cells must decide whether to remain in a self-renewing state or differentiate into specialized cells. This process is influenced by transcription factors, epigenetic changes, and environmental signals.
- Pluripotent stem cells (e.g., embryonic stem cells) maintain their identity through transcription factors such as OCT4, SOX2, and NANOG, while adult stem cells rely on niche-specific cues to regulate differentiation.
- The Notch and Wnt signaling pathways are key regulators of self-renewal, while differentiation is often guided by pathways like BMP and retinoic acid signaling.

Role of the Stem Cell Niche

- Stem cells reside in specialized microenvironments called niches, which provide extrinsic signals necessary for their regulation.
- Examples include:
 - Hematopoietic stem cells (HSCs) in the bone marrow niche, regulated by CXCL12 and SCF signaling.
 - Neural stem cells (NSCs) in the subventricular zone, influenced by Notch and BMP signaling.
- The niche helps maintain quiescence, preventing excessive proliferation that could lead to cancer while also ensuring the availability of stem cells for tissue regeneration.

Metabolic and Epigenetic Regulation

- Stem cells exhibit distinct metabolic states: pluripotent cells primarily rely on glycolysis, whereas differentiated cells shift towards oxidative phosphorylation.
- Epigenetic mechanisms, including DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs, modulate gene expression to maintain stem cell identity or drive differentiation.

- Disruptions in epigenetic regulation can lead to loss of homeostasis, contributing to premature aging or malignancy.

Challenges in Maintaining Stem Cell Homeostasis

Maintaining stem cell homeostasis presents several biological challenges that affect tissue function and regenerative capacity over time.

Aging and Stem Cell Exhaustion

- Aging results in progressive decline in stem cell function, leading to reduced regenerative potential and increased susceptibility to disease.
- Key aging-related changes include:
 - Telomere shortening, leading to decreased proliferation.
 - Increased DNA damage and accumulation of mutations.
 - Chronic inflammation, which alters the niche and disrupts stem cell function.
- Example: Aged hematopoietic stem cells (HSCs) exhibit myeloid bias, reducing the production of lymphoid cells and weakening immune response.

Oncogenic Transformation and Cancer Stem Cells (CSCs)

- Dysregulation of homeostasis can lead to the uncontrolled proliferation of stem cells, giving rise to cancer stem cells (CSCs).
- CSCs retain self-renewal capabilities, contributing to tumor initiation, progression, and therapy resistance.
- Oncogenic pathways such as Wnt, Hedgehog, and Notch are frequently overactivated in cancers, sustaining CSC populations.
- Example: Leukemic stem cells (LSCs) originate from hematopoietic stem cells with mutations that enhance self-renewal while blocking normal differentiation.

Environmental and Systemic Factors

- External factors such as diet, stress, toxins, and infections influence stem cell homeostasis.
- Example: Obesity-induced inflammation alters hematopoietic stem cell function, predisposing individuals to metabolic and immune disorders.
- Systemic hormones like insulin, thyroid hormones, and glucocorticoids play critical roles in regulating stem cell activity.

Implications for Disease and Therapy

Understanding the mechanisms of stem cell homeostasis has major implications for regenerative medicine, aging-related diseases, and cancer therapy (Aphkhazava et al. 2024).

Regenerative Medicine and Stem Cell Therapies

- Stem cell-based therapies aim to restore tissue function in degenerative diseases, injuries, and genetic disorders.
- Induced pluripotent stem cells (iPSCs) provide patient-specific, ethically viable alternatives for regenerative medicine.
- Biomaterials and artificial niches are being developed to enhance the survival and integration of transplanted stem cells.

Anti-Aging and Longevity Research

- Targeting stem cell aging is a promising approach for extending healthy lifespan.
- Strategies include:
 - Metabolic reprogramming (e.g., NAD⁺ boosters, calorie restriction mimetics).
 - Epigenetic rejuvenation using Yamanaka factors (OCT4, SOX2, KLF4, c-MYC).
 - Stem cell transplantation to replace aged or dysfunctional stem cell populations.

Cancer Therapy and Targeting Cancer Stem Cells (CSCs)

- Eradicating CSCs is critical for preventing relapse and improving cancer treatment outcomes.
- Therapies targeting CSC-specific pathways include:
 - Wnt and Notch inhibitors to block self-renewal.
 - Epigenetic drugs to restore normal differentiation patterns.
 - Immunotherapy to selectively eliminate CSCs.

Future Directions and Challenges

Despite significant progress in stem cell research, challenges remain in fully understanding and manipulating stem cell homeostasis for therapeutic applications.

Ethical and Safety Considerations

- The use of embryonic stem cells (ESCs) raises ethical concerns, while iPSC-based therapies require further validation to ensure safety and efficacy.

- The risk of tumorigenesis in stem cell therapies needs to be carefully managed.

Long-Term Integration and Functional Recovery

- Ensuring that transplanted stem cells properly integrate into host tissues and perform their intended functions remains a challenge.
- Research is ongoing to optimize biomaterial scaffolds, niche engineering, and immunomodulation strategies for improved transplantation outcomes.

Personalized and Precision Medicine Approaches

- Advances in single-cell sequencing, organoid technology, and AI-driven drug discovery are enhancing our ability to predict, monitor, and tailor stem cell therapies for individual patients.
- Gene editing technologies (e.g., CRISPR/Cas9) offer promising solutions for correcting genetic defects in stem cells before transplantation (Clevers et al. 2011).

Stem cell homeostasis is a tightly controlled process that ensures the long-term maintenance and functionality of tissues. Disruptions in homeostasis contribute to aging, degenerative diseases, and cancer, highlighting the need for targeted interventions. While stem cell-based therapies and regenerative medicine offer promising solutions, challenges related to tumorigenic risks, ethical concerns, and long-term integration must be addressed. Future research should focus on refining gene editing techniques, developing artificial niches, and leveraging personalized medicine approaches to optimize stem cell therapies for diverse medical applications.

Signals affecting Stem cells division

Stem cell division is a tightly regulated process that ensures the balance between self-renewal and differentiation. This balance is critical for tissue maintenance, repair, and regeneration. The regulation of stem cell division is influenced by a complex interplay of intrinsic and extrinsic signals, including growth factors, cytokines, and physical cues from the microenvironment. Understanding these signals is essential for advancing stem cell biology and developing therapeutic strategies.

Key Signaling Pathways Regulating Stem Cell Division

1. Wnt/ β -Catenin Pathway:
 - Role: The Wnt/ β -catenin pathway is a critical regulator of stem cell self-renewal and proliferation. Activation of Wnt signaling promotes the stabilization and nuclear translocation of β -catenin, which then activates target genes involved in cell cycle progression and stem cell maintenance.

- Examples: In intestinal stem cells, Wnt signaling is essential for maintaining the stem cell pool and driving proliferation. Dysregulation of this pathway is associated with cancer, particularly colorectal cancer.
2. Notch Signaling:
- Role: Notch signaling plays a key role in cell fate decisions, including stem cell self-renewal and differentiation. Activation of Notch receptors by their ligands (e.g., Delta, Jagged) leads to the cleavage of the Notch intracellular domain (NICD), which translocates to the nucleus to activate target genes.
 - Examples: In hematopoietic stem cells (HSCs), Notch signaling maintains quiescence and prevents premature differentiation. In neural stem cells, Notch promotes self-renewal and inhibits neuronal differentiation.
3. Hedgehog (Hh) Signaling:
- Role: The Hedgehog pathway is involved in stem cell maintenance, proliferation, and tissue patterning. Activation of Hh signaling leads to the stabilization and nuclear translocation of Gli transcription factors, which regulate target genes involved in cell cycle control and stem cell identity.
 - Examples: In skin stem cells, Hh signaling regulates hair follicle regeneration. In cancer, aberrant Hh signaling is associated with the maintenance of cancer stem cells.
4. TGF- β /BMP Signaling:
- Role: The TGF- β (Transforming Growth Factor-beta) and BMP (Bone Morphogenetic Protein) pathways regulate stem cell differentiation and proliferation. TGF- β signaling often promotes differentiation, while BMP signaling can either promote or inhibit stem cell self-renewal depending on the context [88].
 - Examples: In mesenchymal stem cells (MSCs), BMP signaling induces osteogenic differentiation, while TGF- β signaling promotes chondrogenesis.
5. PI3K/AKT/mTOR Pathway:
- Role: The PI3K/AKT/mTOR pathway is a central regulator of cell growth, proliferation, and survival. Activation of this pathway promotes stem cell self-renewal and inhibits differentiation.
 - Examples: In embryonic stem cells (ESCs), PI3K/AKT signaling maintains pluripotency by stabilizing OCT4 and NANOG expression. In cancer stem cells, this pathway is often hyperactivated, contributing to tumor growth and therapy resistance.
6. JAK/STAT Signaling:
- Role: The JAK/STAT pathway is activated by cytokines and growth factors, leading to the phosphorylation and nuclear translocation of STAT proteins, which regulate gene expression involved in cell proliferation and survival.
 - Examples: In hematopoietic stem cells, JAK/STAT signaling is critical for maintaining stem cell self-renewal and responding to inflammatory signals.

Extrinsic Signals from the Stem Cell Niche

The stem cell niche provides a specialized microenvironment that regulates stem cell behavior through physical and biochemical cues. Key components of the niche include:

1. Extracellular Matrix (ECM):
 - The ECM provides structural support and biochemical signals that influence stem cell behavior. Integrins and other cell surface receptors interact with ECM components (e.g., fibronectin, laminin) to regulate cell adhesion, migration, and signaling.
2. Cell-Cell Interactions:
 - Direct cell-cell interactions, such as those mediated by cadherins and gap junctions, play a role in stem cell maintenance and differentiation. For example, E-cadherin-mediated cell adhesion is important for maintaining pluripotency in ESCs.
3. Soluble Factors:
 - Growth factors, cytokines, and chemokines secreted by niche cells or present in the extracellular fluid regulate stem cell division. Examples include SCF (Stem Cell Factor), CXCL12 (SDF-1), and FGF (Fibroblast Growth Factor).
4. Mechanical Forces:
 - Physical forces, such as shear stress, stiffness, and tension, influence stem cell behavior. For example, mechanical stiffness of the ECM can direct mesenchymal stem cell differentiation toward osteogenic or adipogenic lineages.

Clinical Implications

Understanding the signals that regulate stem cell division has significant implications for regenerative medicine and cancer therapy. For example:

- Regenerative Medicine: Manipulating signaling pathways (e.g., Wnt, Notch) can enhance stem cell proliferation and differentiation for tissue repair and organ regeneration [98].
- Cancer Therapy: Targeting signaling pathways that maintain cancer stem cells (e.g., Wnt, Hedgehog) can inhibit tumor growth and prevent relapse.

In conclusion, the regulation of stem cell division is a complex process influenced by multiple signaling pathways and niche factors. Continued research into these signals will provide new insights into stem cell biology and pave the way for innovative therapeutic strategies.

Orchestration of Stem Cell Differentiation

A critical factor in maintaining equilibrium between stem cells and differentiated cells is the precise regulation of stem cell progeny differentiation. The complexity of this task increases with the number of available options. Vertebrate adult stem cells are tissue-specific, limiting the potential fates of

progeny, such as goblet cells, Paneth cells, enteroendocrine cells, and absorptive enterocytes in the vertebrate intestine (van der Flier and Clevers 2009).

Signaling molecules play a pivotal role in directed stem cell differentiation. Major signaling pathways include:

- Wnt/ β -catenin: Activates gene expression that promotes differentiation.
- TGF- β (Transforming Growth Factor Beta): Regulates cell proliferation and differentiation.
- FGF (Fibroblast Growth Factor): Maintains pluripotency and induces differentiation.

The microenvironment (niche) surrounding stem cells is a critical determinant influencing their behavior. Interactions with neighboring cells, the extracellular matrix, and signaling gradients shape the "signaling landscape" that governs differentiation.

Examples include:

- Extracellular Matrix: Physical and chemical properties guide differentiation.
- Cellular Interactions: Direct cell contacts and secretion of growth factors activate or inhibit differentiation pathways.

Stem cell differentiation is also regulated by genetic and epigenetic mechanisms:

- Histone Modifications: Chromatin remodeling influences gene accessibility for transcription.
- DNA Tension Alterations: Regulate transcription factor activity and cell-type-specific gene expression.

Research demonstrates how various factors direct stem cell differentiation in clinical contexts. For instance, FGF-induced neurogenic differentiation of induced pluripotent stem cells (iPSCs) showcases the potential of cellular therapies for treating neurodegenerative disorders.

The orchestration of stem cell differentiation is a complex process influenced by multiple factors, including signaling molecules, microenvironmental cues, and genetic regulation. Understanding these mechanisms opens new avenues for therapeutic strategies in regenerative medicine and cell therapy (Singh et al. 2015).

Conceptual Problems of Lineage Organization

Mechanisms and conceptual principles regulating progenitor cell differentiation remain speculative. Are lineage choices governed by external signals that enable progenitors to differentiate "on demand"? Or do internal processes, such as the centriole-based differentiation hypothesis (Tkemaladze and Chichinadze 2005), drive lineage specification?

"On-demand" models imply flexibility, aligning progenitor differentiation with local requirements, for example, replacing dying cells through simultaneous differentiation signals. However, such models require numerous cell-specific "replace me" signals and may fail when entire cell types are lost (e.g., photoreceptors in planarian head amputation). The ability of planarians to regenerate tissues and

organs de novo challenges any model requiring pre-existing differentiated cells for progenitor specification (Iglesias et al. 2008).

Conversely, progenitor fate decisions through intrinsic mechanisms may enable de novo specification of lost cell types, albeit with conceptual trade-offs. During regeneration, specifying the exact number and types of progenitors far in advance of their assembly into tissues and organs (Lapan and Reddien 2011) is difficult to reconcile with stochastic mechanisms. In homeostasis, relying solely on intrinsic mechanisms would result in uniform progenitor production throughout the organism, leading to inappropriate differentiation (e.g., photoreceptors in the tail). Apoptosis or long-range migration may address such mismatches, but internal mechanisms fail to explain phenomena like size-dependent reproductive organ differentiation (Newmark et al. 2008) or fluctuating epithelial cell demands during growth and degradation.

Both scenarios face conceptual challenges as they propose terminal cell fate specification at a single checkpoint. However, a single checkpoint seems implausible given the vast diversity of cell types. Furthermore, embryonic cell fate decisions result from progressive differentiation restrictions via multiple signaling inputs. Hierarchical lineage organization is, therefore, a plausible model (Baguñà et al. 1990), incorporating broad lineage constraints (e.g., "neuronal," "intestinal," "muscular") at higher levels and refined terminal fate decisions (e.g., specific neuronal subtypes) at later differentiation stages.

Observed expression patterns, such as Smed-tyrosinase in regenerating planarian eyes, align with this model. Notably, cell fate decisions occur incrementally through multiple intermediate checkpoints rather than instantaneously.

Hierarchical differentiation integrates intrinsic and signaling-mediated fate determination across checkpoints, balancing stability and flexibility. Initial lineage selection via intrinsic mechanisms, such as stochastic retinal progenitor fate choices (Gomes et al. 2011), ensures long-term lineage stability. The concern of inappropriate progenitors becomes less significant with broader initial lineage selections.

Progenitor Fate Choices

How regeneration restores precisely what is missing remains unclear. These phenomena imply global body patterning signals influencing local fate decisions (Lobo et al. 2012). While mechanistic details are lacking, altered Smed- β -catenin-1 activity highlights conceptual importance. β -catenin functions as an intracellular effector of canonical Wnt signaling (Clevers and Nusse 2012). Reduced Smed- β -catenin-1 activity induces head regeneration regardless of wound context, while increased activity dominantly induces tail regeneration (Gurley et al. 2008). These phenotypes suggest that β -catenin-1 acts as a binary switch high in the tissue fate hierarchy rather than a simple internal determinant.

Embryonic organizers provide a paradigm for such mechanisms. Organizers are self-sustaining signaling centers (often involving β -catenin) that establish embryonic axes (De Robertis 2009). Their

relevance to planarian regeneration lies in their self-organization based on dynamic cell interactions (Meinhardt 2009) and their ability to spatially direct lineage selection (Niehrs 2004). Smed- β -catenin-1 may select between self-sustaining signaling systems promoting tail or head regeneration, organizing progenitor differentiation spatially and temporally.

Patterning signals influencing lineage choices require regional fate determinants or competence mediators. Examples include LIM-homeodomain transcription factor Dj-ISLET, essential for tail regeneration and maintaining Wnt ligand expression (Hayashi et al. 2011), and TALE-homeobox gene Smed-prep, necessary for head induction downstream of β -catenin-1 (Felix and Aboobaker 2010). These genes may function as selectors for regional identities.

Progenitors differentiate in response to patterning signals, which themselves are produced by differentiated cells, forming a self-reinforcing loop. Thus, cell fate specification is both an endpoint and a starting point, perpetuating developmental patterns.

Self-renewal of tissues

Tissue self-renewal is a fundamental process that maintains homeostasis and ensures repair following apoptosis or injury. It involves tightly regulated mechanisms driven by stem and progenitor cells, which possess the ability to proliferate and differentiate. The ability of tissues to self-renew is essential for maintaining physiological balance and functional longevity. This process depends on a dynamic interplay between cellular proliferation, differentiation, and apoptosis. Stem cells play a central role in self-renewal due to their capacity for asymmetric division, enabling both self-replication and the generation of specialized cell types.

Stem cells are categorized into embryonic and adult stem cells, with the latter being responsible for tissue maintenance. Adult stem cells reside in niches that provide structural and biochemical support, preserving their quiescence and multipotency.

Asymmetric division allows stem cells to produce one daughter cell that retains stem-like properties and another that differentiates. This division is regulated by polarity proteins, centrosome inheritance, and spindle orientation.

Progenitor cells amplify tissue-specific cell populations through transient proliferation, followed by terminal differentiation.

Key signaling cascades such as Wnt/ β -catenin, Notch, and 123 orchestrate self-renewal processes by modulating gene expression and cellular behavior.

Epigenetic regulation, including DNA methylation and histone modifications, maintains the balance between self-renewal and differentiation.

Factors such as Oct4, Sox2, and Nanog sustain pluripotency in embryonic stem cells and regulate lineage-specific commitment in adult stem cells.

Understanding the regulatory networks of tissue self-renewal provides insights into maintaining health and treating diseases. Further research into niche dynamics, signaling pathways, and epigenetic controls is essential for advancing regenerative medicine.

The problem of decreasing stem cell division rate over time

Stem cells are vital for tissue maintenance, regeneration, and repair due to their ability to self-renew and differentiate. However, a significant challenge in aging and regenerative medicine is the progressive decline in stem cell division rates over time. This phenomenon contributes to reduced tissue regeneration, increased susceptibility to degenerative diseases, and age-related functional decline (Tkemaladze, 2023). Understanding the mechanisms underlying this decline is critical for developing strategies to counteract stem cell exhaustion and enhance therapeutic outcomes.

The decrease in stem cell proliferative capacity is influenced by intrinsic and extrinsic factors:

1. Intrinsic Mechanisms

- Centriolar Aging: Accumulation of old centrioles in stem cells disrupts mitotic fidelity, leading to asymmetric division defects and reduced proliferative potential (Tkemaladze, 2023; Tkemaladze & Chichinadze, 2005).
- Epigenetic Alterations: Age-associated changes in DNA methylation and histone modifications impair transcriptional networks essential for self-renewal. For example, dysregulation of Wnt/ β -catenin and Notch signaling pathways compromises stem cell quiescence (Zhang et al., 2022; Sharma et al., 2021).
- Oxidative Stress and DNA Damage: Reactive oxygen species (ROS) and unresolved DNA breaks activate senescence pathways, halting division (Lobo et al., 2012; van der Flier & Clevers, 2009).

2. Extrinsic Mechanisms

- Niche Degradation: Aging disrupts the stem cell niche, reducing supportive signals such as CXCL12 and SCF, which are critical for hematopoietic stem cell maintenance (Tuan et al., 2003).
- Systemic Inflammation: Pro-inflammatory cytokines (e.g., IL-6, TNF- α) alter stem cell behavior, promoting differentiation over self-renewal (Newmark et al., 2008).

Consequences of Reduced Division Rates

1. Tissue Atrophy and Dysfunction: Declining division rates impair the replenishment of differentiated cells, leading to conditions such as osteoporosis, sarcopenia, and immune senescence (Baguñà et al., 1990).

2. **Compromised Regeneration:** Reduced proliferative capacity limits tissue repair post-injury. For instance, aged neural stem cells fail to generate sufficient neurons after brain trauma (Gomes et al., 2011).
3. **Cancer Risk:** Paradoxically, residual stem cells with accumulated mutations may undergo clonal expansion, increasing malignancy risk (Swain et al., 2020).

Current Research and Interventions

1. **Centriole-Targeted Approaches:** Tkemaladze (2023) proposes that selective removal of aged centrioles could rejuvenate stem cell division, though this remains experimental.
2. **Pharmacological Interventions:** Short-term administration of Dasatinib and quercetin, senolytics that clear senescent cells, has shown promise in improving stem cell function in human trials (Tkemaladze & Apkhazava, 2019).
3. **Epigenetic Reprogramming:** Resetting DNA methylation patterns using Yamanaka factors (OCT4, SOX2, KLF4) restores pluripotency in aged cells (Schmidt & Plath, 2012).

Challenges and Future Directions

1. **Tumorigenic Risks:** Reactivating division in aged stem cells may inadvertently promote cancer (Swain et al., 2020).
2. **Niche Engineering:** Developing artificial niches with biomaterials to mimic youthful microenvironments could sustain stem cell proliferation (Park et al., 2015).
3. **Personalized Therapies:** Integrating CRISPR-based gene editing to correct age-related mutations in patient-specific iPSCs offers tailored solutions (Burnight et al., 2015).

The decline in stem cell division rates over time poses a significant barrier to tissue homeostasis and regeneration. While intrinsic factors like centriolar aging and epigenetic drift play central roles, extrinsic niche degradation and systemic inflammation exacerbate the problem. Emerging strategies, including replacement of old centrioles with young ones, senolytics, and epigenetic reprogramming, hold potential but require rigorous validation. Addressing these challenges will be pivotal for advancing regenerative medicine and mitigating age-related degeneration.

Discussion

The study of stem cell systems and their regenerative potential has revolutionized our understanding of biology and medicine. Stem cells, with their unique ability to self-renew and differentiate, hold immense promise for treating degenerative diseases, injuries, and aging-related conditions. However, significant challenges remain in translating stem cell research into clinical applications. This discussion highlights key insights, challenges, and future directions in stem cell research, emphasizing the need for interdisciplinary collaboration and ethical considerations.

Key Insights

1. **Heterogeneity and Plasticity:** Stem cell populations are highly heterogeneous, with varying degrees of potency and differentiation potential. This heterogeneity is regulated by complex transcriptional networks and signaling pathways, which influence cell fate decisions. Understanding this plasticity is crucial for optimizing stem cell-based therapies. For example, single-cell RNA sequencing has revealed subpopulations within pluripotent stem cell cultures with distinct transcriptional signatures, indicating a spectrum of pluripotency states that may affect differentiation efficiency.
2. **Stem Cell Niches:** The stem cell niche plays a critical role in maintaining stem cell homeostasis by providing biochemical and physical cues that regulate self-renewal and differentiation. Disruptions in the niche can lead to stem cell exhaustion or uncontrolled proliferation, contributing to aging and cancer. For instance, the bone marrow niche supports hematopoietic stem cells through signals like CXCL12 and SCF, while the neural stem cell niche in the brain relies on Notch and BMP signaling.
3. **Aging and Stem Cell Decline:** Aging is associated with a decline in stem cell function, driven by intrinsic factors (e.g., DNA damage, epigenetic alterations) and extrinsic factors (e.g., niche degradation, inflammation). Strategies to rejuvenate aged stem cells, such as epigenetic reprogramming and senolytic therapies, are being explored to counteract age-related degeneration. For example, short-term administration of Dasatinib and Quercetin has shown promise in improving stem cell function in human trials.
4. **Cancer Stem Cells:** Cancer stem cells (CSCs) are a subset of tumor cells with stem-like properties that drive tumor initiation, progression, and therapy resistance. Targeting CSCs through signaling pathway inhibitors (e.g., Wnt, Notch) and immune-based therapies offers a promising approach to cancer treatment. For instance, aberrant activation of Wnt signaling in colorectal cancer stem cells contributes to tumor growth and therapy resistance (Aphkhazava et al. 2024).
5. **Ethical and Safety Considerations:** The use of embryonic stem cells (ESCs) raises ethical concerns, while iPSCs offer a viable alternative for personalized medicine. However, challenges such as tumorigenicity, immune rejection, and long-term integration must be addressed to ensure the safety and efficacy of stem cell-based therapies. Regulatory frameworks continue to evolve to balance scientific progress with ethical considerations.

Future Directions

1. **Single-Cell and Multi-Omics Technologies:** Advances in single-cell sequencing and multi-omics approaches will provide deeper insights into stem cell heterogeneity and regulatory mechanisms, enabling more precise control of stem cell fate. For example, integrating transcriptomics, epigenomics, and proteomics can reveal dynamic changes in stem cell populations during differentiation.
2. **Bioengineering and Synthetic Biology:** Developing artificial niches and biomimetic environments can enhance stem cell survival, proliferation, and differentiation for

transplantation therapies. For instance, 3D bioprinting and organoid technology are being used to create functional tissues for regenerative medicine .

3. **Personalized Medicine:** Patient-specific iPSCs and CRISPR-based gene editing offer tailored solutions for regenerative medicine and disease modeling, paving the way for precision therapies. For example, iPSC-derived cardiomyocytes are being explored for personalized heart repair.
4. **Targeting Aging and Degenerative Diseases:** Strategies to rejuvenate aged stem cells and restore tissue homeostasis hold promise for treating age-related diseases and extending healthy lifespan. For instance, epigenetic reprogramming using Yamanaka factors (OCT4, SOX2, KLF4, c-MYC) has shown potential in reversing age-related decline in stem cell function.

Challenges and Opportunities

Despite significant progress, several challenges remain in stem cell research. Tumorigenic risks, immune rejection, and long-term integration of transplanted stem cells are critical hurdles that must be addressed. Additionally, ethical concerns regarding the use of embryonic stem cells and genetic modifications require careful consideration. However, the rapid pace of advancements in stem cell biology, gene editing, and tissue engineering offers exciting opportunities for overcoming these challenges and translating stem cell research into clinical applications (Aphkhazava et al. 2024).

In conclusion, stem cell research represents a frontier in biological and medical innovation. By integrating molecular insights with technological advancements, we can unlock the full potential of stem cells for regenerative medicine, disease modeling, and personalized healthcare. Continued interdisciplinary collaboration, ethical considerations, and rigorous regulatory oversight will be essential to ensure the safe and effective application of stem cell-based therapies in the modern era.

Conclusion

Stem cell systems represent a transformative frontier in biological and medical research, offering unprecedented potential for regenerative medicine, disease modeling, and personalized healthcare. The unique properties of stem cells—self-renewal and differentiation—enable them to play a critical role in tissue maintenance, repair, and regeneration. These capabilities hold immense promise for addressing some of the most pressing health challenges of our time, including degenerative diseases, injuries, and aging-related conditions.

However, realizing the full potential of stem cell-based therapies requires overcoming significant challenges. Tumorigenicity, immune rejection, and ethical concerns remain critical barriers that must be addressed to ensure the safety and efficacy of stem cell applications. Advances in induced pluripotent stem cells (iPSCs), CRISPR-Cas9 gene editing, and tissue engineering are paving the way for innovative solutions, but further research is needed to refine these technologies and translate them into clinical practice (Singh et al. 2015).

The regulation of stem cell homeostasis, governed by intricate transcriptional networks, epigenetic modifications, and niche signals, is essential for maintaining the balance between self-renewal and differentiation. Disruptions in this balance can lead to aging, cancer, and degenerative diseases, highlighting the importance of understanding the molecular mechanisms underlying stem cell function.

Looking ahead, the integration of single-cell technologies, bioengineering, and synthetic biology will enhance our ability to control stem cell fate and improve therapeutic outcomes. Personalized medicine approaches, such as patient-specific iPSCs and gene editing, offer tailored solutions for regenerative medicine, while strategies to rejuvenate aged stem cells hold promise for treating age-related diseases and extending healthy lifespan.

In conclusion, stem cell research represents a paradigm shift in medicine, offering novel solutions for previously untreatable conditions. By advancing our understanding of stem cell biology and leveraging technological innovations, we can unlock the full potential of stem cells to improve the quality of life for millions of individuals worldwide. Continued interdisciplinary collaboration, ethical considerations, and rigorous regulatory oversight will be essential to ensure the safe and effective application of stem cell-based therapies in the modern era.

References:

1. Adell, T., Cebrià, F., & Saló, E. (2010). Gradients in planarian regeneration and homeostasis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(1), a000505. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a000505>
2. Aphkhazava, D., Sulashvili, N., Egnatievi, I., Tupinashvili, T., & Nozadze, M. (2024). DYNAMIC TUMOR MICROENVIRONMENT THEORY: A MULTIFACETED APPROACH TO TUMOR RESEARCH AND BIOCHEMISTRY. *Scientific Journal „Spectri“*, 9(1). <https://doi.org/10.52340/spectri.2024.09.01.06>
3. Aphkhazava, D., Sulashvili, N., Tupinashvili, T., & Nozadze, M. (2024). Dynamic Cellular Equilibrium Theory of Aging: Integrating Maintenance and Accumulation in the Aging Process. *Scientific Journal „Spectri“*, 8(2). <https://doi.org/10.52340/spectri.2023.08.02.03>
4. Aphkhazava, D., Tuphinashvili, T., Sulashvili, N., & Nozadze, M. (2023). The Features and Role of SHP2 Protein in Postnatal Muscle Development. *Scientific Journal „Spectri“*, 1. <https://doi.org/10.52340/spectri.2023.01>
5. Baguñà, J., Romero, R., Saló, E., Collet, J., Auladell, C., Ribas, M., Riutort, M., Garcia-Fernandez, J., Burgaya, F., & Bueno, D. (1990). Growth, degrowth and regeneration as developmental phenomena in adult freshwater planarians. In H.-J. Marthy (Ed.), *Experimental Embryology in Aquatic Plants and Animals* (pp. 129–162). Plenum Press.

6. Boyer, L. A., Lee, T. I., Cole, M. F., Johnstone, S. E., Levine, S. S., Zucker, J. P., Guenther, M. G., Kumar, R. M., Murray, H. L., Jenner, R. G., Gifford, D. K., Melton, D. A., Jaenisch, R., & Young, R. A. (2005). Core transcriptional regulatory circuitry in human embryonic stem cells. *Cell*, 122(6), 947-956. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.08.020>
7. Burnight, E. R., Wiley, L. A., Mullins, R. F., Stone, E. M., & Tucker, B. A. (2015). Gene Therapy Using Stem Cells. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 5(4), a017434. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a017434>
8. Clevers, H., & Nusse, R. (2012). Wnt/ β -catenin signaling and disease. *Cell*, 149(5), 1192-1205. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.05.012>
9. Clevers, H. (2011). The cancer stem cell: Premises, promises, and challenges. *Nature Medicine*, 17(3), 313-319. <https://doi.org/10.1038/nm.2304>
10. De Robertis, E. M. (2009). Spemann's organizer and the self-regulation of embryonic fields. *Mechanisms of Development*, 126(11-12), 925-941. <https://doi.org/10.1016/j.mod.2009.08.004>
11. *dlx* and *sp6-9* control optic cup regeneration in a prototypic eye. *PLoS Genetics*, 7(8), e1002226. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002226>
12. Dominici, M., Le Blanc, K., Mueller, I., Slaper-Cortenbach, I., Marini, F., Krause, D., Deans, R., Keating, A., Prockop, D., & Horwitz, E. (2006). Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement. *Cytotherapy*, 8(4), 315-317. <https://doi.org/10.1080/14653240600855905>
13. Felix, D. A., & Aboobaker, A. A. (2010). The TALE class homeobox gene *Smed-prep* defines the anterior compartment for head regeneration. *PLoS Genetics*, 6(9), e1000915. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000915>
14. Gomes, F. L. A. F., Zhang, G., Carbonell, F., Correa, J. A., Harris, W. A., Simons, B. D., & Cayouette, M. (2011). Reconstruction of rat retinal progenitor cell lineages in vitro reveals a surprising degree of stochasticity in cell fate decisions. *Development*, 138(2), 227-235. <https://doi.org/10.1242/dev.059659>
15. GORGASLIDZE, N., SULASHVILI, N., GABUNIA, L., RATIANI, L., & GIORGOBIANI, M. (2023). The singularities of temozolimide pharmacotherapeutic effects in brain effects in brain tumor therapeutic applications. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (4), 62-66. <https://doi.org/10.52340/jecm.2023.04.16>
16. Gurley, K. A., Rink, J. C., & Sánchez Alvarado, A. (2008). Beta-catenin defines head versus tail identity during planarian regeneration and homeostasis. *Science*, 319(5861), 323-327. <https://doi.org/10.1126/science.1150029>
17. Halpern, J., O'Hara, S. E., Doxzen, K. W., Witkowski, L. B., & Owen, A. L. (2019). Societal and ethical impacts of germline genome editing: How can we secure human rights? *The CRISPR Journal*, 2(5), 293-298. <https://doi.org/10.1089/crispr.2019.0029>
18. Hayashi, T., Motoishi, M., Yazawa, S., Itomi, K., Tanegashima, C., Nishimura, O., Agata, K., & Tarui, H. (2011). A LIM-homeobox gene is required for differentiation of Wnt-expressing cells

- at the posterior end of the planarian body. *Development*, 138(17), 3679–3688. <https://doi.org/10.1242/dev.066852>
19. Iglesias, M., Gómez-Skarmeta, J. L., Saló, E., & Adell, T. (2008). Silencing of Smed-betacatenin1 generates radial-like hypercephalized planarians. *Development*, 135(7), 1215–1221. <https://doi.org/10.1242/dev.020289>
 20. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research* Vol. 2, 22-31. Lapan, S. W., & Reddien, P. W. (2011).
 21. Liska, M. G., Crowley, M. G., & Borlongan, C. V. (2017). Regulated and unregulated clinical trials of stem cell therapies for stroke. *Translational Stroke Research*, 8(2), 93–103. <https://doi.org/10.1007/s12975-016-0504-4>
 22. Lobo, D., Beane, W. S., & Levin, M. (2012). Modeling planarian regeneration: A primer for reverse-engineering the worm. *PLoS Computational Biology*, 8(8), e1002481. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002481>
 23. Meinhardt, H. (2009). Beta-catenin and axis formation in planarians. *BioEssays*, 31(1), 5–9. <https://doi.org/10.1002/bies.080194>
 24. Morrison, S. J., & Spradling, A. C. (2008). Stem cells and niches: Mechanisms that promote stem cell maintenance throughout life. *Cell*, 132(4), 598–611. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.01.038>
 25. Newmark, P. A., Wang, Y., & Chong, T. (2008). Germ cell specification and regeneration in planarians. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 73, 573–581. <https://doi.org/10.1101/sqb.2008.73.022>
 26. Orkin, S. H., & Zon, L. I. (2008). Hematopoiesis: An evolving paradigm for stem cell biology. *Cell*, 132(4), 631–644. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.01.025>
 27. Park, J. S., Suryaprakash, S., Lao, Y. H., & Leong, K. W. (2015). Engineering Mesenchymal Stem Cells for Regenerative Medicine and Drug Delivery. *Methods*, 84, 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2015.03.002>
 28. Saitou, M., & Yamaji, M. (2012). Primordial germ cells in mice. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(11), a008375. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a008375>
 29. Scharf B, Clement CC, Yodmuang S, Urbanska AM, Suadicani SO, Aphkhazava D, Thi MM, Perino G, Hardin JA, Cobelli N, Vunjak-Novakovic G, Santambrogio L. (2013): Age related carbonylation of fibrocartilage structural proteins drives tissue degenerative modification. *Chem Biol*. 25;20(7): 922-34.
 30. Schmidt, R., & Plath, K. (2012). The roles of the reprogramming factors Oct4, Sox2 and Klf4 in resetting the somatic cell epigenome during induced pluripotent stem cell generation. *Genome Biology*, 13(10), 251. <https://doi.org/10.1186/gb-2012-13-10-251>
 31. Sharma, A., Mir, R., & Galande, S. (2021). Epigenetic regulation of the Wnt/ β -catenin signaling pathway in cancer. *Frontiers in Genetics*, 12, 681053. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.681053>

32. Singh, V. K., Kalsan, M., Kumar, N., Saini, A., & Chandra, R. (2015). Induced Pluripotent Stem Cells: Applications in Regenerative Medicine, Disease Modeling, and Drug Discovery. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 3, 2. <https://doi.org/10.3389/fcell.2015.00002>
33. SULASHVILI, N. ., GORGASLIDZE , N. ., BEGLARYAN , M. ., GABUNIA , L. ., CHICHOYAN , N. ., GIORGOBIANI , M. ., ... ZARNADZE, S. (DAVIT) . (2022). THE SCIENTIFIC TALKS OF ESSENTIAL ISSUE, INVOCATION, PERSPECTIVES, INCLINATIONS AND FEATURES OF THE CLINICAL PHARMACISTS GLOBALLY. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (7).
34. SULASHVILI, N., BEGLARYAN, M., GORGASLIDZE, N., KOCHARYAN, S., CHICHOYAN , N., GABUNIA, L., ... ZARNADZE, S. (DAVIT). (2023). THE DISCLOSURE OF FEATURES, CHARACTERISTICS, POSSIBILITIES AND SPECIALTIES OF CLINICAL PHARMACISTS AS MEDIATOR AMONG DOCTORS AND PATIENTS FOR ENHANCEMENT PUBLIC HEALTH SECTOR IN A GLOBAL WORLD. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (4), 57–62. <https://doi.org/10.52340/jecm.2023.04.15>
35. SULASHVILI, N., GORGASLIDZE, N., GABUNIA, L., GIORGOBIANI, M., & RATIANI, L. (2023). MANIFESTATION OF THE PARTICULARITIES OF THE USAGE FEATURES OF MONOCLONAL ANTIBODIES IN VARIOUS PHARMACOTHERAPEUTIC APPLICATIONS. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (4), 52–57.
36. Sulashvili, N., Davitashvili, M., Gorgaslidze, N., Gabunia, L., Beglaryan, M., Alavidze, N., Sulashvili, M. (2024). THE SCIENTIFIC DISCUSSION OF SOME ISSUES OF FEATURES AND CHALLENGES OF USING OF CAR-T CELLS IN IMMUNOTHERAPY. *Georgian Scientists*, 6(4), 263–290. <https://doi.org/10.52340/gc.2024.06.04.24>
37. SULASHVILI, N., GORGASLIDZE, N., GABUNIA, L., GIORGOBIANI, M., & RATIANI, L. (2023). MANIFESTATION OF THE PARTICULARITIES OF THE USAGE FEATURES OF MONOCLONAL ANTIBODIES IN VARIOUS PHARMACOTHERAPEUTIC APPLICATIONS. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (4), 52–57. <https://doi.org/10.52340/jecm.2023.04.14>
38. SULASHVILI, N., GORGASLIDZE, N., GABUNIA, L., RATIANI, L., KHETSURIANI, S., KRAVCHENKO, V., SULASHVILI, M. (2024). MANIFESTATION OF THE PARTICULARITIES OF SOME KEY ISSUE ASPECTS OF NEW IMMUNOTHERAPY CHALLENGES AND PERSPECTIVES BY CAR-T CELL THERAPY. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*, (4), 119–121. <https://doi.org/10.52340/jecm.2024.04.32>.
39. Swain, N., Thakur, M., Pathak, J., & Swain, B. (2020). SOX2, OCT4 and NANOG: The core embryonic stem cell pluripotency regulators in oral carcinogenesis. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 24(2), 368–373. https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_84_20
40. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: A consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells? *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751–2761. <https://doi.org/10.1007/s11033-022-08221-3>
41. Tkemaladze, J. (2024). Editorial: Molecular Mechanism of Ageing and Therapeutic Advances Through Targeting Glycative and Oxidative Stress. *Front Pharmacol*. 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.

42. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70(12), 1288–1303.
<https://doi.org/10.1007/s10541-005-0266-1> Tkemaladze J. (2024). Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycativ and oxidative stress. *Front Pharmacol*. 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
43. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: Short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *Journal of Biomedical Science*, 8(3), 3.
<https://doi.org/10.24966/BS-3935/100003>
44. Trounson, A., & McDonald, C. (2015). Stem cell therapies in clinical trials: Progress and challenges. *Cell Stem Cell*, 17(1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2015.06.007>
45. Tuan, R. S., Boland, G., & Tuli, R. (2003). Adult mesenchymal stem cells and cell-based tissue engineering. *Arthritis Research & Therapy*, 5(1), 32–45. <https://doi.org/10.1186/ar614>
46. van der Flier, L. G., & Clevers, H. (2009). Stem cells, self-renewal, and differentiation in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 71, 241–260.
<https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.010908.163145>
47. Vandana, J. J., Manrique, C., Lacko, L. A., & Chen, S. (2023). Human pluripotent-stem-cell-derived organoids for drug discovery and evaluation. *Cell Stem Cell*, 30(5), 571–591.
<https://doi.org/10.1016/j.stem.2023.04.011>
48. Young, R. A. (2011). Control of the embryonic stem cell state. *Cell*, 144(6), 940–954.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.01.032>
49. Zare, A., Salehpour, A., et al. (2023). Epigenetic modification factors and microRNAs network associated with differentiation of embryonic stem cells and induced pluripotent stem cells toward cardiomyocytes: A review. *Life*, 13(2), 569. <https://doi.org/10.3390/life13020569>
50. Zhang, P., Li, X., Pan, C., Zheng, X., Hu, B., Xie, R., Hu, J., Shang, X., & Yang, H. (2022). Single-cell RNA sequencing to track novel perspectives in HSC heterogeneity. *Stem Cell Research & Therapy*, 13(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13287-022-02717-2>

დეროვანი უჯრედების სისტემები და რეგენერაცია

დავით აფხაზავა¹, ნოდარ სულაშვილი², ჯაბა ტყემალაძე³

¹ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ალტე უნივერსიტეტის მედიცინის საერთაშორისო სკოლის ბიოქიმიის პროფესორი, თბილისი, საქართველო <https://orcid.org/0000-0001-6216-6477> ; d.apkhazava@alte.edu.ge; ²მედიცინის დოქტორი, ფარმაცევტულ და ფარმაკოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ალტე უნივერსიტეტის მედიცინის საერთაშორისო სკოლის ფარმაკოლოგიის პროფესორი, თბილისი, საქართველო <https://orcid.org/0000-0002-9005-8577> ; n.sulashvili@ug.edu.ge; ³კვლევების დირექტორი, დღეგრძელობის კლინიკა, შოთა რუსთაველის ქ. 46, 3001, აბასთუმანი, საქართველო <https://orcid.org/0000-0001-8651-7243> ; jtkemaladze@longevity.ge

აბსტრაქტი

დეროვანი უჯრედების სისტემები გადამწყვეტია ბიოლოგიურ განვითარებაში, ქსოვილების შენარჩუნებასა და რეგენერაციულ მედიცინაში, მათი თვითგანახლებისა და დიფერენციაციის ორმაგი უნარის გამო. ეს მიმოხილვა იკვლევს დეროვანი უჯრედების პეტეროგენულობასა და მარეგულირებელ მექანიზმებს პოტენციის მდგომარეობებში — პლურიპოტენტური, მულტიპოტენტური და უნიპოტენტური — ხაზს უსვამს დინამიკურ ტრანსკრიპციულ სქემებს, რომლებიც მოიცავს ძირითად ფაქტორებს (OCT4, SOX2, NANOG) და სასიგნალო გზებს (Wnt/ β -catenin, Notch, Hedgehog). დეროვანი უჯრედების ჰომეოსტაზი, რომელიც გადამწყვეტია ქსოვილის მთლიანობისთვის, შენარჩუნებულია შინაგანი (ეპიგენეტიკური, მეტაბოლური) და გარეგანი (ნიშიდან მიღებული) სიგნალების მეშვეობით, რომელთა დარღვევები დაკავშირებულია დაბერებასთან, დეგენერაციულ დაავადებებთან და კიბოსთან. ინდუცირებული პლურიპოტენტური დეროვანი უჯრედების (iPSCs) და გენომის რედაქტირების (CRISPR-Cas9) მიღწევები ტრანსფორმაციულ პოტენციალს გვთავაზობს პერსონალიზებული თერაპიისთვის, თუმცა სიმსივნური წარმოქმნის, იმუნური უარყოფისა და ეთიკური საკითხების გამოწვევები კვლავ არსებობს. ხაზგასმულია დეროვანი უჯრედების ნიშების როლი მოსვენების, პროლიფერაციისა და დიფერენციაციის მოდულირებაში, ასევე გამოყენება ქსოვილოვანი ინჟინერიის, ორგანოიდების განვითარებისა და დაავადების მოდელირებისთვის. დაბერებასთან დაკავშირებული დეროვანი უჯრედების ფუნქციის დაქვეითება, რომელიც გამოწვეულია ოქსიდაციური სტრესით, დნმ-ის დაზიანებით და ეპიგენეტიკური ცვლილებებით, ხაზს უსვამს გაახალგაზრდავების სტრატეგიების საჭიროებას. გარდა ამისა, კიბოს დეროვანი უჯრედების (CSCs) დისრეგულირებული ტრანსკრიპციული ქსელები წარმოადგენს თერაპიულ სამიზნეებს სიზუსტის ონკოლოგიისთვის. მომავალი მიმართულებები ხაზს უსვამს ერთუჯრედულ მულტიომიკას, სინთეზურ ბიოლოგიას და ბიოინჟინერიულ ნიშებს, რათა დახვეწოს დიფერენციაციის პროტოკოლები და გააუმჯობესოს კლინიკური ტრანსლაცია. მოლეკულური შეხედულებების ტექნოლოგიურ ინოვაციებთან ინტეგრირებით, დეროვანი უჯრედების კვლევა გვპირდება რეგენერაციული მედიცინის ხარვეზების შევსებას, დეგენერაციული დარღვევების, დაზიანების აღდგენისა და პერსონალიზებული ჯანდაცვისთვის ახალი გადაწყვეტილებების შეთავაზებას.

საკვანძო სიტყვები: რეგენერაცია, თვითგანახლება, დეროვანი უჯრედები, ასიმეტრიული გაყოფა, სასიგნალო გზები, დაბერება, გაყოფის ტემპი, CRISPR-Cas9, iPSCs

Lipoid necrobiosis (clinical case)

**Tamar Ebanoidze, Giorgi Durglishvili, Lela Beridze, Nato Durglishvili, Nino Grdzeldze,
Sopio Saparidze, Mariam Merkviladze**

Department of Dermatology and Venerology, Georgia; Batumi Republic Clinical hospital; National center of dermatology and venereology; JS Georgian clinics

Abstract

Lipoid necrobiosis, commonly known as necrobiosis lipoidica, shares similarities with skin dyslipidosis, diabetic lipoid necrobiosis, and Oppenheim-Urbach disease. It is a chronic skin condition linked to diverse metabolic impairments, emerging in the context of disrupted carbohydrate metabolism and microcirculation, particularly in cases of type 2 diabetes mellitus. Timely and accurate diagnosis, along with the elimination of causative factors, are crucial for determining the appropriate treatment regimen. Additionally, associations have been observed with thyroid autoimmune diseases, Crohn's disease, ulcerative colitis, sarcoidosis, and vitiligo, which may be attributed to phenotypic and functional abnormalities in cellular immunity.

Keywords: Necrobiosis lipoidica, Lipoid necrobiosis, Skin dyslipidosis, Diabetic lipoid necrobiosis, Oppenheim-Urbach disease, Chronic skin condition, Metabolic impairments, Carbohydrate metabolism, Microcirculation disorders, Type 2 diabetes mellitus

Lipoid necrobiosis was initially described by Maurice Oppenheim in 1929, under the name "dermatitis atrophicans lipoidica diabetica." In 1932, Erich Urbach documented the second case of this metabolic dermatosis, coining the term "necrobiosis lipoidica, seu diabetica." In 1960, T.G. Rollins and R.K. Winkelmann established that the dermatosis could occur without diabetes, prompting the removal of "diabetic" from its name. Consequently, the widely accepted designation for the disease became "necrobiosis lipoidica."

Today, lipoid necrobiosis is no longer uncommon. Its increased prevalence since the 1980s is attributed to the rising incidence of type 2 diabetes in the general population. Studies utilizing standard biochemical tests have indicated that lipoid necrobiosis is present in 30-80% of diabetic patients and occurs independently of diabetes in 10-50% of cases. Women are reported to be affected three times more frequently than men. It is suggested that the identification of active vasculopathy signs during

lipoid necrobiosis biopsy, especially in atypical lesion sites, warrants further diagnostic investigations to detect underlying systemic diseases (such as rheumatological, endocrinological, hematological, among others) that may underlie the pathological process.

The etiology and pathogenesis of lipoid necrobiosis remain incompletely understood. Contributing factors include autonomic neuropathy, disturbances in carbohydrate and lipid metabolism, immunological disorders, and microcirculation abnormalities. Diagnosis relies on clinical, biochemical, and histological examinations.

Clinical manifestations of lipoid necrobiosis typically involve bilateral and symmetrical lesions on the shins, although they can also manifest on other areas such as the elbows, trunk, feet, face, and scalp. Lesions may become disseminated as the disease progresses. They present as plaques, spots, nodules, and ulcers, ranging in color from yellowish-red to dark red, with mild scaling on the surface and slight palpable infiltration. Peripheral growth of spots and nodules leads to the formation of plaques. In the classical presentation, lesions are solitary, oval, or polycyclic, measuring 2-10 cm in diameter, sharply demarcated, and elevated above healthy skin. Over time, central atrophy of plaques and telangiectasias may occur. Ulceration is observed in a quarter of patients and can cause localized pain. Epithelialization of ulcers results in scar formation.

The nature of the rash may vary depending on the presence of accompanying diabetes mellitus. In individuals with moderate or severe diabetes, the rash tends to be larger and more uniform, predominantly affecting the shins and feet, with less frequent involvement of the thighs. Conversely, in patients without diabetes, the rash is typically smaller, more numerous, and can affect not only the lower limbs but also the upper limbs, trunk, and face.

When lipoid necrobiosis is suspected, differential diagnosis should consider annular granuloma, scleroderma, and rheumatoid nodules. Pathomorphological changes in the dermis during the early stages of lipoid necrobiosis closely resemble those of annular granuloma, although differences exist. The yellowish color of atrophic plaques in lipoid necrobiosis distinguishes them from the bluish color of annular granuloma, attributed to the presence of glycosaminoglycans in lipoid necrobiosis lesions. Furthermore, ulceration, vascular damage, giant cells, and pronounced lipid accumulation are absent in annular granuloma.

Currently, there remains a lack of definitive treatment for lipoid necrobiosis. Management typically occurs on an outpatient or inpatient basis, involving dermatological, therapeutic, or endocrinological care. Essential to management is the correction of diabetes, as addressing underlying metabolic imbalances may lead to resolution of the condition. In some instances, lipoid necrobiosis may resolve spontaneously.

For early-stage manifestations, local corticosteroid therapy has shown effectiveness. In more severe cases, oral medications such as acetylsalicylic acid or dipyridamole may be prescribed, although outcomes vary. Surgical intervention, including skin grafting, may be necessary in cases of extensive ulceration.

Overall, the prognosis for lipid necrobiosis is favorable, with prevention strategies focusing on early detection and treatment of diabetes to mitigate the risk and severity of associated skin manifestations.

The study focused on a 66-year-old female patient presenting with a one-year history of rash and leg pain. Initial treatment by an angiologist, involving surgical interventions to excise diseased tissue, did not yield improvement. The patient reported temporary relief from pain and improved sleep quality with analgesic medication, although recent efficacy had diminished. The patient's medical history revealed a diagnosis of diabetes, which was detected late with blood glucose levels peaking at 500 mg/dL. The skin lesion was attributed to the diabetic condition. Periodic bleeding from the lesion site posed difficulty in hemostasis, necessitating the application of an elastic bandage around the navel to manage discomfort.

Physical examination revealed a large ulcer with irregular margins on the lateral and posterior aspect of the right ankle-tibia, with purulent discharge at the central portion of the ulcer. Notably, the ulcerated area lacked skin coverage, exposing underlying muscle tissue.

Based on the clinical presentation, lipid necrobiosis was diagnosed. Treatment involved the application of Betamethasone with Garamycin (Celestoderm Ointment with Garamycin) twice daily to the lesion margins, along with disinfection of the ulcerated area using antiseptic solutions.

First consultation



Second consultation and dressing



Following bacterial analysis of the ulcerated area, *Pseudomonas aeruginosa* was identified. Due to its resistance to halogens, the treatment regimen was adjusted, replacing betamethasone ointment with clobetasol ointment (Dermoveite). Subsequently, significant improvement was observed, with resolution of wound exudation while swelling persisted.

A consultation with a plastic surgeon was sought, and the surgical intervention was deemed acceptable. Subsequently, a graft was harvested from the lateral aspect of the femur, and the operation was successful in achieving wound closure.



Second dressing



Now :



In conclusion, lipoid necrobiosis, also known as necrobiosis lipoidica, represents a chronic skin disorder linked to diverse metabolic disturbances, notably in the context of disrupted carbohydrate metabolism and microcirculation, such as in type 2 diabetes mellitus. Timely and accurate diagnosis is crucial, followed by addressing underlying causative factors and selecting an appropriate treatment regimen. Minimizing antibacterial interventions and involving a plastic surgeon when necessary are key components of the management approach. This underscores the importance of a multidisciplinary approach to effectively manage lipoid necrobiosis and optimize patient outcomes.

References :

- 1. Кожные и венерические болезни: Руководство для врачей в двух томах / Под ред. Ю.К. Скрипкина и В.Н. Мордовцева. – М.: Медицина, 1999. – С. 317–326.
- 2. Zimmet P., Alberti K.G.G.M., Shaw J. Global and social implications of the diabetic epidemic // Nature. – 2001. – № 414. – P. 782–787.

- 3. Sherwin R.S., Anderson R.M., Buse J.B., Chin M.H., Eddy D., Fradkin J. Prevention or delay of type 2 diabetes // *Diabetes Care*. – 2004. – № 27(Suppl 1). – S47–S54
- 4. Ahmed I., Goldstein B. Diabetes mellitus // *Clin. Dermatol.* – 2006. – № 24 (4). – P. 237–246.
- 5. Wee S.A., Possick P. Necrobiosis lipoidica // *Dermatol. Online J.* – 2004. – № 30. – P. 18
- 6. Marchetti F., Gerarduzzi T., Longo F., Faleschini E., Ventura A., Tonini G. Maturity-onset diabetes of the young with necrobiosis lipoidica and granuloma annulare. // *Pediatr. Dermatol.* – 2006. – № 23 (3). – P. 247–250
- 7. Главинская Т.А., Петрова Г.А., Салмин А.А. О гормональной регуляции углеводного обмена при липоидном некробиозе // *Вестн. дермат. и венер.* – 1991. – № 9. – С. 4–6.
- 8. Lynch J.M., Barrett T.L. Collagenolytic (necrobiotic) granulomas: part II—the ‘red’ granulomas // *J. Cutan. Pathol.* – 2004. – № 31 (6). – P. 409–418
- 9. Roche-Gamón E., Vilata-Corell J.J., Velasco-Pastor M. Familial Necrobiosis lipoidica not associated with diabetes // *Dermatol Online J.* – 2007. – № 13 (3). – P. 26
- 10. Bergler-Czop B., Brzezińska-Wcisło L., Rogala-Poborska I. Miescher's granulomatosis (granulomatosis disciformis chronica et progressiva) in a non-diabetic patient – case report // *Diagn. Pathol.* – 2009. – № 4. – P. 28

ლიპოიდური ნეკრობიოზი (კლინიკური შემთხვევა)

თამარ ებანოიძე, გიორგი დურგლიშვილი, ლელა ბერიძე, ნატო დურგლიშვილი, ნინო გრძელიძე, სოფიო საფარიძე, მარიამ მერკვილაძე

კანისა და ვენ.სნეულებათა ს/კ ეროვნული ცენტრი; ბათუმის რესპუბლიკური კლინიკური საავადმყოფო; სს საქართველოს კლინიკები

აბსტრაქტი

ლიპოიდური ნეკრობიოზი-necrobiosis lipoidica, იგივე კანის დისლიპოიდოზი, დიაბეტური ლიპოიდური ნეკრობიოზი, ოპენჰეიმ-ურბახის დაავადება წარმოადგენს სხვადასხვა მეტაბოლურ დაზიანებასთან ასოცირებულ კანის ქრონიკული დაავადებას, რომელიც ვითარდება ნახშირწყლოვანი ცვლის და მიკროცირკულაციის დარღვევის ფონზე როგორცაა, მეორე ტიპის შაქრიანი დიაბეტი. მნიშვნელოვანია დროულად იქნას დასმული სწორი დიაგნოზი და კუპირებულ იქნას გამომწვევი ფაქტორი, რის შემდეგაც შეირჩევა მკურნალობის სწორი კურსი.

საკვანძო სიტყვები: ნეკრობიოზის ლიპოიდოზი, ლიპოიდური ნეკრობიოზი, კანის დისლიპოიდოზი, დიაბეტური ლიპოიდური ნეკრობიოზი, ოპენჰეიმ-ურბახის დაავადება, ქრონიკული კანის დაავადება, მეტაბოლური დარღვევები, ნახშირწყლების მეტაბოლიზმი, მიკროცირკულაციის დარღვევები, მე-2 ტიპის შაქრიანი დიაბეტი.

Barth syndrome-congenital skin aplasia (clinical case).

**Tamar Ebanoidze, Giorgi Durglishvili, Lela Beridze, Nato Durglishvili, Nino Grdzeldze,
Sopio Saparidze, Mariam Merkviladze**

Department of Dermatology and Venerology, Georgia; Batumi Republic Clinical hospital; National center of dermatology and venereology; JS Georgian clinics

Abstract

The presented clinical case refers to a female newborn who had various types of injuries since birth. The diagnosis was made by visual evaluation - congenital aplasia type VI - Barth's syndrome (BS), although all studies were done and consultations with doctors of various specialties were carried out. Based on the condition, a minimal intervention was decided, in order to avoid complications/infection, a conservative treatment was prescribed, with antibacterial ointments and a wet antibacterial gauze bandage. The desired result was achieved very soon, the skin began to regenerate and as a one-year monitoring showed, the limb was fully rehabilitated.

Keywords: Barth syndrome, congenital skin aplasia, treatment

Barth syndrome, initially classified by Frieden in 1989 [3], encompasses a spectrum of dermatological conditions categorized into six groups, with the sixth group specifically delineating the features of the syndrome [4]. Barth syndrome, also referred to as Congenital Localized Aplasia of the Skin (CLAS) and Bullous Epidermolysis (BE), is characterized by congenital absence of skin and is classified as a subtype of epidermolysis bullosa.

Barth syndrome (BS) is typified by a triad of clinical features: congenital aplasia of the skin (ACC), epidermolysis bullosa (EB), and potential nail abnormalities including congenital absence, nail dystrophy, or subsequent loss. Additional associated congenital anomalies may include pyloric atresia, ureteral stenosis, renal pathologies, underdeveloped ear canal, flattened or broadened nasal bridge, and widely spaced eyes.

The objective of this study was to determine an effective treatment regimen for a newborn diagnosed with Barth syndrome, aiming to achieve wound resolution with minimal intervention and promote skin regeneration.

Materials and Methods: A female newborn was admitted to the Iashvili Children's Republican Clinic on the fifth day postpartum, presenting with a congenital skin defect characterized by the absence of the epidermal layer on the right leg, specifically on the dorsal surface of the tibia and ankle. The lesion exhibited well-defined borders and was covered with a red, thin, translucent membrane. Additionally, the newborn displayed a bullous, eroded rash on the mucous membrane surrounding the lips and on the wrist joint. There were no consanguineous relationships among the parents, and no history of skin or connective tissue disorders or autoimmune diseases was reported. The newborn girl was the product of the second pregnancy, with the first ending in artificial abortion, indicating a history of multiple pregnancies. The mother was 20 years old, and the father was 29 years old. Prenatal care was provided to the mother, and the pregnancy was uneventful. The girl was delivered via cesarean section at 39 weeks gestational age, with a birth weight of 3000 grams and no signs of asphyxia. Apgar scores were 7/8 at birth. Umbilical venous catheterization was performed. The newborn was conscious, exhibiting forced posture and altered expression, with a hyperergic response to stimuli and moaning vocalizations. Auscultation revealed equal breath sounds bilaterally. Abdominal examination was unremarkable, with no tenderness on palpation. Normal female genitalia were observed, and dysmorphic features were absent. Oxygen saturation was 96% on room air, with an FiO₂ of 21%, and the body temperature was 36.6°C. The clinical condition was carefully evaluated, and the newborn was placed under a radiant warmer and cardiorespiratory monitoring. The skin defect was managed with sterile antibacterial bandaging, and the eroded rash was treated with Betadine solution and antibacterial ointments.

Before treatment:



Study procedures included complete blood count (CBC), basic metabolic panel (BMP), venous blood gas (VBG), blood culture, lactate assessment, liver function tests (LFT), renal function tests (RFT), X-ray imaging, head ultrasound (HUS), abdominal ultrasound (AUS), and echocardiography (ECHO). Laboratory findings revealed total bilirubin (T-BIL) levels at 170 $\mu\text{mol/L}$ and C-reactive protein (CRP) levels at 6 mg/L. Liver function tests demonstrated values within normal limits, with urea levels at 22.59 mmol/L and creatinine levels at 0.54 mg/dL.

The patient underwent consultations with dermatologists, ophthalmologists, and burn specialists, as well as a geneticist for genetic analysis, specifically KRT5 and KRT14 gene sequencing, which was recommended to confirm the diagnosis of congenital skin aplasia type VI, also known as Barth Syndrome. Diagnosis was primarily clinical, based on distinctive signs and symptoms of the condition, while genetic analysis and histological skin examination were deemed necessary for

definitive confirmation. The mode of disease transmission was considered to be either autosomal dominant or sporadic, with the latter attributed to a genetic mutation, given the healthy status of both parents.

Management recommendations emphasized a simple and targeted approach to optimize wound healing outcomes, avoiding active surgical intervention to prevent infection and scarring. Symptomatic management was endorsed, while prophylactic antibacterial treatment with antibiotics was deemed unnecessary. Close monitoring and ongoing multidisciplinary care were recommended to ensure the patient's well-being and facilitate optimal recovery.

After treatment:



After 1 year:



References

- C. Duran-McKinster, A. Rivera-Franco, L. Tamayo, M. De La Luz Orozco-Covarrubias, and R. Ruiz-Maldonado, "Bart syndrome: the congenital localized absence of skin may follow the lines of Blaschko. Report of six cases," *Pediatric Dermatology*, vol. 17, no. 3, pp. 179–182, 2000.
- C. Kothari, N. Doshi, A. Avila, and D. Martin, "Visual diagnosis: newborn with absence of skin," *Pediatrics in Review*, vol. 35, no. 10, pp. e49–e52, 2014.
- A. Rajpal, R. Mishra, K. Hajirnis, M. Shah, and N. Nagpur, "Bart's syndrome," *Indian Journal of Dermatology*, vol. 53, no. 2, pp. 88–90, 2008.

ბარტ სინდრომი (კლინიკური შემთხვევა)

თამარ ებანოიძე, გიორგი დურგლიშვილი, ლელა ბერიძე, ნატო დურგლიშვილი, ნინო გრძელიძე, სოფიო საფარიძე, მარიამ მერკვილაძე

კანისა და ვენ.სნეულებათა ს/კ ეროვნული ცენტრი; .ბათუმის რესპუბლიკური კლინიკური საავადმყოფო; სს საქართველოს კლინიკები

აბსტრაქტი

წარმოდგენილი კლინიკური შემთხვევა ეხება ახალშობილ გოგონას, რომელსაც დაბადებიდანვე სხვადასხვა ტიპის დაზიანებები აღენიშნებოდა. დიაგნოზი დაისვა ვიზუალური შეფასების საფუძველზე - კანის თანდაყოლილი აპლაზია VI ტიპი - ბარტ სინდრომი (BS), პაციენტს ჩაუტარდა ყველა საჭირო კვლევა და კონსულტაცია სხვადასხვა სპეციალობის ექიმებთან. მდგომარეობის საფუძველზე მიღებულ იქნა მინიმალური ჩარევის გადაწყვეტილება, რათა თავიდან აცილებულიყო გართულებები, ისეთი როგორიცაა ინფექცია. დაინიშნა კონსერვატიული მკურნალობა, ანტიბაქტერიული მალამოებითა და სველი ანტიბაქტერიული სახვევით. სასურველი შედეგი ძალიან მალე დადგა, კანის მთლიანობამ ნელ-ნელა დაიწყო აღდგენა და ერთწლიანი მონიტორინგის შედეგად დადგინდა, რომ კიდური სრულად რეაბილიტირდა.

საკვანძო სიტყვები : ბარტ სინდრომი, კანის თანდაყოლილი აპლაზია, მკურნალობა

პომიდვრის სამხრეთ ამერიკული მენადმე ჩრჩილის *Tuta absoluta*-ს ფენოლოგია და განვითარების ციკლი შიდა ქართლსა და სამცხე-ჯავახეთში

ელისო მურადაშვილი¹, მედეა ბურჯანაძე¹, ზაირა ტყეშუჩავა¹

¹სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ინჟინერიის, აგრარულ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი; m.burjanadze@gtu.ge

აბსტრაქტი

პომიდვრის სამხრეთ ამერიკული მენადმე ჩრჩილი - *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) არის პომიდვრის კულტურის ძირითადი მავნებელი. იგი ინვაზიური ოლიგოფაგი მწერია და აზიანებს პომიდვრს როგორც მინდვრის, ისე სათბურისა და შენახვის პირობებში. იგი ასევე აზიანებს Solanaceae-ს ოჯახის სხვა კულტურულ წარმომადგენლებს (კარტოფილი, ბადრიჯანი, თამბაქო, გოჯი და სხვ.) და ველურ სახეობებს. *T. absoluta* პირველად 2011 წელს აღმოაჩინეს საქართველოში, იგი სწრაფად გავრცელდა ქვეყნის ყველა რეგიონში, მისი მაღალი რეპროდუქციული უნარის გამო და გახდა ძირითადი მავნებელი. *T. absoluta* გავრცელდა და დააზიანა მცენარეები როგორც სათბურებში, ასევე ღია გრუნტში. ბოლო წლებში მწერის პოპულაციის სწრაფმა ზრდამ გამოიწვია პომიდვრის მნიშვნელოვანი ზიანი საქართველოში. ზოგადად, დაბალ ზონაში და სათბურში სავეგეტაციო სეზონზე შეიძლება განვითარდეს *T. absoluta* -ს 10-12 თაობა.

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია *T. absoluta*-ს ფენოლოგიის დადგენა და მისი განვითარება ორ გეოგრაფიულად და კლიმატურად განსხვავებულ რეგიონში შიდა ქართლსა (550-600 მმ) და სამცხე-ჯავახეთში (1000-1100 მმ), სადაც კვლევები ჩატარდა 2020-2024 წლებში, რათა დაგვედგინა ამ მწერის ბიოლოგიური თავისებურება და განსხვავებულობა.

მინიმალურ და მაქსიმალურ ტემპერატურებზე დაფუძნებული მოდელი საიმედოდ აღწერს პოპულაციის დინამიკას, შეფასებულია, რომ *T. absoluta*-ს შუძლია მოგვცეს 8-10 თაობა სათბურის პირობებში, პომიდვრის კულტურაში ზამთარ-გაზაფხულზე მზარდი სეზონის განმავლობაში, ხოლო ღია გრუნტში მინდვრის კულტურებში, მავნებელი იძლევა 6-7 თაობს შიდა ქართლის პირობებში გაზაფხული-ზაფხულის პომიდვრის ნარგავებში.

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში განსხვავებულ გეოგრაფიულ და კლიმატური პირობებში პომიდვრზე ვითარდება მწერის 4-5 თაობა სათბურის პირობებში და 2-3 თაობა პომიდვრის და კარტოფილის ნარგავებში ღია გრუნტში.

საკვანძო სიტყვები: *Tuta absoluta*, ფენოლოგია, თაობათა რაოდენობა

შესავალი

პომიდვრის სამხრეთ ამერიკული მენადმე ჩრჩილი- *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) მსოფლიოში გავრცელებულია რეგიონალურ და გლობალურ დონეზე. ის საკარანტინო მავნებელია, რომელსაც შეუძლია 80-100 % შეამციროს პომიდვრის მოსავლიანობა და ხარისხი. მწერი გავრცელებულია და ზიანის მომტანია, როგორც საველე ისე სათბურის პირობებში (Fand et al. 2020).

ამ მავნებლის მატლები იკვებება მცენარის ყველა ნაწილით, ანადგურებს ვეგეტატიურ და რეპროდუქციულ ორგანოებს (ფოთლები, ღეროები, ყლორტები, ყვავილები), ნაყოფის ჩათვლით (Miranda et al., 1998). ასეთი ტიპის დაზიანებებმა შეიძლება გამოიწვიოს წარმოების სრული დანაკარგი, თუ მის წინააღმდეგ არ არის გამოყენებული კონტროლის ეფექტური მეთოდები (Desneux et al. 2010; Sawadogo et al. 2020, CABI, 2019, EPPO 2019,).

დღეის მდგომარეობით, *T. absoluta* გავრცელდა 110-ზე მეტ ქვეყანაში და მისი გაფართოების პოტენციალი, მასპინძელი ქვეყნის დიაპაზონი და გეოგრაფიული განაწილება იზრდება (Zhang et al., 2025).

Tuta absoluta -ს სამშობლოდ ითვლება სამხრეთ ამერიკის ანდების რეგიონის ქვეყნები, მაგრამ ახლა მწერი გავრცელებულია ევროპასა და ჩრდილოეთ აფრიკაში, ლათინურ ამერიკაში (Cáceres, 1992; Desneux et al., 2010; Ostrauskas and Ivinskis, 2010; Bech, 2011; Abbes et al., 2012) და ხმელთაშუაზღვისა და შავი ზღვის აუზის ქვეყნებში Kılıç, 2010, Bayram et al., 2015).

საქართველოში *T. absoluta* პირველად 2011 წელს აღმოაჩინეს ხობის რაიონის სოფ. ხორგაში, პომიდვრის ნერგებზე როგორც არარეგისტრირებული მავნებელი, მწერი მისი მაღალი რეპროდუქციული უნარის გამო სწრაფად გავრცელდა ქვეყნის ყველა რეგიონში და გახდა ძირითადი მავნებელი. ახლა მწერს აქვს საკარანტინო მავნებლის სტატუსი საქართველოში (ლობჟანიძე და ბერუაშვილი, 2015 ხოსიტაშვილი თ., ლობჟანიძე, ნ. კამკამიძე, 2016, Chachkhiani N., Kamkamidze N. 2020).

T. absoluta აზიანებს მცენარეებს როგორც სათბურებში, ასევე ღია გრუნტში. ბოლო წლებში *T. absoluta* პოპულაციის სწრაფმა ზრდამ გამოიწვია პომიდვრის მნიშვნელოვანი ზიანი საქართველოში. ზოგადად, დაბალ ზონაში და სათბურში სავეგეტაციო სეზონზე შეიძლება განვითარდეს *T. absoluta* -ს 10-12 თაობა. (ხოსიტაშვილი, 2020).

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია *T. absoluta*-ს ფენოლოგიის შესწავლა და მისი განვითარების დადგენა ორ გეოგრაფიულად და კლიმატურად განსხვავებულ რეგიონში: შიდა ქართლსა (550-600 მმ) და სამცხე-ჯავახეთში (1000-1100 მმ) , სადაც კვლევები ჩატარდა 2020-2024, რათა დაგვედგინა ამ მწერის ბიოლოგიური თავისებურება და განსხვავებულობა.

მასალა და მეთოდოლოგია

ექსპერიმენტული საიტი

2020-2024 წლებში კვლევები ჩატარდა ორ გეოგრაფიულად, ლანდშაფტურ და კლიმატურად განსხვავებულ ზონებში, საქართველოს შიდა ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონებში. ორივე რეგიონში კარგად არის განვითარებული სოფლის მეურნეობა და სასათბურე მეურნეობა.

ყველა კვლევა რომელიც დაკავშირებული იყო *Tuta absoluta*-სთან ჩატარდა შიდა ქართლის 4 მუნიციპალიტეტებში: გორი – (41°59'24.5"N 44°03'11.8"E), კასპი – (41°92'57.0"N. 44°42'19.8"E), ქარელი – (42°02'15.6"N. 43°87'93.5"E), ხაშური – (700 მ, 41°98'40.4"N, 43°58'72.9"E) და სამცხე-ჯავახეთის ერთი მუნიციპალიტეტიში – ახალციხე (41°64'33.6" N, 42° 99'65.4" E) (სურათი 1).



სურათი 1. შიდა ქართლის და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონები, საკვლევი მუნიციპალიტეტები

ფენოლოგიური დაკვირვება

მინდვრის ცდები ხორციელდებოდა სპეციალურად შერჩეულ საცდელ ნაკვეთზე, ბუნებრივ პირობებში ექსპერიმენტალურ (პომიდვრის) კულტურაზე.

ფენოლოგიური დაკვირვებისთვის შერჩეული გვქონდა სტაციონარი შიდა ქართლის და სამცხე-ჯავახეთის ზემოაღნიშნულ მუნიციპალიტეტებში.

ფენოლოგიური დაკვირვებების დროს აღირიცხება მწერის ზრდა-განვითარების გარეგნულად თვალსაჩინო ძირითადი ფაზების დასაწყისი და ფაზის მასიური ანუ სრული პერიოდი. დასაწყისად ითვლება ის დრო, როდესაც იწყება პირველად მწერის გამოჩენა და მათი რაოდენობა მიაღწევს დაახლოებით 10%, სრული, როცა მათი რაოდენობა მცენარეზე 75%-ია (ჭანიშვილი და სხვ., 2017; Дибровольский, 1961).

Tuta absoluta-ს ფენოლოგია შეწავლილი იყო კვერცხის, მატლის, ჭუპრის და ზრდასრული (იმაგოს) სტადიებზე დაკვირვებით. ასევე, კვლევაში გათვალისწინებულია ის პირობები, რომელთა გავლენით ხდება მწერის აქტივობა და მისი გავრცელების რისკების ზრდა.

შედეგები

ფენოლოგიური დაკვირვებების დროს ავლრიცხეთ მწერის ზრდა-განვითარების ძირითადი ფაზები. დასაწყისად ავიღეთ ის დრო, როდესაც იწყებოდა პირველად მწერის გამოჩენა და

მათი რაოდენობამ მიაღწია დაახლოებით 10%, სრული, როცა მათი რაოდენობა მცენარეზე შეადგენდა 75%.

ველზე შეგროვებული ბიომასალა - დაზიანებული მცენარეები, პომიდვრის ნაყოფები, მწერის სხვადასხვა ფაზები: კვერცხი, მატლები, ჭუპრი, ზრდასრული პეპელები, გადმოტანილი იყო სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კვლევით ლაბორატორიაში. კვლევა განხორციელდა მწერზე გარემო ფაქტორების კონტროლით განვსაზღვრეთ *Tuta absoluta*-ს გამრავლებისათვის შესაფერისი პირობები: მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურული-ბარიერი, დავადგინეთ სიკვდილიანობის ზრდის მაჩვენებელი.

ცხრილი 1-ში მოცემულია *Tuta absoluta* -ს ყველა ფაზისათვის საჭირო დღეების რაოდენობა, როგორც ცალკეული ფაზისათვის ასევე, დრო რომელიც საჭიროა ერთი სრული ციკლისთვის.

ცხრილი 1. *Tuta absoluta* -ს განვითარების ბიოლოგიური თავისებურებანი შიდა ქართლში

მაჩვენებლები	<i>T. Absoluta</i> - ს განვითარების ხანგრძლივობა დღეებში	
	შიდა ქართლი	სამცხე-ჯავახეთი
ემბრიონის განვითარება	4-9	6-9
ფოთლების დანადგვა ლარვით	14-16	16-17
ჭუპრობამდე	1,5-2	2-2,5
ჭუპრი	8-18	10-18
განვითარების სრული ციკლი	27,5-45	34-45

ემბრიონის განვითარების პერიოდი ხდება 12-დან 35 °C- მდე ტემპერატურის დიაპაზონში და პირდაპირ დამოკიდებულია მასზე. ასე რომ, 30 °C ტემპერატურაზე, მისი ხანგრძლივობა შეადგენს 4-5 დღეს და 10-11 დღეს 15 °C ტემპერატურაზე. სასაზღვრო ტემპერატურაზე, აღინიშნება ნაყოფის სიკვდილიანობის მაღალი დონე.

შიდა ქართლში საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობს 9-11° C, ზაფხულის საშუალო ტემპერატურის მაჩვენებელი 20,4 - 22,3 °C-ია. ნალექების საშუალო წლიური მაჩვენებელი კი 500-800 მმ.

სამცხე-ჯავახეთში საშუალო წლიური ტემპერატურა 4-6 °C, ზაფხულის საშუალო ტემპერატურის მაჩვენებელი 15-16 °C-ია. ნალექების საშუალო წლიური მაჩვენებელი კი 600-750მმ.

Tuta absoluta-ს თითოეული განვითარების ფაზის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე მოცემულია ცხრილის 2-ში.

ცხრილი 2. *Tuta absoluta*-ს ტემპერატურაზე დამოკიდებული სტადიების განვითარების ხანგრძლივობა (დღეები)

t-°C	კვერცხი	მატლი	ჭუპრი	იმაგო	დღეები სულ
9	14,68±0,13	44,12±0,4	29,66±0,14	33,64±1	125,00±0,80
15	9,84±0,08	35,5±0,13	19,8±0,08	22,88±0,05	88,77±0,09
20	5,96±0,08	11,68±0,22	7,86±0,07	10,69±0,16	34,96±0,09

დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ მდედრები დებენ კვერცხს ფოთლების ქვედა მხარეს, ნაყოფზე და ღეროებზე, ანთავსებენ მათ მცირე ჯგუფებად. კვერცხის მომწიფების ვადა + 20 - 30 °C ტემპერატურაზე მერყეობს 3-4 დღიდან 5-6 დღემდე. როგორც კვლევამ აჩვენა, ყველა კვერცხიდან მატლი არ იჩეკება. ეს დაკავშირებულია გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან (ჰაერის გაზრდილი ტემპერატურა +30 °C- ზე მეტი, დაბალი ტენიანობის დროს, მზის ინსოლაცია, ცოცხალი ფოთლის ზედაპირის ფართობის შემცირება და ა.შ.). ცხრილი 3-ში მოცემულია ტემპერატურის გავლენა კვერცხდების პერიოდზე, რაოდენობასა და სიცოცხლის უნარიანობაზე.

ცხრილი 3. ტემპერატურის გავლენა *Tuta absoluta*-ს კვერცხდების პერიოდზე, რაოდენობასა და სიცოცხლის უნარიანობაზე

t-°C	კვერცხდება მდე პერიოდი	კვერცხდება დღეების რაოდენობა	კვერცხების რაოდენობა (ცალი)	სიცოცხლის უნარიანობა %
10-15 °C	10-12 დღე	15-20	120-200	60-69%
20-25 °C	4-5 დღე	12-15	160-255	80-85%
30 °C	2 დღე	10-11	26-33	2%

როგორც ცხრილი 3-დან ჩანს ყველაზე საუკეთესო ტემპერატურული რეჟიმი 20-25 °C, სადაც კვერცხდებამდე პერიოდი 4-5 დღეა, კვერცხდება გრძელდება 12-15 დღე, მაქსიმალური რაოდენობა კვერცხების 160-255 ცალია, ხოლო კვერცხების სიცოცხლის უნარიანობა 80-85% - შადგენს.

Tuta absoluta-ს სრული ფენოლოგიური კალენდარი შიდა ქართლის და სამცხე ჯავახეთის რეგიონებისათვის მოცემულია ცხრილი 4 და 5-ში.

მდედრები, როგორც ავღნიშნეთ, კვერცხებს დებენ ფოთლების ქვედა მხარეს, (Batalla-Carrera et al., 2010), განცალკევებულად ან იშვიათად ჯგუფურად (Torres et al., 2001), რათა დაიცვას ისინი არახელსაყრელი პირობებისაგან და დაზიანებისაგან; Balzan and Moonen, 2015; Zekeya, et all., 2017).

ჩვენს მიერ გამოვლინდა კვერცხდებები ფოთლის ქვედა მხარეს და დავადგინეთ *Tuta absoluta*-ს კვერცხდების დინამიკა მის ძირითად მკვებად მცენარეზე პომიდორზე, სხვადასხვა სიმალლეზე და დროის სხვადასხვა მონაკვეთში. შედეგები მოცემულია სურათი 2.

ცხრილი 4. *Tuta absoluta*-ს ფენოლოგიური კალენდარი შიდა ქართლის რეგიონში

რეგიონი	თვე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	შიდა ქართლი											
კასპი	000 0 0	000 0 0	000 0 0	 ----- - 0000 + +++	 ----- - 0000+ + ++++	 ----- - 000000 ++++++ +++++	 ----- 000000 ++++++ +	 ----- -- 000000 ++++++ ++++++	 ----- - 0000+ + +++++	 ----- 0000++ + +++++	 ----- 0000++ +++++	000 0 0
გორი	000 0 0	000 0 0	000 0 0	 ----- 000+ ++ ++++	 ----- 0000+ + ++++	 ----- - 000000 ++++++ ++++++	 ----- - 000000 ++++++ +	 ----- -- 000000 ++++++ +	 ----- 0000+ + +++	 ----- 0000++ + +++	 ----- 0000++ +++	000 0 0
ქარელი	000 0 0	000 0 0	000 0 0	 ----- 000+ ++ ++++	 ----- 0000+ ++++ +++++	 ----- 000000 ++++++ ++++++	 ----- 000000 ++++++ ++++++	 ----- 000000 ++++++ +	 ----- 0000+ +++ +++	 ----- 0000++ + +++	 ----- 0000++ +++	000 0 0
ხაზური										..		

	000 0 0	000 0 0	000 0 0	0000 0	---- 000+ ++	---- 0000 ++++	---- 0000++ ++++	---- 0000++ ++++	---- 0000+ +	---- 0000+ +	0000	000 0 0

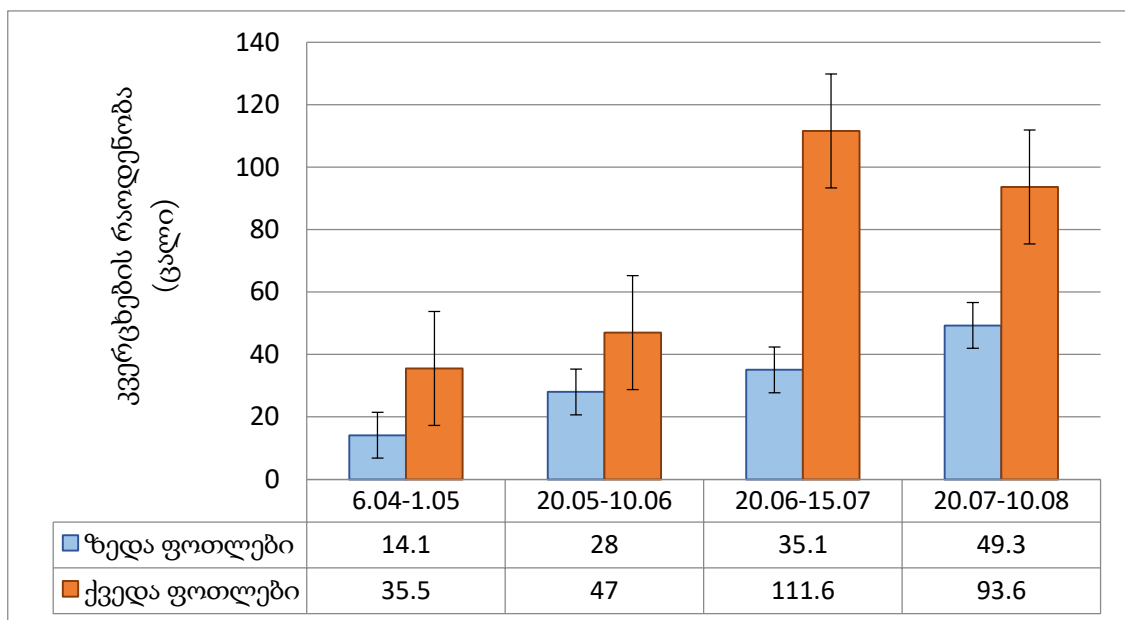
..... - კვერცხი; ----- მატლი; 000 - ჭუპრი; +++ - პეპელა

დანართი 5. Tuta absoluta-ს ფენოლოგიური კალენდარი შიდა სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში

რეგიონი სამცხე- ჯავახეთი	თვე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ადიგენი	0000 0 0	0000 0 0	000 0 0	 ---- -- 000 0 +++	 ---- --- 000 0 +++ +++ +	 ----- - 000000 0 0 +	 ----- 000000 0 0 ++++++ ++++++ +	 ----- -- 000000 0 0 ++++++ ++++++ +	 ----- -- 0000 0 0 ++++++ ++++++ +	 ----- 0000 0 ++++++ ++++++ +	.. --- 0000 0 ++++	0000 0 0
ახალციხე	0000 0	0000 0	000 0 0	 --- 000 ++	 ---- 000 +++ +	 ----- - 000000 ++++++ +	 ----- - 000000 ++++++ +	 ----- -- 000000 ++++++ +	 ----- - 0000 +++	... ----- 0000 +++	.. ---- 0000 +++	0000 0 0
ასპინძა	0000 0	0000 0	000 0 0	 ---- 000 ++	 ---- 000 0	 ----- 000000 ++++++	 ----- 000000 0	 ----- 000000 0	 ----- - 0000 0	 ----- 0000 0	.. --- 0000 0	0000 0 0

					+++ +		++++++				+++	
								++++++ +	+++	+++		
										..		
					----	----	----	----	----	----		
ახალქალაქი	0000	0000	000 0	000 0	000 ++	0000 ++++	0000 ++++	0000 ++++	0000 ++++	0000 +	0000 0 0	0000 0 0

..... კვერცხი; ---- მატლი; 000 - ჭუპრი; +++ - პეპელა



სურათი 2. *Tuta absoluta*-ს კვერცხდების დინამიკა მის ძირითად მასპინძელზე - პომიდორზე, სხვადასხვა სიმაღლესა და დროის სხვადასხვა მონაკვეთში

როგორც სურათი 2-დან ჩანს *Tuta absoluta* კვერცხების დადებისას უპირატესობას ანიჭებს მცენარის ქვედა იარუსის ფოთლებს, შემდეგ კი ზედა იარუსს. აგრეთვე, კვერცხდება ზაფხულის თვეებში 2, 3, 3,5-ჯერ აჭარბებს კვერცხების რაოდენობა ვიდრე გაზაფხულზე. რაც ადასტურებს ამ მწერის ბიოლოგიური თავისებურებას.

დადებისთანავე კვერცხები მოყვითალო ხდება და გამოჩეკვამდე დაახლოებით ერთი დღით ადრე სპილენძისფერი-წითელი ორი ლაქით. ისინი გვხვდება ახალგაზრდა ფოთლებზე, სეპალებზე ან ღეროებზე (Biondi, et al., 2018). საინკუბაციო პერიოდი, ხელსაყრელი გარემო პირობები, ზონები, ხელს უწყობენ მავნებლის გადარჩენა შენარჩუნებას.

ფიტოსანიტარული ინფრასტრუქტურის ნაკლოვანება, აგრეთვე საკარანტინო ზომების არასათანადოდ განხორციელება ხელს უწყობს მწერის გავრცელების შემდგომ პროგრესს.

Tuta absoluta-ს მატლებს აქვს თითქმის ცილინდრული ფორმა, მკაფიოდ გამოხატული თავი, სამი წყვილი გულმკერდის ფეხი და ხუთი წყვილი მუცლის ფსევდოპოდები. ფერი მთელი განვითარების მანძილზე - მოყვითალო ან მომწვანო, ხშირად ზურგზე მეტ-ნაკლებად ინტენსიური ვარდისფერი ელფერი, ჩვეულებრივ გამოხატული ლაქების სახით ან განივი ზოლებით.

მეტამორფოზის დასრულების შემდეგ, როდესაც სხეულის ყველა ნაწილი (ფეხები, ფრთები, ანტენები და ა.შ.) კარგად არის ჩამოყალიბებული და შეუძლიათ მოძრაობა, მწერის შიგნიდან იწყებს აკვანზე ზეწოლას, რომელიც იფეთქებს და მისგან გამოთავისუფლდება პეპელა, რომელიც ყველაზე ხშირად ბინდის დროს ხდება, როცა ზრდასრულები ყველაზე აქტიურები არიან. იმაგო გარკვეული დროით იმყოფება უმოძრაო მდგომარეობაში, ელოდება ფრთების მთლიანად გაშლას. ის ყველაზე მეტად აქტიურია დაბინდებისას და ღამით, დღისით კი იმალება.

ტემპერატურა მნიშვნელოვნად გავლენას ახდენს იმაგოს სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე, რომელიც ცხოვრობს ექვსი კვირა 15°C ტემპერატურაზე და 4-5 დღე 35°C ტემპერატურაზე.

ჭუპრობიდან გამოსვლისა და შეჯვარების დაწყებამდე მას ჭირდება გარკვეული დრო სასქესო ჯირკვლების მომწიფებისთვის რაც: მამრებისათვის რამდენიმე საათია, ხოლო მდედრებისათვის 20-22 საათამდე გრძელდება. პრაქტიკაში, შეჯვარება ხდება ჭუპრობიდან გამოსვლის შემდეგ მეორე ღამეს (Абдул-Азиз, 2014).

კოპულაციის დროს ორივე სქესი უკავშირდება ერთმანეთს მუცლის ბოლოებით და ეს მდგომარეობა გრძელდება რამდენიმე ათეული წუთიდან 4-5 საათამდე. შეჯვარებიდან 1-1,5 დღის შემდეგ მდედრები დებენ კვერცხებს, ძირითადად ღამით, ერთი კვირის განმავლობაში (მაქსიმუმ 3-5 დღე). კვერცხებს დებენ მცენარის მიწისზედა მხარეს (ფოთლები, ღეროები, ნაყოფები.), თითო ან 2-5 კვერცხი. კვერცხების დასადებად მდედრებს ურჩევნიათ მცენარეების ზედა ნაწილები, მწვანე უმწიფარი ნაყოფი, ასევე ყვავილები (Абдул-Азиз, 2014).

თითო მდედრის მიერ დადებული კვერცხების საშუალო რაოდენობა 160 – 255 ცალია, და ეს რაოდენობა დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. ემბრიონის განვითარების პერიოდი პირდაპირ დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და არის 4-5 დღე 30°C და 10-11 დღე 15°C ტემპერატურაზე. ემბრიონის განვითარება შეიძლება მოხდეს ტემპერატურის დიაპაზონში 12-დან 35°C-მდე, მაგრამ თან ახლავს მაღალი სიკვდილიანობა, როდესაც ტემპერატურა ზღვრულია.

4.5.1. *Tuta absoluta* -ს მატლების კვება და მათი განვითარება

კვერცხებიდან ახლახან გამოჩეკილი მატლები გარკვეულწილად შორდებიან იმ ადგილს საიდანაც გამოიჩეკნენ (განსაკუთრებით თუ ჯგუფურად არიან) და 5-40 წუთის შემდეგ იწყებენ კვებას ფოთლების ან ნაყოფის ზედაპირზე (Straten, Vanden, 2019).

როგორც სრული გარდაქცევის მწერი, *Tuta absoluta* -ს მატლებს აქვს 4 ასაკი. იგი სამჯერ, იცვლის კანს და გაივლის ოთხ სტადიას, რომლის საერთო ხანგრძლივობა საშუალოდ 13-დან 65-მდე დღემდე მერყეობს. ზოგიერთი ავტორების (Абдул-Азиз, 2014)

აზრით, მატლის ხანგრძლივობა არის 20 დღე 18,5 °C ტემპერატურაზე და 11-13 დღე 27 °C ტემპერატურაზე. ქვედა ტემპერატურის ბარიერი არის დაახლოებით 6°C.

მატლები იკვებება ფოთლის პარენქიმით, თავიდან აყალიბებს სწორ ნაღმებს დაახლოებით 0,2 მმ სიგანემდე. როდესაც ნაღმის ზომები გაიზრდება ის იწყებს გადაფარვას და წარმოიქმნება ართო დაზიანება, ფოთლის გამხმარი მონაკვეთები ზომით 5-10 მმ-ია. ასეთი ლაქები ასევე გვხვდება ღეროებზე (შემცირებული ზომის), რამაც ადვილად შეიძლება გამოიწვიოს მცენარის გამოშრობა.

დასახლების დიდი სიმჭიდროვისას, დაზიანებები ერთიანდება. ასეთ შემთხვევაში, თუ ფოთლების ზედაპირი არასაკმარისია მატლებისათვის, ისინი ტოვებენ თავიანთ პირვანდელ ადგილებს და გადაინაცვლებენ მცენარის სხვა ნაწილებზე, განვითარების დასრულების მიზნით. ნაყოფზე და ყვავილეებზე მატლების კვება სხვადასხვაგვარია. მაგალითად, ყვავილების ფიალებში გამოჩეკილი მატლები, ამ ორგანოს შეზღუდული ზომების გამო, იძულებულნი არიან დატოვონ იგი 1-3 დღის განმავლობაში და გადავიდნენ ნაყოფზე, რაც განაპირობებს სეპალში (ფიალა, ყვავილის საჯდომი) ან მის მახლობლად შესასვლელი ხვრელების რაოდენობის სიმრავლეს. ისინი, როგორც წესი, ჩნდება მოხეტიალე მატლების გადაადგილების შედეგად, რომლებმაც ვერ შეძლეს ფოთოლზე და ღეროზე განვითარება. ფიალის გარშემო მდებარე ხვრელები სუსტად ხილვადია, რადგან ისინი ხშირად დაფარულია ჯამის ფურცლებით. მატლების შესვლიდან რამოდენიმე დღის შემდეგ, ხვრელები შესამჩნევი ხდება, რადგან დაზიანებული ნაწილები შავდება და იფარება ექსკრემენტებით.

ნაყოფი შეიძლება დაზიანდეს განვითარების ნებისმიერ ეტაპზე. თუ ნაყოფის დაზიანება მოხდა მაშინ, როდესაც იგი ახალგაზრდაა, ისინი აჩერებენ ზრდას, ვითარდებიან გაჭირვებით და ხდება დეფორმირებული. ხშირად დაზიანებული ნაყოფი ღებება, შემდეგ მატლები გადადიან ჯანსაღ ნაყოფზე.

მატლის სტადიის ხანგრძლივობა იზრდება რამდენიმე დღის განმავლობაში იმ შემთხვევაში, თუ მატლები ხშირად გადაადგილდებიან საკვების მოსაძიებლად, იმ მატლებთან შედარებით, რომლებიც მოცემული სტადიის განვითარებისას ერთი და იგივე ადგილს არ სცილდებიან (Bajonero 2008,).

აღსანიშნავია, რომ მატლები რომლებიც პომიდვრით იკვებებიან უფრო სწრაფად ვითარდებიან, ვიდრე იმავე ოჯახის სხვა მასპინძელ მცენარეებით კვებადი მატლები (მაგალითად, ბადრიჯანი და კარტოფილი). საკვების ხარისხი ასევე მოქმედებს მწერის ნაყოფიერებაზე, კვერცხების გადარჩენაზე და მატლის სიკვდილიანობაზე. ამრიგად, ტემპერატურის ფაქტორი და შედარებით ნაკლებად კი მასპინძელი მცენარეები წამყვან როლს ასრულებს მატლის სტადიის განვითარების ხანგრძლივობაზე.

მატლები მცენარის ქსოვილებში კვების გარკვეული პერიოდის შემდეგ გამოდიან გარეთ ჭუპრის სტადიაში გადასასვლელად. განვითარების დასრულების შემდეგ, მატლები უმეტესი ნაწილი მიწაზე ცვივა და ქმნიან აბრეშუმისებრ კოკონებს (7-9 მმ სიგრძით), სადაც რჩებიან პეპლის მეტამორფოზამდე.

ამრიგად, მატლები არ რჩებიან ფოთოლზე ნაღმებში. კოკონების ქსოვის შემდეგ მატლი 1-2 დღეს ატარებს მასში შეკუმშული და უმოძრაო. ჩვენი დაკვირვებით საშუალოდ ჭუპრის ხანგრძლივობა 8-18 დღეა. ზოგიერთი ავტორის მიხედვით, ეს პერიოდი გრძელდება ამ 5-დან 20 დღემდე (საშუალოდ 6-10 დღე) (Desneux et al., 2010).

2018 წელს ჩვენი დაკვირვებით მავნებელმა სამცხე-ჯავახეთში გაიარა განსხვავებული სასიცოცხლო პერიოდები, განსხვავებულ კლიმატურ პირობებში სასიცოცხლო ციკლის ხანგრძლივობის შესაბამისად. ახალციხეში მოგვცა სამი არასრული თაობა, ხოლო ახალქალაქში ორი სრული თაობა.

დასკვნები

- *Tuta absoluta*-ს აქვს მაღალი რეპროდუქციული პოტენციალი. მატლები არ გადადიან დიაპაუზაში სანამ საკვები ხელმისაწვდომია მწერისთვის შეიძლება მოგვცეს 10-12 თაობა წელიწადში. ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა მწერის ფენოლოგიის შესწავლის მიზნით აჩვენა განსხვავებული თაობათა რაოდენობა შიდა ქართლსა და სამცხე ჯავახეთში.
- 2018 წელს ჩვენი დაკვირვებით მავნებელმა სამცხე-ჯავახეთში განსხვავებულ კლიმატურ პირობებში სასიცოცხლო ციკლის ხანგრძლივობა იყო განსხვავებული, და ახალციხეში მოგვცა სამი არასრული თაობა, ხოლო ახალქალაქში - ორი სრული თაობა .
- 2023-2024 წლებში შიდა ქართლში ჩრჩილმა მოგვცა სრული რვა თაობა. უნდა აღინიშნოს მავნებელი სიცოცხლეს განაგრძობდა მკვდარი მცენარის მასაშიც. ჩვენს მიერ შემჩნეული იყო ჩამოცვენილი ფოთლების გროვებში დიდი რაოდენობით პეპლის არსებობა.
- *Tuta absoluta*-ს ფენოლოგია დამოკიდებულია სხვადასხვა გარემო პირობებზე, განსაკუთრებით ტემპერატურასა და ტენიანობასთან დაკავშირებულ ფაქტორებზე. მისი სწრაფი განაწილება და ადაპტაცია ახალ გარემო პირობებში ქმნის პრობლემებს სოფლის მეურნეობაში, რადგან ამ მწერის აქტივობა უარყოფითად მოქმედებს პომიდვრის მოსავალზე.
- *Tuta absoluta* - სეველაზე საუკეთესო ტემპერატურული რეჟიმი 20-25 °C, სადაც კვერცხდებამდე პერიოდი 4-5 დღეა, კვერცხდება გრძელდება 12-15 დღე, მაქსიმალური რაოდენობა კვერცხების 160-255 ცალია, ხოლო კვერცხების სიცოცხლისუნარიანობა 80-85% - შადგენს.

1. ჭანიშვილი შ., ტყეშელაშვილი ზ., ბუცხრიკიძე გ. საცდელი საქმის მეთოდთა მემცენარეობაში, 2017, თბილისი, გვ.171.
2. ხოსიტაშვილი თ., ლობჯანიძე მ., ნ. კამკამიძე.(2016). პამიდვრის სამხრეთ ამერიკული მენაღმე ჩრჩილის (*Tuta absoluta* M.) შესწავლა საქართველოს პირობებში და მისი მავნეობის შემცირების რეკომენდაციები. ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის. თბილისი, საქართველო გვ. 321-323.
3. ხოსიტაშვილი თ. (2020). დახურულ გრუნტში პამიდვრის სამხრეთამერიკული მენაღმე ჩრჩილის (*Tuta absoluta* M.) და მისი ბუნებრივი მტრების შესწავლის შედეგები აღმოსავლეთ საქართველოში. სადისერტაციო ნაშრომი, თბილისი, 136.
4. Abbes K, Harbi A, Chermiti B. (2012). The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: Current status and management strategies. EPPO Bulletin 42: 226–233, and environmentally safe methods of disposal. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7.
5. Balzan MV, Moonen AC.(2012). Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivation of processing tomato in Tuscany (Italy). EPPO Bulletin;42:217-225
6. Batalla-Carrera, L., Morton, A., García-del-Pino, F.(2010). Efficacy of entomopathogenic nematodes against the tomato leafminer *Tuta absoluta* in laboratory and greenhouse conditions. BioControl, 55(4) 523-530.
7. Bayram, Y.; Büyük, M.; Özaslan, C.; Bektaş, Ö.; Bayram, N.; Mutlu, Ç.; Ateş, E.; Bükün, B. (2015). New Host Plants of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, Vol 12, Issue 2, p43
8. Bech, R.A. (2011). Federal Import Quarantine Order for Host Materials of Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick). Plant Protection and Quarantine USDAAPHIS (U.S. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service). 5pp.
9. Biondi A, Guedes RNC, Wan FH, Desneux N. (2018). Ecology, worldwide spread and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: Past, present and future. Annual Review of Entomology; 63:239-258.
10. CABI (2019). *Tuta absoluta* (tomato leafminer). Invasive Species Compendium. [2019-12-04]. <https://www.cabi.org/isc/datasheet>
11. Cáceres, S. (1992). La polilla del tomate en Corrientes. Biología y control. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista, INTA, 19p.
12. Chachkhiani N., Kamkamidze N.(2020). South american tuta absoluta spread in imereti region
13. Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys K A G, Burgio G, Arpaia S, Narváez-Vasquez C A, González-Cabrera J, Ruescas D C, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Cabello T, Urbaneja A. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83, 197–215.
14. EPPO, (2019). EPPO global database, <https://gd.eppo.int/taxon/GNORAB/hosts>, (23/04/2019).

15. Fand BB, Shashank PR, Suroshe SS, Chandrashekar K, Meshram, NM. . Timmanna H. N. (2020). Invasion risk of the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in India: predictions based on MaxEnt ecological niche modelling. International Journal of Tropical Insect Science, 1-12.
16. Kılıç, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey, *Phytoparasitica*, 38(3):243-244. Larrain, P.S. (1986). Plagas del tomate. IPA, La Platina, 39:30-35.
17. Lobzhanidze M., Beruashvili M. South American tomato leaf miner. Journal "Agrobasis". N2. Tbilisi. 2015, 18- 20 pp. (in Georgian).
18. Miranda M.M.M., Picanço M., Zanoncio J.C. & Guedes R.N.C. (1998). Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Sci. Technol.*, 8, 597-606.
19. Ostrauskas, H., Ivinskis, P. 2010. Records of the tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 20(2): 151-155.
20. Sawadogo MW, Somda I, Nacro S, Legrève A, Verheggen FJ.2020b. Insecticide susceptibility level and control failure likelihood estimation of Sub-Saharan African populations of tomato leafminer: Evidence from Burkina Faso. *Physiological Entomology* 45: 147–153. <https://doi.org/10.1111/phen.12332>
21. Straten, Vanden, 2009. Tomato leafminer (*Tuta absoluta*): impacts and coping strategies for Africa, CABI, 2019, 60.
22. Torres J.B., Evangelista W.S., Barras R., Guedes R.N.C. Dispersal of *Podisus nigrispinus* nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and satiation level // *Jour.of Applied Entomology*, 2002, vol. 126, p. 326–332.
23. Zekeya, N., Ndakidemi, P. A., Chacha, M., & Mbega, E. (2017). Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick 1917), an emerging agricultural pest in Sub-Saharan Africa: Current and prospective management strategies. *Agricultural Research*, Vol.12(6), pp. 389-396.
24. Zhang Y et all. (2025) Monitoring the insecticide susceptibility of a newly introduced invasive species, *Tuta absoluta* (Meyrick), in China. *Crop Protection* , V., 189, 107041
25. Абдул-Азиз Равашдех Шариф Халид (2014). Биология, Вредоносность и Совершенствование Мер Борьбы Против Томатной Моли - *Tuta absoluta* (Meyrick) - В Условиях Иордании, Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва- 140.
26. Добровольский, Б. В. Фенология насекомых / Б. В. Добровольский. - М. : Высшая школа, 1969.

Potential develop generation of the tomato leaf miner- *Tuta absoluta* (Meyrick) in Shida Kartly and Samtskhe-Javakheti region of Georgia

Eliso Muradashvili¹, MedeaBurjanadze¹, Zaira Tkebuchava¹

¹ Samtskhe-Javakheti State University, faculty of Engineering, Agrarian and natural Sciences, Georgia

m.burjanadze@gtu.ge

Abstract

The tomato leaf miner- *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a highly destructive insect pest to tomato plants and fruit. Other plants in the Solanaceae family (potato, eggplant, tobacco, goji berry, etc.), and various wild solanaceous plants are also suitable hosts. *T. absoluta* was first found in 2011 In Georgia, quickly has spread in all regions of the country, of its high reproductive capacity and become a key pest *T.absolutais* spread and damaged plants in both greenhouses and open fields. In recent years the rapid growth of *T. absoluta* population has caused the significant damage of tomato in Georgia. Generally, in low zone and in greenhouse during vegetation season *T. absoluta* can develop 10-12 generations.

The aim of this work was to established , phenology of *T. absoluta* and its develop in two geographical and climatically different region Shida Karthli (550-600 msl) and Samtskhe-Javakheti (1000-1100 msl) Region of the Western Georgia, 2020-2024, that the biological particularity of this insect can be also different.

The degree-day model based on minimum and maximum temperatures reliably described the population dynamics estimated the *T.absoluta* completed 8-10 generations in the greenhouse tomato crop during the winter-spring growing season, where as in open-field crops the pest completed 6-7 generations on open field in spring-summer tomato in Shida Karthli. Different geographically and climatically condition in Samtskhe-Javakheti region insect develop in 4-5 generation in greenhouses condition on the tomato and 2-3 generation in open area of tomato and potato field per year.

Key words: - *Tuta absoluta*, phenology, generation

CD44, FOXP3 და Ki67, როგორც საკვერცხის უმწიფარი ტერატომების აგრესიულობისა და მეტასტაზირების პოტენციალის პროგნოზული მარკერები

ნ.თავდგირიძე; გ.თევდორაშვილი; შ.კეპულაძე; გ.ბურკაძე

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

საკვერცხის უმწიფარი ტერატომა იშვიათი გერმინაციულ უჯრედული სიმსივნეა, რომელიც ხასიათდება სხვადასხვა ხარისხის ნეიროეპითელური დიფერენციაციითა და ავთვისებიანი პოტენციალით. ჩვენი კვლევა აფასებს Ki67-ის, CD44-ისა და FOXP3-ის როლს, როგორც სიმსივნის აგრესიულობის, პროგრესირებისა და მეტასტაზური პოტენციალის ინდიკატორებს. ჩვენი კვლევის ფარგლებში ჩატარდა რეტროსპექტული კოჰორტული კვლევა იმუნოჰისტოქიმიური ტექნოლოგიის გამოყენებით საკვერცხის უმწიფარი ტერატომის 26 შემთხვევაზე, რომლებიც დიაგნოზირებულ იქნა 2015-2025 წლებში. სიმსივნეთა დიფერენციაცია შეფასდა WHO კლასიფიკაციის მიხედვით და Ki67, CD44 და FOXP3 ექსპრესია შეფასდა ნახევრად რაოდენობრივი მეთოდის გამოყენებით. ჩატარდა კორელაციური ანალიზი მარკერებსა და სიმსივნის მახასიათებლებს შორის, როგორცაა ნეკროზი, სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტები (TILs) და მიტოზური ინდექსი. სტატისტიკური მნიშვნელობა განისაზღვრა სპირმენის კორელაციის, კრუსკალ-ვალისის ტესტისა და კაპლან-მაიერის გადარჩენის ანალიზის გამოყენებით.

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ Ki67 ექსპრესია მნიშვნელოვნად გაიზარდა სიმსივნის ჰისტოლოგიური დიფერენციაციის ხარისხის მატებასთან ერთად (მედიანა: 12% G1; 35% G2 და 65% G3; $p < 0.001$), რაც დაკავშირებულია უფრო მაღალ მიტოზურ ინდექსთან და გაზრდილ სიმსივნის აგრესიულობასთან. CD44 ექსპრესია მიჰყვებოდა მსგავს ტენდენციას (8% G1, 42% G2, 78% G3; $p < 0.01$), რის შედეგადაც შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მაღალპროლიფერაციული სიმსივნეები ავლენენ ღეროვანი უჯრედების მსგავს, ინვაზიურ თვისებებს. FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად გაიზარდა Grade 3 სიმსივნეებში და მეტასტაზურ შემთხვევებში (5% G1, 25% G2, 58% G3; $p < 0.01$), რაც მიუთითებს მის როლზე იმუნური ზედამხედველობის დათრგუნვაში. კორელაციის ანალიზმა გამოავლინა ძლიერი ასოციაციები Ki67-სა და CD44-ს ($r = 0,72$, $p < 0,01$), Ki67-სა და FOXP3-ს ($r = 0,68$, $p < 0,01$) და CD44-სა და FOXP3-ს ($r = 0,65$, $p < 0,05$) შორის. ჩვენი კვლევა ხაზს უსვამს მაღალი რისკის შემთხვევებისთვის პერსონალიზირებული მიდგომების შემდგომი კვლევის საჭიროებას და მხარს უჭერს ამ მარკერების ჩართვას რუტინულ ჰისტოპათოლოგიურ შეფასებაში პროგნოზის სტრატეგიკაციისა და მკურნალობის სტრატეგიების დაგეგმვის დახვეწისათვის.

საკვანძო სიტყვები: საკვერცხის უმწიფარი ტერატომა; Ki67, CD44, FOXP3, იმუნური სუპრესია;

შესავალი

საკვერცხის ტერატომა არის გერმინაციულ უჯრედული სიმსივნე, რომელიც წარმოიქმნება საკვერცხის ტოტიპოტენტური უჯრედებისაგან და ავლენს სომატური ქსოვილის სხვადასხვა ტიპებად დიფერენციაციას[1]. სიმსივნეები კლასიფიცირდება მწიფე ტერატომებად, რომლებიც კეთილთვისებიანია და შედგება კარგად დიფერენცირებული ქსოვილებისგან, და უმწიფარ ტერატომებად, რომლებიც შეიცავს ავთვისებიანი პოტენციალის მქონე ემბრიონულ ან ნაყოფის მსგავს ქსოვილს[2]. მწიფე ტერატომებს, ჩვეულებრივ, დერმოიდულ ცისტებს, ახასიათებს სრულად დიფერენცირებული ქსოვილების არსებობა, როგორცაა კანი, თმა, ცხიმოვანი ჯირკვლები და ზოგჯერ ნერვული ან ფარისებრი ჯირკვლის ქსოვილი. ისინი თითქმის ყოველთვის კეთილთვისებიანი მიმდინარეობით ხასიათდება. ამის საპირისპიროდ, უმწიფარი ტერატომები შეიცავს მოუმწიფებელ ნეიროეპითელურ, მეზენქიმურ და ენდოდერმულ ელემენტებს სხვადასხვა პროპორციით. უმწიფარი ნერვული ქსოვილის არსებობა ავთვისებიანი სიმსივნეების რისკისა და კლასიფიკაციის მთავარ განმსაზღვრელს წარმოადგენს.

უმწიფარი ტერატომები შეადგენს საკვერცხის ყველა ტერატომის დაახლოებით 1 %-ს და წარმოადგენს საკვერცხის ჩანასახოვანი უჯრედების ავთვისებიანი სიმსივნეების 30%-ს[3]. ისინი ძირითადად გვხვდება მოზარდ გოგონებში და ახალგაზრდა ქალებში, საშუალო ასაკს შეადგენს 18-დან 25-მდე. მათი იშვიათობის გამო, კლინიკური მონაცემები და სტანდარტიზებული მკურნალობის მიდგომები რჩება შეზღუდული. ამ სიმსივნეებმა შეიძლება გამოავლინონ მრავალი კლინიკური გართულება, მათ შორის ადგილობრივი ინვაზია და რეციდივი, პერიტონეალური გავრცელება სიმსივნის რღვევის გამო, ავთვისებიანი ტრანსფორმაცია მეორად სომატური ტიპის ავთვისებიან სიმსივნეებად, როგორცაა ნეიროექტოდერმული სიმსივნეები, სარკომები ან სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის კარცინომა. შორეული მეტასტაზები ყველაზე ხშირად მოიცავს ფილტვებს, ღვიძლსა და ცენტრალურ ნერვულ სისტემას[4].

უმწიფარი ტერატომების ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოსტიკა წარმოადგენს მნიშვნელოვან გამოწვევებს ნეიროეპითელური ელემენტების ჰეტეროგენურობისა და ობიექტური შეფასების კრიტერიუმების არარსებობის გამო[5], [6]. ამ სიმსივნეების კლასიფიკაცია ეფუძნება უმწიფარი ნეიროეპითელური ქსოვილის პროპორციას. თუმცა, დამკვირვებელთა შორის ცვალებადობა რჩება მთავარ გამოწვევის საკითხად. გარდა ამისა, უმწიფარი ტერატომების გარჩევა მეორადი ავთვისებიანი ნეირობლასტური სიმსივნეების, პრიმიტიული ნეიროექტოდერმული სიმსივნეების, მცირე ლურჯ-უჯრედული სიმსივნეებისა და ყვითლის პარკის სიმსივნეებისაგან შეიძლება რთული იყოს.

ჰისტოპათოლოგიურად უმწიფარი ტერატომის დიაგნოზი ეყრდნობა მოუმწიფებელი ნეიროეპითელური კომპონენტების, როგორცაა მილაკების, როზეტებისა და პრიმიტიული ნერვული ქსოვილის იდენტიფიკაციას ჰემატოქსილისა და ეოზინის (H&E) ტექნოლოგიით[7], [8]. მიტოზური აქტივობისა და ნეკროზის ხარისხი გავლენას ახდენს ჰისტოლოგიური დიფერენციაციის ხარისხზე. იმუნოჰისტოქიმიური ანალიზი გადამწყვეტ

როლს თამაშობს ამ სიმსივნეების შემდგომ ვერიფიკაციასა და სტრატეგიკაციაში. პროლიფერაციის მარკერების, როგორიცაა Ki67-ის გამოყენებით, აუცილებელია შეფასდეს უჯრედული პროლიფერაციის სიხშირე, ხოლო BCL2 წარმოადგენს ანტიאპოპტოზურ მარკერს[9]. ნეიროეპითელური დიფერენციატა შეიძლება შემდგომ შეფასდეს მარკერების გამოყენებით, როგორიცაა SOX2, Nestin და GFAP, რომლებიც მიუთითებენ ნერვული მილის მსგავსი კომპონენტების არსებობაზე. CD44, იძლევა შეხედულებას სიმსივნის აგრესიულობის, ინვაზიური პოტენციალისა და მეტასტაზური რისკის შესახებ[10], [11].

მოლეკულური პათოლოგიის მიღწევების მიუხედავად, უმწიფარი ტერატომების რამდენიმე ასპექტი ჯერ კიდევ ცუდად არის შესწავლილი. ფაქტორები, რომლებიც პროგნოზირებენ მეტასტაზურ გავრცელებას, მკაფიოდ არ არის დადგენილი, რადგან სიმსივნეები მკვეთრად ჰეტეროგენულია და ყველა მაღალი ხარისხის სიმსივნე არ ავლენს მეტასტაზურ ქცევას. ნეიროეპითელური ჰეტეროგენურობის როლი სიმსივნის პროგრესირებაში ჯერ კიდევ რჩება აქტიური შესწავლილის საგნად. გარდა ამისა, არ არსებობს სტანდარტიზებული პანელები დიაგნოსტიკური შეფასებისა თუ შემდგომი პროგნოზისთვის. დამიზნებითი თერაპიული საშუალებები კვლავ რჩება შეზღუდული, კლინიკური მენეჯმენტი ძირითადად ეყრდნობა ქირურგიულ რეზექციასა და ქიმიოთერაპიას[12].

უმწიფარი ტერატომები მეტასტაზირებენ ჰემატოგენური და ლიმფოგენური გზებით, ფილტვები შორეული მეტასტაზების ყველაზე გავრცელებული ადგილია. გავრცელების სხვა ადგილებია ღვიძლი, პერიტონეუმი, ტვინი და რეტროპერიტონეალური ლიმფური კვანძები. უმწიფარი ტერატომების მკურნალობა ჩვეულებრივ მოიცავს სრულ ქირურგიულ რეზექციას, რასაც მოჰყვება ქიმიოთერაპია Grade 2 და Grade 3 ხარისხის სიმსივნეებისა და მეტასტაზური შემთხვევებისთვის. სტანდარტული ქიმიოთერაპიის რეჟიმი მოიცავს ბლეომიცინის, ეტოპოზიდის და ცისპლატინის (BEP) კომბინაციას. ამ სიმსივნეების პროგნოზი დამოკიდებულია ხარისხზე, Grade 1 ხარისხის სიმსივნეებს აქვთ შესანიშნავი პროგნოზი ქირურგიული ამოკვეთის შემდეგ, ხოლო უფრო მაღალი ხარისხის სიმსივნეებს აქვთ რეციდივის უფრო მაღალი რისკი და საჭიროებენ დამხმარე ქიმიოთერაპიას. მეტასტაზურ დაავადებას აქვს ქიმიოთერაპიაზე პასუხის მიხედვით ცვალებადი პროგნოზი[13].

უმწიფარი ტერატომების უახლესი კვლევები ფოკუსირებულია მოლეკულურ პროფილირებაზე, რათა დადგინდეს გენეტიკური მუტაციები და გზები, რომლებიც მონაწილეობენ სიმსივნის პროგრესირებაში, ისევე როგორც იმუნოჰისტოქიმიური კვლევები, რომლებიც აფასებენ მარკერებს, რომლებიც დაკავშირებულია პროლიფერაციასთან, აპოპტოზთან და მეტასტაზირებასთან.[14] სიმსივნის მიკროგარემო, განსაკუთრებით იმუნური პასუხი აგრესიულ შემთხვევებში, მზარდი ინტერესის სფეროა. მარეგულირებელი T უჯრედების მარკერმა FOXP3-მა შესაძლოა საფუძვლიანად გამოავლინოს მაღალი ხარისხის უმწიფარი ტერატომების და მეტასტაზური შემთხვევების იმუნური აცილების მექანიზმები. გარდა ამისა, CD44 და BCL2-ის ექსპრესია, როგორც პირველად ასევე მეტასტაზურ დაზიანებებში შეიძლება დაგვეხმაროს სიმსივნის პროგრესირებისა და გადარჩენის განმსაზღვრელი ფაქტორების გარკვევაში. ახალი თერაპიული სამიზნეების, მათ შორის ღეროვანი უჯრედების აქტივობის გზების მოლეკულური ინჰიბიტორების (CD44, SOX2) და

იმუნური გამშვები პუნქტის რეგულირების (FOXP3, PD-L1) კვლევამ შეიძლება უზრუნველყოს აგრესიული შემთხვევებისთვის მკურნალობის ახალი ვარიანტები [15], [16], [17].

ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავს Ki67, CD44 და FOXP3-ის იმუნოჰისტოქიმიური პროფილის ანალიზს უმწიფარი საკვერცხის ტერატომების ჯგუფში, რომელიც აკავშირებს მარკერის ექსპრესიას სიმსივნის ხარისხთან და მეტასტაზურ პოტენციალთან. იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის ნიმუშების კლინიკოპათოლოგიურ მონაცემებთან ინტეგრირებით, ეს კვლევა ცდილობს გააუმჯობესოს უმწიფარი საკვერცხის ტერატომების შესახებ ლიტერატურაში არსებული მწირი ინფორმაცია და უზრუნველყოს კლინიკური პრაქტიკისთვის პოტენციური პროგნოზული მარკერები.

მასალა და მეთოდები

კვლევის დიზაინი: ჩვენი კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტულ კოჰორტულ კვლევას, რომელიც ჩატარდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის (თსსუ) სამეცნიერო, დიაგნოსტიკური და კვლევითი ლაბორატორიაში, 2015-2025 წლებში დიაგნოსტირებულ საკვერცხის უმწიფარი ტერატომის შემთხვევებზე. კვლევა მოიცავს არქივირებულ ფორმალინში ფიქსირებულ და პარაფინში ჩაყალიბებულ (FFPE) ქსოვილის ბლოკებს, შესაბამისი კლინიკური და ჰისტოპათოლოგიური მონაცემებით. კვლევა მხარდაჭერილია თსსუ-ს ეთიკის კომიტეტის მიერ, რაც პაციენტის ანონიმური მონაცემების გამოყენების საშუალებას იძლევა. კვლევისას შესწავლილი იყო მხოლოდ არაპერსონალიზებული კლინიკური ცვლადები, როგორიცაა ასაკი, კლინიკური დიაგნოზი, ქირურგიული პროცედურების ტიპი, ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზი და IHC კვლევის შედეგები.

შემთხვევის შერჩევისა და ჩართვის კრიტერიუმები: კვლევა მოიცავდა ჯამში ჰისტოპათოლოგიურად დადასტურებული საკვერცხის უმწიფარი ტერატომის 26 შემთხვევას. შერჩევის კრიტერიუმები იყო შემდეგი: 1. უმწიფარი საკვერცხის ტერატომების ჰისტოპათოლოგიური დადასტურება, შეფასებული ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) კლასიფიკაციის მიხედვით (ხარისხი 1, ხარისხი 2 და 3 ხარისხი); 2. იმუნოჰისტოქიმიური ანალიზისთვის შესაფერისი FFPE ბლოკების არსებობა; 3. დოკუმენტირებული კლინიკური და ჰისტოპათოლოგიური პარამეტრები; 4. მინიმუმ ერთი წლის შემდგომი დაკვირვების (Follow-up) მონაცემები რეციდივის ან მეტასტაზური პროგრესირების შესახებ.

რეტროსპექტული მონაცემების მოძიება განხორციელდა კლინიკური და ლაბორატორიული არქივებიდან და ელექტრონული სამედიცინო ჩანაწერებიდან. თითოეულ კვლევით ალგორითმში დაფიქსირდა შემდეგი პარამეტრები:

- პაციენტის დემოგრაფიული მონაცემები: ასაკი დიაგნოზისტირების დროს;
- კლინიკური მახასიათებლები: კლინიკური დიაგნოზი;
- ქირურგიული ჩარევის ტიპი (ოფორექტომია, ცისტექტომია ან სიმსივნის რეზექცია);
- ჰისტოპათოლოგიური პარამეტრები: სიმსივნის ხარისხი (WHO კლასიფიკაცია: Grade 1, Grade 2, Grade 3);
- უმწიფარი ნეიროეპითელური დიფერენციაციის არსებობა და მასშტაბი;
- მიტოზური ინდექსი (მიტოზები 10 მაღალი გადიდების მხედველობის ველზე (HPF));
- სიმსივნის ზომა;

- ნეკროზის შეფასება (ფოკალური ნეკროზი; ვრცელი ნეკროზის არსებობა);
- სიმსივნის მაინფილტრირებელი ლიმფოციტები (TILs);
- შემდგომი დაკვირვების (Follow-up) მონაცემები: სიმსივნის რეციდივი, მეტასტაზები (ასეთის არსებობის შემთხვევაში) და გადარჩენის სტატუსი.

იმუნოჰისტოქიმია (IHC) ჩატარდა FFPE ბლოკების 4 მკმ სისქის ანათომიურ ავტომატური Leica Bond შესაღები აპარატის გამოყენებით (Leica Biosystems, გერმანია). პირველადი ანტისხეულები, მათი შესაბამისი კლონები და წყაროები ჩამოთვლილია ქვემოთ:

მარკერის დასახელება	Clone	განზავება	ლოკალიზაცია	მომწოდებელი
Ki67 (პროლიფერაცილი მარკერი)	MIB-1	1:100	ბირთვული	Leica Biosystems
CD44 (დეროვან-უჯრედული)	DF1485	1:100	მემბრანული	Leica Biosystems
FOXP3 (მარეგულირებელი T-უჯრედული)	236A/E7	1:100	ბირთვული	Leica Biosystems

ცხრილი 4: კვლევის შედეგად გამოყენებული ანტისხეულები, შესაბამისი კლონებით, განზავებით, ექსპრესიის ლოკალიზაციის ნიმუშებითა და მომწოდებელი კომპანიის დასახელებით;

პლაცენტური, ნერვული ან ლიმფოიდური ქსოვილები გამოიყენებოდა დადებით კონტროლად მარკერის ექსპრესიის სარწმუნოდ შეფასებისათვის.

იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის შეფასება: თითოეული მარკერის იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესია შეფასებული იყო ნახევრად რაოდენობრივი შეფასების მეთოდით, დადებითად შეღებილი სიმსივნური უჯრედების პროცენტული მაჩვენებლისა და შეღების ინტენსივობის საფუძველზე. გამოყენებული იქნა შემდეგი ქულების სისტემა:

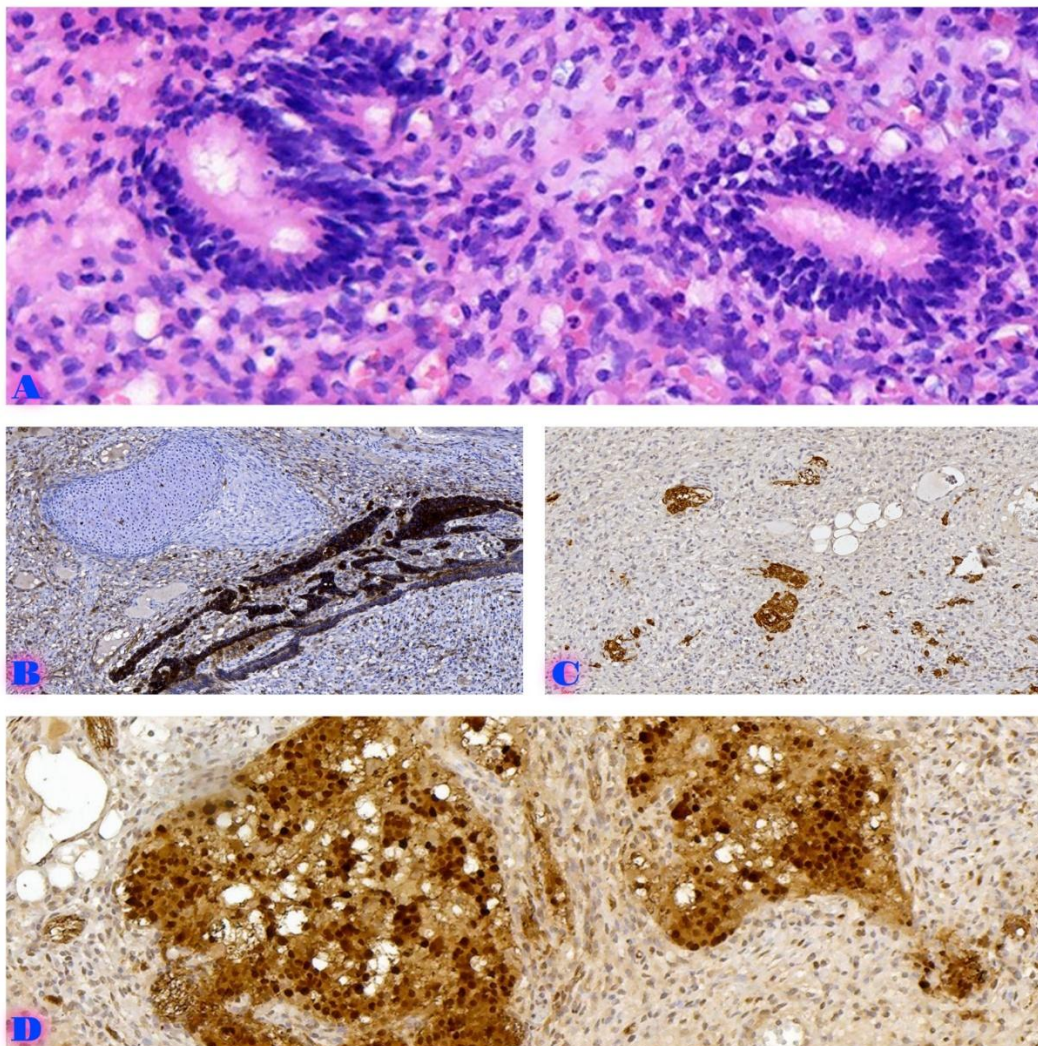
ქულა	შეღების ინტენსივობა	პოზიტიური სიმსივნური უჯრედების პროცენტობა
0 (Negative)	არ აღინიშნება	0%
1+ (Weak)	სუსტი	<10%
2+ (Moderate)	ზომიერი	10–50%
3+ (Strong)	ძლიერი	>50%

შეღებილი ანათომიის ციფრული დამუშავება: ყველა შეღებილი მინა დიგიტალიზირებული იქნა MOTIC EasyScan Pro ციფრული სლაიდების სკანერის გამოყენებით (Motic, ჰონგ კონგი) 400× გადიდებით. რაოდენობრივი IHC ანალიზი ჩატარდა Qupath პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით, რამაც საშუალება მოგვცა ქულების ავტომატური შეფასებისა და დამკვირვებელთა შორის ვარიაციულობის შესამცირებლად.

სტატისტიკური ანალიზი: სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა SPSS (Version XX, IBM Corp.) გამოყენებით. გამოყენებული იქნა შემდეგი სტატისტიკური ტესტები:

აღწერითი სტატისტიკა: საშუალო, მედიანა და სტანდარტული გადახრა ასაკის, სიმსივნის ზომისა და მიტოზური ინდექსისთვის; იმუნოჰისტოქიმიური მარკერის ექსპრესიის შედარება სიმსივნის დიფერენციაციის ხარისხების მიხედვით (1, 2 და 3): კრუსკალ-ვალისის ტესტი (არაპარამეტრული განაწილებისთვის); ცალმხრივი ANOVA (თუ ნორმალური განაწილება დადასტურდა); პირველადი და მეტასტაზური სიმსივნეების შედარება: Wilcoxon signed-rank ტესტი (დაწყვილებული მარკერის ექსპრესიის შედარებისთვის).

კორელაციის ანალიზი: სპირმანის კორელაციის კოეფიციენტი მარკერის ექსპრესიის, სიმსივნის ხარისხის, მიტოზური ინდექსისა და მეტასტაზურ პოტენციალს შორის კავშირის შესაფასებლად;



სურათი 4: A. ნეიროეპითელის კუნძულები უმწიფარი ტერატომა 450X H&E Motic Digital Slide; B. მწიფე ხრტილოვანი კომპონენტი და უმწიფარი ნეიროეპითელის კუნძულები CD44 მარკერის ექსპრესია 200X IHC; C. G2 უმწიფარი ტერატომა CD44 მარკერის ექსპრესია 200X IHC; D. Ki 67 მარკერის მაღალი ხარისხის ექსპრესია G3 უმწიფარი ტერატომა IHC 200X;

შედეგები

კლინიკოპათოლოგიური მახასიათებლები: კვლევაში ჩართული იყო საკვერცხეების უმწიფარი ტერატომის 26 შემთხვევა, შემდეგი განაწილებით: Grade 1 ($n = 12$, 46.2%), Grade 2 ($n = 8$, 30.8%) და Grade 3 ($n = 6$, 23.0%). დიაგნოსტიკის დროს პაციენტთა საშუალო ასაკი იყო 20.2 წელი (მედიანა 20 წელი, დიაპაზონი 10-30 წელი), Grade 1 სიმსივნეების დიაგნოსტიკის დროს საშუალოდ 18.5 წლის ასაკში, Grade 2 - 21.0 წელი და Grade 3 - 22.8 წელი. სიმსივნის უფრო დიდი ზომა ასოცირებული იყო სიმსივნის უფრო მაღალ ხარისხთან (G3), Grade 1 სიმსივნეები საშუალოდ - 6.5 სმ, Grade 2 სიმსივნეები - 8.1 სმ და Grade 3 სიმსივნეები - 10.2 სმ ($p < 0.05$).

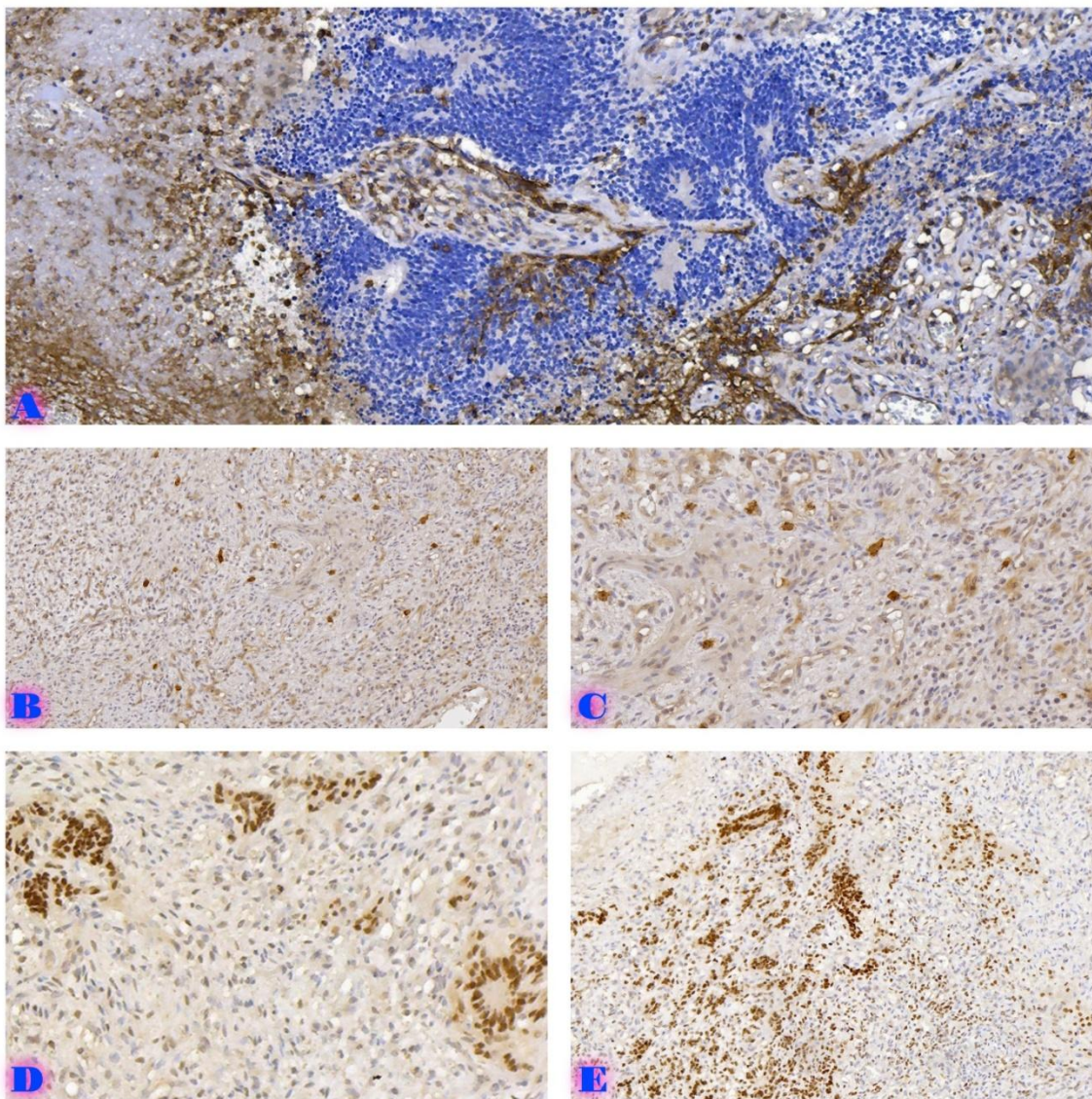
მიტოზური ინდექსი მნიშვნელოვნად გაიზარდა სიმსივნის დიფერენციაციის კლების კვალდაკვალ, საშუალოდ 2.5 მიტოზი/10 HPF G1 ხარისხში, 5.8 მიტოზი/10 HPF G2 ხარისხში და 12.1 მიტოზი/10 HPF G3 ხარისხში ($p < 0.001$). სიმსივნის ნეკროზი იდენტიფიცირებული იყო G2 ხარისხის სიმსივნეების 25.0%-ში და G3 ხარისხის სიმსივნეების 66.7%-ში, რაც დაკავშირებულია სიმსივნის აგრესიულობასთან ($p < 0.05$). სიმსივნის ინფილტრაციული ლიმფოციტები (TILs) დაფიქსირდა ყველა შემთხვევის 38.5%-ში, მნიშვნელოვნად მაღალი სიმკვრივით G3 ხარისხის სიმსივნეებში ($p < 0.05$).

იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის ანალიზი:

Ki67 პროლიფერაციის ინდექსი მნიშვნელოვნად მაღალი იყო G3 ხარისხის სიმსივნეებში G1 ხარისხთან შედარებით ($p < 0.001$). Ki67-ის მედიანური მაჩვენებელი სიმსივნის კლასებში იყო 12% G1 ხარისხში, 35% G2 ხარისხში და 65% G3 ხარისხში, რაც მიუთითებს პირდაპირ კავშირზე პროლიფერაციის სიჩქარესა და სიმსივნის დიფერენციაციის ხარისხს შორის. აღსანიშნავია, რომ Ki67 ექსპრესია კორელაციაშია მიტოზურ ინდექსთან ($r = 0.79$, $p < 0.01$), რაც მხარს უჭერს მის როლს, როგორც სიმსივნის პროლიფერაციის საიმედო მარკერს.

CD44 ექსპრესია იყო სუსტი ან არ აღინიშნებოდა G1 ხარისხის სიმსივნეებში, მაგრამ მნიშვნელოვნად გაიზარდა G2 და G3 ხარისხის სიმსივნეებში ($p < 0.01$). CD44-ის საშუალო ექსპრესია იყო 8% G1 ხარისხში, 42% G2 ხარისხში და 78% G3 ხარისხში, რაც აჩვენებს ძლიერ კორელაციას სიმსივნის პროგრესირებასთან. გარდა ამისა, CD44 ექსპრესია დადებითად იყო დაკავშირებული Ki67-თან ($r = 0.72$, $p < 0.01$), რაც ვარაუდობს, რომ მაღალი პროლიფერაციის სიმსივნეები აჩვენებენ უფრო ღეროვან უჯრედულ ფენოტიპს.

FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად გაიზარდა G3 ხარისხის სიმსივნეებში და მეტასტაზურ შემთხვევებში დაბალი ხარისხის სიმსივნეებთან შედარებით ($p < 0.01$). FOXP3-ის საშუალო ექსპრესიის მაჩვენებელი იყო 5% G1 კლასში, 25% G2 ხარისხში და 58% G3 ქვეჯგუფში, რაც მიუთითებს იმუნური ზედამხედველობის დაზიანების პოტენციურ როლზე. კორელაციური ანალიზმა აჩვენა, რომ FOXP3 მნიშვნელოვნად იყო დაკავშირებული CD44-ის ექსპრესიასთან ($r = 0.65$, $p < 0.05$), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ სიმსივნეებს უფრო მაღალი ღეროვანი პოტენციალით შეიძლება აჩვენონ იმუნური სისტემისაგან გასხლტომის მექანიზმები.



სურათი 5: A. CD44-ის დაბალი ხარისხის ექსპრესია უმწიფარი ტერატომის ნეიროეპითელში 200X ,IHC; B. FOXP3-ის ექსპრესია უმწიფარი ტერატომა G2 400X, IHC; C. FOXP3-ის ექსპრესია უმწიფარი ტერატომა G3 400X,IHC; D. Ki 67-ის ექსპრესია G2 უმწიფარი ტერატომის ნეიროეპითელის კომპონენტში, 400X,IHC; E. Ki67 -ის ექსპრესია G3 უმწიფარი ტერატომის ნეიროეპითელის კომპონენტი 400X, IHC;

კორელაციური ანალიზი: Spearman-ის კორელაციის ანალიზმა გამოავლინა მნიშვნელოვანი კორელაციური კავშირები ამ იმუნოჰისტოქიმიურ მარკერებს შორის;

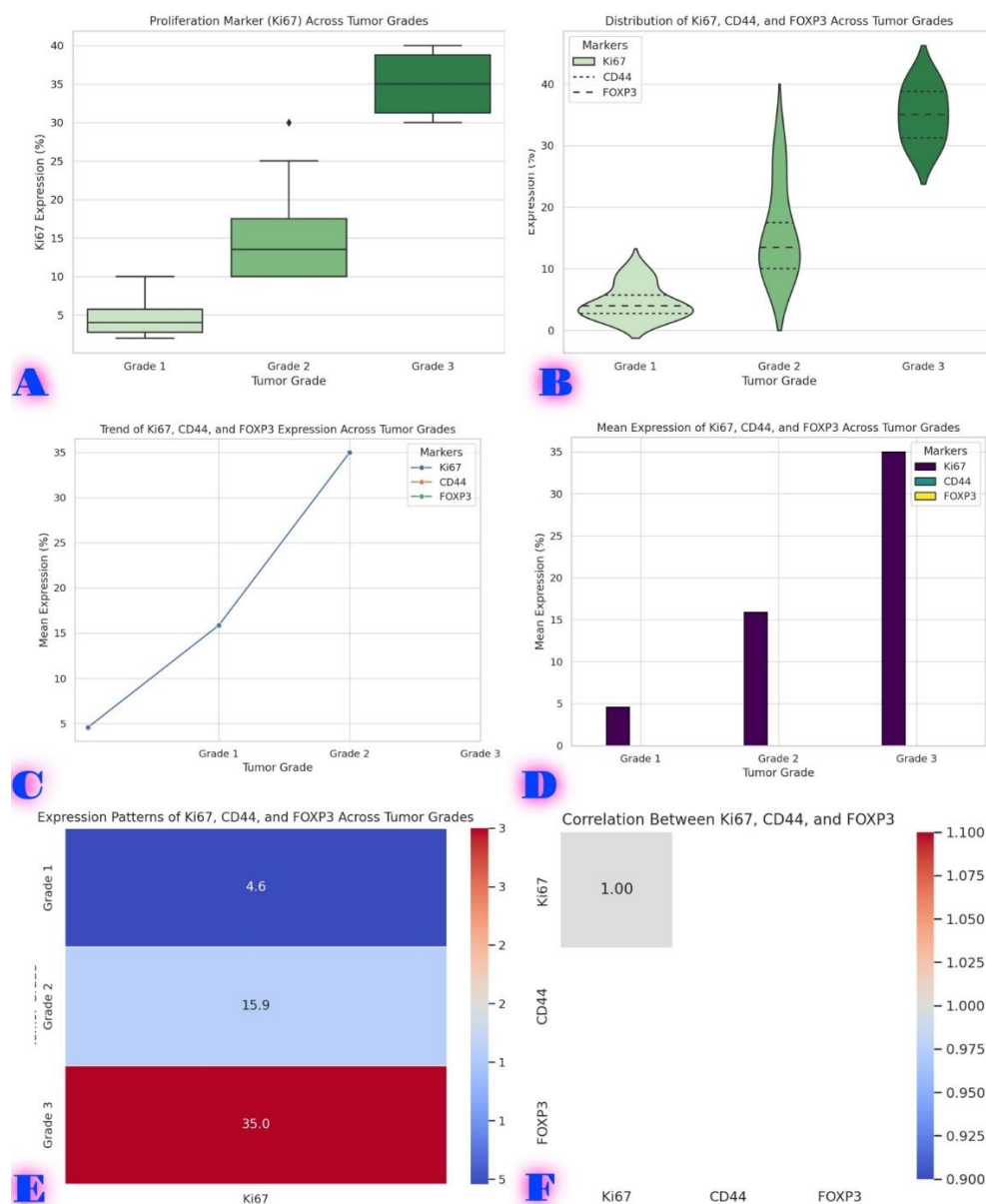
Ki67 და CD44 ($r = 0.72$, $p < 0.01$) → მაღალი პროლიფერაციის მქონე სიმსივნეებს უფრო მეტი ღეროვან უჯრედული ფენოტიპური მახასიათებლები აქვთ;

Ki67 და FOXP3 ($r = 0.68$, $p < 0.01$) → უფრო მაღალი პროლიფერაცია ასოცირდება იმუნური სისტემის მეტ დათრგუნვასთან.

CD44 და FOXP3 ($r = 0.65$, $p < 0.05$) → ღეროვან უჯრედული ფენოტიპი და იმუნური სისტემისაგან გასხლტომის მექანიზმები შეიძლება იყოს დაკავშირებული სიმსივნის აგრესიულობასთან;

საკვლევ კოჰორტას შორის, ორ შემთხვევას 1 წლიანი დაკვირვების პერიოდში განუვითარდა პერიტონეალური მეტასტაზები, ორივე კლასიფიცირებულია, როგორც G3 ხარისხის უმწიფარი ტერატომა. Ki67, CD44 და FOXP3 ექსპრესია მნიშვნელოვნად მაღალი იყო მეტასტაზურ დაზიანებების მქონე შემთხვევებში ($p < 0.01$), რაც კიდევ ერთხელ მიუთითებს ამ მარკერების როლზე მეტასტაზური პოტენციალის შესაფასებლად. საინტერესოა, რომ CD44 და FOXP3 განსაკუთრებით მაღალი ხარისხით ექსპრესირებული იყო მეტასტაზურ ნიმუშებში.

გადარჩენა და პროგნოზული ანალიზი: კაპლან-მაიერის გადარჩენადობის ანალიზმა აჩვენა, რომ G3 ხარისხის სიმსივნეებს ჰქონდათ მნიშვნელოვნად უფრო ცუდი გადარჩენის მაჩვენებელი (პროგრესირების გარეშე PFS) G1 და G2 ხარისხის სიმსივნეებთან შედარებით (ლოგი-რანგის ტესტი, $p < 0.001$). Ki67 და CD44-ის გაზრდილი ექსპრესია ასოცირებული იყო უფრო ხანმოკლე გადარჩენის პერიოდთან PFS-თან ($p < 0.05$). ეს დასკვნები ხაზს უსვამს საკვლევის უმწიფარ ტერატომებში Ki67, CD44 და FOXP3-ის როგორც დამოუკიდებელი პროგნოზული მარკერების პოტენციალს.



დიაგრამა 13: A. პროლიფერაციული მარკერი Ki67-ის განაწილება სხვადასხვა საკვლევ ჯგუფებში ; B. Ki67, CD44-ისა და FOXP3-ის განაწილება სხვადასხვა ჰისტოლოგიური გრეიდების მიხედვით ; C. იმუნოჰისტოქიმიური მარკერების განაწილების ტენდენცია შესწავლილ ჯგუფებში ჰისტოლოგიური დიფერენციაციის ხარისხის მიხედვით ; D. შესწავლილი იმუნოჰისტოქიმიური მარკერების საშუალო მაჩვენებლის განაწილება სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ გრეიდის მიხედვით; E. Ki67, CD44-ისა და FOXP3-ის ექსპრესიის პატერნები სხვადასხვა გრეიდის უმწიფარ ტერატომაში; F. კორელაციური განაწილება Ki67, CD44-ისა და FOXP3-ის შესწავლილ კოჰორტაში;

განსჯა

პროლიფერაცია და სიმსივნის აგრესიულობა (Ki67): Ki67-ის ექსპრესიის მნიშვნელოვანი ზრდა G1 ხარისხის სიმსივნეშიდან G3 ხარისხის სიმსივნემდე ადასტურებს მის, როგორც სიმსივნის აგრესიულობის საიმედო მარკერის როლს. დადებითი კორელაცია Ki67-სა და მიტოზურ ინდექს შორის ($r = 0.79$, $p < 0.01$) მიგვითითებს იმაზე, რომ Ki67-ის უფრო მაღალი ექსპრესია ასოცირდება სიმსივნური უჯრედების გაყოფასთან, რაც აძლიერებს მის მნიშვნელობას მაღალი რისკის სიმსივნეების სტრატეფიკაციაში. Ki67-ის გაზრდილი ექსპრესიის დონე მეტასტაზურ შემთხვევებში კიდევ უფრო ადასტურებს მის სარგებლობას სიმსივნის პროგრესირების პროგნოზირებაში. ეს დასკვნები ემთხვევა ჩანასახოვანი უჯრედების სიმსივნეებზე არსებულ კვლევებს, სადაც Ki67-მა აჩვენა, რომ კორელაციაშია ცუდ შედეგებთან და გაზრდილ რეციდივის რისკთან.

CD44 როგორც ღეროვან უჯრედული და ინვაზიურობის მარკერი: CD44, უჯრედის ადჰეზიისა და ღეროვანი ფენოტიპის მარკერი, ავლენს ძლიერ კავშირს სიმსივნის ხარისხთან, მნიშვნელოვნად მაღალი ექსპრესიით G2 და G3 ხარისხის სიმსივნეებში G1 ხარისხთან შედარებით ($p < 0.01$). CD44-დადებითი სიმსივნური უჯრედებს შეიძლება გააჩნდეთ გაძლიერებული მიგრაციული და ინვაზიური შესაძლებლობები, რაც ხელს უწყობს დაავადების პროგრესირებას. კორელაცია CD44-სა და Ki67-ს შორის ($r = 0.72$, $p < 0.01$) დამატებით გულისხმობს, რომ პროლიფერაციული სიმსივნეები ავლენენ უფრო ღეროვან, თერაპიისადმი მდგრად ფენოტიპს, რაც შეესაბამება სხვა საკვლევების ჩანასახოვანი უჯრედების სიმსივნეებსა და ეპითელური ავთვისებიანი სიმსივნეების კვლევებს[18].

CD44 მაღალი ექსპრესია მეტასტაზურ დაზიანებებში ხაზს უსვამს სიმსივნის გავრცელებაში მის პოტენციურ როლს, რადგან ცნობილია, რომ CD44 ხელს უწყობს უჯრედგარე მატრიქსის ურთიერთქმედებას, სიმსივნის მოძრაობასა და აპოპტოზისადმი წინააღმდეგობას. ეს მხარს უჭერს ჰიპოთეზას, რომ CD44-ის გამოხატული სუბპოპულაციები შეიძლება იყოს პასუხისმგებელი სიმსივნის მდგრადობაზე და რეციდივზე, რაც მას პერსპექტიულ თერაპიულ სამიზნედ აქცევს აგრესიული უმწიფარი ტერატომებისთვის.

FOXP3, მარეგულირებელი T უჯრედების ძირითადი მარკერი (Tregs), მნიშვნელოვნად გაიზარდა G3 ხარისხის სიმსივნეებსა და მეტასტაზურ დაზიანებებში ($p < 0.01$), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ იმუნური აცილება გადამწყვეტ როლს თამაშობს უმწიფარი

ტერატომების პროგრესირებაში. FOXP3-სა და CD44-ს შორის კორელაცია ($r = 0.65$, $p < 0.05$) ვარაუდობს, რომ ღეროვანი სიმსივნური უჯრედები შეიძლება გამოიყენებულ იქნას იმუნური დათრგუნვის მექანიზმებში, რათა თავიდან აიცილონ მასპინძლის იმუნური პასუხები, ფენომენი, რომელიც ჩვეულებრივ შეინიშნება მაღალი ხარისხის ავთვისებიან სიმსივნეებში[6].

მიუხედავად იმისა, რომ ეს კვლევა იძლევა ახალ შეხედულებებს Ki67, CD44-ისა და FOXP3-ის ექსპრესიის შესახებ უმწიფარ ტერატომებში, გარკვეული შეზღუდვები უნდა იყოს ხაზგასმული: კოჰორტის ზომა – მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი კოჰორტა იძლევა ღირებულ მონაცემებს, ამ დასკვნების დასადასტურებლად საჭიროა უფრო დიდი მრავალინსტიტუციური კვლევები; მოლეკულური პროფილის ნაკლებობა - ღეროვანი და იმუნური გზების გენეტიკური და ტრანსკრიპტომიური ანალიზის საფუძველზე შეიძლება კიდევ უფრო გაირკვეს სიმსივნის აგრესიულობის საფუძველში არსებული მექანიზმები; დაკვირვების შეზღუდული ხანგრძლივობა - საჭიროა გახანგრძლივებული კლინიკური დაკვირვება გრძელვადიანი გადარჩენისა და რეციდივის შესაფასებლად.

მომავალი კვლევა ფოკუსირებული უნდა იყოს მოლეკულური და იმუნური პროფილის ინტეგრირებაზე სტანდარტულ დიაგნოსტიკურ სამუშაოებში, განსაკუთრებული აქცენტით CD44 და FOXP3, როგორც პოტენციური თერაპიული სამიზნეები.

დასკვნა

ჩვენი კვლევა ავლენს საკვერცხის უმწიფარ ტერატომებში Ki67, CD44-ისა და FOXP3-ის როგორც საკვანძო მარკერების კლინიკურ მნიშვნელობას, რაც უზრუნველყოფს ახალ შეხედულებებს სიმსივნის პროლიფერაციის, ღეროვან უჯრედული ბუნებისა და იმუნური ზედამხედველობის აცილების მექანიზმების შესახებ. Ki67 დასტურდება, როგორც საკვერცხის უმწიფარი ტერატომების პროლიფერაციისა და პროგრესირების ძლიერი სარწმუნო მარკერი, CD44, როგორც ღეროვან უჯრედული ბუნებისა და გაზრდილი ინვაზიურობის მარკერი, ხოლო FOXP3, როგორც ახლად მოწოდებული იმუნური სუპრესიის არსებობის შეფასების მარკერი, რომელიც თავის მხრივ დაკავშირებულია სიმსივნის აგრესიულობასთან.

ჩვენი დასკვნები ხაზს უსვამს აგრესიულად მიმდინარე უმწიფარ ტერატომებში, სიმსივნის ღეროვან უჯრედულობისა და იმუნური ზედამხედველობიდან აცილების მექანიზმების ფენომენის მნიშვნელობას და მისი ახალი დამიზნებითი თერაპიული საშუალებებით მკურნალობის პოტენციალს. ჩვენი კვლევის შედეგები მხარს უჭერს Ki67, CD44 და FOXP3-ის რუტინულად გამოყენებას პაციენტთა პროგნოზის, რისკის სტრატეგიკაციისა და ზოგადი პერსონალიზირებული თერაპიული მკურნალობის საშუალებების გასაუმჯობესებლად.

- [1] H. Amsalem, M. Nadjari, D. Prus, N. Hiller, and A. Benshushan, "Growing teratoma syndrome vs. chemotherapeutic retroconversion: Case report and review of the literature," *Gynecol Oncol*, vol. 92, no. 1, pp. 357–360, 2004, doi: 10.1016/J.YGYNO.2003.10.024.
- [2] L. Zagamé, P. Pautier, P. Duvillard, D. Castaigne, C. Patte, and C. Lhomme, "Growing teratoma syndrome after ovarian germ cell tumors," *Obstetrics and Gynecology*, vol. 108, no. 3, pp. 509–514, 2006, doi: 10.1097/01.AOG.0000231686.94924.41.
- [3] R. Hariprasad, L. Kumar, D. Janga, S. Kumar, and M. Vijayaraghavan, "Growing teratoma syndrome of ovary," *Int J Clin Oncol*, vol. 13, no. 1, pp. 83–87, Feb. 2008, doi: 10.1007/S10147-007-0693-7.
- [4] F. André et al., "The growing teratoma syndrome: Results of therapy and long-term follow-up of 33 patients," *Eur J Cancer*, vol. 36, no. 11, pp. 1389–1394, Jul. 2000, doi: 10.1016/S0959-8049(00)00137-4.
- [5] P. Zhorzholiani, Z. Bokhua, S. Kepuladze, and G. Burkadze, "The Role of M1 and M2 Macrophages in the Progression of Endometrial Hyperplasia to Endometrioid Adenocarcinoma," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 7, no. 1, pp. 24–37, Jan. 2025, doi: 10.52340/gs.2025.07.01.04.
- [6] P. Zhorzholiani, Z. Bokhua, S. Kepuladze, and G. Burkadze, "Assessment of FOXP3+ Expression in Endometrial Precancerous and Neoplastic Lesions: A Comparative Study of Immune Microenvironment Dynamics," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 7, no. 1, pp. 50–63, Jan. 2025, doi: 10.52340/gs.2025.07.01.06.
- [7] R. Devadze, A. Gvenetadze, G. Burkadze, and S. Kepuladze, "Features of distribution of intratumoral lymphocytes in ovarian epithelial tumours of different histological types and degree of malignancy," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 4, no. 5, pp. 383–393, Dec. 2022, doi: 10.52340/gs.2022.04.05.42.
- [8] N. Tavdgiridze, G. Tevdorashvili, S. Kepuladze, and G. Burkadze, "ASSESSMENT OF PROLIFERATIVE ACTIVITY OF IMMATURE OVARIAN TERATOMAS USING AgNOR TECHNOLOGY," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 1, pp. 233–248, Mar. 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.01.20.
- [9] L. Barbakadze, N. Kintraia, G. Burkadze, and S. Kepuladze, "ASSESSMENT OF PROLIFERATIVE ACTIVITY OF ENDOMETRIAL STROMAL TUMORS USING AgNOR TECHNOLOGY," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 2, pp. 123–133, May 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.02.16.
- [10] T. Turashvili, G. Tevdorashvili, G. Burkadze, and S. Kepuladze, "Evaluation of proliferative activity of endometrial metaplasias by AgNor technology," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 3, pp. 10–20, Jul. 2023, doi: 10.52340/2023.05.03.02.
- [11] N. Adamashvili, R. Beriashvili, N. Tevzadze, S. Kepuladze, and G. Burkadze, "Features of the distribution of acute and chronic inflammatory index in cervical intraepithelial neoplasia of different

degrees and its relationship with proliferative activity detected by AgNOR technology,” ქართველი მეცნიერები, vol. 6, no. 1, pp. 45–57, Jan. 2024, doi: 10.52340/gs.2024.06.01.08.

[12] “Cancer Stem Cell Markers Are Differentially Expressed in Malignant Ovarian Germ Cell Tumors - PubMed.” Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37186896/>

[13] T. Hu et al., “Clinical management of malignant ovarian germ cell tumors: A 26-year experience in a tertiary care institution,” *Surg Oncol*, vol. 31, pp. 8–13, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.suronc.2019.08.006.

[14] G. E. Esheba, L. L. Pate, and T. A. Longacre, “Oncofetal protein glypican-3 distinguishes yolk sac tumor from clear cell carcinoma of the ovary,” *American Journal of Surgical Pathology*, vol. 32, no. 4, pp. 600–607, Apr. 2008, doi: 10.1097/PAS.0b013e31815a565a.

[15] S. M. Kraggerud et al., “Molecular characteristics of malignant ovarian germ cell tumors and comparison with testicular counterparts: Implications for pathogenesis,” *Endocr Rev*, vol. 34, no. 3, pp. 339–376, Jun. 2013, doi: 10.1210/er.2012-1045.

[16] O. Solheim, M. Førsund, C. G. Tropé, S. M. Kraggerud, J. M. Nesland, and B. Davidson, “Epithelial–mesenchymal transition markers in malignant ovarian germ cell tumors,” *APMIS*, vol. 125, no. 9, pp. 781–786, Sep. 2017, doi: 10.1111/apm.12715.

[17] H. Matsushita, K. Arai, M. Fukase, T. Takayanagi, and H. Ikarashi, “Growing teratoma syndrome of the ovary after fertility-sparing surgery and successful pregnancy,” *Gynecol Obstet Invest*, vol. 69, no. 4, pp. 221–223, Jun. 2010, doi: 10.1159/000273205.

[18] S. Kikawa, Y. Todo, S. Minobe, K. Yamashiro, H. Kato, and N. Sakuragi, “Growing teratoma syndrome of the Ovary: A case report with FDG -PET findings,” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 37, no. 7, pp. 926–932, Jul. 2011, doi: 10.1111/J.1447-0756.2010.01439.X.

Ki67, CD44, and FOXP3 as Prognostic Markers in Ovarian Immature Teratomas: Implications for Tumor Aggressiveness and Metastasis

N. Tavdgiridze; G.Tevdorashvili; Sh.Kepuladze; G.Burkadze

Tbilisi State Medical University

Abstract

Background: Ovarian immature teratomas are rare germ cell tumours with varying neuroepithelial differentiation and malignant potential. Identifying reliable prognostic markers remains a challenge in clinical practice. This study evaluates the role of Ki67 (proliferation), CD44 (stemness), and FOXP3 (immune suppression) as key indicators of tumour aggressiveness, progression, and metastatic potential.

Methods: A retrospective immunohistochemical study was conducted on 26 cases of ovarian immature teratomas diagnosed between 2015 and 2025. Tumours were graded according to the WHO classification, and Ki67, CD44, and FOXP3 expression was analysed using semi-quantitative scoring. Correlation analysis was performed between markers and tumour characteristics, including necrosis, tumour-infiltrating lymphocytes (TILs), and mitotic index. Statistical significance was determined using Spearman's correlation, Kruskal-Wallis test, and Kaplan-Meier survival analysis.

Results: Ki67 expression increased significantly with tumour grade (median: 12% in Grade 1, 35% in Grade 2, and 65% in Grade 3; $p < 0.001$), correlating with higher mitotic index and increased tumour aggressiveness. CD44 expression followed a similar trend (8% in Grade 1, 42% in Grade 2, 78% in Grade 3; $p < 0.01$), suggesting that highly proliferative tumours exhibit stem-like, invasive properties. FOXP3 expression was significantly elevated in Grade 3 tumours and metastatic cases (5% in Grade 1, 25% in Grade 2, 58% in Grade 3; $p < 0.01$), indicating a role in immune evasion. Correlation analysis revealed strong associations between Ki67 and CD44 ($r = 0.72$, $p < 0.01$), Ki67 and FOXP3 ($r = 0.68$, $p < 0.01$), and CD44 and FOXP3 ($r = 0.65$, $p < 0.05$), suggesting that proliferation, stemness, and immune suppression work synergistically to drive tumour progression.

Conclusion: Ki67, CD44, and FOXP3 are independent prognostic markers in immature ovarian teratomas, with Ki67 linked to tumour proliferation, CD44 to stemness and invasiveness, and FOXP3 to immune evasion mechanisms. Their combined role in tumour progression and metastasis suggests potential therapeutic targets, mainly through immune-modulating and anti-stemness strategies. This study underscores the need for further research into targeted approaches for high-risk cases. It supports the inclusion of these markers in routine pathological assessment to refine prognostic stratification and treatment planning.

Keywords: Ovarian immature teratoma, Ki67, CD44, FOXP3, tumour proliferation, tumour stemness, immune suppression, prognosis, metastasis

ავტორების შესახებ დამატებითი ინფორმაცია:

ნინო თავდგირიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის PhD
სტუდენტი;

Nino Tavgiridze - PhD student at Tbilisi State Medical University,

E-mail: ninotavgiridze@gmail.com

George Tevdorashvili - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მეანობა-
გინეკოლოგიის კათედრის ასოცირებული პროფესორი;

George Tevdorashvili – Associate Professor at Tbilisi State Medical University Department
of obstetrics and gynaecology

Email: doc.tevdorashvili@gmail.com

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ექიმი
პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი;

Shota Kepuladze –Tbilisi State Medical University, MD, Clinical Pathologist; PhD in
Oncology/Pathology;

E-mail: shota.kepuladze@gmail.com

Phone Number: +995 598297600

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი,
მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the
Department of Molecular Pathology;

E-mail: burkadze@yahoo.com; g.burkadze@tsmu.edu

Phone Number: 599578833

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

ON SOME ISSUES OF MANAGING GEORGIA'S HYDROPOWER POTENTIAL

Morchiladze Giorgi¹; Kharkheli Manana²; Narmania Davit³; Chokheli Eka⁴; Davitaia Shorena⁵; Vardiashvili Nino⁶; Makasarashvili Mikheil⁷

¹Doctor of Business Administration, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Giorgimorchiladze17@gmail.com; ²Associate Professor, Doctor of Economics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Manana.kharkheli@tsu.ge; ³Professor, Doctor of Economics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Davit.narmania@tsu.ge; ⁴Associate Professor, Doctor of Economics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Eka.chokheli@tsu.ge, <https://orcid.org/0000-0003-4101-8808>; ⁵PhD Student, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, shorena.davitaia@tsu.ge; ⁶PhD Student, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Ninvardiashvili@gmail.com; ⁷PhD Student, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Makasarashvilimikheil@gmail.com

Abstract

Georgia's pursuit of energy security and sustainable development is intrinsically linked to its significant hydropower potential. This article examines the role of hydropower in Georgia's energy landscape, exploring its contribution to national energy security and its alignment with sustainable development goals. Georgia, strategically located in a geopolitically complex region, faces unique energy challenges. While actively participating in regional energy initiatives and facilitating energy transit to neighboring countries, Georgia also prioritizes diversifying its own energy sources. Hydropower, derived from the country's abundant river systems, offers a promising pathway towards achieving these objectives. With an estimated annual potential capacity of 15,000 MW and a production potential of 50 TWh, Georgia's hydropower resources remain significantly underutilized, currently supplying only 22.5% of its potential. Despite hydropower representing 80.5% of Georgia's electricity production, substantial opportunities exist for expanding its contribution to the national energy mix. However, harnessing this potential requires careful consideration of environmental and societal impacts. This article also presents findings from a survey of 1220 Georgian residents, revealing broad public support (80.1%) for increased utilization of hydropower resources. By exploring the interplay between Georgia's hydropower potential, energy security goals, and public perception, this article contributes to a deeper understanding of the country's sustainable energy future. It also highlights the importance of integrating modern technologies and sustainable practices to maximize the benefits of hydropower while mitigating potential environmental concerns.

Keywords: hydropower, energy security, sustainable development, Georgia.

I. INTRODUCTION

Energy security and sustainable development are critical priorities for Georgia, a country situated in the Caucasus region [1]. As a nation with limited fossil fuel reserves, Georgia has increasingly turned to its abundant renewable energy resources, particularly hydropower, to meet its growing energy demands [3].

Hydropower plays a pivotal role in Georgia's energy landscape, accounting for approximately 80.5% of its total electricity generation [4]. However, Georgia's hydropower potential remains significantly underutilized, with only 22.5% of its estimated annual capacity of 15,000 MW currently harnessed.

The development of Georgia's hydropower sector is not only crucial for ensuring national energy security but also aligns with the country's sustainable development agenda. Exploring Georgia's hydropower potential, its contribution to energy security, and the public's perception of its utilization is essential for understanding the country's energy future [8].

This article examines the role of hydropower in Georgia's energy landscape, its potential for expanding the country's energy security, and the public's perspectives on the development of hydropower resources.

II. METHODOLOGY

The methodology used in this study included a literature review of relevant academic and policy documents, as well as a survey of 1,220 Georgian residents to assess public perceptions of hydropower development. The literature review focused on analyzing the current status of Georgia's hydropower sector, its potential for expansion, and the challenges and opportunities associated with its development.

The survey questionnaire was designed to gather information on the public's attitudes towards hydropower, their perceived benefits and concerns, and their preferences for the future development of the sector.

The survey respondents were selected through a random sampling method, ensuring a representative distribution across different regions and demographic groups within Georgia. The survey data was then analyzed using statistical methods to identify trends and patterns in public opinion. The survey results were used to develop a comprehensive understanding of the role of hydropower in Georgia's energy landscape, the public's perspectives on its development, and the key factors that should be considered in shaping the country's energy strategy.

III. GEORGIA'S ENERGY LANDSCAPE: LEVERAGING HYDROPOWER

Georgia's energy landscape is characterized by a significant reliance on hydropower, which accounts for the majority of its electricity generation. The country's abundant river systems, particularly the Mtkvari, Rioni, and Enguri rivers, offer a substantial hydropower potential [7].

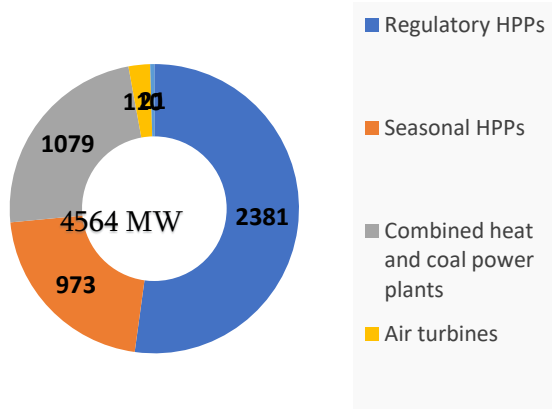


Fig 1. Existing capacities of power plants

source: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe_en

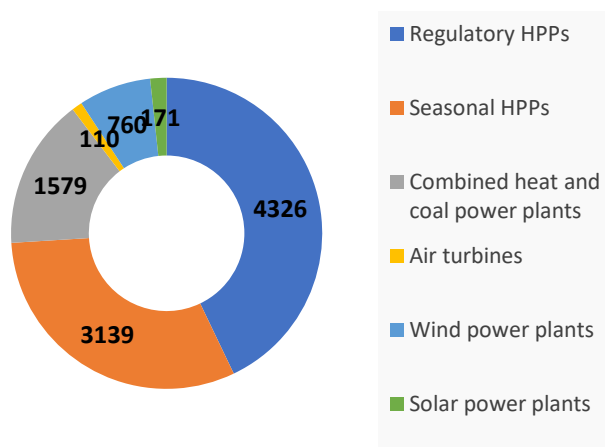


Fig 2. Expected capacities of power plants by 2032

source: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe_en

According to official estimates (see. Figure 3), Georgia's annual hydropower potential is approximately 15,000 MW, with a production potential of 50 TWh. However, despite this significant potential, only 22.5% of the country's hydropower resources are currently being utilized.

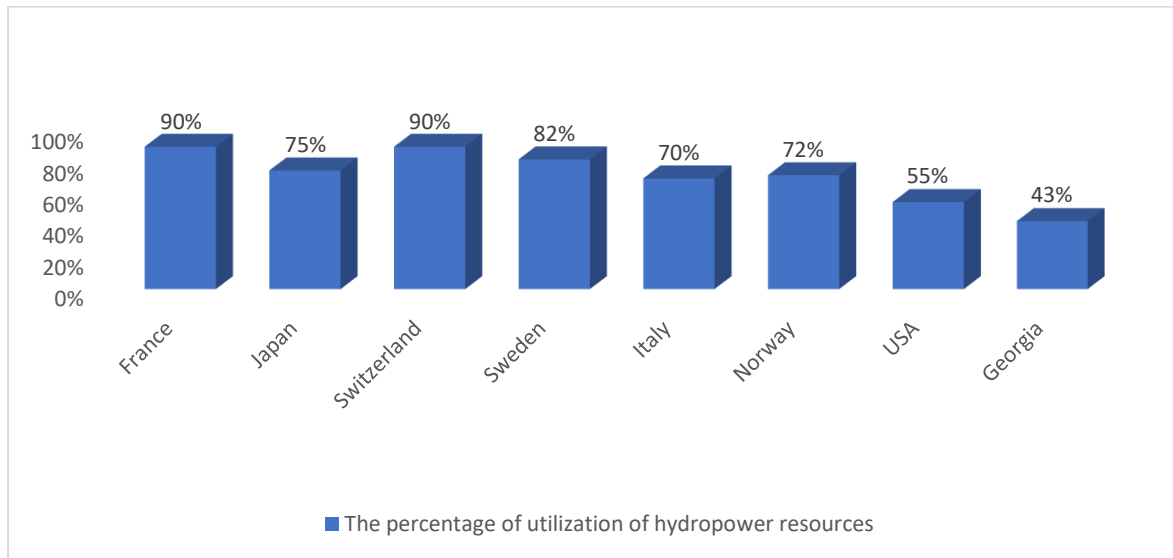


Fig 3. The percentage of utilization of hydropower resources.

Source: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe_en

This underutilization of Georgia's hydropower resources can be attributed to a combination of factors, including limited financial resources, infrastructure challenges, and environmental concerns [9]. Despite these challenges, the Georgian government has made efforts to develop its hydropower sector, recognizing its importance for ensuring national energy security and promoting sustainable economic growth.

IV. HYDROPOWER AND ENERGY SECURITY IN GEORGIA

Georgia's energy security is heavily dependent on its ability to meet its growing energy demands. Hydropower plays a crucial role in this regard, as it provides a reliable and renewable source of electricity that can help reduce the country's reliance on imported fossil fuels [5, 6].

By leveraging its hydropower resources, Georgia can enhance its energy independence and reduce its vulnerability to external energy supply disruptions. Additionally, the development of hydropower infrastructure can contribute to regional energy cooperation and facilitate energy trade with neighboring countries, further strengthening Georgia's energy security.

However, the country's reliance on hydropower also exposes it to potential risks, such as fluctuations in precipitation patterns and the impacts of climate change [11]. To mitigate these risks, Georgia is exploring ways to diversify its energy mix, including the development of other renewable energy sources, such as solar and wind power.

In this region, hydropower production is projected to be reduced by approximately 40% on average by the end of the century under a high emissions scenario. According to recent projections, hydropower production in the region is expected to decline by approximately 40% on average by the end of the century under a high emissions scenario. This underscores the need for Georgia to adopt a comprehensive energy strategy that incorporates measures to adapt to the potential impacts of climate change on its hydropower resources.

V. PUBLIC PERCEPTION OF HYDROPOWER DEVELOPMENT IN GEORGIA

To better understand the public's perspectives on the development of hydropower resources in Georgia, a survey was conducted with 1,220 residents across the country.

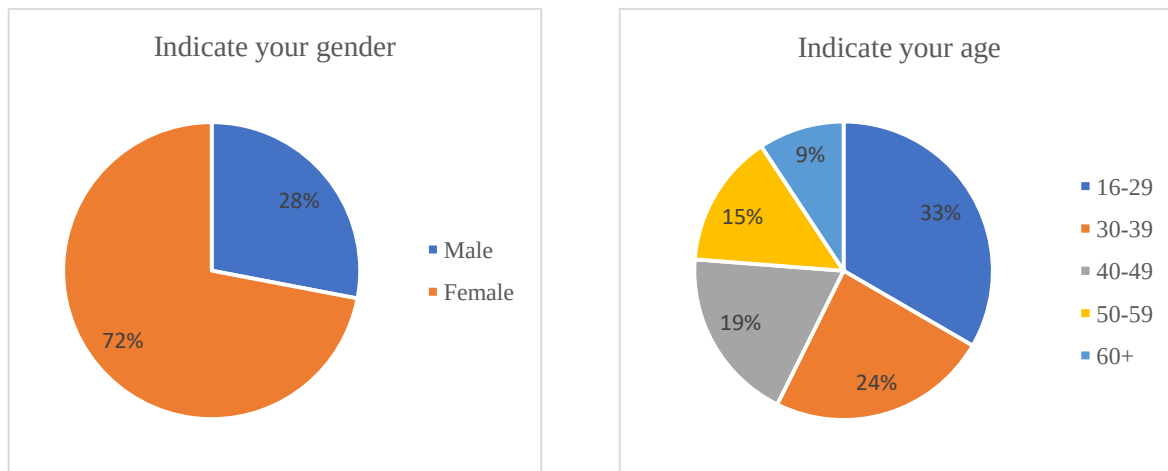


Fig 3. Distribution of respondents by gender and age

Source: Authors

According to the interviewees, the assessment of the importance of utilizing hydro resources to ensure the country's energy security is represented below (1- the lowest rating, 5 - the highest rating).

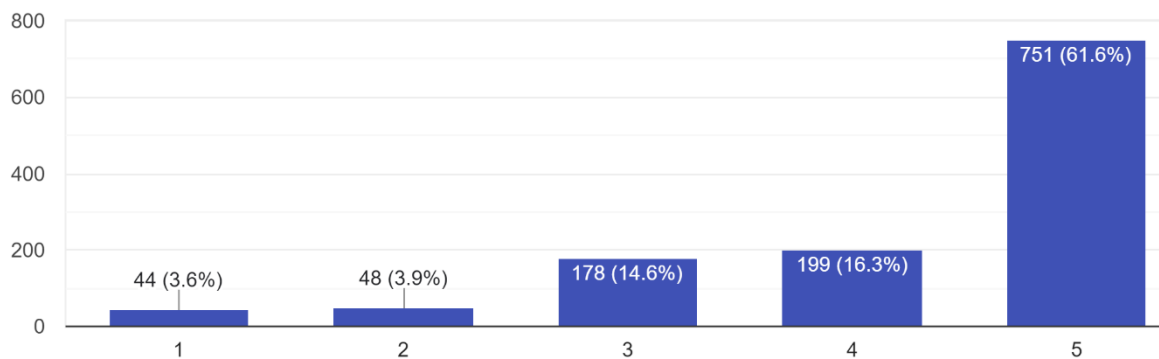


Fig 4. The assessment of the importance of utilizing hydro resources to ensure the country's energy security

Source: Authors

The survey results revealed a generally positive public attitude towards hydropower development, with the majority of respondents (72%) expressing support for increased utilization of hydropower resources. Approximately 68% of respondents indicated that they were in favor of expanding hydropower capacity in Georgia, citing benefits such as reduced reliance on imported fossil fuels, job creation, and environmental sustainability.

However, the survey also highlighted some concerns among the public, particularly regarding the potential environmental impacts of hydropower projects. Approximately 40% of respondents expressed worries about the environmental consequences of hydropower development, including

concerns about the disruption of natural ecosystems, displacement of local communities, and the impact on biodiversity.

VI. CONCLUSION

Georgia's hydropower sector plays a crucial role in the country's energy security and sustainable development. Leveraging its vast hydropower potential can help reduce Georgia's reliance on imported fossil fuels, enhance energy independence, and contribute to the country's efforts to transition to a low-carbon economy.

However, the development of hydropower resources must be balanced with environmental concerns and the potential impacts of climate change. By adopting a comprehensive energy strategy that incorporates measures to adapt to the challenges posed by climate change, Georgia can ensure the long-term viability of its hydropower sector and strengthen its energy security.

REFERENCES

- [1] Chokheli, E., et al. (2025). Managing energy security assesment of self-sufficiency in Georgia. ISJ Theoretical & Applied Science, 02 (142), 124-133.
- [2] Hossain, M., Huda, A S N., Mekhilef, S., Seyedmahmoudian, M., Horan, B., Stojcevski, A., & Abu-Siada, A. (2018, November 1). A state-of-the-art review of hydropower in Malaysia as renewable energy: Current status and future prospects. Elsevier BV, 22, 426-437.
<https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.11.001>
- [3] Kassaye, S M., Ebissa, T N., Gutema, B G., & Gurmesa, G T. (2020, January 1). Site Selection and Design of Mini Hydropower Plant for Rural Electrification in Keber River. Science Publishing Group, 9(5), 82-82. <https://doi.org/10.11648/j.epes.20200905.12>
- [4] Kichonge, B. (2018, January 1). The Status and Future Prospects of Hydropower for Sustainable Water and Energy Development in Tanzania. Hindawi Publishing Corporation, 2018, 1-12.
<https://doi.org/10.1155/2018/6570358>
- [5] Kuzmina, E M. (2018, January 1). Impact of Water and Energy Problems on the Economic Development of Uzbekistan. Springer Nature, 201-214. https://doi.org/10.1007/698_2017_221
- [6] Mulumba, J P M., Afullo, T J O., & Ijumba, N. (2012, August 13). Climate Change and Hydropower Challenges In Southern Africa. African Journals OnLine, 27(1).
<https://doi.org/10.4314/rj.v27i1.4>
- [7] Narmania, D., Chokheli, E., Kharkheli, M., Davitaia, S., Tordinava T., & Vardiashvili, N. (2024). Energy Accessibility: Strategies for Equitable Energy Access in Georgia. Journal of Electrical Systems 20 (10s), 5963-5972. <https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/6532>
- [8] Narmania, D., Chokheli, E., Kharkheli, M., Vardiashvili, N., Davitaia, S., Makasarashvili, M., & Morchiladze, G. (2025). Assessing Household Energy Expenditure Dynamics and Energy Availability in Georgia, TEM Journal, 14 (1), P. 741-758, DOI: 10.18421/TEM141-66, February 2025.
- [9] Narmania, D., & Chokheli, E. (2018). Efficiency management of public infrastructure. Available 15th January 2024 at <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6acdb9ab-7451-4e4b-aabc-4e3fb1541c19/>

- [10] Singh, R P., Nachtnebel, H P., & Komendantova, N. (2020, August 5). Deployment of Hydropower in Nepal: Multiple Stakeholders' Perspectives. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 12(16), 6312-6312. <https://doi.org/10.3390/su12166312>
- [11] Zwaan, B V D., Boccalon, A., & Longa, F D. (2018, January 1). Prospects for hydropower in Ethiopia: An energy-water nexus analysis. Elsevier BV, 19, 19-30. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.11.001>

საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მართვის ზოგიერთ საკითხის შესახებ

მორჩილაძე გიორგი¹; ხარხელი მანანა²; ნარმანია დავითი³; ჩოხელი ეკა⁴; დავითაია შორენა⁵; ვარდიაშვილი ნინო⁶; მახარაშვილი მიხეილ⁷

¹ბიზნესის ადმინისტრირების დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, Giorgimorchiladze17@gmail.com; ²ასოცირებული პროფესორი, აკადემიური დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი Manana.kharkheli@tsu.ge; ³პროფესორი, ეკონომიკის დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, Davit.narmania@tsu.ge; ⁴ასოცირებული პროფესორი, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, Eka.chokheli@tsu.ge; ⁵დოქტორანტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, shorena.davitaia@tsu.ge; ⁶დოქტორანტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, Ninvardiashvili@gmail.com; ⁷დოქტორანტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი Makasarashvilimikheil@gmail.com

აბსტრაქტი

საქართველოს ენერგოუსაფრთხოების სწრაფვა და მდგრადი განვითარება არსებითად არის დაკავშირებული მის მნიშვნელოვან ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალთან. წინამდებარე სტატია განიხილავს ჰიდროენერგეტიკის როლს საქართველოს ენერგეტიკულ ლანდშაფტში, იკვლევს მის წვლილს ეროვნულ ენერგეტიკულ უსაფრთხოებაში და მის შესაბამისობაში მოყვანის მდგრადი განვითარების მიზნებთან. საქართველო, რომელიც სტრატეგიულად მდებარეობს გეოპოლიტიკურად რთულ რეგიონში, უნიკალური ენერგეტიკული გამოწვევების წინაშე დგას. რეგიონულ ენერგეტიკულ ინიციატივებში აქტიური მონაწილეობისა და მეზობელ ქვეყნებში ენერგიის ტრანზიტის ხელშეწყობისას, საქართველო პრიორიტეტულად ანიჭებს საკუთარი ენერგიის წყაროების დივერსიფიკაციას. ჰიდროენერგეტიკა, რომელიც მიღებულია ქვეყნის უხვი მდინარის სისტემებიდან, გვთავაზობს პერსპექტიულ გზას ამ მიზნების მისაღწევად. სავარაუდო წლიური პოტენციური სიმძლავრით 15,000 მეგავატი და საწარმოო პოტენციალი 50 ტვტ.სთ, საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსები მნიშვნელოვნად არასაკმარისად გამოიყენება და ამჟამად ამარაგებს მისი პოტენციალის მხოლოდ 22.5%-ს. იმისდა მიუხედავად, რომ ჰიდროენერგეტიკა წარმოადგენს საქართველოს ელექტროენერგიის წარმოების 80.5%-ს, არსებობს მნიშვნელოვანი შესაძლებლობები ეროვნული ენერგეტიკული მიქსში მისი წვლილის გასაფართოებლად. თუმცა, ამ პოტენციალის ათვისება მოითხოვს გარემოზე და სოციალურ ზემოქმედების ფრთხილად განხილვას. ამ სტატიაში ასევე წარმოდგენილია 1220 საქართველოს მაცხოვრებლის გამოკითხვის დასკვნები, რომლებიც ავლენს საზოგადოების ფართო

მხარდაჭერას (80.1%) ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გაზრდილი გამოყენების მიმართ. საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის, ენერგეტიკული უსაფრთხოების მიზნებისა და საზოგადოების აღქმის ურთიერთქმედების შესწავლით, ეს სტატია ხელს უწყობს ქვეყნის მდგრადი ენერგეტიკული მომავლის უფრო ღრმა გაგებას. იგი ასევე ხაზს უსვამს თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მდგრადი პრაქტიკის ინტეგრირების მნიშვნელობას ჰიდროენერგეტიკის სარგებლობის მაქსიმალურად გაზრდის მიზნით, ხოლო შერბილების პოტენციური გარემოსდაცვითი პრობლემები.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროენერგეტიკა, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, მდგრადი განვითარება, საქართველო.

ალფა ნაწილაკებით დასხივების გავლენა p-ტიპის Si+2ატ.%Ge შენადნობის ფუძემშრის p-n სტრუქტურის ელექტრულ მახასიათებლებზე

ია ყურაშვილი, ეკატერინე სანაია, ნინო ქიტოშვილი, ავთანდილ სიჭინავა, გიორგი დარსაველიძე

სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

აბსტრაქტი. შესწავლილია p-ტიპის ელექტროგამტარობის მონოკრისტალური Si+2ატ.%Ge შენადნობის (111) კრისტალოგრაფიული ორიენტაციის ფუძემშრეზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის ელექტროფიზიკური და ვოლტ-ამპერული თვისებები სხვადასხვა ფლუენსის ალფა ნაწილაკებით დასხივებულ მდგომარეობაში. საწყის და ალფა ნაწილაკებით დასხივებულ მდგომარეობებში გამოკვლეულია ექსპერიმენტული p-n სტრუქტურის ელექტრული მახასიათებლების ცვლილებათა კანონზომიერებანი. ნაჩვენებია, მოკლე ჩართვის დენისა და ფოტოელექტრული გარდაქმნის ეფექტურობის მნიშვნელოვანი, ხოლო შევსების ფაქტორისა და უქმე სვლის ძაბვის სუსტი ვარდნა ალფა ნაწილაკების დასხივების ფლუენსის ამაღლების პირობებში.

გაანალიზებულია ალფა რადიაციის გავლენით p-n სტრუქტურის ელექტრული მახასიათებლების დეგრადაციის მექანიზმები. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ მოკლე ჩართვის დენისა და ფოტოელექტრული გარდაქმნის ეფექტურობის მნიშვნელოვანი ვარდნა განპირობებულია დენის არაძირითადი მატარებლების სიცოცხლის ხანგრძლივობის შესაძლებელი შემცირებით. გაანალიზებულია გერმანიუმის ატომებთან ლოკალიზებული დეფორმაციის, დისლოკაციების გარემომცველი მინარევი-რადიაციული დეფექტის ატმოსფეროს სივრცული განაწილების, ელექტრული აქტიურობისა და მდგრადობის წვლილი Si+2ატ.%Ge შენადნობის ფუძემშრეზე შექმნილი p-n სტრუქტურის ელექტროფიზიკური მახასიათებლების ფორმირებაში.

საკვანძო სიტყვები: სილიციუმ-გერმანიუმის შენადნობი, p-n სტრუქტურა, ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, მოკლე ჩართვის დენი, ეფექტურობა, შევსების ფაქტორი.

შესავალი

მონო- და მულტიკრისტალური სილიციუმი წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად მასალას სხვადასხვა დანიშნულების ფოტოელექტრულ გარდამქმნელების წარმოებაში. უკანასკნელ პერიოდში მკაფიოდ გამოიკვეთა სილიციუმის მზის ელემენტების ფუძემდებლის სისტემის შემცირების ტენდენცია. სილიციუმის მოცულობითი კრისტალების თხელი ფუძემდებლის დამზადების პროცესებში ხშირია მსხვრევის შემთხვევები, რაც აუარესებს მზის ელემენტების წარმოების ეფექტურობას [1]. თხელი ფირების რღვევის სიმტკიცის გაუმჯობესების ერთ-ერთ საშუალებას წარმოადგენს სილიციუმის დოპირება იზოვალენტური გერმანიუმით [2]. სილიციუმის გერმანიუმით დოპირება ახშობს B-O დეფექტების ფორმირებას [3]. აღნიშნული დეფექტები აუარესებენ p-n სტრუქტურის სინათლის ენერგიის გარდაქმნის ეფექტურობას. გერმანიუმით დოპირებული სილიციუმის ნამზადების მექანიკური სიმტკიცის ამაღლების შესაძლებელ მექანიზმად განიხილავენ დისლოკაციების ძვრადობის შემცირებას. გერმანიუმის ატომების მეზობელ კოორდინაციაში არსებულ ჟანგბადის ატომებს და მათ შემცველ მცირე ზომების პრეციპიტატებს შეუძლიათ ეფექტურად დაამუხრუჭონ დისლოკაციები [4].

განსაზღვრული სტრუქტურული მდგომარეობისა და ელექტროფიზიკური და მექანიკური თვისებების სილიციუმ-გერმანიუმის შენადნობების მოცულობითი კრისტალების მიღება და მათ საფუძველზე სხვადასხვა დანიშნულების p-n სტრუქტურების შექმნა წარმოადგენს ნახევარგამტარული ხელსაწყოების ტექნოლოგიისა და კვლევის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ ამოცანას.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მონოკრისტალური Si-Ge შენადნობების ფუძემდებებსა და p-n სტრუქტურებში სხვადასხვა ფაქტორით (დამზადების პროცესი, თერმული, მექანიკური და რადიაციული ზემოქმედება) განპირობებული დეფექტების წარმოქმნის პირობების, ურთიერთქმედებისა და ფიზიკური თვისებების მოდიფიცირების მექანიზმების კვლევას მართვადი მახასიათებლების ნახევარგამტარული p-n სტრუქტურებისა და ხელსაწყოების შესაქმნელად.

ნაშრომში შესწავლილია ჩოხრალსკის მეთოდით EQ-SKJ-50HZ სისტემის სადნობ ღუმელში [111] კრისტალოგრაფიული მიმართულებით გაზრდილი მონოკრისტალური p-ტიპის Si+2ატ.%Ge შენადნობის საფუძველზე შექმნილი p-n სტრუქტურის ელექტროფიზიკური თვისებების კვლევა საწყის და ალფა ნაწილაკებით დასხივებულ მდგომარეობებში.

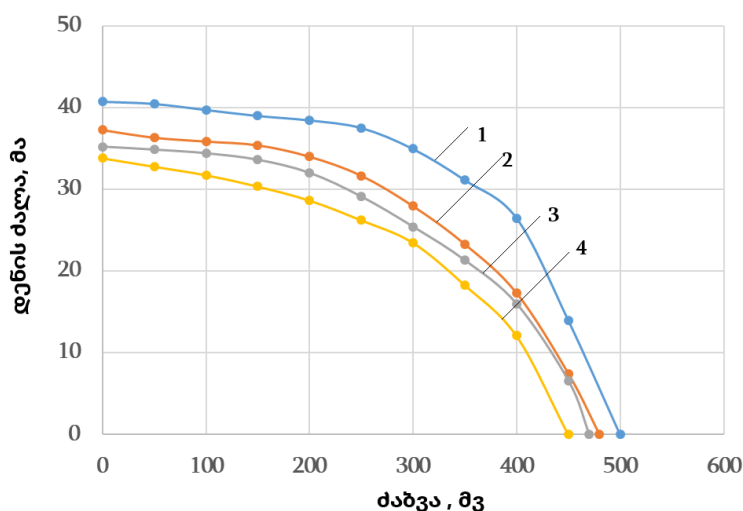
კვლევის მეთოდика

საკვლევი სტრუქტურების (111) ორიენტაციის ფუძემდებები დამზადებულია SiGe შენადნობის მოცულობითი კრისტალის (სიგრძე -60მმ, დიამეტრი -30მმ) შიდა ჭრის ალმასის დისკზე დაჭრის, ხეხვისა და პოლირების მეთოდებით. ერთსაფეხურიანი p-n სტრუქტურების ფორმირება 0,5-0,6 მმ სიღრმეზე განხორციელდა 1100°C ტემპერატურაზე 20 წთ-ს განმავლობაში ფოსფორის დიფუზიით ფოსფორსილიკატური ნარევის შემოსაზღვრული მოცულობიდან. p-n სტრუქტურების ორივე ზედაპირზე ელექტრული კონტაქტები ფორმირებულია ალუმინის თერმული აორთქლებით; მთლიანი - p-ტიპის ფუძემდებზე,

ბადისებური - n-ტიპის არეში. P-n სტრუქტურის n-ფენის 5,4 მევ ენერგიის ალფა ნაწილაკებით დასხივება განხორციელდა Am-241 წყაროს გამოყენებით. საცდელი ნიმუშების მიკროსტრუქტურული კვლევა შესრულდა NMM-80RF/TRF სისტემის მეტალოგრაფიულ ოპტიკურ მიკროსკოპზე; ელექტროფიზიკური მახასიათებლების გაზომვები განხორციელდა Ecopia-3000 სისტემის დანადგარზე. ხოლო ვოლტ-ამპერული დამოკიდებულებებისა და პარამეტრების კვლევა შესრულდა Keithley 2400 სისტემის დანადგარზე.

შედეგები და ანალიზი

სტანდარტული განათების პირობებში განსაზღვრულია საცდელი p-n სტრუქტურის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები საწყის და ალფა-ნაწილაკებით დასხივებულ მდგომარეობებში. ნახ.1 წარმოდგენილია ვოლტ-ამპერული მახასიათებლების გრაფიკების პირდაპირი შტოები, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ ალფა ნაწილაკების დასხივების ფლუენსის ამაღლება ამცირებს p-n სტრუქტურაზე აღძრული მოკლე ჩართვის დენის და ღია წრედის ძაბვის სიდიდეებს, ანუ იწვევს სინათლის ენერგიის ელექტრულ ენერგიად გარდაქმნის ძირითადი პარამეტრების დეგრადაციას.



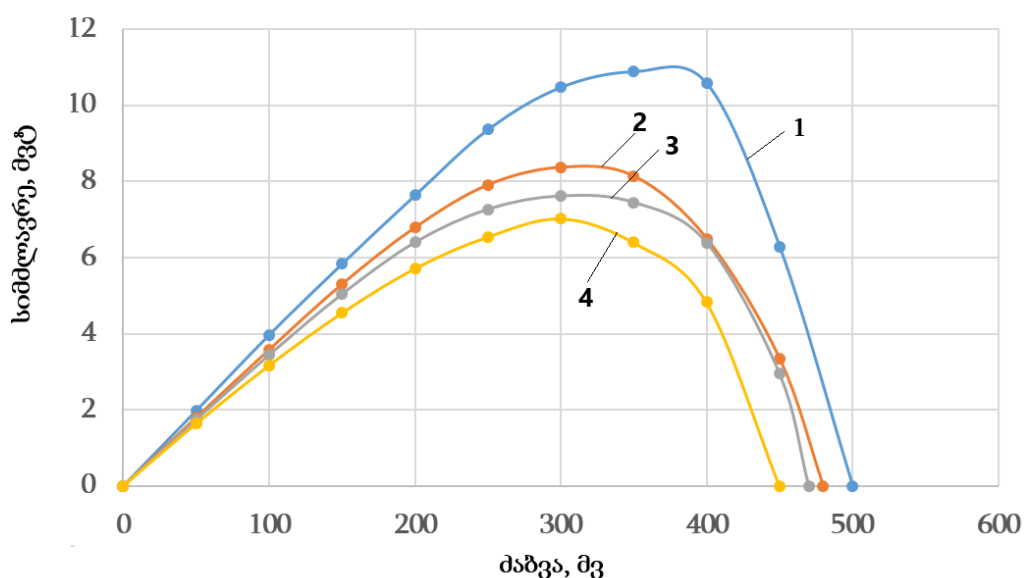
ნახ. 1. p-ტიპის Si+2ატ.%Ge ფუძემდრეზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის ვოლტ-ამპერული დამოკიდებულებები

1. დაუსხივებელი,
2. ალფა-რადიაციის ფლუენსი - $5 \cdot 10^{11} \text{ სმ}^{-2}$
3. ალფა რადიაციის ფლუენსი - $1 \cdot 10^{12} \text{ სმ}^{-2}$
4. ალფა რადიაციის ფლუენსი - $6 \cdot 10^{12} \text{ სმ}^{-2}$

Si+2ატ.%Ge ფუძემდრეზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები ავლენენ მათ ცხად დამოკიდებულებას ალფა ნაწილაკების სხვადასხვა ფლუენსით დასხივებაზე, რაც თავის მხრივ განპირობებულია სტრუქტურული დამახინჯებების ფორმირებით ნახევარგამტარულ ფუძემდრესა და უშუალოდ p-n გადასასვლელზე. მეტალოგრაფიული კვლევით ნაჩვენებია, რომ ფუძემდრის საწყისი სტრუქტურა შეიცავს კრისტალიზაციისა და დამზადების პროცესებში ჩასახულ დისლოკაციებს. ვვარაუდობთ, რომ რადიაციული დეფექტები, განთავსებული უშუალოდ დისლოკაციებსა და მათ გარემომცველ

ატმოსფეროებსა და კრისტალურ მესერში განსხვავებული მექანიზმებით ცვლიან p-n სტრუქტურის ელექტროფიზიკურ პარამეტრებს. ჩოხრალსკის მეთოდით მიღებულ კრისტალებში მაღალია ტექნოლოგიური მინარევების (ჟანგბადი, ნახშირბადი) კონცენტრაცია, რაც განაპირობებს რადიაციული დეფექტით გამდიდრებული დისლოკაციების გარემომცველი ატმოსფეროს ფორმირებას. ასეთ პირობებში მოსალოდნელია კუთრი ელექტროწინაღობის შედარებით სუსტი მატება ალფა ნაწილაკების დასხივების ფლუენსის ამაღლებით, რადიაციული ცენტრების კონცენტრაციის ზრდა აამაღლებს დენის არაპირითადი მატარებლების გაბნევას და შესაბამისად, შეამცირებს მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობას. p-n სტრუქტურის ელექტრული პარამეტრების დეგრადაციის ერთ-ერთ მიზეზად შესაძლებელია განხილული იქნას სილიციუმ-გერმანიუმის შენადნობის კრისტალურ მესერში გერმანიუმის ატომებთან ლოკალიზებული დეფორმაციის არსებობა, რაც მნიშვნელოვნად აკონტროლებს დენის მატარებლების გაბნევას, დისლოკაციური და რადიაციული დეფექტების სივრცულ განაწილებასა და ელექტრულ აქტიურობას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, Si-Ge შენადნობების p-n სტრუქტურების ელექტრული პარამეტრების მართვისა და პროგნოზირების პრობლემის გადასაწყვეტად აუცილებელია მათი შესწავლა მალეგირებელი გერმანიუმის კონცენტრაციისა და დისლოკაციების სიმკვრივის ფართო დიაპაზონში სხვადასხვა წარმოშობის რადიაციის პირობებში.

საკვლევი p-n სტრუქტურის ფოტოელექტრული გარდაქმნის ელექტროფიზიკური მახასიათებლების ექსტრემალური მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის აგებულია ძაბვის ამაღლების პირობებში სიმძლავრე - ძაბვის გრაფიკები (ნახ.2) . მიღებული გრაფიკებიდან განისაზღვრა სიმძლავრის , დენის ძალისა და ძაბვის მაქსიმალური სიდიდეები.



ნახ.2. p-ტიპის Si+2ატ.%Ge შენადნობის ფუძემდრეზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის სიმძლავრე-ძაბვის დამოკიდებულებები

1. დაუსხივებელი,
2. ალფა-რადიაციის ფლუენსი $5 \cdot 10^{11} \text{ სმ}^{-2}$

3. ალფა რადიაციის ფლუენსი $1 \cdot 10^{12} \text{ სმ}^{-2}$
4. ალფა რადიაციის ფლუენსი $6 \cdot 10^{12} \text{ სმ}^{-2}$

მიღებული გრაფიკული დამოკიდებულებებიდან განისაზღვრა დენის ძალის, ძაბვის და სიმძლავრის მაქსიმალური სიდიდეები. მათი გამოყენებით გამოთვლილია ნახ.1.- ზე წარმოდგენილი ვოლტ-ამპერული დამოკიდებულებების ფორმის ფაქტორის (ff) და მ.ქ.კ. -ის (η) მნიშვნელობები ცნობილი ფორმულების საფუძველზე [5];

$$ff = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

$$\eta = \frac{V_{oc} \cdot I_{sc}}{P_{max}} \cdot ff$$

სადაც V_{max} და I_{max} წარმოადგენენ ძაბვისა და დენის სიდიდის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს.

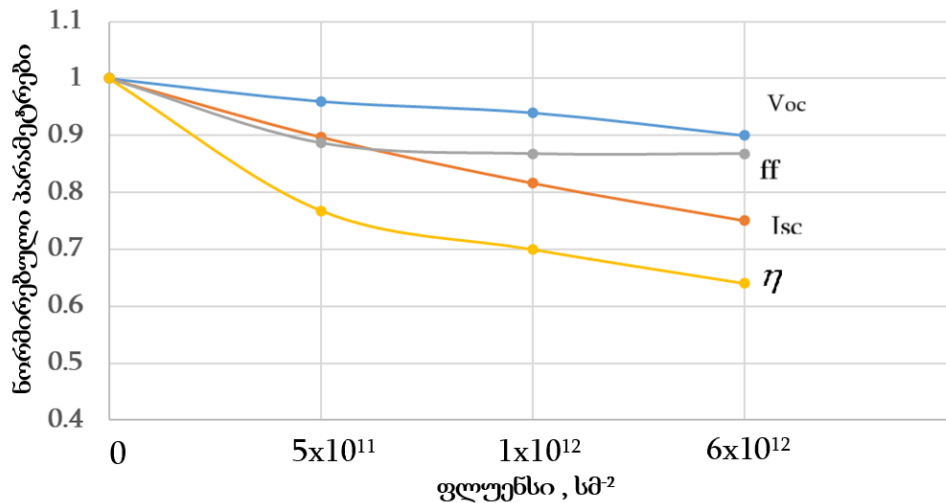
ალფა ნაწილაკების სხვადასხვა ფლუენსით დასხივებული p-n სტრუქტურის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლების ცვლილებათა კანონზომიერებანი ნათლად არის ასახული ცხრილში 1.

p-Si+2ატ.%Ge შენადნობის ფუძემდებზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის ელექტრული პარამეტრების დამოკიდებულება ალფა ნაწილაკებით დასხივების ფლუენსზე

ცხრილი 1.

ალფა რადიაციის ფლუენსი, სმ^{-2}	V_{oc} , მვ	I_{sc} , მა/სმ ²	V_{max} , მვ	I_{max} , მა/სმ ²	ff	η , %	S, სმ ²
0	500	40.70	350	31.12	0.53	10.89	2.72
$5 \cdot 10^{11}$	480	37.24	300	27.93	0.47	8.37	2.148
$2 \cdot 10^{12}$	470	35.20	300	25.41	0.46	7.62	2.44
$5 \cdot 10^{12}$	450	33.79	300	23.45	0.46	7.03	2.9

ნახ.3.-ზე წარმოდგენილია სხვადასხვა ფლუენსის ალფა ნაწილაკებით დასხივებული Si+2ატ.%Ge შენადნობის p-n სტრუქტურის პარამეტრები, რომლებიც ნორმალიზებულია დაუსხივებელი მდგომარეობის მახასიათებელ პარამეტრებთან.



ნახ.3. SiGe p-n სტრუქტურის ნორმირებული პარამეტრების (V_{oc} , I_{sc} , ff , η) დამოკიდებულება ალფა ნაწილაკების დასხივების ფლუენსზე

ალფა რადიაციის ფლუენსის განსაზღვრულ დიაპაზონში ექსპერიმენტული p-n სტრუქტურის ყველა პარამეტრი თავისებური კანონზომიერებით იცვლება. მიღებული შედეგების თანახმად საგრძნობლად მცირდება მოკლე ჩართვის დენისა და ეფექტურობის მნიშვნელობები, ხოლო შვესების ფაქტორისა და უქმე სვლის ძაბვა (ემმ) შედარებით სუსტი ვარდნით ხასიათდება. ცნობილია [6], რომ სილიციუმის მზის ელემენტებში დენის არაპირდაპირი მახასიათებლების სიცოცხლის ხანგრძლივობა გამა რადიაციის გავლენით საგრძნობლად მცირდება. ეს გარემოება მნიშვნელოვნად აუარესებს მოკლე ჩართვის დენის სიდიდეებს. დენის არაპირდაპირი მატარებლების სიცოცხლის ხანგრძლივობა მგრძნობიარეა რადიაციით ინდუცირებული დეფექტებისადმი, რომლებიც მოქმედებენ როგორც რეკომბინაციის ცენტრები. მათი რეკომბინაციის სიჩქარის ამღლება უკუპროპორციულად ამცირებს დენის არაპირდაპირი მატარებლების სიცოცხლის ხანგრძლივობას [7].

სილიციუმზე შექმნილი მზის ელემენტის ანალოგიურად შესაძლებელია ვივარაუდოთ ექსპერიმენტულ Si+2ატ.%Ge შენადნობზე ფორმირებული p-n სტრუქტურის I_{sc} და η პარამეტრების დეგრადაციის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად ალფა რადიაციით განპირობებული წერტილოვან რადიაციულ დეფექტებზე დენის არაპირდაპირი მატარებლების გაბნევა.

1. P. Rupnowski, B. Sopori. Strength of silicon wafers: fracture mechanics approach. *International Journal of Fracture* 155, 67–74 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10704-009-9324-9>
2. Jiahe Chen, Deren Yang, Xiangyang Ma, Zhidan Zeng, Daxi Tian, Liben Li, Duanlin Que, Longfei Gong. “Influence of Germanium Doping on the Mechanical Strength of Czochralski Silicon Wafers.” *Journal of Applied Physics* 103 (12) 123521-1 - 123521-6 (2008). <https://doi.org/10.1063/1.2943272>
3. Xuegong Yu, Peng Wang, Deren Yang. Effect of germanium on the kinetics of boron-oxygen defect generation and dissociation in Czochralski silicon. *Applied Physics Letters*, 97(16), 162107-1 – 162107-3 (2010) <https://doi.org/10.1063/1.3505499>
4. Deren Yang, Jiahe Chen, Hong Li, Xiangyang Ma, Daxi Tian, Liben Li, Duanli Que. Micro-defects in Ge-doped Czochralski grown Si crystals. *Journal of Crystal Growth*, 292(2), 266-271 (2006). <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2006.04.022>
5. Davud Mostafa Tobnaghi, Ali Rahnamaei, and Mina Vajdi. Experimental Study of Gamma Radiation Effects on the Electrical Characteristics of Silicon Solar Cells. *International Journal of Electrochemical Science* 9 (6): 2824-2831 (2014).
6. Khumar Ali, Sohail A. Khan, M. Z. Matjafri, ⁶⁰Co γ-irradiation effects on electrical characteristics of monocrystalline silicon solar cell. *International Journal of Electrochemical Science*, 8, 7831-7841 (2013). Retrieved from <http://www.electrochemsci.org>
7. J. Kuendig, M. Goetz, A. Shah, E. Fernandez. Thin film silicon solar cells for space applications: Study of proton irradiation and thermal annealing effects on the characteristics of solar cells and individual layers. *Journal of Solar Energy Materials and Solar Cells*, 79(4), 425-438 (2003). [https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(02\)00486-5](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(02)00486-5)

Effect of Alpha-Particle Irradiation on the Electrophysical Properties of the p-n Junction on the p-type Si+2 at.% Ge Alloy

Ia Kurashvili, Ekaterine Sanaia, Nino Kitoshvili, Avtandil Sichinava, Giorgi Darsavelidze

Ilia Vekua Sukhumi Institute of Physics and Technology, Tbilisi, Georgia

The electrophysical and current-voltage characteristics of the p-n junction created on the p-type monocrystalline Si+2at.%Ge substrate have been studied under alpha particle irradiation at varying fluences. The changes in the electrical characteristics of the p-n junction in both the initial and irradiated states were investigated. It was found that, with increasing alpha particle fluence, the short-circuit current and photoelectric conversion efficiency significantly decrease, while the fill factor and open circuit voltage decrease only slightly.

The mechanisms of the electrical characteristics degradation of the p-n junction under alpha radiation are analyzed. It is proposed that the significant decrease in short-circuit current and conversion efficiency may be attributed to a reduction in the lifetime of minority current carriers. The contribution of localized deformation near Ge atoms, the spatial distribution of the impurity-radiation defect complex surrounding dislocations, and the electrical activity and stability of these defects in the formation of the electrophysical properties of the p-n junction on the Si+2at.%Ge substrate are discussed.

Keywords: Si-Ge alloy, p-n junction, current-voltage characteristic, short-circuit current, efficiency, fill factor.

Challenges and development paths for shaping school culture

Sofia Mshvildadze

PhD student of Business Administration Program, Georgian Technical University

s.mshvildadze@gtu.ge

Abstract

The National Curriculum, which is the main tool for achieving the goals of the educational reform, sets out requirements that every school must follow in three areas: focusing on the personal growth of each student; adapting the learning process to constructivist ideas; and creating a school culture that supports and cares for children. The study of the characteristics and behaviour of school organisational cultures has traditionally occupied an important place in foreign research related to the field of school management, although this problem has not been practically addressed in Georgian scientific practice. The study's goal is to look into, analyse, and build the building blocks of a school culture centred on care and support in Georgia's public and private schools. This is to protect the school's conceptual integrity, make work more efficient, and carry out the mission, which is based on the national goals of general education. The article discusses the essence of organisational culture, its visible manifestations in Georgian schools, and the typology of organisational culture, the understanding of which is important for both the school principal and the pedagogical team, as it will help the school community to determine what is permissible and what is not allowed within the framework of a particular culture.

Keywords: National curriculum of Georgia, general education reform, constructivism, general educational institution/school, school culture, management of organizational culture, factors affecting organizational culture

The school, as an organization, differs in some respects from the traditional business model. In school education, the “production cycle” lasts for 12 years, the content of teaching and learning is much more stable than the constantly developing technologies and means of production. The basis of these differences, according to foreign researchers, is precisely the organizational culture, which determines the image and content of each general educational institution. Accordingly, the organizational culture of the school should be studied in order to optimize the functioning of the school.

There are many definitions of organizational culture, here are a few examples:

- William Ouch (1981) defines organizational culture as “the symbols, rituals, and myths that convey an organization’s core values and beliefs to its employees.”
- Stephen Robbins (1998) defines organizational culture as a system of values shared by members that distinguishes that organization from others.

- What can be the visible manifestations of organizational culture? Four characteristics of organizational culture are distinguished: symbols, heroes, rituals, values;
- What can be the factors affecting organizational culture - external and internal?

External factors: individualism and collectivism; masculinity and femininity; uncertainty avoidance; long-term and short-term orientation.

Internal factors: The education and qualification of administrators and employees are important in the formation of organizational culture. Most conflicts and problems are phenomena of group behavior, which are based on stereotypes prevailing in the collective, that is, they are determined by the nature of the organizational culture of the school. Organizational culture is characterized by a high degree of stability. Its frequent change is dangerous, as it can cause a feeling of organizational collapse among employees.

Today, there are many typologies of organizational culture. When studying the relationship between corporate culture and effectiveness, it was found that effective organizations are those where there is a fit between strategy, environment and culture.

Consider the typology developed by American researchers Kim Cameron and Robin Quinn, and adapted to describe school organizations. This approach is used because this model of culture diagnostics is optimal for export evaluation and school consulting.

There are 4 types of organizations, each of which has its own indicators for assessing the effectiveness of the organization.

1. Family (clan) culture type
2. Hierarchical culture type
3. Adhocracy culture type
4. Market culture type

A family-type culture is characterized, on the one hand, by flexibility and individualism, on the other hand, by internal focus and integration. It is a friendly environment where people have a lot in common, the school resembles a large family, and the leaders are perceived as educators or parents. The organization is bound by tradition and loyalty, a high sense of obligation. The organization focuses on the long-term development of the individual, attaches great importance to the moral climate and cohesion, success is defined in terms of: caring for the person, good feelings among students. The organization encourages teamwork as much as possible. The characteristic features are:

1. High level of specialization, strict distribution of official responsibilities, raising the qualification of personnel.
2. Pyramidal structure of management, with a clearly developed hierarchy of authority and established boundaries of responsibility. All employees are accountable to their superiors.

3. The existence of a system of rules and instructions that are rationally formulated and serve the purpose of achieving the goal. Instructions determine the coordination and uniformity of employees' actions. Unconditional relations with colleagues and customers, which protects the organization from "installation" and the penetration of privileges.

In a school that develops in a **hierarchical context**, the administration, first of all, pays attention to procedures, rules and instructions, which are considered the main means of ensuring the educational process. Negative consequences: the creativity of employees may be suppressed, formalized behavior is developed that does not take into account the personal characteristics of students and colleagues, and in non-standard situations, which are common in school, there is no readiness for quick action.

Adhocratic organizational culture is a dynamic and creative work environment. For the sake of common success, employees are ready to take risks and sacrifice their own interests. Leaders are characterized by innovation. This type of organization encourages personal initiative, creativity, and freedom. Success is important for this type of organization, which means the development of new unique products and services. Adhocratic structures are created on the basis of ideas that are sharply different from bureaucratic principles. Within the framework of an adhocratic organizational culture, several structures are distinguished, for example, a project structure. This is, as a rule, a temporary union of the most qualified employees of the organization for the purpose of successfully implementing a specific task. The main advantage of such a structure is that the best personnel are concentrated in one area, creating a team focused on achieving the goal.

Market organizational culture - this type of culture began to develop very rapidly since the 60s of the 20th century. The main values of this culture are productivity and competitiveness, which are achieved primarily through increased attention to working with the individual. The following approaches are characteristic of this type of culture: the environment is considered as a challenge, the customer is interested in receiving quality service, the main goal of the organization is to be competitive and result-oriented.

A school that develops within the framework of a market-type organizational culture is characterized by an aspiration to satisfy the needs of all groups on which the success of the school depends. The school administration takes care that students and their parents believe that they are studying in the best or very good institution. To establish and maintain such an image, the school actively participates in the development of various additional paid educational and upbringing education. The quality of such service is given great attention. Negative side - competition can penetrate the interpersonal sphere of students and teachers.

The equivalent of school management is the management of its organizational culture. Two functions of organizational culture are distinguished:

- Culture determines standard ways of solving problems;
- Culture helps to reduce uncertainty when people encounter new situations.

School culture is of fundamental importance to its leader, especially when different directions of development appear and when strategic changes become necessary and inevitable. Any leader who comes to an organization seeks to make changes, but he must know how to start the change process. In general, there are five levels of change, and each subsequent one requires the implementation of changes at the previous level:

The first level – changing/improving the qualifications of a member or members of the school. This does not require much effort. We can send this person/people to qualification improvement courses or use the human resources available within the school for this.

The second level – changing the procedures within the organization. Implementing such a change requires more effort until these procedures become “habitual” to the members of the organization. For example, professional development group meetings are scheduled on the last Friday of each month and everyone knows what task they have to perform for this meeting.

The third level – changing the structure of the organization. This is a relatively difficult change to implement, related to the redistribution of functions and responsibilities, which can create discomfort among the members of the organization. It can also lead to changes in relationships in the organization, changes in the behavior of an individual member or members or groups.

The fourth level – changing the strategic development of the organization. This is a change that requires the implementation of changes in all previous levels and that concerns each member of the organization.

The fifth level is changing the organizational culture. This is the most difficult change, requiring a lot of time and energy.

The establishment of a school culture focused on caring and support in public and private schools in Georgia is aimed at maintaining the conceptual integrity of the school, effective operation, and realization of the mission, which is based on the national goals of general education.

References

1. Order of the Minister of Education of Georgia of 24.05.2016, on the Approval of the National Curriculum, [online], available at: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3285991?publication=0> (last accessed 07.05.23). William G. Ouchi, (1981), *Theory Z: How American Business Can Meet the Japanese Challenge*, 227
2. Thomas J. Sergiovani, School Leadership. Perspectives on the Thoughtful Application of Theoretical Knowledge in Practice, Sixth Edition, Ilia University, San Antonio, Texas, 506, [Online], Available at: <https://library.iliauni.edu.ge/wp-content/uploads/2017/03/skolis-khelmdzghvaneloba.pdf>, (last accessed 07.05.23).
3. Geert Hofstede and Geert Jan Hofstede (2011), *Cultures and Organizations: The Software of the Mind*, Ilia State University, Tbilisi, pp. 17-19
4. Berika Shukakidze, Nato Ingorokva, Manana Ratiani, Khatuna Barabadze, Ekaterine Kvirikashvili, Sopiko Lobzhanidze and Natia Natsvlishvili (2021), *Modern School Management*, National Center for Teacher Professional Development, Tbilisi, 308, [online], available at <http://mastsavlebeli.ge/wp-content/uploads/2021/11/Book-Tanamedrove-sklois-martva-web.pdf>, (last accessed 07.05.23).

სასკოლო კულტურის ფორმირების გამოწვევები და განვითარების გზები

სოფიო მშვილდაძე

აბსტრაქტი

საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო სისტემაში განათლების რეფორმების დაწყებიდან დღემდე უკვე მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმა. ეროვნული სასწავლო გეგმა, რომელიც განათლების რეფორმის მიზნების მისაღწევად მთავარ ინსტრუმენტს წარმოადგენს, განსაზღვრავს სავალდებულო მოთხოვნებს სასკოლო საზოგადოების მიმართ 3 მიმართულებით: სწავლა-სწავლების პროცესის ორიენტირება მოსწავლის პიროვნულ განვითარებაზე; სასწავლო პროცესის დაფუძნება კონსტრუქტივისტულ საგანმანათლებლო პრინციპებზე; ზრუნვასა და მხარდაჭერაზე ორიენტირებული სასკოლო კულტურის ჩამოყალიბება.

სკოლის ორგანიზაციული კულტურის თავისებურებებისა და ქცევის შესწავლას ტრადიციულად მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს უცხოურ კვლევებში, რომელიც ეხება სკოლის მართვის სფეროს, თუმცა ქართულ სამეცნიერო პრაქტიკაში ეს პრობლემა ფაქტიურად არ არის დამუშავებული. კვლევის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს საჯარო და კერძო სკოლებში სკოლის ორგანიზაციული კულტურის შესწავლა, ანალიზი და ზრუნვასა და მხარდაჭერაზე ორიენტირებული სასკოლო კულტურის ჩამოყალიბების საფუძვლების შემუშავება, რაც მიმართულია სკოლის კონცეპტუალურ მთლიანობის შენარჩუნებაზე, ეფექტურ მუშაობასა და მისიის რეალიზებაზე, რომელიც ეფუძნება ზოგადი განათლების ეროვნულ მიზნებს.

სტატიაში განხილულია ორგანიზაციული კულტურის არსი, საქართველოს სკოლებში მისი ხილული გამოვლინებები, ორგანიზაციული კულტურის ტიპოლოგიზაცია, რისი ცოდნა მნიშვნელოვანია როგორც სკოლის ხელმძღვანელის, ისე პედაგოგიური კოლექტივისთვის, ასევე, ხელს შეუწყობს იმის განსაზღვრას, რა არის დასაშვები და რა დაუშვებელი ამა თუ იმ კულტურის ფარგლებში.

ტექნოლოგიების როლი განათლების სისტემაში

სოფია მშვილდაძე¹; ნინო ჩიკვილაძე²

¹ბიზნეს ადმინისტრირების პროგრამის დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, s.mshvildadze@gtu.ge; ²ეკონომიკის დოქტორი, პროფესორი, ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის ხელმძღვანელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, n.chikviladze@gtu.ge

აბსტრაქტი:

თანამედროვე განათლების სისტემა სულ უფრო მეტად ეყრდნობა ტექნოლოგიების განვითარებას, რაც სწავლების პროცესს უფრო ეფექტურს, ინტერაქტიულსა და ხელმისაწვდომს ხდის. სტატია მიმოიხილავს ტექნოლოგიების გავლენას სასწავლო პროცესზე, განიხილავს ციფრული პლატფორმების, ხელოვნური ინტელექტის, ვირტუალური და დამატებითი რეალობის როლს სწავლებაში. გარდა ამისა, ყურადღება გამახვილებულია ტექნოლოგიების უპირატესობებზე, როგორცაა ინდივიდუალური მიდგომის შესაძლებლობა, მასალის უკეთესი აღქმა და ინკლუზიური განათლების განვითარება. ასევე სტატიაში წარმოდგენილია იმ გამოწვევების ანალიზი, რომლებიც ტექნოლოგიების ინტეგრაციას ახლავს თან, მათ შორის ციფრული უთანასწორობა, მონაცემთა უსაფრთხოება და პედაგოგთა მომზადება. სტატიის მიზანია შეაფასოს, როგორ შეუძლია ტექნოლოგიებს განათლების სისტემის გაუმჯობესება და როგორ უნდა მოხდეს მათი დაბალანსებული გამოყენება ეფექტური სასწავლო გარემოს შესაქმნელად.

საკვანძო სიტყვები: ინოვაცია, ტექნოლოგია, განათლების რეფორმა, ციფრული სწავლება, ტექნოლოგიური უნარები, გლობალური განათლება, მომავლის სკოლა.

თანამედროვე მსოფლიოში ტექნოლოგიები განათლების სისტემის განუყოფელ ნაწილად იქცა. ციფრული პლატფორმები, ხელოვნური ინტელექტი, ვირტუალური და დამატებითი რეალობა მნიშვნელოვნად ცვლიან სწავლების მეთოდებს, სწავლების ხარისხსა და განათლების ხელმისაწვდომობას. თუმცა, ტექნოლოგიების ინტეგრაცია გამოწვევებთან არის დაკავშირებული, როგორცაა ციფრული უთანასწორობა, მონაცემთა უსაფრთხოება და პედაგოგთა მომზადების საჭიროება. ტექნოლოგიებისა და ინოვაციების სწრაფმა განვითარებამ რადიკალურად შეცვალა განათლების სფერო, რაც მოსწავლეებს, სტუდენტებსა და პედაგოგებს საშუალება აძლევს სწავლების პროცესში გამოიყენონ თანამედროვე და ეფექტური მეთოდები. ციფრული ტექნოლოგიების

ინტეგრაციამ შეცვალა ტრადიციული სასწავლო მოდელები და შექმნა ახალი შესაძლებლობები. ტექნოლოგიების გავლენა სხვადასხვა შესაძლებლობებზე შეიძლება გამოიხატოს რამდენიმე გზით. კერძოდ, ონლაინ/დისტანციური განათლება, ხელოვნური ინტელექტი, პერსონალიზებული სწავლება, ვირტუალური/დამატებითი რეალობა, ინტერაქტიული და ჭკვიანი დაფები.

1.ცხრილი შედარება ტრადიციულ და ტექნოლოგიებზე დაფუძნებულ მიდგომებს შორის.

სფერო	ტრადიციული მიდგომა	ტექნოლოგიური მიდგომა
სწავლება	ტრადიციული ლექციები, წიგნები	ონლაინ კურსები
სწავლების ხელმისაწვდომობა	ფიზიკური დასწრება სავალდებულოა	დისტანციური სწავლება
პერსონალიზაცია	ერთნაირი პროგრამა ყველა სტუდენტისთვის	ინდივიდუალური სასწავლო გეგმები
პრაქტიკული გამოცდილება	ლაბორატორიული გაკვეთილები	ვირტუალური სიმულაციები, ინტერაქტიული პროგრამები
შეფასება	ტესტები, გამოცდები	ავტომატური შეფასება

ტექნოლოგიების ინტეგრაციამ განათლებაში მრავალი სარგებელი მოიტანა, თუმცა მას თან ახლავს მონაცემთა უსაფრთხოების მთავარი გამოწვევებიც. ონლაინ გაკვეთილებზე და ელექტრონულ სესტიმებზე დამოკიდებულებამ მოსწავლეთა, სტუდენტთა, პედაგოგთა და სასწავლო ორგანიზაციების მოცანემები ჰაკერული თავდასხმების, პირადი ინფორმაციის გაჟონვისა და კიბერკრიმინალის რისკის წინაშე დააყენა. პრობლემის გადასაჭრელად საჭიროა როგორც ტექნოლოგიური გაუმჯობესებები, ისე განათლების პოლიტიკისა და ცნობიერების ამაღლება. ამ გზების ერთობლივი დანერგვა ხელს შეუწყობს სასწავლო გარემო იყოს უფრო მეტად დაცული და უსაფრთხო.

ციფრული უთანასწორობა განათლების სფეროში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევად რჩება. ის ეხება ტექნოლოგიებზე, ინტერნეტზე და ციფრულ უნარებზე უთანასწორო წვდომას, რაც პირდაპირ აისახება სასწავლო პროცესის ხარისხზე. ციფრული უთანასწორობის დაძლევის შესაძლო გამოსავალი არის: ინფრასტრუქტურული

განვითარება, უფასო ტექნოლოგიური რესურსი, ციფრული განათლება და ლოკალიზებული სასწავლო მასალების უზრუნველყოფა.

ტექნოლოგიების განვითარება განათლების სისტემაში ვერ იქნება ეფექტური, თუ პედაგოგები სათანადოდ მომზადებულნი არ არიან მათი გამოყენებისთვის. პედაგოგთა გადამზადება ციფრული ტექნოლოგიების სფეროში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წინაპირობაა თანამედროვე განათლების გაუმჯობესებისთვის. ტექნოლოგიური პროგრესი მხოლოდ მაშინ იქნება სასარგებლო განათლებისთვის, თუ პედაგოგებს ექნებათ საჭირო უნარები და რესურსები მისი გამოყენებისთვის.

ტექნოლოგიური განათლების განვითარება პირდაპირ უკავშირდება მომავლის სკოლის კონცეფციას. მომავლის სკოლა ტექნოლოგიური განათლების გარეშე ვერ იარსებებს, თუმცა საჭიროა ბალანსის დაცვა ინოვაციებსა და ადამიანურ ფაქტორს შორის. მომავლის სკოლა არ არის უბრალოდ განათლების ახალი ფორმატი, რომელიც მოსწავლეებს ამზადებს გლობალური გამოწვევებისთვის. თანამედროვე მსოფლიოში მხოლოდ ცოდნა აღარ არის საკმარისი. საჭიროა ისეთი უნარების განვითარება, რომელიც ადამიანს საშუალებას მისცემს, იყოს მოქნილი, კრეატიული და პასუხისმგებლიანი მოქალაქე. განათლების რეფორმა უნდა იყოს მიმართული ტექნოლოგიების ინტეგრაციისკენ, მაგრამ ისეთი ფორმით, რომ მოსწავლეებსა და სტუდენტებს კრიტიკული და შემოქმედებითი უნარები განუვითარდეთ. ტექნოლოგიური განათლება გარდაუვალი მომავალია, მაგრამ მისი ეფექტური გამოყენებისთვის საჭიროა გამოწვევების გადაჭრა. მთავრობებმა, საგანმანათლებლო ინსტრუქტებმა და საზოგადოებამ ერთად უნდა იპოვონ ბალანსი ინოვაციებსა და განათლების ტრადიციულ მეთოდებს შორის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. სანდრა ლიტონ გრეი, დევიდ სკოტი.–„სასწავლო გეგმის რეფორმა ევროპულ სკოლებში: 21-ე საუკუნის ხედვისკენ. გამომც. Mehisto Springer, 2018
2. კენ ჯონსი, ჯიმ ო'ბრაიენი – „ევროპული პერსპექტივები მასწავლებელთა განათლების პროფესიული განვითარების შესახებ“. გამომც. Routledge, 2016
3. დ.ფილიპსი, ჰ.ერთელი – „ევროკავშირის განათლებისა და ტრენინგის პოლიტიკის განხორციელება. გამომც. Springer Science & Business Media, 2007
4. <https://library.iliauni.edu.ge/wp-content/uploads/2017/03/skolis-khelmdzghvaneloba.pdf>

The role of technology in the education system

Sophia Mshvildadze, Nino Chikviladze

Abstract

The modern education system increasingly relies on the development of technologies, which makes the learning process more effective, interactive and accessible. The article reviews the impact of technologies on the learning process, discusses the role of digital platforms, artificial intelligence, virtual and augmented reality in teaching. In addition, attention is focused on the advantages of technologies, such as the possibility of an individual approach, better perception of the material and the development of inclusive education. The article also analyzes the challenges that accompany the integration of technologies, including digital inequality, data security, and teacher training. The article aims to assess how technologies can improve the education system and how they should be used in a balanced way to create an effective learning environment.

Keywords: Innovation, technology, education reform, digital learning, technological skills, global learning, future school.

სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების მასმედიის, კერძოდ ტელევიზიის, ინტერესი განათლების საკითხებისადმი (სამეცნიერო სტატიების მიმოხილვა)

მარიამ ქარჩავა-შარტავა

კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, სოციალურ და ჰუმანიტარულ მეცნიერებათა
ფაკულტეტი, მასობრივი კომუნიკაციის სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამა;

mariam.karchava-shartava@ciu.edu.ge; +995 579 02 4848

რეზიუმე

ვინაიდან მასმედია მიიჩნევა იმ ძალად, რომელსაც საზოგადოებრივ აზრზე შეუძლია მოახდინოს ზეგავლენა, საინტერესოა, არასათანადო დროის გამოყოფა საეთერო ბადეში განათლების საკითხებისადმი და მწირი რაოდენობის საგანმანათლებლო გადაცემები რა ტიპის მიზეზ-შედეგობრივ კავშირშია სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების საზოგადოების ცნობადობასა და მსოფლმხედველობასთან.

ქვემოთ მოცემული ცხრა აკადემიური ნაშრომი შეეხება განათლების საკითხებისადმი ინტერესის დონეს, როგორც მასობრივი ინფორმაციის საშუალებების, ასევე მეცნიერებისა თუ მკვლევარების მხრიდან. კვლევის ფოკუსში მოქცეულია ურთიერთკავშირი განათლების, მასმედიისა და ინტერნეტის (როგორც ინფორმაციის მოძიების ახალი ინსტრუმენტის) ურთიერთკავშირზე. ავტორები თავიანთ ნაშრომებში განიხილავენ ზემოთ ჩამოთვლილი კომპონენტების ურთიერთზეგავლენას, აღნიშნავენ იმ განმაპირობებელ ფაქტორებს, რომელთა გამოც არ/ვერ ხდება ფართო საზოგადოებისთვის ახალი ცოდნის შეთავაზება ხარისხიანი მედიაპროდუქტის სახით.

უკვე ჩატარებულ კვლევებში მასობრივი კომუნიკაციების საშუალებები, კერძოდ - ტელევიზია, განიხილება იმ მძლავრ ინსტრუმენტად, რომლის მეშვეობითაც შეიძლება სწავლა-სწავლების პროცესში პროგრესირებადი პროცესების მიღება. აგრეთვე დიდი ყურადღება ეთმობა სასწავლო პროცესში ახალი მედიის ჩართვას, თუმცა არა მხოლოდ პოზიტიურ ჭრილში, არამედ მკვლევარებისთვის საინტერესოა ის უარყოფითი მხარეებიც, რომლებიც თან ახლავს ახალი მედიის ჭარბად გამოყენებას. განხილული კვლევების ანალიზის ნაწილში გამოკვეთილია ახალი მედიისა და ტელევიზიის შედარება, დასახელებულია თითოეულის ძლიერი და სუსტი მხარეები და მოცემულია რეკომენდაციები, თუ რა შემთხვევებში შეუძლია ამ მედიუმებს და ზოგადად-მასმედიას, მომხმარებლისთვის გახდეს დამხმარე ძალა და ცოდნის მიღების წყარო.

ცხრავე სამეცნიერო სტატიაში ფიგურირებს შემდეგი მოცემულობა:

ა) აუდიტორიისთვის შემეცნებითი/საგანმანათლებლო ინფორმაციის არასაკმარისი მოცულობით მიწოდების პრობლემა; ბ) ინტერნეტისა და ტელევიზიის არასათანადოდ, ჭარბად გამოყენების პრობლემა; გ) მასობრივი კომუნიკაციების საშუალებების მიერ შემეცნებითი მედია-პროდუქტის არასათანადო პოპულარიზაციის პრობლემა. ეს ყოველივე მკვლევრების აზრით, იწვევს საზოგადოების გონებრივი შესაძლებლობების განვითარების შეფერხებას, ანალიტიკური უნარ-ჩვევების ჩახშობასა და ზოგადი განათლების შემცირებას.

საკვანძო სიტყვები: სამხრეთ კავკასიის ქვეყნები, მასმედია, ინტერნეტი, ტელევიზია, საქართველოს ტელევიზიები, სომხეთის ტელევიზიები, აზერბაიჯანის ტელევიზიები, განათლება, განათლების საკითხები, განათლების პოლიტიკა, საგანმანათლებლო გადაცემები.

თემის მიზანი და ამოცანები:

ნაშრომის მიზანია შეისწავლოს, გაანალიზოს და განაზოგადოს წინამდებარე კვლევების ძირითადი მიგნებები და დასკვნები და ამ ცოდნის სინთეზის შედეგად შექმნას საფუძველი ახალი კვლევებისთვის მასმედიის (კერძოდ - ტელევიზიების) და განათლების სისტემის ურთიერთკავშირის განმაპირობებელი, განმავითარებელი და შემაფერხებელი ფაქტორების შესახებ, რათა შევძლოთ აღწერილი პროცესი დავაკავშიროთ სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების საგანმანათლებლო და მედია პრაქტიკასთან.

კვლევის მეთოდები

კვლევის მეთოდებიდან გამოყენებულია:

- თვისებრივი კონტენტ-ანალიზი, მოდელირებული კვლევის დიზაინის ძირითადი სტრუქტურული კომპონენტების მიხედვით.
- ტექსტური წყაროებიდან შეგროვებული მონაცემების თემატური ანალიზი

ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა

განათლებისა და მედიის ურთიერთკავშირზე, მითუმეტეს ტელევიზიის, როგორც განათლების პროცესში ჩართული და პასუხისმგებელი რგოლის, აღწერა და მის ფუნქციებზე, ამოცანებზე ვრცლად მსჯელობა გვხვდება მწირი რაოდენობის სამეცნიერო სტატიაში. ჩემს ნაშრომში ვრცლად არის განხილული მასობრივი კომუნიკაციების საშუალებით განათლების პოპულარიზაცია დადებით და უარყოფით ჭრილშიც. ხდება ტელევიზიის და ახალი მედიის შედარება ერთმანეთთან, წამოწეულია უმეტესი პრობლემური საკითხი, რაც აფერხებს ტრადიციული მედიის აუდიტორიის მიიერ მიზანშეწონილ გამოყენებას. რაც მთავარია, ზემოთ ხსენებული თემა შემდგომ იქნება მორგებული სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებს და მათ პრაქტიკას: მედიისა და განათლების სექტორის ურთიერთკავშირსა და თანამშრომლობას.

თეორიული ჩარჩო

ვინაიდან ნაშრომში არის ცოდნის გავრცელებაც, სიახლეების დიფუზიაც, ტექნოლოგიების გამოყენებაც ზემოთ მოცემულ თემას ვხედავთ მედია ეფექტების თეორიის ჭრილში. ერთ-ერთი მათგანი არის ფრეიმინგის ეფექტი, რომლის ავტორებიც ორი ისრაელელი ფსიქოლოგი:

დანიელ კანემანი და ამოს ტვერსკი არიან. ვინაიდან ფრეიმინგის ეფექტის მთავარი არსი მდგომარეობს მის უნარში ჩამოაყალიბოს აზრები, მოსაზრებები, გადაწყვეტილებები, შეგვიძლია მივიჩნიოთ, რომ ხარისხიანი სატელევიზიო პროდუქტის არასაკმარისად მიწოდება აუდიტორიისთვის, (განსაკუთრებით შემეცნებითი და საგანმანათლებლო სახის) არის წინასწარ გათვლილი მიზნობრივი გეგმა სატელევიზიო კომპანიების, რომლებიც თავის მომხმარებელს არ სთავაზობენ ფართო არჩევანს, არ უტოვებენ მრავალმხრივი მსჯელობის შესაძლებლობას და სთავაზობენ უკვე მზა ქცევით მოდელს.

მსჯელობა და შედეგები

1. განათლების კვლევის კარტოგრაფირება პოსტ-საბჭოთა ქვეყნებზე: ბიბლიომეტრიკული ანალიზი

პირველი კვლევის (Daniel Hernandez-Torrano , Laura Karabassova , Zhanna Izenkova , Matthew G.R. Courtney, 2021) მთავარი მიზანი არის ყოფილი საბჭოთა კავშირის განათლების სისტემის საკითხებზე ჩატარებული კვლევების, მათი სტრუქტურისა და განვითარების პროცესის შესწავლა და ანალიზი.

დროით ჩარჩოდ აღებულია პერიოდი საბჭოთა კავშირის დაშლიდან დღემდე. მოცემულ სტატიაში ავტორები აღნიშნავენ, რა სიხშირით აქვეყნებენ სამეცნიერო ნაშრომებს განათლების საკითხებთან დაკავშირებით ბოლო 15 წლის განმავლობაში ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნები. ავტორების დაკვირვებით, კვლევების რაოდენობა განათლების სფეროში მომატებულია, მაგრამ პრობლემა მდგომარეობს იმაში, რომ მათი წვლილი საერთაშორისო ლიტერატურაში მაინც მწირია. მთავარ პრობლემას წარმოადგენს დისპროპორცია პოსტ-საბჭოთა ქვეყნების მკვლევრების მიერ კვლევების გამოქვეყნების რაოდენობაში. თუ რუსეთი, უკრაინა, ესტონეთი მოწინავენი არიან სამეცნიერო სტატიების გამოქვეყნების რაოდენობითა და ციტირების კუთხით, ცენტრალური აზიის ქვეყნებს, ყაზახეთის გამოკლებით, მინიმალური წვლილი შეაქვთ სამეცნიერო დარგში.

ავტორები აღნიშნავენ, რომ საბჭოთა კავშირის დროს ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების გადაჭრის მთავარ გზად მეცნიერება და განათლება წარმოედგინათ, ამიტომაც მასში საკმაოდ დიდი ფინანსური რესურსი იდებოდა. საბჭოთა კავშირის მეცნიერება იყო ერთ-ერთი მოწინავე მთელ მსოფლიოში, ამიტომაც ტექნიკურსა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაში მიღწეული შედეგები ყურადღებას იპყრობდა სხვა სახელმწიფოების მხრიდან. მაგრამ ამავე დროს სტატიის ავტორები ხაზგასმით აღნიშნავენ იმ გარემოებას, რომ საბჭოთა კავშირის დროს განათლება იყო კონტროლირებადი მმართველი რგოლების მიერ და ხშირად იმდროინდელი მთავრობა საზოგადოებრივ და ჰუმანიტარულ მეცნიერებებს პოლიტიკური პროპაგანდისტისთვის იყენებდა.

ავტორების აზრით, საბჭოთა კავშირის დაშლას და ქვეყნების დამოუკიდებლობის მოპოვებას თან უნდა მოჰყოლოდა პოლიტიკური და ეკონომიკური გადასხვაფერება უკეთესობისკენ. მაგრამ პოსტ-საბჭოთა ქვეყნებში განვითარებულმა ფინანსურმა კრიზისმა გამოიწვია კვლევითი ინფრასტრუქტურის და ნაშრომების ხარისხის საგრძნობლად ვარდნა. ამის გარდა, ავტორები მსჯელობენ კიდევ ერთ პრობლემაზე, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ მეცნიერების დიდმა ნაწილმა დაბალი ანაზღაურების გამო შეიცვალა პროფესია, ან

სპეციალიზირებული სახელმწიფო კვლევითი ცენტრებიდან გადავიდა უნივერსიტეტში და დაკავდა მხოლოდ პედაგოგიური საქმიანობით.

თუ საბჭოთა პერიოდში განათლების მიმართულებით დიდი ინვესტიცია იდებოდა, თუმცა ამ თემის გაშუქება საბოლოოდ იყო იდეოლოგიზირებული, პოსტსაბჭოთა ქვეყნების მიერ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდგომ საგანმანათლებლო სფეროში სამეცნიერო პროდუქტი რაოდენობრივად შემცირდა და გავრცელდა დასავლური ნაშრომებისა და სტატიების გადმოკოპირებს ტენდენცია.

ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ სამეცნიერო ნაშრომების რაოდენობამ მოიმატა მხოლოდ იმის გამო, რომ შემოიღეს ციტირების ინდექსი და არა იმიტომ, რომ გაიზარდა ზოგადად ამ თემის სიღრმისეულად შესწავლისადმი ინტერესი.

ავტორი გვიჩვენებს განათლების საკითხებისადმი პოსტ-საბჭოთა ქვეყნების სამეცნიერო და საუნივერსიტეტო წრეების მხრიდან გამოჩენილ მცირე ყურადღებას და შესწავლის დაბალ ხარისხს. ე.ი. თუ უნივერსიტეტის და სამეცნიერო ინსტიტუტების დონეზე არ იგრძნობა მკვეთრად წინ გადაგმული ნაბიჯები, არ ტარდება სათანადო ღონისძიებები, არც ტელევიზია იქნება დაინტერესებული არსებული თემის გაშუქებაში.

2. ტელევიზიის ეფექტი აკადემიურ მოსწრებასა და ენების ათვისებაზე წინასასკოლო ბავშვებში

მეორე კვლევაში (Avosa Arthur Ahinda, Zadock Obuchere Murundu, Michael Okello Okwara, Benson Charles Odongo, Joel Okutoyi, 2014) ავტორები განიხილეს ტელევიზიას, როგორც მასობრივი კომუნიკაციის ყველაზე მძლავრ საშუალებას და მსჯელობენ, თუ რამდენად დიდ გავლენას ახდენს იგი სკოლამდელი ასაკის ბავშვებზე.

მათი აზრით, ტელევიზიის ზომიერად ყურება დიდ როლს თამაშობს ბავშვების განვითარებასა და გართობაში, მაგრამ იმ შემთხვევაში, თუ ხდება ამ მასობრივი კომუნიკაციის საშუალების „ზედოზირებით“ გამოყენება, მოსწავლეებს სასწავლო დაწესებულებაში უკვე უჭირთ მეცადინეობაზე კონცენტრირება, ასევე მათ უვითარდებათ ენობრივი ბარიერი და ექმნებათ პრობლემები მეტყველებაში.

ავტორების აზრით, დღევანდელ რეალობაში აუდიტორიას გარკვეული უნდობლობა უჩნდება ტელევიზიების საეთერო ბადისა და სარედაქციო პოლიტიკის მიმართ, ვინაიდან გადაცემათა ნაწილი არ გადის შემოწმებას, მომატებულია სატელევიზიო პროდუქტის რაოდენობა, მაგრამ ამავე დროულად შემცირებულია ხარისხი - რაც უკვე წარმოადგენს პრობლემას.

ავტორები თავიანთ ნაშრომში იძლევიან რეკომენდაციას, რომლის თანახმადაც მოუწოდებენ პედაგოგებსა და მშობლებს, გამოიჩინონ მეტი აქტიურობა და მიიღონ მონაწილეობა სათანადო საგანმანათლებლო გადაცემების შერჩევაში. მხოლოდ ამის შემდეგ გავლენ ეს გადაცემები ეთერში და იქნებიან სკოლამდელი თუ სკოლის ასაკის ბავშვებისთვის გათვლილი.

სტატიის შემდგენელების აზრით, მიუხედავად მასობრივი კომუნიკაციის საშუალებების სხვადასხვა მიმართულებისა, სწორედ ტელევიზია ახდენს ყველაზე დიდ გავლენას და თამაშობს ყველაზე დიდ როლს განათლების პროპაგანდაში.

დასკვნის სახით, ავტორები აღნიშნავენ, რომ ბავშვობაში ტელევიზიის დიდი დროის ინტერვალით ყოველდღიურად ყურებას აქვს გრძელვადიანი უარყოფითი შედეგები

მოსწავლის აკადემიურ მოსწრებაზე და შემდგომ სოციალურ-ეკონომიკურ მდგომარეობასა და კეთილდღეობაზე. ფართო აუდიტორიისთვის განკუთვნილი სატელევიზიო გადაცემების ყურება იწვევს სკოლამდელ ბავშვებში მეტყველების, მშობლიური ენის ცოდნის დაბალ ხარისხს და შენელებულ განვითარებას.

3. ენობრივი გახლეჩა.

ინგლისური ენის დონის ამაღლება, როგორც გზა ინტერნეტისკენ (სომხეთის, აზერბაიჯანის და საქართველოს მაგალითები)

კვლევის ავტორები მესამე სამეცნიერო სტატიაში (KATY E. PEARCE University of Washington, USA RONALD E. RICE University of California, Santa Barbara, USA, 2014) განიხილავენ ციფრული უთანასწორობის პრობლემას, ამ კონცეპტუალურ კონსტრუქციაში იგულისხმება რიგი ქვეყნების მოსახლობის მიერ ინტერნეტის, როგორც ინფორმაციის მოძიების თანამედროვე და სწრაფი ინსტრუმენტის, ვერგაგება და არასათანადოდ გამოყენება/მოხმარება.

ნაშრომში მოცემულია ინტერნეტის შესახებ ცნობადობის, მისი ხშირი გამოყენებისა და გავლენის ურთიერთკავშირის ანალიზი სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებში.

ავტორები ციფრული უთანასწორობის განმაპირობებელ ფაქტორებად შემდეგ ცვლადებს ასახელებენ: ასაკი, ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობა, განათლება/განათლების დონე, ინგლისური ენის ცოდნა და გარემო. ეს ცვლადები მათ იერარქიულად აქვთ დალაგებული; მაგალითად, ინტერნეტის შესახებ ცნობადობის კატეგორიის ფარგლებში მეორე ადგილს იკავებს ინგლისური ენის ფლობა, ხოლო პირველ ადგილზე ქვეყნის განათლებისა და ეკონომიკის მდგომარეობა სახელდება. მიუხედავად იმისა, რომ მსოფლიოს განსაზღვრულ წერტილებში, ეგრეთ წოდებულ განვითარების გარდამავალ ეტაპზე მყოფ ქვეყნებში, ინტერნეტთან წვდომისა და გამოყენების პრობლემა გვარდება, მკვლევრების აზრით, ეს საკითხი მაინც საჭიროებს კომპლექსურ განხილვას.

ავტორები ასაბუთებენ, თუ რატომ აიღეს საკვლევ ველად პოსტსაბჭოთა ქვეყნები: აზერბაიჯანი, სომხეთი და საქართველო.

პირველი მიზეზი – მათი აზრით, ეს ის ქვეყნებია, სადაც განათლების დონე მაღლა იწევს, მაგრამ იმავდროულად ეკონომიკური მდგომარეობა არ უმჯობესდება.

მეორე მიზეზი – ამ სახელმწიფოებში ეთნიკური უმცირესობების წარმომადგენელი ბევრი ჯგუფი ცხოვრობს, და, – აქედან გამომდინარე, ლოგიკურად, – ადამიანთა ეს ჯგუფი უნდა ეყრდნობოდეს უცხო ენების ცოდნას, უცხო ენების ცოდნა კი ამარტივებს ინტერნეტის გამოყენებას. მათი ანალიზის მიხედვით, ამ ქვეყნებში დგას ქსელური კავშირების რთულად ჩანერგვისა და არასწორად გამოყენების პრობლემა.

ავტორების დაკვირვებით, სამივე ქვეყანაში სოციალურ ფენებს შორის უთანასწორობა გაზრდილია, ხოლო ინტერნეტის შესახებ ცოდნის დაბალი დონე, მისი დანერგვასა და გამოყენებთან აკავშირებული სირთულეებია უფრო ამძაფრებს ამ პრობლემას და მოსახლეობას ბარიერს უქმნის სოციალური და სამოქალაქო რესურსების მიღებაში.

ავტორები გვთავაზობენ ტექნოლოგიების სოციალურ უთანასწორობაზე გავლენის ჰიპოთეზას, რომლის თანახმად, ინფორმაციულ-კომუნიკაციური ტექნოლოგიები სარგებელს მოუტანენ მხოლოდ იმათ, ვინც ისედაც საზოგადოების მაღალ ფენებს განეკუთვნება.

განსხვავებები სოციალურ-დემოგრაფიული მახასიათებლებში, ფინანსურ ხელმისაწვდომობაში, უნარებში, ინტერესებსა და ინფრასტრუქტურაში ჯაჭვურად ასახვენ შემდგომ ეტაპებზე განსხვავებას შესაძლებლობებში, ხარჯებსა და ბარიერებში. ამიტომაც უპირატესობა ამ თეორიის თანახმად ექნება იმათ, ვისაც მეტი რესურსი აქვს. შესაძლოა პატარა ცვლილებები კაპიტალის გაფართოების და ქსელური კავშირების უფრო მარტივი წვდომის ხარჯზე, მაგრამ უთანასწორობა მაინც იგრძნობოდეს იქნება.

4. საგანმანათლებლო ტელევიზია

მეოთხე კვლევა (Paulo Nuno Vicente; Margarida Lucas, 2020) ძირითადად საგანმანათლებლო ტელევიზიის თეორიულ განმარტებას და მის მთავარ დანიშნულებას, მთავარ ფუნქციებსა ეძღვნება. ნაშრომის ავტორები მიიჩნევენ, რომ მასობრივი კომუნიკაციების გავრცელებული ფორმა - ტელევიზია, დიდაქტიკურ მიზნებს ემსახურება. ამ მიზნებში გამოიყოფა აუდიტორიის ცნობადობის ამაღლება საგანმანათლებლო/შემეცნებითი გადაცემების გაშუქების ხარჯზე.

ნაშრომის საწყის ეტაპზე მკვლევარები საგანმანათლებლო ტელევიზიას ისტორიულ ჭრილში განიხილავენ და მაგალითად BBC მოჰყავთ, რომელმაც ჯერ კიდევ 1924 წელს დაიწყო ეროვნული რადიომაუწყებლობა სკოლებისთვის, რათა ბრიტანელ თითოეულ ახალგაზრდა მოქალაქეს ჰქონოდა წვდომა საგანმანათლებლო კონტენტთან. ამ ტენდენციის განვითარება მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ უფრო საგრძნობი გახდა და არა მარტო ბრიტანეთმა არამედ აშშ-მაც „Public Broadcasting System“ და კანადამაც „TV On-Tario“ დაიწყო ზემოთ ხსენებული ტელევიზიების მეშვეობით შემეცნებითი მედიაპროდუქტის მასებზე გავრცელება. სატელევიზიო საგანმანათლებლო პროგრამები იყოფოდნენ ორ კატეგორიად: გადაცემათა პირველი ნაწილი იყო გათვლილი სკოლების, კოლეჯების, უმაღლესი სასწავლო დაწესებულებების მოსწავლეებისა და სტუდენტებისთვის, ხოლო გადაცემათა მეორე ნაწილი აშუქებდა მიმდინარე ახალ ამბებს მეცნიერებაში, ხელოვნებაში, მედიცინაში, რომლებიც არ იყო გათვლილი აუდიტორიის სწავლებისთვის, მაგრამ ატარებდნენ შემეცნებით ხასიათს.

ავტორები თავიანთ ნაშრომში გამოყოფენ იმ ისტორიულ ფაქტს, როდესაც ბრიტანეთის ღია უნივერსიტეტმა 1971 წელს დაიწყო ყველასთვის ხელმისაწვდომი სალექციო კურსების შემუშავება და ტელე-რადიოარხების გადაცემების, როგორც მთავარი წყაროების გამოყენება. ეს კურსები იყო გათვლილი იმ საზოგადოების ნაწილისთვის, რომლებმაც ვერ მოახერხეს უმაღლეს სასწავლებელში ჩარიცხვა, თუმცა ჰქონდათ სურვილი, რომ ამაღლებინათ მათი ცოდნა. ამგვარად, ჩვენ ვხედავთ ღია მაგალითს, თუ როგორ შერწყმულად შეედგმოთ ჯერ კიდევ მეოცე საუკუნეში საგანმანათლებლო დაწესებულებებსა და მასმედიას მუშაობა, რათა მიეღწიათ საერთო მიზნისთვის - საზოგადოების ცოდნის ამაღლებისთვის.

ავტორების აზრით „ოქროს შუალედი“ დღევანდელ დილემაში მასობრივი კომუნიკაციების საშუალებების მეშვეობით განათლების მიღებასთან დაკავშირებით - არის სატელევიზიო გადაცემებთან წვდომის პროპორციულად შეზღუდვა. თუ ტელეგადაცემა გარკვეული დროის მონაკვეთით იქნება დართული ბავშვებისთვის - მაშინ იგი დადებითაც მოახდენს მათზე ზეგავლენას. მაგრამ აქვე მკვლევარები აღნიშნავენ, რომ 21-ე საუკუნის მთავარი გამოწვევა, რომელიც აფერხებს ბავშვების გონებრივ განვითარებას - არის სმარტფონების ზედოზირებით გამოყენება, რომლებიც არა თუ საგანმანათლებლო, არამედ მხოლოდ გასართობ და „დროის

გასატან“ ფუნქციას ასრულებენ. ავტორების აზრით, სწორედ ტელეფონი და ღია წვდომა ინტერნეტთან ადრეული ასაკიდან არის ის შემაფერხებელი ფაქტორი, თუ რატომ განიხილება ბოლო დროს მასმედია არა როგორც „მასწავლებელი“, არამედ როგორც „ხელის შემშლელი ინსტრუმენტი“.

5. პანდემიის პოლიტიკა, პედაგოგიკა და პრაქტიკა: ციფრული ტექნოლოგიები და დისტანციური განათლება კორონავირუსის საგანგებო მდგომარეობის პერიოდში

მეხუთე სამეცნიერო სტატიაში (Ben Williamson, Rebecca Eynon & John Potter, 2022) მკვლევარები დროით ჩარჩოდ 2020-2022 წლებს, კორონავირუსის პანდემიის პერიოდს იღებენ, ხოლო საკვლევ ობიექტად განათლების სისტემა, კერძოდ-დისტანციური სწავლება აქვთ აღებული. თემა საკმაოდ აქტუალურია, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ სწორედ გლობალურმა ინფექციამ და ავადმყოფობამ, მოსახლეობის ჩაკეტვამ და საგანმანათლებლო დაწესებულებების მასობრივმა დახურვამ მსოფლიო ქვეყნების ყველა უწყება, მათ შორის განათლების სექტორიც გამოწვევების წინაშე დააყენა.

ავტორები თავიანთ კვლევას ზოგადი მსჯელობით იწყებენ და საუბრობენ იმაზე, თუ როგორ უბიძგა მსოფლიოს covid-19-მა თანამედროვე ტექნოლოგიების უფრო სიღრმისეული და ინტენსიური შესწავლისკენ, გამოყენებისკენ. მიუხედავად იმისა, რომ ონლაინ-რესურსების ჩანერგვა ჯერ კიდევ პანდემიამდე მიმდინარეობდა, სასწავლო დაწესებულებებში, მეტწილად მაინც ტრადიციულ მიდგომებს იყენებდნენ, დღევანდელ რეალობაში კი, რთული გახდა გაკვეთილის თუ ლექციის მხოლოდ სახელმძღვანელოს მეშვეობით ჩატარება.

ავტორები აღნიშნავენ, რომ დისტანციური განათლება, დისტანციური სწავლება და ზოგადად ონლაინ სწავლება არ იყო პედაგოგიკის დარგში ახლად გამოგონილი მიდგომა, რომელიც საჭიროებდა რადიკალურად სხვა სასწავლო გეგმის შემუშავებას, მაგრამ პანდემიის შემდეგ ონლაინ-სწავლებამ განახლებული მნიშვნელობა მიიღო და გამრავალფეროვნდა.

სტატიის ავტორები თავიანთ ნაშრომში საუბრობენ BBC-ზე, რომელმაც 2020 წელს თავის საეთერო ბადეში გამოყო ცალკე ადგილი და დრო დაუთმო ონლაინ-სკოლას, რომელშიც მიდიოდა სასკოლო საგნების კვალიფიციური პედაგოგების მიერ ახსნა. გარდა ამისა BBC-იმ დაამატა Covid-19-ის პერიოდში საგანმანათლებლო გადაცემები, რომლებიც ყველა ასაკის მოსწავლეზე თუ სტუდენტზე იყო გათვლილი. მკვლევარები მსგავს პრაქტიკას დადებით ჭრილში განიხილავენ, მაგრამ აქვე აღნიშნავენ იმ რისკებს, რომლებიც დაკავშირებულია ონლაინ-პლატფორმების ზრდასთან და აქედან გამომდინარე ადამიანური რესურსების სასწავლო დაწესებულებებში შემცირებასთან.

შეჯამება

ზემოთ მოცემული თითოეული სამეცნიერო ნაშრომი აღიარებს იმ ფაქტს, რომ დღევანდელი საზოგადოება არ იღებს საჭირო რაოდენობით ხარისხიან საგანმანათლებლო პროდუქტს, ისინი უკავშირებენ ასეთ ტენდენციას რამდენიმე განმაპირობებელ ფაქტორს. ერთ-ერთი მასმედიის არასწორ სარედაქციო პოლიტიკასა და საზოგადოების მხრიდანაც მარტივად აღსაქმელი, გასართობი ჟანრის ინფორმაციისკენ მიდრეკილებაზე მიგვითითებს. ასევე მეცნიერების აზრი ემთხვევა იმის თაობაზე, რომ ინტერნეტის ჭარბად და არასწორად

გამოყენება არის ის განმაპირობებელი ფაქტორი, თუ რატომაც არის აუდიტორიის ზოგადი ცოდნა შემცირებული.

აზრთა სხვადასხვაობას მკვლევრებში იწვევს თავად ტელევიზიის ზეგავლენა საზოგადოებრივ აზრზე. ნაწილი მიიჩნევს, რომ იგი აფერხებს წინასასკოლო ასაკის ბავშვების აზროვნებას, ხოლო მეორე მხარე მიიჩნევს, რომ დღევანდელი სატელევიზიო გადაცემები პირიქით ხელს უწყობენ ბავშვების გონებრივ განვითარებას. მაგრამ ორივე მხარე თანხმდება იმაზე, რომ სწორი მიმართულებით ტრადიციული და ახალი მედიის გამოყენებამ შესაძლოა მოიტანოს სარგებელი მოსწავლისთვის სწავლა-სწავლების პროცესში.

სამეცნიერო სტატიებში ასევე ყურადღება ეთმობა დისტანციურ სწავლებას, სოციალური ქსელების, ონლაინ-პლატფორმებისა და ონლაინ-სკოლების, როგორც ალტერნატიული სწავლების მეთოდის გამოყენებას. თუმცა მკვლევართა უმეტესობა თანხმდება იმ საკვანძო აზრზე, რომ ეს ყოველივე უნდა იყოს გამოყენებული, როგორც დამატებითი და არა ჩამნაცვლებელი კომპონენტი სასწავლო პროცესში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ ხსენებულ ნაშრომებში ხაზგასმით მიდის საუბარი მედია საშუალებების, კერძოდ ტელევიზიის, როგორც მასმედიის ერთ-ერთ მძლავრ ინსტრუმენტზე, რომელსაც შეუძლია, როგორც საინტერესო მასწავლებლის, ასევე გონებრივი შესაძლებლობების განმავითარებლის როლი მოიგოს. მთავარია, ეს ყოველივე მაყურებლის მხრიდან იყოს სწორად აღქმული, ხოლო სატელევიზიო კომპანიების მიერ სწორად და დროულად მიწოდებული.

გასათვალისწინებელია ის ფაქტორიც, რომ მასობრივი კომუნიკაცია არის ორმხრივი პროცესი, სადაც არა მარტო ინფორმაციის გავრცელება, არამედ უკუკავშირის მიღებაც არის ძალიან მნიშვნელოვანი. ხოლო ამ ორმხრივ პროცესს ასევე ხელს უწყობდეს რეფორმები, რომლებშიც სწავლა-სწავლების პროცესში მედიის როლი სწორად იქნება განსაზღვრული.

1. Ben Williamson, Rebecca Eynon & John Potter. (2022, May 21). Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, media and technology*, pp. 107-114.
2. Avosa Arthur Ahinda, Zadock Obuchere Murundu, Michael Okello Okwara, Benson Charles Odongo, Joel Okutoyi. (2014). EFFECTS OF TELEVISION ON ACADEMIC PERFORMANCE AND LANGUAGES ACQUISITION OF PRE-SCHOOL CHILDREN. *International Journal of Education and Research*, 493-502.
3. Ben Williamson & Rebecca Eynon. (2020, July 30). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, pp. 223-235.
4. Ben Williamson, Felicitas Macgilchrist & John Potter. (2024, July 31). Against contextlessness in Learning, Media and Technology. *Learning, Media and Technology*, pp. 335-338.
5. Daniel Hernandez-Torrano, Laura Karabassova, Zhanna Izenkova, Matthew G.R. Courtney. (2021). Mapping education research in post-Soviet countries: Abibliometric analysis. *International Journal of Educational Development* 87, 1-14.
6. Daniel Hernandez-Torrano, Laura Karabassova, Zhanna Izenkova, Matthew G.R. Courtney. (თ. გ.). Mapping education research in post-Soviet countries: Abibliometric analysis.
7. Hung PhuBui, Mark Bedoya Ulla, Veronico N. Tarrayo and Chien Thang Pham. (2023, September 22). Editorial: The roles of social media in education: a ective, behavioral and cognitive dimensions. pp. 1-3.
8. Ishkova Elena Ivanovna. (2014). Television as a component of the educational activities of preschool children. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*, სტ. 111-114.
9. KATY E. PEARCE University of Washington, USA RONALD E. RICE University of California, Santa Barbara, USA. (2014). The Language Divide—The Persistence of English Proficiency as a Gateway to the Internet: The Cases of Armenia, Azerbaijan, and Georgia. *International Journal of Communication* 8, 2834-2859.
10. Paulo Nuno Vicente; Margarida Lucas. (2020). *The SAGE International Encyclopedia of Mass Media and Society* (By Debra L. Merskin ed.). Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
11. Hasmik Hovakimyan, Milena Klimek, Bernhard Freyer and Ruben Hayrapetyan; (2021); Sustainable Shift from Centralized to Participatory Higher Education in Post-Soviet Countries: A Systematic Literature Review; *Sustainability*; 1-20.
12. Elena Aydarova, Zsuzsa Millei, Nelli Piattoeva & Iveta Silova; Revisiting Pasts, Reimagining Futures: Memories of (Post)Socialist Childhood and Schooling; *European Education*; 159-169.

The interest of the mass media, particularly television, in education issues in the South Caucasus countries (review of scientific articles)

Mariam Karchava-Shartava

Abstract

Since the media is considered to be the force that can influence public opinion, it is interesting to allocate improper time to education issues in the air network and the scarce number of educational programs what type of cause and effect is related to the public awareness and world view of the South Caucasus countries.

The nine scientific articles below address the level of interest in educational issues, either from the mass media or from scientists or researchers. The conversation goes to the interconnection of education, mass media, the internet (as a new tool for finding information). The authors talk about the mutual influence of the above-mentioned components in their works, noting the factors due to which new knowledge is not/cannot be offered to the general public in the form of a high-quality media product.

In studies already conducted, Mass Communications Media, in particular television, are considered as a powerful tool through which progressive processes in learning and learning can be obtained. Much attention is also paid to new media and its overuse in the educational process. The analysis highlights the counterbalance of new media and television, names their strengths and weaknesses and provides recommendations on which cases the media in general can become a support force for the consumer and a source of knowledge.

All nine scientific articles include the problem of insufficient provision of cognitive/educational information to the audience, the problem of improper, excessive use of the internet and television, the problem of improper promotion of cognitive media-products by mass communications means. All this, according to researchers, leads to a delay in the development of society's mental abilities, suppression of analytical skills and a decrease in general education.

Key words: South Caucasus countries, mass media, Internet, television, Georgian televisions, Armenian televisions, Azerbaijani televisions, education, educational issues, educational policy, educational programs.

ჰორმონული რეცეპტორებისა და პროლიფერაციულ-აპოპტოზური მარკერების ექსპრესიის თავისებურებები საშვილოსნოს ადენომიოზის, ენდომეტრიოზისა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებში:

რეტროსპექტული იმუნოჰისტოქიმიური კვლევა

ბექა მეტრეველი, დავით გაგუა, შოთა კეპულაძე, გიორგი ბურკაძე

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ადენომიოზი და ენდომეტრიოზი არის ჰორმონულ ექსპრესიაზე დამოკიდებული პათოლოგიური პროცესები, რომლებიც ხასიათდება ექტოპიური ენდომეტრიუმის პროლიფერაციით. მიუხედავად იმისა, რომ ტრადიციულად განიხილება კეთილთვისებიანი მიმდინარეობის დაზიანებებად, ატიპიური ენდომეტრიოზი ავლენს ჰისტოლოგიურ და მოლეკულურ მახასიათებლებს, რომლებიც დაკავშირებულია სიმსივნურ ტრანსფორმაციასთან, განსაკუთრებით ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის განვითარებაში. ეს კვლევა აფასებს ER, PR, Ki67, BCL2 და P53-ის იმუნოჰისტოქიმიურ ექსპრესიას ეუტოპიურ ენდომეტრიუმში, ადენომიოზში (ექტოპიურ ენდომეტრიუმში), ენდომეტრიოზში, ატიპიურ ენდომეტრიოზსა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომაში.

კვლევის ფარგლებში სულ რეტროსპექტულად შესწავლილია 77 შემთხვევა. იმუნოჰისტოქიმია (IHC) ჩატარდა Leica Bond-ის ავტომატური შედეგების სისტემის გამოყენებით ER (SP1), PR (16), Ki67 (MIB-1), BCL2 (124) და P53 (DO-7) ანტისხეულებით. ექსპრესიის დონეები რაოდენობრივად შეფასდა და სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა ჯგუფებში მარკერის ექსპრესიის შესადარებლად. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ER-ისა და PR-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად შემცირდა ეუტოპიური ენდომეტრიუმიდან კარცინომამდე ($p < 0,0001$), ატიპიური ენდომეტრიოზი ავლენდა რეცეპტორების უფრო დაბალ ექსპრესიას, ვიდრე ტიპიური ენდომეტრიოზი ($p = 0,002$); Ki67 მნიშვნელოვნად გაიზარდა ატიპიური ენდომეტრიოზის დროს ($p = 0.004$) და ყველაზე მაღალი დაფიქსირდა კარცინომის შემთხვევებში ($p < 0.0001$), რაც მიუთითებს პროგრესირებისას პროლიფერაციულ აქტივობის მატებაზე; BCL2-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად დაბალი იყო ატიპიური ენდომეტრიოზისა და კარცინომის შემთხვევებში ($p < 0.0001$), რაც მიუთითებს აპოპტოზური რეზისტენტობის დისრეგულაციაზე; P53-ის ჭარბი ექსპრესია დაფიქსირდა ატიპიური ენდომეტრიოზის დროს

($p = 0.002$) და შემდგომ გაიზარდა კარცინომაში ($p < 0.0001$), რაც მხარს უჭერს ავთვისებიანი ტრანსფორმაციაში მის როლს.

საკვანძო სიტყვები: ადენომიოზი, ენდომეტრიოზი, ატიპიური ენდომეტრიოზი, ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომა, ჰორმონული რეცეპტორები, ესტროგენის რეცეპტორი, პროგესტერონის რეცეპტორი, Ki67, BCL2, P53, პროლიფერაცია, აპოპტოზი;

შესავალი

ადენომიოზი და ენდომეტრიოზი არის ენდომეტრიუმის ჰორმონ-დამოკიდებული დაზიანებები, რომელიც აღენიშნება რეპროდუქციული ასაკის ქალების დაახლოებით 20-35%-ს. ეს პათოლოგიები ხშირად ხელს უწყობს მენჯის ქრონიკული ტკივილის სინდრომს, მენორაგიას და უნაყოფობას, რაც მნიშვნელოვნად მოქმედებს ცხოვრების ხარისხსა და რეპროდუქციულ ფუნქციებზე [1], [2]. ორივე დარღვევა მოიცავს ენდომეტრიუმის ჯირკვლებისა და სტრომის ექტოპურ გამრავლებას, ადენომიოზის დროს მიომეტრიუმის ინფილტრაციით, ხოლო ენდომეტრიოზი ხდება საშვილოსნოს გარეთ, ძირითადად საკვერცხეებში, პერიტონეუმსა და მენჯის ღრმა რბილ ქსოვილებში. მიუხედავად მათი განსხვავებული ანატომიური მდებარეობისა, ადენომიოზი და ენდომეტრიოზი იზიარებენ საერთო პათოფიზიოლოგიურ მექანიზმებს, როგორიცაა ჰორმონული დისბალანსი, ანთებითი რეაქციები და პროლიფერაციული ცვლილებები [3].

მიუხედავად იმისა, რომ ადენომიოზი და ენდომეტრიოზი ტრადიციულად განიხილება კეთილთვისებიან დაზიანებებად, კლინიკური კვლევის შედეგად დაგროვილი მზარდი მტკიცებულების საფუძველზე მკვლევარები ვარაუდობენ, რომ ზოგიერთ შემთხვევას აქვს მოლეკულური და ჰისტოლოგიური მახასიათებლები, რომლებიც დაკავშირებულია ნეოპლაზიურ ტრანსფორმაციასთან. ეპიდემიოლოგიური კვლევები აჩვენებს, რომ საკვერცხის ენდომეტრიოზის შემთხვევების 1-2% ვითარდება ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ საკვერცხის კარცინომაში, უპირატესად ენდომეტრიოიდულ კარცინომად [3].

ატიპიური ენდომეტრიოზი, წინამორბედი დაზიანებაა, რომელსაც ახასიათებს ციტოლოგიური ატიპია, ჯირკვლების ამომფენი ეპითელიუმის სტრუქტურული და გაზრდილი პროლიფერაციული აქტივობა, გამოვლენილია ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევების 40-50%-ში. ანალოგიურად, ბოლოდროინდელმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ატიპიურმა ადენომიოზმა შეიძლება განიცადოს ავთვისებიანი ტრანსფორმაცია, თუმცა მისი ავთვისებიანი პოტენციალი ნაკლებად არის შესწავლილი. გარკვეული ჰისტოპათოლოგიური კვლევები აღნიშნავს კავშირს ადენომიოზსა და ენდომეტრიუმის კარცინომას შორის შემთხვევების 8-10%-ში, განსაკუთრებით ქალებში ხანგრძლივი ჰიპერესტროგენული პირობებით [4].

ერთ-ერთი კრიტიკული მექანიზმი, რომელიც გავლენას ახდენს ენდომეტრიოზისა და ადენომიოზის პროგრესირებაზე, არის ჰორმონული რეცეპტორების დისრეგულაცია. ესტროგენის რეცეპტორები (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორები (PR) მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ენდომეტრიუმის ქსოვილის დიფერენციაციაში და ჰორმონულ

წინასწარგანწყობებში. შემცირებული ER და PR-ის ექსპრესია ექტოპურ ენდომეტრიუმში კლინიკურად დაკავშირებულია მკურნალობის წარუმატებლობასთან, რაც მთავარი კლინიკური გამოწვევაა ენდომეტრიოზის ჰორმონულ თერაპიაში[5], [6].

Ki67, როგორც უჯრედული პროლიფერაციის კარგად დამკვიდრებული მარკერი, დაკავშირებულია დაავადების აგრესიულ ქცევასთან და ავთვისებიანობისკენ პროგრესირებასთან. Ki67-ის ჭარბი ექსპრესია ხშირად შეინიშნება ატიპური ენდომეტრიოზისა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის დროს, კვლევები აჩვენებს Ki67-ის ექსპრესიის 2-დან 5-ჯერ ზრდას ავთვისებიან შემთხვევებში კეთილთვისებიან დაზიანებებთან შედარებით [7].

აპოპტოზური დისრეგულაცია ენდომეტრიუმის პათოლოგიისა და ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის კიდევ ერთი დამახასიათებელი ნიშანია. BCL2, ანტი-აპოპტოზური ცილა, ჩვეულებრივ ჭარბად არის ექსპრესირებული ჰორმონებით განპირობებული ენდომეტრიუმის დარღვევების დროს, რაც ხელს უწყობს უჯრედების გადარჩენას და მკურნალობის რეზისტენტობას. თუმცა, ბოლოდროინდელი აღმოჩენები ვარაუდობენ, რომ BCL2-ის ექსპრესია მცირდება ატიპური და ნეოპლაზიური ენდომეტრიოზის დროს, რაც მიუთითებს ცვლის აპოპტოზურ დისრეგულაციასა და სიმსივნურ პოტენციალს. სიმსივნის სუპრესორი P53, გენის სტაბილურობის მთავარი რეგულატორი, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ენდომეტრიუმის ქსოვილებში ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის პრევენციაში. ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომების 30-50%-მდე ავლენს P53-ის ცვალებად ექსპრესიას, რაც მიუთითებს მის მონაწილეობაზე ადრეულ ონკოგენურ ცვლილებებში[8], [9].

ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავს ER, PR, Ki67, BCL2 და P53-ის იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის შეფასებას ეუტოპიურ ენდომეტრიუმში, ექტოპიურ ენდომეტრიუმში ანუ ადენომიოზში, ენდომეტრიოზში, ატიპიურ ენდომეტრიოზსა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომაში. ჰორმონული რეცეპტორების სტატუსის, პროლიფერაციული აქტივობის, აპოპტოზური რეგულაციისა და სიმსივნის სუპრესიის ექსპრესიის ანალიზით, ჩვენ ვცდილობთ გავარკვიოთ პროგრესირება და მაღალი რისკის დაზიანებების ადრეული გამოვლენის პოტენციური მარკერები. ამ კვლევის შედეგებმა შეიძლება მოგვაწოდოს ღირებული ინფორმაცია ენდომეტრიოზისა და ადენომიოზის ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის მექანიზმების შესახებ, პოტენციური შედეგებით რისკის სტრატეგიკაციისა და პერსონალიზებული მკურნალობის მიდგომებზე.

მასალა და მეთოდები

კვლევის დიზაინი და ნიმუშების შერჩევა: კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტულ კოჰორტულ კვლევას, რომლის ფარგლებშიც განხორციელდა საარქივო მასალების მოძიება, ფორმალინში ფიქსირებული და პარაფინით ჩაყალიბებული (FFPE) ენდომეტრიუმის ქსოვილის სხვადასხვა ნოზოლოგიების შემთხვევები. ქსოვილის ნიმუშები შეგროვდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიის სასწავლო, სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიის ბაზაზე. კვლევის მასალები მიღებულია ჰისტერექტომიის, ბიოფსიისა და

კიურეტაჟის პროცედურებიდან. ჩართვის კრიტერიუმია ადეკვატური ქსოვილი და დადასტურებული ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზი.

სულ გამოყენებული იყო 77 შემთხვევა, რომლებიც დაყოფილია შემდეგნაირად:

- ადენომიოზი (ექტოპური ენდომეტრიუმი) (n = 21);
- ეუტოპიური ენდომეტრიუმი - საკონტროლო ჯგუფი (n = 17);
- ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომა (n = 16);
- ენდომეტრიოზი (ექტოპური ენდომეტრიუმი) (n = 14);
- ატიპიური ენდომეტრიოზი (n = 9)

იმუნოჰისტოქიმია (IHC) ჩატარდა 4 μ m სისქის FFPE ანათლებზე Leica Bond-III IHC ავტომატური შეღებვის სისტემის გამოყენებით (Leica Biosystems, გერმანია). გამოყენებული იქნა შემდეგი პირველადი ანტისხეულები, კლონები და განზავება:

მარკერი	კლონი	მწარმოებელი	ლოკალიზაცია	განზავება
ER (Estrogen Receptor)	SP1	Leica Biosystems	ბირთვული	1:200
PR (Progesterone Receptor)	16	Leica Biosystems	ბირთვული	1:200
Ki67 (Proliferation Marker)	MIB-1	Leica Biosystems	ბირთვული	1:100
BCL2 (Anti-apoptotic Marker)	124	Leica Biosystems	ციტოპლაზმური	1:150
P53 (Tumor Suppressor)	DO-7	Leica Biosystems	ბირთვული	1:100

ცხრილი 5: კვლევაში გამოყენებული იმუნოჰისტოქიმიური ანტისხეულები შესაბამისი მომწოდებლის, კლონის, სამუშაო ხსნარის განზავებითა და ექსპრესიის ჩვეული ლოკალიზაციის მითითებით;

იმუნოჰისტოქიმიური შეღებვის შეფასება განხორციელდა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ორი პათოლოგანატომის მიერ. იმუნოჰისტოქიმიური ტექნოლოგიით მაკრერების ER, PR, Ki67 და P53-ის ექსპრესია შეფასდა შეღებილი ბირთვული ექსპრესიის პროცენტის საფუძველზე, ხოლო BCL2 ექსპრესია შეფასებული იყო ციტოპლაზმური შეღებვის ინტენსივობის საფუძველზე

შეფასების კრიტერიუმები:

ER და PR ექსპრესია: კლასიფიცირებული, როგორც მაღალი ($\geq 70\%$), ზომიერი (30-70%), დაბალი ($< 30\%$), ან უარყოფითი ($< 5\%$);

Ki67 პროლიფერაციული ინდექსი: კატეგორიზებული, როგორც დაბალი ($< 10\%$), ზომიერი (10-20%) ან მაღალი ($> 20\%$).

P53 ექსპრესია: განიხილება ბუნებრივი ტიპის (Wild type) და პოზიტიური ($> 10\%$);

BCL2 ექსპრესია: შეფასებული ნახევრად რაოდენობრივად შედეგის ინტენსივობის საფუძველზე (სუსტი, ზომიერი ან ძლიერი).

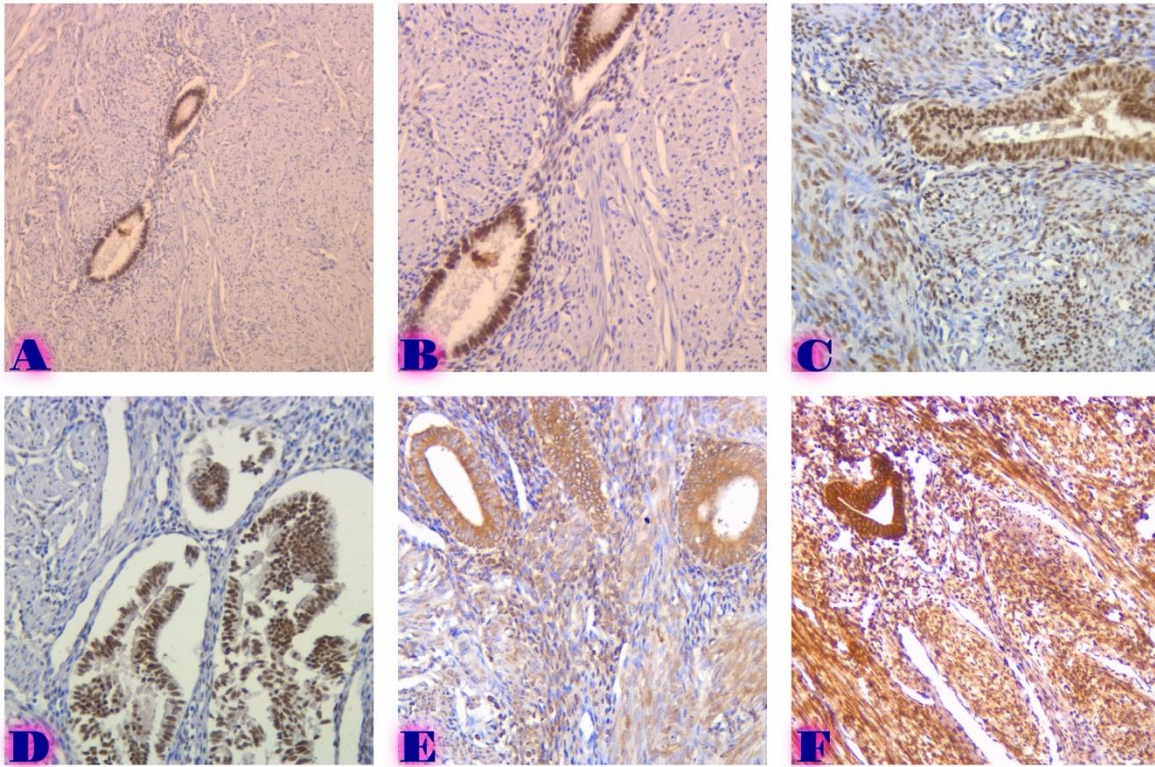
სტატისტიკური ანალიზი: მონაცემები სტატისტიკურად გაანალიზებულია SPSS-ის გამოყენებით (ვერსია V, IBM, აშშ). ჯგუფებს შორის არაპარამეტრული შედარებისთვის გამოყენებული იქნა კრუსკალ-ვალის და მან-უიტნის ტესტები. სპირმანის კორელაციის ანალიზი ჩატარდა ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიის, პროლიფერაციული მარკერებისა და აპოპტოზური მარკერების ურთიერთკავშირის შესაფასებლად. სტატისტიკურად სარწმუნო მნიშვნელობად განისაზღვრა $p < 0.05$.

შედეგები

ესტროგენის რეცეპტორის (ER) და პროგესტერონის რეცეპტორის (PR) ექსპრესია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ჰისტოლოგიურ ჯგუფებს შორის ($p < 0.0001$ ორივე მარკერისთვის, კრუსკალ-ვალისის ტესტი). ეუტოპიურმა ენდომეტრიუმმა აჩვენა ყველაზე მაღალი ER-ის ექსპრესია (საშუალოდ: $81.47 \pm 2.94\%$, დიაპაზონი: 80-90%) და PR-ის ექსპრესია (საშუალოდ: $89.71 \pm 1.21\%$, დიაპაზონი: 85-90%), რაც მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ყველა სხვა ჯგუფთან შედარებით ($p < 0.0001$, ანალიზის შემდეგ).

ამის საპირისპიროდ, ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომის შემთხვევებმა აჩვენა ყველაზე დაბალი ER-ის ექსპრესია (საშუალოდ: $28.13 \pm 4.03\%$, დიაპაზონი: 20-30%) და PR-ის ექსპრესია (საშუალოდ: $37.50 \pm 5.77\%$, დიაპაზონი: 20-40%), რაც მიუთითებს ჰორმონული ექსპრესიის მნიშვნელოვან დაკარგვაზე.

ადენომიოზურმა დაზიანებებმა შეინარჩუნა ზომიერი ER-ის პოზიტიურობა (საშუალოდ: $60.95 \pm 3.01\%$), მაგრამ აჩვენა შესამჩნევი შემცირება PR-ის (საშუალოდ: $63.57 \pm 3.58\%$), რაც მნიშვნელოვნად დაბალი იყო ვიდრე ეუტოპიური ენდომეტრიუმში ($p < 0.0001$), მაგრამ უფრო მაღალი ვიდრე ენდომეტრიოზში (0.0001). ენდომეტრიოზულმა დაზიანებებმა აჩვენა ER და PR-ის ექსპრესიის შემდგომი შემცირება (საშუალო ER: $39.64 \pm 2.37\%$, PR: $30.71 \pm 1.81\%$), ატიპიური ენდომეტრიოზი აჩვენებდა ოდნავ უფრო მაღალ ER ექსპრესიას (საშუალოდ: $44.44 \pm 1.67\%$), ვიდრე ტიპიური ენდომეტრიოზი ($p < 0.0001$).



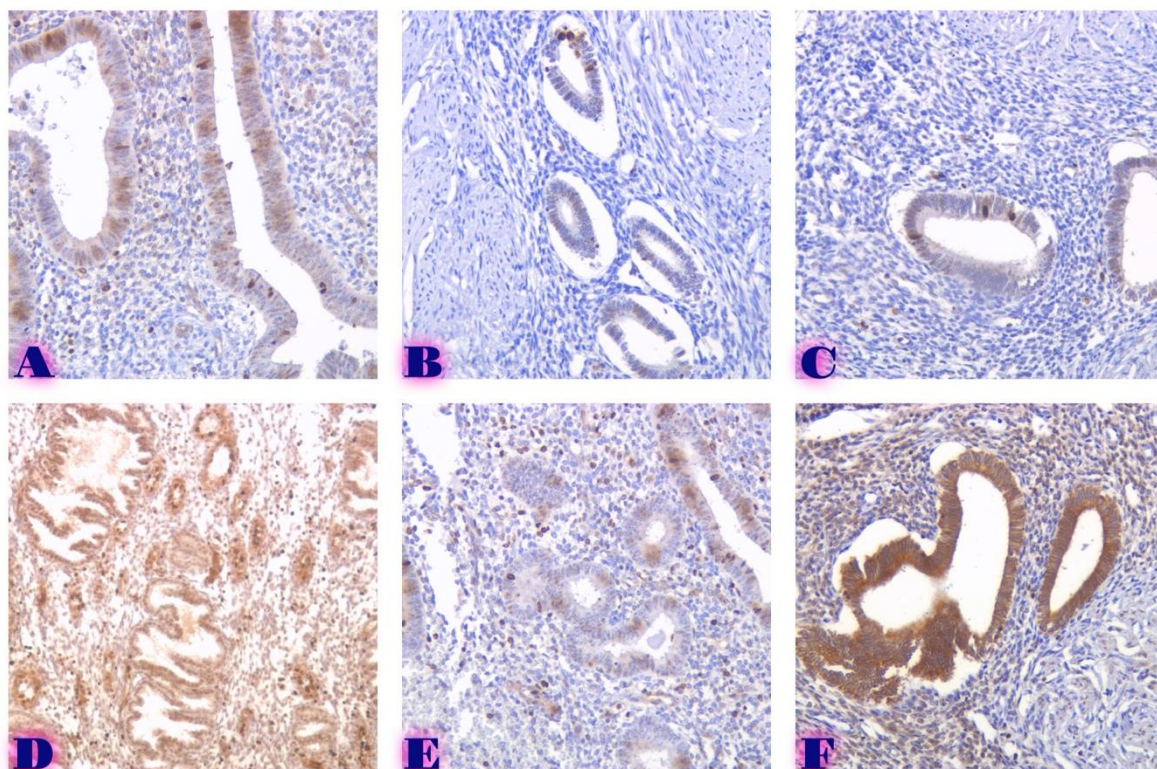
სურათი 6: A. ER-ის რეცეპტორის ექსპრესია ადენოკარცინომის შემთხვევაში 400X IHC ; B. PR-ის რეცეპტორის ექსპრესია ადენოკარცინომის შემთხვევაში 400X IHC ; C. . ER-ის რეცეპტორის ექსპრესია ენდომეტრიოზის შემთხვევაში 400X IHC ; D. . ER-ის რეცეპტორის ექსპრესია ატიპური ენდომეტრიოზის შემთხვევაში 400X IHC ; E. BCL2-ის ექსპრესია ატიპური ენდომეტრიოზის შემთხვევაში 400X IHC ; F. BCL2-ის ექსპრესია ადენოკარცინომის შემთხვევაში 400X IHC .

Ki67-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა საკვლევ ჯგუფებში ($p < 0.0001$). ეუტოპიურმა ენდომეტრიუმმა აჩვენა Ki67-ის ყველაზე დაბალი ექსპრესია (საშუალოდ: $2,65 \pm 0,49\%$, დიაპაზონი: 2-3%), ხოლო ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებმა აჩვენა ყველაზე მაღალი პროლიფერაციული ინდექსი (საშუალოდ: $21,25 \pm 3,42\%$, დიაპაზონი: 15-30%), რაც მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ყველა სხვა ჯგუფთან შედარებით ($0-0p < 0$) ანალიზი).

ატიპურმა ენდომეტრიოზმა აჩვენა მნიშვნელოვნად მაღალი Ki67-ის ინდექსი (საშუალოდ: $15,56 \pm 1,67\%$) ტიპურ ენდომეტრიოზთან შედარებით (საშუალოდ: $15,36 \pm 1,34\%$, $p = 0,04$), რაც შემდგომში მხარს უჭერს მის კლასიფიკაციას, როგორც პროლიფერაციულად აქტიურ დაზიანებად პრე-ავთვისებიანი პოტენციალით. ადენოკარცინომამ დაზიანებებმა აჩვენა დაბალი Ki67-ის ინდექსი (საშუალოდ: $7,43 \pm 1,21\%$), მნიშვნელოვნად დაბალი, ვიდრე ენდომეტრიოზული და ატიპური ენდომეტრიოზის შემთხვევები ($p = 0,002$).

BCL2-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ჯგუფებს შორის ($p < 0.0001$). ენდომეტრიოზულმა დაზიანებებმა აჩვენა BCL2-ის ყველაზე მაღალი ექსპრესია (საშუალოდ: $19,29 \pm 1,82\%$), რაც მნიშვნელოვნად აღემატებოდა ეუტოპიურ ენდომეტრიუმს (საშუალოდ: $8,24 \pm 2,46\%$, $p = 0,003$) და ადენოკარცინომას (საშუალოდ: $14,52 \pm 1,00\%$).

ატიპიურმა ენდომეტრიოზმა აჩვენა BCL2-ის მნიშვნელოვნად დაბალი ექსპრესია (**საშუალოდ: $6.11 \pm 3.33\%$) ტიპიურ ენდომეტრიოზთან შედარებით ($p = 0.004$), რაც მიუთითებს ავთვისებიან დაზიანებად ტრანსფორმაციის პროცესში შემცირებულ აპოპტოზურ წინააღმდეგობაზე. ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებმა აჩვენა BCL2-ის ყველაზე დაბალი ექსპრესია (საშუალოდ: $1.88 \pm 5.44\%$), მნიშვნელოვნად დაბალი, ვიდრე ყველა სხვა ჯგუფის ($p < 0.0001$), რაც მიუთითებს ავთვისებიანი პროგრესირების აპოპტოზურ დისრეგულაციაზე.



სურათი 7: A. Ki67-ის ექსპრესია ადენომიოზის შემთხვევაში 400X IHC; B. Ki67-ის ექსპრესია ენდომეტრიოზის შემთხვევაში 400X IHC; C. P53-ის ექსპრესია ადენომიოზის შემთხვევაში 400X IHC; D. P53-ის ექსპრესია ატიპურ ენდომეტრიოზის შემთხვევაში 400X IHC; E. Ki67-ის ექსპრესია ადენოკარცინომასთან ასოცირებული ადენომიოზის შემთხვევაში 400X IHC; F. BCL2-ის ექსპრესია ადენომიოზის შემთხვევაში 400X IHC;

P53-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა საკვლევ ჯგუფებში ($p < 0.0001$). P53 არ ფიქსირდებოდა ეუტოპიურ ენდომეტრიუმში (0%) და დაბალი მაჩვენებლი გვხვდებოდა ადენომიოზის შემთხვევებში (საშუალოდ: $1.67 \pm 4.56\%$), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ სიმსივნის სუპრესორის დაკარგვა არ გვხვდება ამ პირობებში.

ატიპიურმა ენდომეტრიოზმა აჩვენა P53 ყველაზე მაღალი ექსპრესია კეთილთვისებიან დაზიანებებს შორის (საშუალოდ: $21.11 \pm 2.20\%$), მნიშვნელოვნად მაღალი ვიდრე ტიპიური ენდომეტრიოზი (საშუალოდ: $10.71 \pm 1.82\%$, $p = 0.002$), რაც მიუთითებს ადრეულ მოლეკულურ ცვლილებებზე, რომლებიც დაკავშირებულია კანცინოგენეზთან. ეს ტენდენცია გაგრძელდა ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომის შემთხვევებში, სადაც P53 ექსპრესია გაიზარდა (საშუალოდ: $17.81 \pm 6.05\%$), რაც აჩვენებდა მნიშვნელოვან ჭარბ ექსპრესიას კეთილთვისებიან დაზიანებებთან შედარებით ($p < 0.0001$).

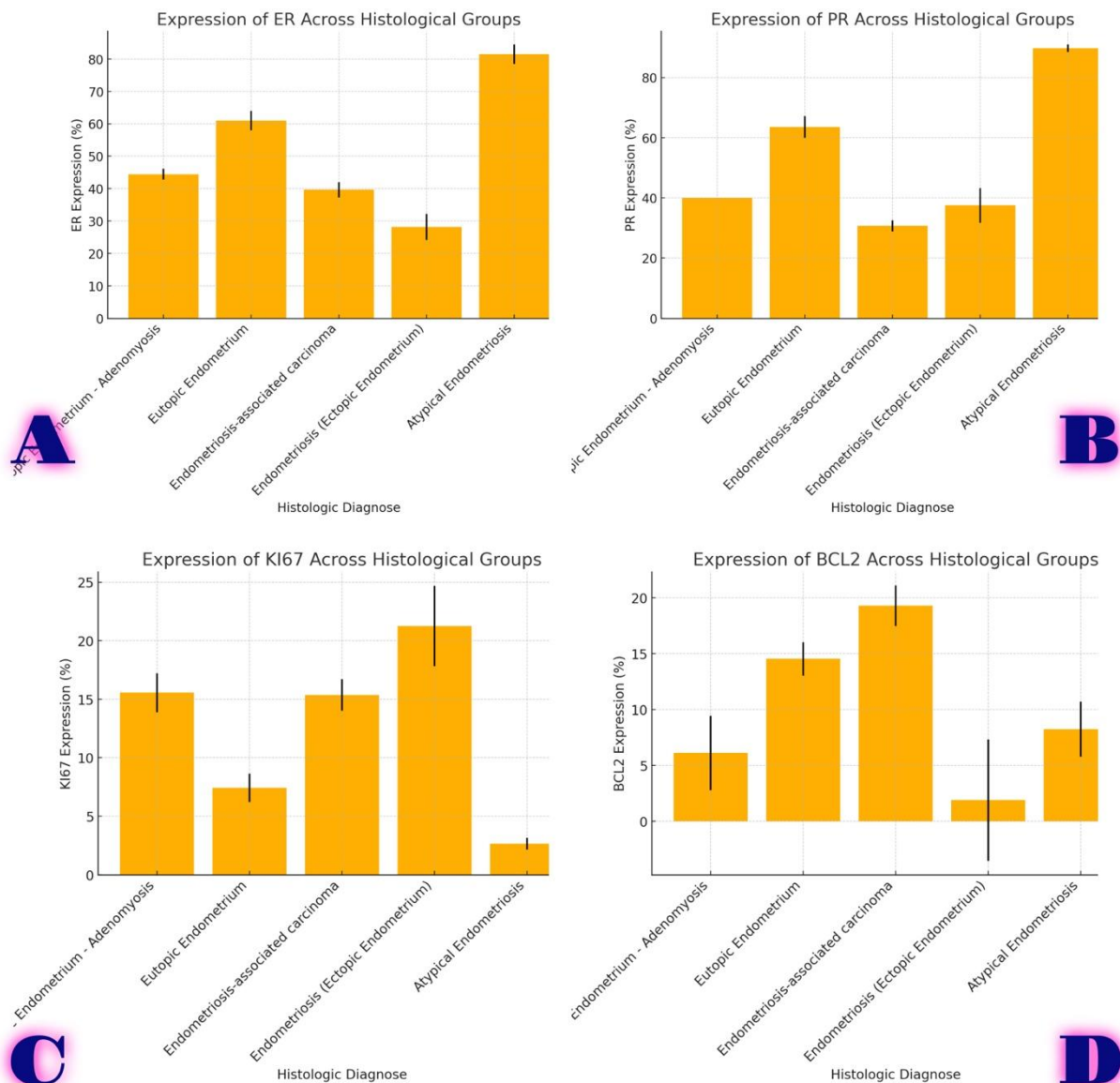
განსჯა

წინამდებარე კვლევა გთავაზობთ ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიის, პროლიფერაციის ინდექსის, აპოპტოზური რეგულაციისა და სიმსივნის სუპრესორული ცვლილებების ანალიზს ადენომიოზის, ენდომეტრიოზის, ატიპიური ენდომეტრიოზისა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებში. დასკვნები ხელს უწყობს მტკიცებულებების მზარდ ჯგუფს, რომლებიც ავლენენ გარკვეულ პირობებში ენდომეტრიუმის პათოლოგიების ავთვისებიანი ტრანსფორმაციად პროგრესირებას.

ჩვენმა კვლევამ აჩვენა ER და PR-ის ექსპრესიის პროგრესული დაკარგვა ეუტოპიური ენდომეტრიუმიდან ენდომეტრიოზამდე და ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომამდე, ატიპიური ენდომეტრიოზის შემთხვევებში მნიშვნელოვანი შემცირებით ტიპურ ენდომეტრიოზთან შედარებით ($p < 0.002$). ეს ტენდენცია ემთხვევა წინა კვლევებს, როგორცაა **Xue et al. (2020)**, რომელმაც აღნიშნა ჰორმონული რეცეპტორების დაქვეითება, როგორც ღრმა ინფილტრაციული ენდომეტრიოზისა და ატიპიური ენდომეტრიოზული დაზიანებების ძირითადი მახასიათებელი [10].

ადენომიოზის შემთხვევები აჩვენებდა ზომიერ ER და PR ექსპრესიის დონეს, მნიშვნელოვნად დაბალს ვიდრე ეუტოპიური ენდომეტრიუმი ($p < 0.0001$), მაგრამ უფრო მაღალს ვიდრე ენდომეტრიოზული დაზიანებები ($p = 0.002$). ეს მხარს უჭერს ჰიპოთეზას, რომ ადენომიოზი ინარჩუნებს ჰორმონულ რეაქციის გარკვეულ ხარისხს, მაგრამ განიცდის რეცეპტორების პროგრესირებად დაკარგვას, განსაკუთრებით ღრმა ადენომიოზურ კერებში, როგორც აღწერილია **Tibonshi et al. (2021)** კვლევაში [11].

Ki67 პროლიფერაციის ინდექსმა აჩვენა მნიშვნელოვანი ეტაპობრივი ზრდა ეუტოპიური ენდომეტრიუმიდან (საშუალოდ: 2.65%) ენდომეტრიოზამდე და (საშუალოდ: 15.36%) ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომამდე (საშუალოდ: 21.25%, $p < 0.0001$). აღსანიშნავია, რომ ატიპურმა ენდომეტრიოზმა აჩვენა მნიშვნელოვნად მაღალი Ki67-ის ინდექსი, ვიდრე ტიპური ენდომეტრიოზი ($p = 0.004$), რაც აძლიერებს მის პროლიფერაციულად აქტიურ ბუნებას და ავთვისებიანად პროგრესიის პოტენციალს.



დიაგრამა 14: A. ER-ის რეცეპტორის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; B. PR-ის რეცეპტორის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; C. Ki67-ის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; D. BCL2-ის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში.

საინტერესოა, რომ ადენომიოზის შემთხვევებმა აჩვენა შედარებით დაბალი Ki67 ინდექსი (საშუალოდ: 7.43%), მნიშვნელოვნად დაბალი ვიდრე ენდომეტრიოზული დაზიანებებში ($p = 0.002$), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ პროლიფერაციული აქტივობა ნაკლებად გამოხატულია ადენომიოზის დროს. ეს შეესაბამება **Kyo et al**-ის დასკვნებს. (2021), რომელმაც აღნიშნა, რომ ადენომიოზი ძირითადად გამოწვეულია ქრონიკული ანთებითა და ფიბროზით და არა ჯირკვლის სწრაფი პროლიფერაციით [12].

BCL2, ანტი-აპოპტოზური მარკერი, ექსპრესირებული იყო ენდომეტრიოზულ დაზიანებებში (საშუალოდ: 19.29%), რაც მნიშვნელოვნად აღემატებოდა ეუტოპიურ ენდომეტრიუმსა და ადენომიოზურ შემთხვევებს ($p = 0.003$, $p = 0.01$, შესაბამისად). თუმცა, BCL2-ის ექსპრესია

მნიშვნელოვნად შემცირდა ატიპიურ ენდომეტრიოზის შემთხვევებში ($p = 0.004$), რაც ასახავს აპოპტოზურ დისრეგულაციას პრეავთვისებიან ტრანსფორმაციაში.

BCL2-ის ექსპრესიის პროგრესირებადი დაკარგვა ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომაში (საშუალოდ: 1.88%, $p < 0.0001$) შეესაბამება **Manda et al. (2021)** დასკვნებს[13]. რომელმაც აღნიშნა, რომ ენდომეტრიოზთან ასოცირებული საკვერცხის კარცინომა ხშირად ავლენს დეფექტებს აპოპტოზურ სასიგნალო გზებზე, მათ შორის BCL2 დათრგუნვითა და TP53 მუტაციებით.

ჩვენი კვლევამ გამოავლინა P53 ექსპრესიის მნიშვნელოვანი ზრდა ატიპიურ ენდომეტრიოზის შემთხვევებში ტიპურ ენდომეტრიოზთან შედარებით ($p = 0.002$), შემდგომი ჭარბი ექსპრესიით ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომაში ($p < 0.0001$). ეს მხარს უჭერს ჰიპოთეზას, რომ P53 მუტაცია ხდება ატიპიური ენდომეტრიოზის ადრეულ ეტაპზე და ხელს უწყობს ავთვისებიანი ტრანსფორმაციას, როგორც ეს ადრე იყო აღწერილი **Koshia et al. (2022)**[14].

ეუტოპიურ ენდომეტრიუმსა და ადენომიოზში P53 ექსპრესიის არარსებობის საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ P53 დისფუნქცია არ არის კეთილთვისებიანი ენდომეტრიუმის ანომალიების მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი, მაგრამ ხდება მნიშვნელოვანი ფაქტორი ატიპიური ენდომეტრიოზის სიმსივნურ პროგრესირებაში. ეს დასკვნები ეთანხმება **Yamamoto et.al (2023)**, რომელმაც აღნიშნა, რომ P53 აბერაციები ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ ავთვისებიან სიმსივნეებში ხშირად თანაარსებობენ ARID1A და PTEN მუტაციებთან, რაც ქმნის განსხვავებულ მოლეკულურ გზას კარცინოგენეზში[15]

დასკვნა

ჩვენი კვლევა იმუნოჰისტოქიმიური ტექნოლოგიის გამოყენებით იძლევა დამატებით ინფორმაციას ჰორმონული რეცეპტორების დაქვეითების, გაზრდილი პროლიფერაციული აქტივობისა და აპოპტოზური დისრეგულაციის ცვლილებების შესახებ ადენომიოზის, ენდომეტრიოზის, ატიპიური ენდომეტრიოზისა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებული კარცინომის შემთხვევებში. ჩვენი დასკვნები მხარს უჭერს კონცეფციას, რომ ატიპიური ენდომეტრიოზი ავლენს მოლეკულურ ცვლილებებს, რაც განასხვავებს მას ტიპური ენდომეტრიოზისგან, რაც თავის მხრივ მიუთითებს ავთვისებიანი პროგრესირების უფრო მაღალ რისკზე. ადენომიოზის შემთხვევებში ეუტოპიურ და ექტოპურ ენდომეტრიუმს შორის იმუნოჰისტოქიმიურმა შედარებამ გამოავლინა მნიშვნელოვანი განსხვავებები ჰორმონული რეცეპტორების ექსპრესიაში, ექტოპიური ადენომიოზური ჯირკვლები ავლენენ დაქვეითებულ ER და PR-ის ექსპრესიას ეუტოპიურ ენდომეტრიუმთან შედარებით. ეს მიუთითებს ჰორმონული რეზისტენტობისკენ გადასვლას ექტოპიური დაზიანებების დროს, რამაც შესაძლოა ჰორმონულ თერაპიაზე რეაგირების შემცირებას შეუწყოს ხელი.

ER და PR-ის ექსპრესიის მნიშვნელოვანი შემცირება ატიპურ ენდომეტრიოზსა და ენდომეტრიოზთან ასოცირებულ კარცინომაში ასევე მიუთითებს ჰორმონული რეზისტენტობის პოტენციურ მექანიზმზე, რომელსაც შესაძლოა ჰქონდეს გავლენა

მკურნალობის სტრატეგიებზე. Ki67 და P53-ის გაზრდილი ექსპრესია ატიპურ ენდომეტრიოზში, BCL2-ის დაქვეითებასთან ერთად, ავლენს მას როგორც აპოპტოზური დისრეგულირებით მიმდინარე პროლიფერაციულად აქტიურ დაზიანებად. Ki67-ის ექსპრესია მიუხედავად იმისა, რომ ზოგადად დაბალია ადენომიოზის შემთხვევებში, ოდნავ გაიზარდა ექტოპურ ადენომიოზურ ჯირკვლებში ეუტოპიურ ენდომეტრიუმთან შედარებით, რაც მიუთითებს პროლიფერაციული აქტივობის ლოკალიზებულ ზრდაზე. ეს დაკვირვება მხარს უჭერს მოსაზრებას, რომ ადენომიოზი არ არის მხოლოდ ენდომეტრიუმის ქსოვილის პასიური ექტოპიური იმპლანტაცია, არამედ შეიძლება გამოავლინოს ზრდის დინამიკის ცვლილება მიომეტრიულ გარემოში.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი კვლევა შემოიფარგლებოდა იმუნოჰისტოქიმიური კვლევის ტექნოლოგიით, დასკვნები ხელს უწყობს ენდომეტრიოზისა და ადენომიოზის ბიოლოგიური ქცევის სიღრმისეულ გაგებას. საჭიროა შემდგომი კვლევა, მათ შორის მოლეკულური და გენომიური კვლევები, დაავადების პროგრესირებისა და ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის ძირითადი მექანიზმების უკეთ განსაზღვრისათვის. მაღალი რისკის ენდომეტრიოტული დაზიანებების ამოცნობა იმუნოჰისტოქიმიური პროფილის საშუალებით შეიძლება დაეხმაროს კლინიკისტებს რისკის სტრატეგიკაციასა და კლინიკურ მართვაში.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] Y. Cao et al., “Adenomyosis associated infertility: an update on immunological perspective,” *Reprod Biomed Online*, vol. 0, no. 0, p. 104703, Nov. 2024, doi: 10.1016/J.RBMO.2024.104703.
- [2] P. R. Koninckx, C. Meuleman, S. Demeyere, E. Lesaffre, and F. J. Cornillie, “Suggestive evidence that pelvic endometriosis is a progressive disease, whereas deeply infiltrating endometriosis is associated with pelvic pain.,” *Fertil Steril*, vol. 55, no. 4, pp. 759–765, 1991, doi: 10.1016/S0015-0282(16)54244-7.
- [3] J. Ottolina et al., “Endometriosis and Adenomyosis: Modern Concepts of Their Clinical Outcomes, Treatment, and Management,” *J Clin Med*, vol. 13, no. 14, p. 3996, Jul. 2024, doi: 10.3390/JCM13143996.
- [4] H. S. Taylor et al., “Treatment of Endometriosis-Associated Pain with Elagolix, an Oral GnRH Antagonist,” *New England Journal of Medicine*, vol. 377, no. 1, pp. 28–40, Jul. 2017, doi: 10.1056/NEJMOA1700089.
- [5] L. Barbakadze, N. Kintraia, G. Burkadze, and S. Kepuladze, “ASSESSMENT OF PROLIFERATIVE ACTIVITY OF ENDOMETRIAL STROMAL TUMORS USING AgNOR TECHNOLOGY,” *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 2, pp. 123–133, May 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.02.16.

- [6] T. Turashvili, G. Tevdorashvili, G. Burkadze, and S. Kepuladze, "Evaluation of proliferative activity of endometrial metaplasias by AgNor technology," *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 3, pp. 10–20, Jul. 2023, doi: 10.52340/2023.05.03.02.
- [7] B. Metreveli, D. Gagua, G. Burkadze, and S. Kepuladze, "Proliferative characteristics of eutopic and ectopic endometrium in adenomyosis using AgNOR technology," *Georgian Scientists*, vol. 5, no. 1, pp. 59–71, Jan. 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.01.04.
- [8] S. Vannuccini, S. Clemenza, M. Rossi, and F. Petraglia, "Hormonal treatments for endometriosis: The endocrine background," *Rev Endocr Metab Disord*, vol. 23, no. 3, pp. 333–355, Jun. 2022, doi: 10.1007/S11154-021-09666-W.
- [9] P. T. K. Saunders and A. W. Horne, "Endometriosis: Etiology, pathobiology, and therapeutic prospects," *Cell*, vol. 184, no. 11, pp. 2807–2824, May 2021, doi: 10.1016/J.CELL.2021.04.041.
- [10] E. Chantalat et al., "Estrogen Receptors and Endometriosis," *Int J Mol Sci*, vol. 21, no. 8, p. 2815, Apr. 2020, doi: 10.3390/IJMS21082815.
- [11] S. E. Bulun, S. Yildiz, M. Adli, and J. J. Wei, "Adenomyosis pathogenesis: insights from next-generation sequencing," *Hum Reprod Update*, vol. 27, no. 6, pp. 1086–1097, Nov. 2021, doi: 10.1093/HUMUPD/DMAB017.
- [12] J. Zhai, S. Vannuccini, F. Petraglia, and L. C. Giudice, "Adenomyosis: Mechanisms and Pathogenesis," *Semin Reprod Med*, vol. 38, no. 2–03, p. 129, May 2020, doi: 10.1055/S-0040-1716687.
- [13] S. C. Steinbuch, A. M. Lüß, S. Eltrop, M. Götte, and L. Kiesel, "Endometriosis-Associated Ovarian Cancer: From Molecular Pathologies to Clinical Relevance," *Int J Mol Sci*, vol. 25, no. 8, p. 4306, Apr. 2024, doi: 10.3390/IJMS25084306.
- [14] D. Maeda and I. M. Shih, "Pathogenesis and the role of ARID1A mutation in endometriosis-related ovarian neoplasms," *Adv Anat Pathol*, vol. 20, no. 1, p. 45, Jan. 2013, doi: 10.1097/PAP.0B013E31827BC24D.
- [15] T. Akahane, A. Sekizawa, Y. Purwosunu, M. Nagatsuka, and T. Okai, "The role of p53 mutation in the carcinomas arising from endometriosis," *Int J Gynecol Pathol*, vol. 26, no. 3, pp. 345–351, Jul. 2007, doi: 10.1097/PGP.0B013E31802B41A8.

Expression patterns of hormone receptors and proliferative-apoptotic markers in cases of uterine adenomyosis, endometriosis, and endometriosis-associated carcinoma: a retrospective immunohistochemical study

B. Metreveli, G.Gagua, Sh.Kepuladze, G.Burkadze

Tbilisi State Medical University

Abstract

Background: Adenomyosis and endometriosis are estrogen-dependent disorders characterized by ectopic endometrial proliferation. While traditionally considered benign, atypical endometriosis exhibits histological and molecular features associated with neoplastic transformation, particularly in the development of endometriosis-associated carcinoma. This study evaluates the immunohistochemical expression of ER, PR, Ki67, BCL2, and P53 in eutopic endometrium, adenomyosis, endometriosis, atypical endometriosis, and endometriosis-associated carcinoma to assess their role in disease progression.

Methods: A total of 77 cases were retrospectively analyzed, including 21 adenomyosis, 17 eutopic endometrium, 14 endometriosis, 9 atypical endometriosis, and 16 endometriosis-associated carcinoma cases. Immunohistochemistry (IHC) was performed using Leica Bond-III automated staining system with ER (SP1), PR (16), Ki67 (MIB-1), BCL2 (124), and P53 (DO-7) antibodies. Expression levels were quantitatively assessed, and statistical analyses were conducted to compare marker expression across groups.

Results: ER and PR expression decreased significantly from eutopic endometrium to carcinoma ($p < 0.0001$), with atypical endometriosis exhibiting lower receptor expression than typical endometriosis ($p = 0.002$); Ki67 was significantly elevated in atypical endometriosis ($p = 0.004$) and highest in carcinoma ($p < 0.0001$), suggesting increased proliferative activity during progression; BCL2 expression was significantly lower in atypical endometriosis and carcinoma ($p < 0.0001$), indicating a shift from apoptotic resistance to dysregulation; P53 overexpression was observed in atypical endometriosis ($p = 0.002$) and further increased in carcinoma ($p < 0.0001$), supporting its role in malignant transformation.

Conclusion: Progressive hormonal receptor loss, increased proliferation, and apoptotic dysregulation were observed in atypical endometriosis and carcinoma, supporting the hypothesis that atypical endometriosis represents an intermediate stage toward malignancy. Immunohistochemical profiling of ER, PR, Ki67, BCL2, and P53 may aid in risk stratification and early identification of high-risk lesions. Further studies incorporating molecular and genomic analyses are warranted to refine the understanding of endometriosis-associated malignancies.

Keywords: Adenomyosis, Endometriosis, Atypical Endometriosis, Endometriosis-Associated Carcinoma, Hormonal Receptors, Estrogen Receptor, Progesterone Receptor, Ki67, BCL2, P53, Proliferation, Apoptosis;

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია

ბექა მეტრეველი - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი; გინეკოლოგი

Beka Metreveli – PhD Student at Tbilisi State medical University

Emai: beka-metreveli@mail.ru

დავით გაგუა - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი;

Davit Gagua – Professor at Tbilisi State Medical University; Gynecologist

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ექიმი

პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი;

Shota Kepuladze –Tbilisi State Medical University, MD, Clinical Pathologist; PhD in

Oncology/Pathology;

E-mail: shota.kepuladze@gmail.com

Phone Number: +995 598297600

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი,

მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the

Department of Molecular Pathology;

E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu

Phone Number: 599578833

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

საერთაშორისო ურთიერთობები და ენერგეტიკის მდგრადი განვითარება

ელენე ფანცხავა¹, მაკა ჯიშკარიანი²

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, elenepantskava@mail.ru,

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, gudiashvilimaka@gmail.com

რეზიუმე

გაერომ განსაზღვრა ჩვენი სამყაროს ტრანსფორმირება, გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ყველა წევრმა ქვეყანამ ხელი მოაწერა 2030 წლის დღის წესრიგს და მდგრადი განვითარების მიზნებს, როგორც გადაწყვეტილებების კომპლექტს მსოფლიოს ყველაზე დიდი პრობლემების, როგორც არის კლიმატი, სიღარიბე, უთანასწორობა და ადამიანის უფლებების დასაძლევა.

გაეროს დაარსებიდან 75 წლის განმავლობაში, კაცობრიობა არასდროს ყოფილა ასეთი გამწვავების წინაშე. დღის წესრიგი 2030 არის ყველაზე ამბიციური შეთანხმება მდგრადი განვითარებისთვის, რომელიც მსოფლიო ლიდერებს ოდესმე მიუღიათ. იგი აერთიანებს მდგრადი განვითარების სამივე ასპექტს: სოციალურ, ეკონომიკურ და გარემოს.

მდგრადი განვითარების მიზნები ეს იგივეა რაც გლობალური მიზნები და წარმოდგენს უნივერსალურ მოწოდებას მოქმედებისკენ, ის შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ ძლიერი პარტნიორობითა და თანამშრომლობით. წარმატებული განვითარების დღის წესრიგი მოითხოვს ინკლუზიურ პარტნიორობას - გლობალურ, ეროვნულ და ადგილობრივ დონეზე, პრინციპებზე და ღირებულებებზე დაფუძნებულ საერთო ხედვას. მდგრადი განვითარების 17 მიზანი თავის მხრივ შეიცავს 169 სამიზნეს და 230 ინდიკატორს.

ნაშრომში საუბარია საერთაშორისო ურთიერთობების მნიშვნელობაზე და წარმოდგენილია გადაწყვეტილებების სრული კომპლექტი მსოფლიოს ყველაზე სერიოზული პრობლემების დასაძლევად და გაკეთებულია აქცენტები იმ ღონისძიებებზე, რომელიც გარდაქმნის ჩვენს სამყაროს და მოუტანს მშვიდობასა, სტაბილურობასა და კეთილდღეობას 2030 წლისთვის.

საკვანძო სიტყვები: მდგრადი განვითარება, კლიმატი, გაერო, გლობალური მიზნები, სტაბილურობა

„ახალი მდგრადი მსოფლიო წესრიგი“ გულისხმობს გლობალური პარადიგმის ცვლილებას, რომელიც ორიენტირებულია ბალანსის შექმნაზე ეკონომიკურ განვითარებაზე, გარემოს დაცვასა და სოციალურ თანასწორობას შორის. ეს კონცეფცია ითვალისწინებს საერთაშორისო თანამშრომლობას მწვავე გლობალური საკითხების გადასაჭრელად, როგორცაა კლიმატის ცვლილება, რესურსების დეფიციტი და უთანასწორობა, მდგრადი პრაქტიკისა და პოლიტიკის

ხელშეწყობის გზით. ის მიზნად ისახავს მდგრადი განვითარების მიზნების პრიორიტეტიზაციას, რაც უზრუნველყოფს გრძელვადიან ეკოლოგიურ ჯანმრთელობას, ეკონომიკურ კეთილდღეობას და სოციალურ კეთილდღეობას მიმდინარე და მომავალი თაობებისთვის.

მდგრადი განვითარება არის რესურსების გამოყენების მიდგომა, რომელიც უზრუნველყოფს მათ არსებობას დროთა განმავლობაში, რომლის მნიშვნელობა გაიზრდება ოცდამეერთე საუკუნის მრავალრიცხოვანი გამოწვევებით. ეს მიდგომა არის ორგანიზაციული პრინციპი ადამიანის განვითარებისკენ სწრაფვისა, თანაც ისე, რომ შეინარჩუნოს ჯანსაღი ბუნება, უზრუნველყოს ბუნებრივი რესურსები და ეკოსისტემა, რომელზედაც დამოკიდებულია ეკონომიკა და საზოგადოება, სტაბილური სოციალური პროგრესისა და გარემოსდაცვითი ბალანსის უზრუნველყოფის მიზნით. მსოფლიო მოსახლეობის უმრავლესობას სჯერა, რომ კაცობრიობა უნდა განვითარდეს ისე, რომ მოხდეს ბუნებრივი რესურსების მოხმარების ოპტიმიზაცია, დაბინძურების შემცირება და თითოეული ინდივიდის ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესება.

მდგრადი განვითარების მიზნები პირველად იქნა მიღებული გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მიერ 2015 წელს, მისი კონცეფცია არსებობს ათწლეულების განმავლობაში და აკმაყოფილებს დღევანდელი მსოფლიოს საჭიროებებს. მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა შესაძლებელია ხუთი სახელმძღვანელო პრინციპით, ესენია: ცხოვრება გარემოს ფარგლებში, ძლიერი, ჯანსაღი და სამართლიანი საზოგადოების არსებობა, მდგრადი ეკონომიკისა და კარგი მმართველობისა უზრუნველყოფა, როგორც სოციალური პასუხისმგებლობის ხელშეწყობა.

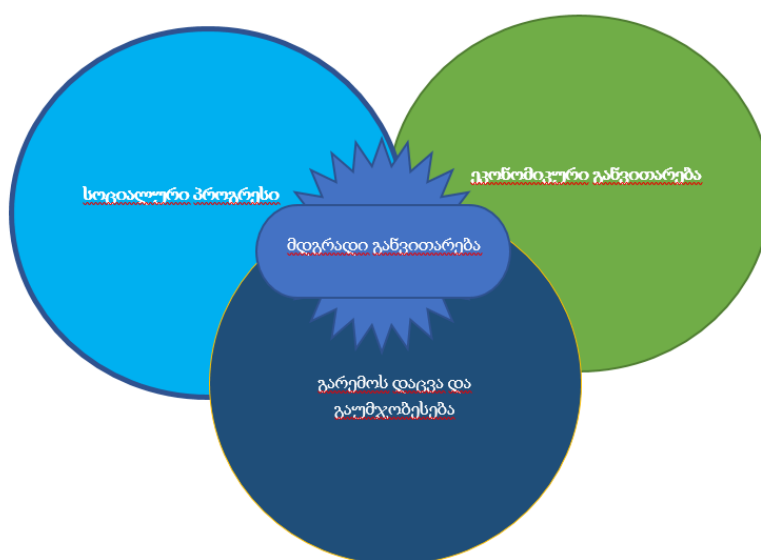
მდგრადი განვითარების ინიციატივები არის პროექტები და პროგრამები, რომლებიც შექმნილია გრძელვადიანი ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი მდგრადობის მისაღწევად. ეს ინიციატივები ფოკუსირებულია გადაწყვეტილებების შექმნაზე, რომლებიც დააბალანსებს სიღარიბის, გარემოს დეგრადაციის და სოციალური უთანასწორობის მწვავე გამოწვევების გადაჭრის საჭიროებებს. და მიზნად ისახავს აწმყოს მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებას მომავალი თაობების საკუთარი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების შესაძლებლობის კომპრომისის გარეშე.

მდგრადი განვითარების ინიციატივების ძირითადი კომპონენტებია:

- **გარემოს მდგრადობა:** ინიციატივები, რომლებიც ფოკუსირებულია გარემოს მდგრადობაზე, მიზნად ისახავს ეკოსისტემების დაცვას და აღდგენას, დაბინძურების შემცირებას და ბუნებრივი რესურსების მდგრადი გამოყენების ხელშეწყობას. ეს მოიცავს ისეთ პროექტებს, როგორიცაა ტყეების აღდგენა, განახლებადი ენერგიის განვითარება და წყლის კონსერვაცია.
- **სოციალური მდგრადობა:** სოციალური მდგრადობის ინიციატივები მუშაობს საზოგადოების ყველა წევრის ცხოვრების ხარისხის გასაუმჯობესებლად, განსაკუთრებული აქცენტით მარგინალიზებულ და დაუცველ მოსახლეობაზე. ეს ინიციატივები შეიძლება მოიცავდეს განათლების, ჯანდაცვისა და სოციალური სერვისების ხელმისაწვდომობას, ასევე გენდერული თანასწორობისა და სოციალური ინკლუზიის ხელშეწყობის მცდელობებს.

- **ეკონომიკური მდგრადობა:** ეკონომიკური მდგრადობა გულისხმობს სტაბილური და გრძელვადიანი ეკონომიკური შესაძლებლობების შექმნას, რაც უზრუნველყოფს საარსებო წყაროს რესურსების ამოწურვის გარეშე. ეს შეიძლება მოიცავდეს ინიციატივებს, როგორცაა მცირე ბიზნესის მხარდაჭერა, მდგრადი სოფლის მეურნეობის ხელშეწყობა და უნარების ტრენინგ პროგრამების განვითარება.

მდგრადი განვითარების განხორციელება არის გრძელვადიანი პროცესი, რომელიც გულისხმობს ეროვნული პოლიტიკის, ამოცანებისა და პრიორიტეტების განსაზღვრას, აგრეთვე აქტივობების განხორციელებისა და მათი ეფექტურობის შეფასების მექანიზმებს. ამ მხრივ ქვეყნებს განსხვავებული შესაძლებლობები და შედეგები აქვთ. განვითარებულ ქვეყნებს აქვთ რეალური შესაძლებლობები, მიაღწიონ უკეთეს შედეგებს, მდგრადი განვითარების განხორციელებას. ამის საპირისპიროდ, განვითარებადი ქვეყნები, განსაკუთრებით ღარიბი ქვეყნები, მრავალი წინააღმდეგობის წინაშე დგანან და ზოგადად ორიენტირებულნი არიან ეკონომიკურ განვითარებაზე.



დიაგრამა N1. მდგრადი განვითარების მარტივი ილუსტრირება;

წარმოდგენილი დიაგრამა გვიჩვენებს სოციალურ, ეკონომიკურ და გარემოსდაცვით პროგრესს, რომლებიც ასახავს სამ დახურულ წრეს, რაც გულისხმობს მათ შორის დაბალანსების და მენეჯმენტის აუცილებლობას.

საერთაშორისო ურთიერთობები მოიცავს ურთიერთქმედებებისა და დამოკიდებულებების ყოვლისმომცველ დიაპაზონს პოლიტიკურად შემოსაზღვრულ საზოგადოებებს შორის სხვადასხვა სფეროებში (პოლიტიკა, სამხედრო საქმეები, ეკონომიკა, კულტურა, დაზვერვა, ენერგეტიკა და გარემო). ამ ურთიერთობებს აყალიბებს საერთაშორისო ურთიერთობების არსებულ ჩარჩოებში არსებული ინტერესებისა და ამოცანების ურთიერთდამოკიდებულება, ასევე გლობალური კომუნიკაციის ფორმები და დინამიკა, ძალაუფლების ბალანსი მსოფლიოში, სახელმწიფოების ქცევითი ნიმუშები კონკრეტულ პერიოდში, კულტურული და ტრადიციული გავლენები და უნარი ზუსტად შეაფასოს ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ საგარეო პოლიტიკასა და სტრატეგიულ ორიენტაციაზე საერთაშორისო ურთიერთობების კონკრეტულ თანავარსკვლავედში.

დღეისათვის საერთაშორისო ურთიერთობების გავლენა მდგრადი განვითარების სტრატეგიის განხორციელების შესაძლებლობებზე არსებითია და 2022 წლის შემდეგ გამოწვევები იწვევს აღნიშნულ საკითხზე ყურადღების გამახვილების აუცილებლობას. მდგრადი განვითარების კონკრეტული მიზნების განხორციელება (განსაკუთრებით ენერგიის მოხმარებასა და კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით) სულ უფრო მეტად არის განპირობებული ცალკეულ ქვეყნების, ქვეყნების ჯგუფებისა თუ ალიანსებს შორის ურთიერთობებით.

მნიშვნელოვანია მდგრადი განვითარების შესახებ პროგნოზების გაკეთება საერთაშორისო ურთიერთობების რეალობის გაცნობის გზით, განსაკუთრებით მას შემდეგ, რაც 2022 წლისთვის საერთაშორისო ასპარეზზე მნიშვნელოვანი ცვლილებები განხორციელდა.

2022 წლის შემდეგ საერთაშორისო უსაფრთხოება განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა იქნას განხილული, როგორც საერთაშორისო ურთიერთობების განსაკუთრებული განზომილება, რომელიც უფრო მეტად განსაზღვრავს მდგრადი განვითარების პრინციპებისა და მოდელების დანერგვის ეფექტურობას მთელ მსოფლიოში.

იმისათვის, რომ უფრო ნათლად დავინახოთ 2022 წლის შემდეგ მდგრადი განვითარების განხორციელების რისკები, უცილებელია საერთაშორისო უსაფრთხოების გაგება და ინტერდისციპლინარული მიდგომის შემუშავება. საერთაშორისო უსაფრთხოება გულისხმობს ინსტიტუციურ ჩარჩოს და მარეგულირებელ მექანიზმებს, რომლებიც მართავენ გლობალურ ურთიერთქმედებას, პირველ რიგში, სახელმწიფო და არასახელმწიფო აქტორებს შორის (ჩართული ინსტიტუტების როლებით, პასუხისმგებლობებითა და ვალდებულებებით). გარდა ამისა, იგი მოიცავს მათი ქმედებების ნორმატიულ ჩარჩოს, რომელიც ასახავს მიზნებს, ზოგად პრინციპებს, ნორმებს, ქცევის წესებს და ქმედებების შეზღუდვებს, უსაფრთხოების რეჟიმების ჩათვლით. ამ სისტემის ფუნქციონირებაზე გავლენას ახდენს საერთაშორისო ურთიერთობების დინამიკა, თანამედროვე გეოპოლიტიკური კონფიგურაციები და გაბატონებული უსაფრთხოების რისკები, გამოწვევები და საფრთხეები, რომლის საბოლოო მიზანია უსაფრთხოებისა და მშვიდობის მიღწევა.

უსაფრთხოების საერთაშორისო სისტემა უნდა ჩამოყალიბდეს, როგორც გადაწყვეტილების მიღებისა და პრობლემის გადაჭრის ინსტიტუციონალიზებული მეთოდი თანმიმდევრული, ლეგიტიმური სტრატეგიებით. სისტემის არსებობას, უპირველეს ყოვლისა, განსაზღვრავს გადაწყვეტილების მიმღები ცენტრის არსებობა, რომელსაც აქვს უფლებამოსილება მიიღოს ზოგადად სავალდებულო გადაწყვეტილებები საერთაშორისო დონეზე მნიშვნელოვან საკითხებზე, რაც უდავოდ მოიცავს მდგრად განვითარებასთან დაკავშირებულ საკითხებსა და გამოწვევებს. თუმცა, საერთაშორისო ურთიერთობებში დღის წესრიგის დაწესების შესაძლებლობა საერთაშორისო უსაფრთხოების საკითხებში, უპირველეს ყოვლისა, განისაზღვრება საერთაშორისო ურთიერთობების ფაქტობრივი ბუნებით და, კერძოდ, ძალაუფლების ხარისხით (გეოპოლიტიკური მიზნების ხელშეწყობის შესაძლებლობა მოცემულ დროს ხელმისაწვდომი რესურსებით.) სისტემის ძირითადი საერთაშორისო აქტორების(განსაკუთრებით გაეროს ორგანოები), ნაკლებად ძლიერი სახელმწიფოებისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების რეაგირებასთან ერთად, აუცილებელია საერთაშორისო გარემოში მომხდარ ცვლილებებზე საპასუხოდ, ცალკეული ქვეყნების პოზიციონირება კონკრეტულ საერთაშორისო საკითხებზე, კერძოდ მდგრადი განვითარების მომავალზე.

შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე სახელმწიფოების პოზიციონირება, როგორცაა ბალკანეთის სახელმწიფოები, დამოკიდებულია მომავალი ტენდენციების შეფასებაზე და გავლენებზე, რომლებსაც ახდენენ მნიშვნელოვანი გეოპოლიტიკური აქტორები, რომლებიც ჩართულნი არიან ახალი გლობალური ურთიერთობების დამყარებაში.

უკრაინის კონფლიქტი გადამწყვეტ ფაქტორს წარმოადგენს საერთაშორისო უსაფრთხოებისთვის, კვლევარები აკეთებენ პროგნოზებს საერთაშორისო პოლიტიკაში ურთიერთობებისა და პროცესების განვითარების შესახებ, ხაზს უსვამენ მის მზარდ პოლარიზაციას, კერძოდ, სამხედრო თანამშრომლობას რუსეთის ფედერაციასა და ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკას შორის, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საერთაშორისო ურთიერთობებზე, ომის გახანგრძლივების შემდგომი ღია შესაძლებლობით, რითაც გლობალურ დონეზე დამაბულობის გახანგრძლივება და, საბოლოოდ, ბირთვული კონფლიქტის წარმოშობა შესაძლებელია.

მდგრადი განვითარების მომავალზე დიდ გავლენას ახდენს გეოპოლიტიკა, რაც მოითხოვს მრავალი სამეცნიერო დისციპლინის პერსპექტივების ინტეგრირებას. გეოპოლიტიკა იკვლევს პოლიტიკურ ფენომენებს და პროცესებს სივრცის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და სოციალურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებთან და გეოპოლიტიკური პერსპექტივა მოიცავს მიზნებსა და ინტერესებს, რომლებიც არა მხოლოდ ტერიტორიული, არამედ ეკონომიკური და ფინანსური, იდეოლოგიური, სამხედრო და უსაფრთხოების, ასევე რელიგიური და ცივილიზაციურია. გეოპოლიტიკური პერსპექტივა ხაზს უსვამს სოციალურ-გეოგრაფიული ფაქტორების მზარდ მნიშვნელობას.

უკრაინაში კონფლიქტის ხანგრძლივობა აჩვენებს ცვლილებებს დიდი სახელმწიფოების პოლიტიკასა და საერთაშორისო წესრიგში, საერთაშორისო გარემოს შექმნით, რომელშიც მცირე და ნაკლებად გავლენიან სახელმწიფოებს შეუძლიათ აირჩიონ ან დაიკავონ ნეიტრალური პოზიცია უკრაინის კონფლიქტთან დაკავშირებით. უკრაინაში კონფლიქტი იწვევს უსაფრთხოების ახალი არქიტექტურის ჩამოყალიბებას და ღია ბრძოლას ბუნებრივი რესურსებისთვის, რომლის შედეგებიც მომდევნო ათწლეულებში გამოჩნდება რომელიც აისახება მდგრად განვითარებაზე.

საერთაშორისო ურთიერთობებში მდგრადი განვითარების მიზნები ემთხვევა სახელმწიფოების მოლოდინს, რომ იბრძოლონ სამართლიანი, თანაბარი და ინკლუზიური საზოგადოებისთვის და ერთობლივი მუშაობისთვის გლობალური მდგრადი და ინკლუზიური ეკონომიკური ზრდის, სოციალური განვითარებისა და გარემოს დაცვის ხელშეწყობისთვის.

მდგრადი განვითარების მნიშვნელოვანი ფუნდამენტური კონცეპტუალური შინაარსი შეიძლება გამომდინარეობდეს ორი დეკლარაციის სტრუქტურული ასპექტებიდან, რომლებიც აცხადებენ საყოველთაოდ მიღებულ მიზნებს. პირველი არის ათასწლეულის დეკლარაციაში მიღებული გადაწყვეტილება, „განვითარდეს პარტნიორობა კერძო სექტორთან და სამოქალაქო საზოგადოების ორგანიზაციებთან განვითარებისა და სიღარიბის აღმოფხვრის მიზნით“. მეორე არის განცხადება მდგრადი განვითარების ამჟამინდელ დღის წესრიგში, რომ „არსებობს სხვადასხვა მიდგომები, ხედვები, მოდელები და ინსტრუმენტები, რომლებიც ხელმისაწვდომია თითოეული ქვეყნისთვის, მისი ეროვნული გარემოებებისა და პრიორიტეტების შესაბამისად, მდგრადი განვითარების მისაღწევად“. მართლაც ეს არის

საერთო გამოხატულება რიგ ქვეყნებსა და რეგიონებში, ახალი დღის წესრიგის სრულ განხორციელებისთვის. რა თქმა უნდა ამ მიზნის მიღწევა შესაძლებელია, მხოლოდ და მხოლოდ გაძლიერებული გლობალური პარტნიორობისა და განხორციელების შედეგებით ამბიციური საშუალებებით. აღორძინებული გლობალური პარტნიორობა ხელს შეუწყობს ინტენსიურ გლობალურ ჩართულობას ყველა მიზნისა და მიზნის განხორციელების მხარდასაჭერად, რომელიც აერთიანებს მთავრობებს, სამოქალაქო საზოგადოებას, კერძო სექტორს, გაეროს სისტემას და სხვა აქტორებს, რათა მოახდინოს ყველა არსებული რესურსის მობილიზება.

მდგრადი განვითარების 17 მიზანი არის გეგმა უკეთესი და უფრო მდგრადი მომავლის მისაღწევად ყველასთვის, რომელიც მოიცავს ჩვენს წინაშე არსებულ გლობალურ გამოწვევებს, მათ შორის სიღარიბეს, უთანასწორობას, კლიმატის ცვლილებას, გარემოს დეგრადაციას, მშვიდობასა და სამართლიანობას. ყველა მიზანი მნიშვნელოვანია და აუცილებლად უნდა იქნეს მიღწეული 2030 წლისთვის. ეს გეგმა ასახავს ახალი უნივერსალური დღის წესრიგის მასშტაბებსა და ამბიციას. რომელიც ცდილობს დაეყრდნოს ათასწლეულის განვითარების მიზნებს, გააცნობიერონ ყველა ადამიანის უფლებები და მიაღწიონ გენდერულ თანასწორობას, ისინი ინტეგრირებული და განუყოფელია და აბალანსებენ მდგრადი განვითარების სამ განზომილებას, როგორც არის: ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი.

უნდა აღინიშნოს, რომ მდგრადი განვითარების მიზნების შესრულების უზრუნველყოფა უნდა იყოს სახელმწიფოების პასუხისმგებლობა, რომლებიც არ აპროტესტებენ საერთაშორისო საზოგადოების გავლენის ლეგიტიმურობას.

მდგრადი განვითარების კონცეფციის ფარგლების გაფართოებამ გამოიწვია ინტეგრირებული პოლიტიკური, ეკონომიკური, ტექნოლოგიური, სოციალური და კულტურული განვითარების პრაქტიკული გავლენა, რომელიც შეესაბამება გარემოს დაცვისა და გაუმჯობესების მოთხოვნებს, რაც მოითხოვს სტრუქტურულ ცვლილებას უშუალო მოკლევადიანი ინტერესების საწინააღმდეგოდ. მდგრადი განვითარების პოლიტიკის განხორციელებამ გამოიწვია რესურსების მობილიზება გლობალური მასშტაბის რთული გამოწვევების დასაძლევად. კონკრეტული მიზნების გამოსაცხადებლად, როგორიცაა სიღარიბისა და დაავადების აღმოფხვრა ან CO₂-ის გამოყოფის შემცირება, ეროვნული მთავრობები თანამშრომლობენ ერთმანეთთან, კერძო სექტორთან და საერთაშორისო აქტორების დიდ ნაწილთან. ასევე აჩვენა პოტენციალი შეკრიბოს და გარკვეულწილად, გააერთიანოს ქვეყნები მთელს მსოფლიოში მრავალ გავლენიან დაინტერესებულ მხარეებთან და ინდივიდებთან ერთად, რათა განახორციელოს ცვლილებები გლობალურ დონეზე.

ექსპერტთა მოსაზრებით მოსალოდნელია ზედაპირის ტემპერატურის ზრდა, რაც გამოიწვევს დედამიწაზე მუდმივი ყინვისა და სანაპირო ზოლის მოსალოდნელ დეგრადაციას. მოსალოდნელია, რომ ეს გამოვლინდება ტყის ხანძრების გაძლიერებულ მოვლენებში, მოსავლიანობის შემცირებით ქვედა განედებში, საკვების სტაბილურობით, წყლის დეფიციტით და ხელმისაწვდომობით (ძირითადად მშრალ მიწებში) და მცენარეულობის დაკარგვაში. გარდა ამისა, არსებობს საკვებისა და კვებისათვის შეზღუდული ხელმისაწვდომობის, აგრეთვე ნიადაგის ეროზიის გაზრდის პოტენციალი. ზოგიერთ პროცესს შეიძლება ჰქონდეს შეუქცევადი შედეგები დათბობის დაბალ დონეზე სხვა პროცესებთან შედარებით. რისკების ასეთი პროგნოზების შესაბამისად, შესაძლო ცვლილებებმა შეიძლება

საფრთხე შეუქმნას კვების სისტემებს, ადამიანისა და ეკოსისტემის ჯანმრთელობას, საარსებო წყაროს, ინფრასტრუქტურის სიცოცხლისუნარიანობას და მიწის ღირებულებას.

დღეს, საერთაშორისო თანამეგობრობის ქვეყნების უმრავლესობა ერთობლივად ახორციელებს დამატებით პოლიტიკას კლიმატის ცვლილებისა და განვითარების, ზრდისა და მდგრადობის მიღწევისთვის 2030 წლის დღის წესრიგის განხორციელების გზით. ამასთან დაკავშირებით, შეიძლება აღინიშნოს, რომ მდგრადი განვითარების კონცეფციის შინაარსი კონსოლიდირებულია გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ფარგლებში სხვადასხვა მრავალმხრივი ინიციატივების მეშვეობით.

დასკვნა

საერთაშორისო ურთიერთობებში მდგრადი განვითარების ამოსავალი წერტილი არის მულტილატერალიზმი და ტრანსნაციონალური თანამშრომლობა სხვადასხვა აქტორებს შორის. გარდა ამისა, პარტნიორობისა და თანამშრომლობის ინსტიტუციონალიზაცია მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად ხელს უწყობს საერთაშორისო საზოგადოების კოორდინირებულ მენეჯმენტს საჯარო და კერძო პოლიტიკისა და საერთაშორისო სამართლებრივი და პოლიტიკური ნორმების განხორციელებაზე დაფუძნებული ქსელური სისტემის საშუალებით. საერთაშორისო ურთიერთობების მრავალი მკვლევარი ეხება მდგრადი განვითარების დოქტრინალური ჩარჩოს კონფიგურაციის პრობლემას, რაც ხელს უწყობს ნარატიულ პლატფორმას მდგრადობისკენ პროგრესის შესახებ და შემდგომ გავლენას ახდენს უფრო პროაქტიულ და სავალდებულო ზომებზე მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად.

მდგრადი განვითარების ინიციატივები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია საზოგადოების ზრდისა და განვითარების ხელშეწყობისთვის. გარემოს დაცვის, სოციალური თანასწორობის და ეკონომიკური სიცოცხლისუნარიანობის დაბალანსებით, ეს ინიციატივები ქმნის გრძელვადიან გადაწყვეტილებებს, რომლებიც სარგებელს მოუტანს როგორც ამჟამინდელ, ისე მომავალ თაობებს 2030 წლისთვის. საჭიროა უფრო ძლიერი ზომები და ყოვლისმომცველი, მონაცემებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებები გლობალური ეკონომიკის აღორძინებისა და განვითარებისათვის. გლობალურმა საზოგადოებამ უნდა გააძლიეროს თანამშრომლობა და ერთობლივი ძალისხმევა მდგრადი მომავლის მხარდასაჭერად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ფანცხავა ე., ჯიშკარიანი მ., & ჩოგოვაძე ბ. (2024). ბიოსაწვავის წარმოების აქტუალური სტრატეგიები, თერმული გამოყენების მიღწევები და შესაძლებლობები. ქართველი მეცნიერები, 6(3), 27–35. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.03.04>
2. Elene Pantskhava, M.Jishkariani, Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, Vienna, Austria, 13-15 May 2024. ISBN 978-3-954754-01-4, pp 143-150.
3. ფანცხავა ე., & ჯიშკარიანი მ. (2024). მწვანე წყალბადი - მდგრადი ენერგიის მომავლის გასაღები: (სოციალურ-ეკონომიკური სარგებელი). ქართველი მეცნიერები, 6(2), 345–354. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.02.36>

4. Pantskhava E, Jishkariani M, „Renewable energies – the guarantor of the Georgian energy system sustainability”, Proceedings of international scientific and practical conference, June 13-15, Tokyo, Japan, 2024. pp.161-167.
5. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ფანცხავა ე., „შავი ზღვის წყალქვეშა კაბელი - გზა საქართველოს ეკონომიკური გაჯანსაღებისკენ“. მე-7 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კულტურათაშორისი დიალოგები“, თელავი, საქართველო, 27-29 ოქტომბერი, 2023 წ.
6. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ფანცხავა, ე (2023, 2 – 4 აპრილი), „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე - ენერგეტიკის სექტორი“. საერთაშორისო მულტიდისციპლინარული სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე“. კვიპროსი(ლარნაკა). 59-66.
7. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. „ საქართველოს განახლებადი რესურსებით იმპორტჩანაცვლების შესაძლებლობები და ამ მიმართულებით არსებული გამოწვევები“,საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელის ტრანსფორმაცია» , უაკ (UDC) 338.22+62 ბ-666, N3-4 2023 წელი.
8. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. „რუსეთ - უკრაინის ომით განპირობებული ახალი გეოპოლიტიკური გარემოებები ევროკავშირისა და საქართველოსთვის“, V საერთაშორისო კონფერენცია „თანამედროვე განვითარების ეკონომიკური სამართლებრივი და სოციალური პრობლემები“, ქუთაისი, 2022წ.
9. M. Jishkariani, N. Dvalishvili, L. Kurakhchishvili. “Evaluation of Calorific of Municipal Solid Waste (MSW).” In: Ghosh S. (eds) Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. Springer, Singapore. 2020, pp.263-265. doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_23.
10. M. Jishkariani. “Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport.” Georgian Technical University Proceedings #3(521). 2021, pp.59-68. doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68.
11. M. Jishkariani, S.K.Ghosh, K. Didbaridze. “Energy and Economic Indicators Influencing Circular Economy in Georgia.” In: Ghosh, S.K., Ghosh, S.K. (eds) Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective. Springer, Singapore. 2021, pp. 331-358. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0913-8_11.
12. M. Jishkariani. “Electricity Tariffs in Georgia.” Warsaw, Poland: World Science 9(49), Vol.1. 2019, pp. 20-22. doi:10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697.
13. Z. Hasan, H.R. Mohammad, & M. Jishkariani. “Machine Learning and Data Mining Methods for Cyber Security: A Survey”, Mesopotamian Journal of CyberSecurity, vol. 2022, pp. 47–56, Nov. 2022. https://doi.org/10.58496/MJCS/2022/006.
14. M.Pitskhelauri, & M. Jishkariani, M. “Energy Management Systems (Enms) Reforms of Georgia.” Journal of Energy Engineering and Thermodynamics (JEET) #3(01), 2023, pp. 38–45. doi.org/10.55529/jeet.31.38.45.
15. <https://aibe.uq.edu.au/article/2023/03/economics-of-green-hydrogen-in-australia-part-1>

International relations and sustainable energy development

Elene Pantskhava¹, Maka Jishkariani²

¹Associate Professor, Georgian Technical University, elenepantskava@mail.ru; ²Professor at Georgian Technical University, gudiashvilimaka@gmail.com

Abstract

The United Nations has set out to transform our world, all member states of the United Nations have signed the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals as a set of solutions to tackle the world's biggest problems, such as climate, poverty, inequality and human rights.

In the 75 years since the founding of the United Nations, humanity has never faced such a challenge. Agenda 2030 is the most ambitious agreement for sustainable development that world leaders have ever adopted. It combines all three aspects of sustainable development: social, economic and environmental.

Sustainable Development Goals These are the same as the Global Goals and are a universal call to action that can only be achieved through strong partnerships and collaboration. A successful development agenda requires inclusive partnerships – at the global, national and local levels, with a shared vision based on principles and values. The 17 goals of sustainable development contain 169 targets and 230 indicators.

The paper discusses the importance of international relations and presents a complete set of solutions to overcome the world's most serious problems and focuses on actions that will transform our world and bring peace, stability and prosperity by 2030.

Keywords: sustainable development, climate, United Nations, global goals, stability

THE INITIAL STAGES OF THE HISTORY OF GEORGIAN RADIO

Natia Nakhutsrishvili¹, Sandro Bakhtadze², Irakli Javakhishvili³, Rafiel Tkhinvaleli³

¹Tbilisi State University

²Geoaeronavigation Company

³Georgian Technical University

Abstract

The article presents data on the history of Georgian radio broadcasting from its establishment until 1925. The contribution of Georgian scientists, inventors and public figures to this national cause is discussed.

Keywords: Georgian radio broadcasting, initial stages.

Introduction

This year marks a century, were that laid the foundation for regular radio broadcasting in Georgia. Georgian Radio used to be a state broadcaster, and now it has the status of a public broadcaster. The activities of the Radio of Georgia, its entire cultural activities - the promotion of Georgian writing and art, Georgian culture and science, undoubtedly contributed to the awakening of national consciousness and the establishment of national values.

This article discusses the first stages of the formation and development of Georgian radio telegraphy and radio broadcasting. The achievements of scientists-inventors, practically unknown to the general public, in this national issue are also discussed.

Results

In the second half of the 19th century, technical progress in the world contributed to the emergence and development of electronic communication. This process has a very peculiar and interesting history in our country. Already in 1859, on the initiative of Grigol Orbeliani, the famous Georgian poet and acting governor of the Caucasus at that time, an agreement was signed, which provided for the establishment of a telegraph connection between Tbilisi and Poti. For this purpose, a famous German

scientist and inventor, a member of the Berlin Academy of Sciences, the younger brother of Wehrlein von Siemens, the head of the firm "Siemens and Halske", engineer Walter Siemens was invited to Georgia. Under his leadership, in 1860, the first wired telegraph line between Poti and Tbilisi was installed. According to the agreement, Walter Siemens continued to work, and on January 12, 1863, the first telegrams were exchanged between Tbilisi and Stavropol. The construction of the Tbilisi-Yerevan-Julfa telegraph line was completed in 1864, Tbilisi-Tehran in 1865, and Tbilisi-Baku in 1868. In 1870, the world's longest telegraph line, 11,000 kilometers, was built between England and India. He also traveled through Georgia (in the direction of Sochi-Sukhumi-Zugdidi-Shorapani-Tbilisi-Dilijan-Yerevan-Nakhchevani-Tavriz). It was called the Indo-European Telegraph and during its operation (until 1931) Tbilisi was one of the recognized centers of international transit telegrams in Europe and Asia.

The development of radio telegraph (wireless telegraph) in Georgia belongs to a later period. At the end of the 19th century, first in Italy (in 1894), and then in England (in 1896), the Italian engineer Guglielmo Marconi was able to implement a radio-telegraph connection for the first time. In 1897, he received a patent for the use of electromagnetic waves for wireless communication and formed a powerful shareholder community to mass-produce the device.

The work of the Georgian inventor Grigol (Gigo) Nakhutsrishvili is also an important page in the history of Georgian radio broadcasting (Nakhutsrishvili in press).

In 1900-1905, he studied at the Faculty of Natural Sciences of the University of Derpt (Yuriev, now Tartu) and worked enthusiastically on the creation of a model of a new type of device - a wireless data transmission device. In 1902-1904, Grigol Nakhutsrishvili, independently of Popov, Marconi and others, created the original typewriter with electrical connections - a design that allowed automatic reception and transmission of radio communications. Unfortunately, little information is available on the inventor. The Georgian society learned about him only on March 5, 1906, from the letter published in the appendix of the "Notice Sheet", which was dedicated to the anniversary of his death. In addition to the biography, a photo portrait of Nakhutsrishvili and a photo of his device were also printed with the inscription: "Wireless telegraph device invented by Grigol Nakhutsrishvili. In the footnote it says: "The device is sent to the editorial office" its description, unfortunately, has been lost.

G. Nakhutsrishvili could not obtain a patent due to lack of funds. At the age of 29, he fell seriously ill, in 1905 he died far from his homeland in Tartu and was buried there, while part of the device he invented - a keyboard and a cylinder - is currently kept in the historical-ethnographic museum of Telavi named after D. Chubinashvili.

The first serious step towards the formation of the radio industry in Georgia was taken in 1910, when a radio station was built in Navtlughi (a district of Tbilisi), which belonged to the military and was mainly used for communication with field radio stations. It was the only low-power spark-transmitting radio station installed by the Russians in Tbilisi, through which radio communication was made with Baku, Kars, Saratov and Astrakhan. In 1917, a 10-kilowatt coastal radio station was built in Batumi, and

a year later - a 5-kilowatt station in Poti. At that time, there were still no civilian radio stations in Georgia.

After the end of the First World War, the increased need for information further accelerated the development of radio technology. In Russia on July 21, 1918, the Sakhokomsoviet issued a resolution on "Radio-technical activities of the Russian Republic". In fact, a state monopoly was declared on radio broadcasting stations in Russia. At that time, Georgia was no longer part of Russia, and the new republic on the road to independence had to take care of finding its place in the international communication network.

But due to the difficult political and economic conditions created in Georgia in 1918-1921, this process was delayed. Only a few low power radio stations were installed and that too by foreign countries. They also took care to create communication links. In 1918, the German military service organized a 15 kilowatt receiving-transmitting spark radio station in the building of the old radio station in Navtlughi, Tbilisi, and erected a steel mast with an umbrella-type antenna. And in 1919, on Saburtalo in Tbilisi, the Italian military mission organized a 5 kilowatt arc radio station for communication with Rome.

As soon as the British army entered Georgia, both the Germans and the Italians left the territory of Georgia, and the radio equipment they installed remained here. It is clear that the radio stations created by foreigners in our country in 1918-1921 served their political goals and did not take into account the interests of the newly created republic. Thus, the creation of the necessary material and technical base for the national radio broadcasting for Georgia had to be implemented with the efforts and finances of the government. This issue was greatly facilitated by the printed word of the time, which focused on the unprecedented possibilities and prospects of the radio and considered it as one of the levers of the economic and political progress of the independent state. From this point of view, interesting material is provided in Nazarishvili's book "Wireless Telegraph or Radio Telephone" published in Kutaisi in 1919, accompanied by "Russian-German-Georgian short dictionary of electrical terms". This work is imbued with deep patriotism, which has a desire to firmly establish Georgia in the European space and declares the creation of a national radio broadcasting as one of the necessary conditions for this.

Interesting material about the state of communication means of the First Republic of Georgia is also collected in periodicals of that time. For example, the letter published in the magazine "Trade and Industry of Georgia" dated June 1, 1920 - "Establishment of a powerful radiotelegraph station in Georgia" informs us that in 1919-1920 the electrical engineering department of the technical committee was established. Conducted negotiations with the world's leading countries to improve existing radio stations. In 1920, the management of the French firm "Société Générale de Radio-télégraphe" offered the Georgian side a new type of powerful radio station, a similar device has been successfully operating in France since 1917 and provided communication with a radius of at least 6000 kilometers during the day, and twice as much at night. As the anonymous author of the letter claims, the new radio station made it possible to establish direct daytime communication with European and Asian centers (Paris, Berlin, London, Stockholm, Delhi, Bombay, etc.), which greatly facilitated

diplomatic and commercial relations. But, as it is clear from the letter, the leadership of the electrotechnical department of the Technical Committee of Georgia was careful with the proposal of the French side and decided to sign the contract only after the corresponding message regarding the radio station was sent from abroad and a competition was organized between different firms. One of the serious reasons for the reluctance was probably the rather substantial cost of the radio station - 12 million manats in bonds, which would be difficult for the newly formed republic to pay, and the project was no longer implemented. Instead, a simple solution was found, the reconstruction of the already existing radio station in Tbilisi was carried out, and a receiving-transmitting radio station was established on its base in Didube in the summer of 1920 to receive press materials from Russia and other European countries. He then they moved to Chitadze Street. The origin of radio broadcasting in Georgia is connected with this radio station.

At the beginning of 1921, after the annexation of Georgia by Soviet Russia, the existing radio equipment came under the control of the Soviet authorities. Georgia found itself in the communication space of the newly formed socialist state. From that time until the 1980s, the formation and development of radio broadcasting in Georgia was directly determined by the Soviet Union through its political and ideological processes. This is quite logical, considering that for 70 years Georgia was an integral part of the Soviet state politically, ideologically and economically, and did not have the means of independent development in any sphere of spiritual or material life.

The new government immediately began large-scale activities to establish the radio industry, and already at the end of 1921, young radio specialists, later the famous radio engineer Khmiadashvili, the radio station in Tbilisi was renovated, which allowed to establish a permanent radio connection with Moscow. Radio stations in Batumi and Poti were also repaired. Since 1923, under the direct leadership of the Transcaucasian People's Commissariat of Postal and Telegraphic Communications, the pace of radio construction has been accelerated, the radio network of Georgia has been expanded, the material and technical base has been formed, and mass interest in this innovation has been established.

On February 13, 1924, a "loud-talking radio broadcast" was carried out in Tbilisi - the first attempt: a transmission of Bizet's opera "Carmen" was organized from the Tbilisi Opera and Ballet Theater to the Tbilisi Electromechanical Factory Club. Direct participant and organizer of this program Khmiadashvili wrote: "The hall of the Workers' Club is full of people, there are two large gray gramophone-like conical mouthpieces on the platform. Wires are drawn from here to the other side. There is a control phone and other equipment on the stage. "Electroacoustics began to be used for the purposes of cultural and political education of the masses." This fact significantly increased interest in radio in Georgia.

On April 7, 1924, the "Transcaucasian Radio Society" was founded in Tbilisi, the purpose of which was to popularize the scientific and educational activities of radio.

All this contributed to the formation of the amateur radio movement. On April 7, 1924, the "Transcaucasian Radio Society" was founded in Tbilisi, the purpose of which was to popularize radio, scientific and educational activities in this field and support radio construction.

In 1920, the first radiotelephone station was built in Russia. This meant that it was possible to transmit the human voice and music - all the facilities that radio broadcasting has today. In June 1921, loudspeakers were installed on Moscow squares, after which newspapers were read on the air. A year later, the Moscow Central Radiotelephone named after the Comintern began to bring people to the microphone, give reports and lectures.

Thus, by 1924, regular radio broadcasting already existed in the major powers of the world, including the Soviet Union, whose broadcasts were also attempted to be caught by radio amateurs using homemade vacuum tube receivers. Khmiadashvili recalls: "I remember the autumn night of 1924 and the homemade vacuum tube receiver from Moscow. I heard the radiotelephone transmission." It was a big sensation at the time. Many did not believe, doubted and closely followed the world air. Soon, radio equipment produced by the state industry and industrial cooperatives also appeared in Georgia.

The year 1924 played an important role in the development of radio. On July 28, the Soviet government adopted a decree "On private receiving radio stations", according to which citizens of the USSR, as well as private organizations and individual groups, were allowed to organize receiving radio stations. The "Freedom of Air Act", as it was called, significantly increased the number of radio amateurs. They were also greatly helped by Fleischer's textbook "Wireless Telegraph", which was intended for students of the Transcaucasian Telecommunications Electrotechnical School. In the same year, the publication of the union magazine "Radio" began, which was distributed in Georgia as well.

Since 1925, more and more material appears on the pages of the press. The article "Wonderful Prospects" was published. On March 22, 1925, the "Communist" newspaper enthusiastically wrote: "A completely new era has come, imagine our mountaineers, Tush-Pshav-Khevsurs, Svans and others who have the opportunity to follow life; To receive daily news about what is happening in the country, to listen to concerts in their huts, etc. It is clear how the radiotelephone will help education... Radio already opens up dream prospects. Tests have started and it is expected that in the near future we will be able to talk to people thousands of kilometers away."

On March 31, 1925, the magazine "Science and Technology" called on the population: "It is time to wake up, we must interest the masses in radio construction, such a movement has already started in Russia, and we are starting now." In this regard, serious work was carried out by the Union joint-stock company "Radio Transmission", whose activities were spread over the entire territory of the Soviet Union and were aimed at accelerating reception and transmission, mass organization of the construction of radio stations. Amateur radio clubs were created in 1924 and were originally called "Radio for All". Its founders were the "Factories" Trust, the Russian Telegraph Agency and the Post-Telegraph People's Commissariat.

In the spring of 1925, Transcaucasian Society of Radio Amateurs was founded, the board of which was located in Tbilisi, in the People's Commissariat of Posts and Telegraphs, near the Radio Department. This society included party activists and radio specialists: Miasnikov - chairman of the society, Atharbegov - deputy chairman, Sturua - deputy chairman of the bureau of the initiative group, as well as radio engineers Khmiadashvili, Fleisher and others. The society was instructed to create broadcasting

radio stations in Tbilisi, Baku and Yerevan as soon as possible. The first radio station was to be established in Tbilisi. "Our first step in this field will be the creation of the first long-distance radio station in Tbilisi. Next week we will transmit the words spoken by the communists from Tbilisi to all directions in the world, we will spread the first elementary knowledge, Soviet thoughts, and then new stations will be created in Baku, Yerevan, Batumi and Poti", - wrote the newspaper "Communist" on 13th of 1925 in February.

In March 1925, the Presidium of the Central Council of the Union of Trade Unions considered it expedient to create amateur radio stations in workers' clubs. Creation of such clubs began with enthusiasm in Tbilisi and throughout the republic. Among them were: Orjonikidze Railway Workers' Club radio club, radio clubs of the State University, Polytechnic Institute, First Industrial and Economic Technical College. The newspaper "Communist", which greatly contributed to the expansion of the amateur radio movement in Georgia, reported on April 4, 1925 that the amateur radio society had decided to open a radio cooperative that would provide radio receivers, radio literature at discounted prices, etc. And in the "Chronicle" of March 25, it was mentioned that Georgia At the request of the Central Committee of the NKVD, a list of public councils to which radio receivers will be provided was compiled. Since 1925, new sections appeared on the pages of the republican press: "Radio", "Radio-corner", "Radio-engineering", "Radio news", where both information about radio and popular scientific articles on radio-engineering and its use in Tbilisi were placed. Already, many radio listeners could listen to Comintern radio broadcasts, Union Radio broadcasts were also printed in the Georgian press. The increased interest in radio put the issue of expansion of the existing radio station in Tbilisi on the agenda. For this purpose, a radio commission was created under the leadership of Sturua.

An important event in the history of Georgian radio broadcasting was the erection of a new six-meter radio mast in Navtlughi on April 22, 1925, which worked in a radius of 300 kilometers. This solemn event was attended by the leaders of the party and the government, and the republican press responded to it with extensive stories. Similar radio towers were erected in Baku, Yerevan and Kharkiv. A month later, a semi-artistic broadcast radio station created by young specialists was launched in Navtlughi, from which the first test radio broadcast was carried out and which was published by the newspaper "Zaria Vostoka" on May 23, 1925 with the article "Radiotelephone - transmitter in Tbilisi". The actors and performers were the station's own employees, who broadcast songs, music and talks on May 23 and 24 from 6 to 7 p.m. on the 600 to 700 meter airwaves."

Thus, on May 21, 1925, the first test radio broadcast was carried out in Georgia. This date should be considered as the birthday of Georgian Radio.

References

- Adamia, Z., Loria, L., Nakhutsrishvili, N., & Talakhadze, N. (2024). From the History of Georgian Technologies. *Georgian Scientists*, 6(1), 301-305. <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.36>
- Khmiadasvili, G. (1961) Development of radio equipment in Georgia, Tbilisi. ხმიადაშვილი, გ. (1961) რადიომაუწყებლობის წარმოშობა საქართველოში, თბილისი.
- Nakhutsrishvili, I., Talakhadze, N., Nakhutsrishvili, N., Adamia, Z. From the history of the invention of the radio apparatus (in press). ნახუცრიშვილი, ი., ტალახაძე, ნ., ნახუცრიშვილი, ნ., ადამია, ზ. რადიოაპარატის გამოგონების ისტორიიდან (ბეჭდვაში).
- Tadumadze, E. (1955) Essays from the history of radio, Tbilisi. თადუმაძე, ე. (1955) ნარკვევები რადიოს ისტორიიდან, თბილისი.
- Talakhadze, N., Nakhutsrishvili, N. (2025) Establishment of radio telegraphy and radio broadcasting in Georgia - Contribution of Georgian scientists and inventors, Generis Publishing. ტალახაძე, ნ., ნახუცრიშვილი, ნ. (2025) რადიოტელეგრაფიისა და რადიომაუწყებლობის წარმოშობა საქართველოში - ქართველ მეცნიერთა და გამომგონებელთა ღვაწლი, გამომცემლობა Generis Publishing.

საქართველოს რადიოს ისტორიის საწყისი ეტაპები

ნათია ნახუცრიშვილი¹, სანდრო ბახტაძე², ირაკლი ჯავახიშვილი³, რაფიელ თხინვალები³

¹თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

²საქაერონავიგაციის კომპანია

³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიაში წარმოდგენილია მონაცემები ქართული რადიომაუწყებლობის ისტორიის შესახებ დაარსებიდან 1925 წლამდე. განხილულია ქართველი მეცნიერების, გამომგონებლებისა და საზოგადო მოღვაწეების წვლილი ამ ეროვნულ საქმეში.

უკანა კაფსულის ხელოვნური ბროლის იმპლანტაციის შემდგომი შემღვრევის პრევენცია და მკურნალობა

გრიგორ ქამუშაძე^{1,2}, დავით შენგელია^{1,3}, გიგი გორგაძე¹, ბაჩო შენგელია³

¹თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო

²კლინიკა ნიუ ჰოსპიტალსი, თბილისი, საქართველო

³თსსუ-ის გივი ჟვანიას სახელობის პედიატრიის საუნივერსიტეტო კლინიკა.

აბსტრაქტი

მეორადი კატარაქტა ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევითა და გამჭირვალობის დაკარგვით მიმდინარე დაავადებაა, რომელიც კატარაქტის ქირურგიული მკურნალობის შედეგად ვითარდება და იწვევს მხედველობის სიმახვილისა და კონტრასტული მგრძნობელობის დაქვეითებას. კატარაქტის ქირურგიის მნიშვნელოვანი პროგრესის მიუხედავად, მეორადი კატარაქტა რჩება მნიშვნელოვან გამოწვევად კლინიკური მედიცინისა და ჯანდაცვისათვის.

მოცემულ ნაშრომში განხილულია დაავადების პათოგენეზი და თანამედროვე პრევენციული და თერაპიული სტრატეგიები, რომლებიც ფოკუსირებულია ხელოვნური თვალშიდა ბროლის დიზაინსა და მასალაზე, ასევე, ლაზერულ და ქირურგიულ ტექნიკასა და ფარმაკოთერაპიაზე. პრევენციული თვალსაზრისით შედარებულია აკრილისა და სილიკონის, ჰიდროფილური და ჰიდროფობური ბროლების ასოციაცია მეორადი კატარაქტის განვითარებასა და დამატებითი მკურნალობის საჭიროებასთან. ქირურგიული საპრევენციო მიდგომები მიზნად ისახავს ბროლის ეპითელური უჯრედებისა და მათი პროლიფერაციის პოტენციალის მინიმიზებას, რაც შესაძლებელია ქერქოვანი მასების საფუძვლიანი გაწმენდა-გაპრიალებით, ჰიდროდისექციით ან უკანა კაფსულორექსიით, რომელთაგან უკანასკნელი განსაკუთრებული ინტერესის ობიექტია. ფარმაკოთერაპიული მიდგომები ჯერ-ჯერობით მხოლოდ თეორიულ ხასიათს ატარებს. ხაზგასასმელია, რომ არსებული მონაცემები დამატებითი კვლევებით დაზუსტებას საჭიროებს.

რაც შეეხება მკურნალობას, განხილულია Nd:YAG ლაზერული უკანა კაფსულოტომიის მეთოდი მისი გამოსავლითა და დღეისათვის არსებული გამოწვევებით.

ვინაიდან ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევა ოფთალმოქირურგიის მნიშვნელოვან გამოწვევად რჩება, მნიშვნელოვანია როგორც ინტერდისციპლინური მიდგომა ბროლის დიზაინსა და მასალის დახვეწის მიზნით, ისე ნაკლებად შესწავლილი პრევენციული მიდგომების საფუძვლიანი კვლევა და დახვეწა.

საკვანძო სიტყვები: მეორადი კატარაქტა; უკანა კაფსულის შემღვრევა; თვალშიდა ბროლი; უკანა კაფსულორექსისი; Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომია; კატარაქტის ქირურგია.

კატარაქტა, იგივე ბროლის შემღვრევა თვალის დაავადებაა, რომელიც თვალში სინათლის ნაკადის სრულყოფილ შეღწევასა და შესაბამისად, გამოსახულების ადექვატურ აღქმას უშლის ხელს. არსებულ სამეცნიერო მონაცემებზე დაყრდნობით, კატარაქტა ყველაზე ხშირია ამერიკელ თეთრკანიან მოსახლეობაში, სადაც პრევალენტობა 17-18 ინდივიდი ყოველ 100 ადამიანზე. სიხშირით შემდეგია შავკანიანი და ლათინოამერიკელი მოსახლეობა, 13- და 12-პროცენტიანი პრევალენტობით, შესაბამისად [18]. დაავადება უხშირესად სიცოცხლის მე-5 და მე-6 ათწლეულში ვლინდება და უფრო 1,3-ჯერ უფრო ხშირია ქალებში, ვიდრე მამაკაცებში. დაავადება თანდათანობით პროგრესირებს და სიბრმავის ყველაზე ხშირი მიზეზია მსოფლიოში (სიბრმავის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში). მას მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს ადამიანების შრომისუნარიანობასა და კეთილდღეობაზე [7].

პირველადი კატარაქტა მორფოლოგიურად შესაძლოა იყოს:

- **ბირთვული, იგივე ნუკლეარული კატარაქტა**, რომელიც სიხშირით პირველ ადგილზეა, ბროლის ცენტრალური ნაწილის შემღვრევით ხასიათდება, ხშირად ასოცირებულია ასაკთან და იწვევს მხედველობის თანდათანობით დაქვეითებას, ახლომხედველობის ზრდასა და აღქმული გამოსახულების თანდათანობით გაყვითლებას [5].
- **ქერქული, იგივე კორტიკული**, სიხშირით მეორე, რომელიც ბროლის გარეთა, ქერქული ნაწილს მოიცავს, ასოცირებულია ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებასთან, ხასიათდება პერიფერიიდან ცენტრისაკენ გავრცელებული სოლისებური, „სპიცისებური“ შემღვრევებით და იწვევს აღქმული გამოსახულების სიკაშკაშესა და კონტრასტის აღქმის დაქვეითებას [8];
- **უკანა სუბკაფსულური კატარაქტა**, რომელიც ფორმირდება ბროლის უკანა კაფსულის ქვეშ, პროგრესირებს სწრაფად და იწვევს აღქმული გამოსახულების სიკაშკაშესა და ნატიფი გამოსახულების სრულყოფილი აღქმის დაქვეითებას. თუკი იგი პირველადია, როგორც წესი, ვლინდება მცირე ასაკის ინდივიდებში გენეტიკური ფაქტორების გამო ან იდიოპათიურია [5].

აგრეთვე, უკანა სუბკაფსულური კატარაქტა შესაძლოა განვითარდეს მეორადად, უხშირესად ვლინდება მაღალი ახლომხედველობის მქონე, დიაბეტიკ, სტეროიდების ხანგრძლივ მომხმარებელ პირებში.

ჩამოთვლილი ნებისმიერი ტიპის კატარაქტის დროს მკურნალობის ერთადერთი გზა ქირურგიული ჩარევაა. კატარაქტის ქირურგიული მკურნალობის თანამედროვე მეთოდით, რომელიც არსებული ბროლის ფაკოემულსიფიკაციასა (ულტრაბგერის საშუალებით დაშლა და ასპირაცია) და ხელოვნური ბროლის იმპლანტაციას გულისხმობს, იქმნება ბროლის კაფსულური ჩანთა, წარმოდგენილი წინა კაფსულის ნაწილითა და მთლიანი უკანა კაფსულით. შექმნილი ჩანთა რჩება *in situ*, გამოჰყოფს ერთმანეთისგან მინისებრ სხეულსა და წყალწყალა ნამს და ძირითად შემთხვევებში სწორედ მასში თავსდება ხელოვნური ბროლი.

კაფსულური ჩანთის შექმნა იძლევა სინათლის თავისუფლად გატარების შესაძლებლობას გამჭვირვალე ხელოვნური ბროლისა და თხელი აცელულური უკანა კაფსულის გავლით.

აღწერილი ქირურგიული მიდგომისას, ბროლის ფაკომულსიფიკაციის შემდეგ დარჩენილი მისი ეპითელური უჯრედები მიგრირებს უკანა კაფსულაზე და ქირურგიული ტრავმის საპასუხოდ იწყება შეხორცებითი, ფიბროზული პროცესი, რომლის შედეგიც გახლავთ მეორადი კატარაქტის, იგივე ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევის განვითარება. ამდენად, იგი სწორედ კატარაქტის სამკურნალოდ ქირურგიული ჩარევის შემდეგ ეპითელური უჯრედების პროლიფერაციის შედეგია.

მეორადი კატარაქტა

მეორადი კატარაქტა, იგივე ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევა ქირურგიული ჩარევიდან რამდენიმე კვირის ან წლის შემდეგ ვითარდება და გავრცელება მოიცავს ოპერირებული შემთხვევების <5%-დან 50%-მდე [19]. იგი რთულ პათოფიზიოლოგიურ პროცესებს მოიცავს:

1. ბროლის ფაკომულსიფიკაციის შემდეგ კაფსულაზე დარჩენილი ბროლის ეპითელური უჯრედების პროლიფერაცია;
2. წინა კაფსულის უკანა ზედაპირიდან და ეკვატორული უბნებიდან ბროლის ეპითელური უჯრედების მიგრაცია უკანა კაფსულაზე;
3. ეპითელური უჯრედების ტრანსდიფერენციაცია მიოფიბრობლასტურ ფენოტიპამდე;
4. უჯრედგარე მატრიქსის დეპონირება;
5. უჯრედგარე მატრიქსის შეკუმშვა და შედეგად - უკანა კაფსულის კონტრაქცია და დანაოჭება [4].

აღნიშნული საბოლოოდ იწვევს სინათლის სხივების გაფანტვასა და მხედველობის ხარისხის დაქვეითებას. ტექნიკის, ინსტრუმენტებისა და თვალშიდა ბროლის იმპლანტაციის თვალსაზრისით კატარაქტის ქირურგიის მნიშვნელოვანი პროგრესის მიუხედავად, მეორადი კატარაქტა, იგივე ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევა კატარაქტის თანამედროვე ქირურგიისა და ჯანდაცვის სისტემის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გამოწვევაა [11].

მეორადი კატარაქტის პრევენცია

ადიშულის გათვალისწინებით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მეორადი კატარაქტის პრევენციას, რაც მოიცავს ხელოვნური თვალშიდა ბროლის დიზაინისა და მასალის, ასევე ფარმაკოთერაპიისა და ქირურგიული ტექნიკის დახვეწას [6].

ბროლის დიზაინი და მასალა

ბროლის დიზაინისა და მასალის დახვეწის თვალსაზრისით თანამედროვე კლვევები ფოკუსირებულია ისეთი ძირითადი მახასიათებლების დახვეწაზე, როგორებიცაა ბიოთავსებადობა (თვალის ქსოვილებში განვითარებული რეაქცია ხელოვნური ბროლის, როგორც უცხო სხეულის მიმართ), ჰიდროფობურობასა (ბროლის შემადგენელი მასალის

ტენდენცია წყლისგან გამიჯვნისაკენ) და ჰიგროსკოპულობაზე (ბროლის შემადგენელი მასალის მასალის ტენდენცია წყლის აბსორბციისა და შეკავებისაკენ).

ჩამოთვლილ მახასიათებელთა კომბინაციის გათვალისწინებით, შესაძლებელია გამოვყოთ ბროლის შემდეგი ძირითადი ტიპები:

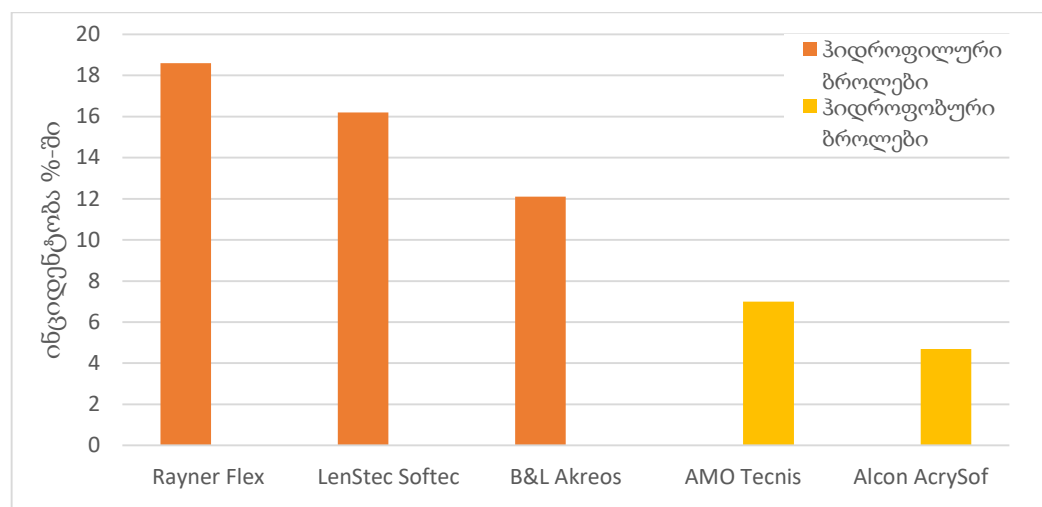
- **პოლიმეთილ მეტაკრილატის** მასალისაგან იყო დამზადებული პირველი ხელოვნური თვალშიდა ბროლი, გადანერგილი 1949 წელს, თუმცა იგი მალევე ჩანაცვლდა სხვა მასალით, რადგან იგი ერთნაწილიანი და ნაკლებელასტიურია და შესაბამისად, მცირე განაკვეთში მისი იმპლანტირება შეუძლებელია;
- **სილიკონის** ხელოვნური ბროლები შეიქმნა ელასტიურობის დახმარებით მათი ოპტიკური ნაწილის დიამეტრზე მცირე ზომის განაკვეთში იმპლანტაციის შესაძლებლობის მიზნით. ისინი ჰიდროფობურია და 3 ძირითადი ნაწილისაგან შედგება. მათი ძირითადი „მინუს-მახასიათებელი“ მეორადი კატარაქტის განვითარების რისკის თვალსაზრისით არის წინა საკანში იმპლანტაციის შემდეგ მათი უეცარი გაშლა, რამაც, შესაძლოა, გამოიწვიოს უკანა კაფსულის დაზიანება და მოგვიანებით - ფიბროზული პროცესების ხელშეწყობა;
- **ჰიდროფილური კუმშვადი აკრილის** ბროლები უმეტესად ერთნაწილიანია, ხასიათდება კარგი ბიოთავსებადობითა და ჰიგროსკოპულობით, თუმცა შედარებით ადვილად კარგავს ოპტიკურ გამჭვირვალობას და ნაკლებად რეზისტენტულია კაფსულური ჩანთის შეკუმშვისადმი;
- **ჰიდროფობური კუმშვადი აკრილის** ბროლები წარმოადგენს მარტივად მანიპულირებად, ერთ- ან სამნაწილიან გამჭვირვალე ან ყვითელ ბროლებს, რომლებიც ყველაზე ხშირად გამოიყენება თანამედროვე ქირურგიაში, თუმცა ხასიათდება ფოტოფსიების მეტი შემთხვევით მაღალი რეფრაქციული ინდექსისა და დაბალი წინა სიმრუდის გამო [3].

გავრცელებულ შეხედულებათა თანახმად, ეს უკანასკნელი - აკრილის ბროლი სხვა მასალის ბროლებთან შედარებით უკანა კაფსულის შემღვრევის ყველაზე დაბალი მაჩვენებლით ხასიათდება, თუმცა გარკვეულ კვლევებზე დაყრდნობით აღნიშნული რეალურია მოკლე (ოპერაციიდან 3 წლის პერიოდში) და საშუალო (ოპერაციიდან 3-6 წლის პერიოდში) პერსპექტივაში, ხოლო რაც შეეხება ხანგრძლივ (ოპერაციიდან 6 წელზე მეტ პერიოდში) პერსპექტივას - აკრილის ბროლების შემთხვევაში Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროება უფრო ხშირია, ვიდრე სილიკონის ბროლების შემთხვევაში [21].

რაც შეეხება მეორადი კატარაქტის განვითარების ასოციაციას მასალის ჰიდროფობურობა/ჰიდროფილურობასთან, ფართომასშტაბიანი კვლევის (ჩატარებული 47,754 თვალზე), რომელიც 2 ჰიდროფობური და 3 ჰიდროფილურ ხელოვნური ბროლის შემთხვევაში შეისწავლიდა უკანა კაფსულის მეორეულ შემღვრევას ოპერაციიდან 3 და 5 წლის პერიოდში და Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროებას, ასევე, ოპერაციიდან 3 და 5 წლის პერიოდში, შედეგები შემდეგნაირია:

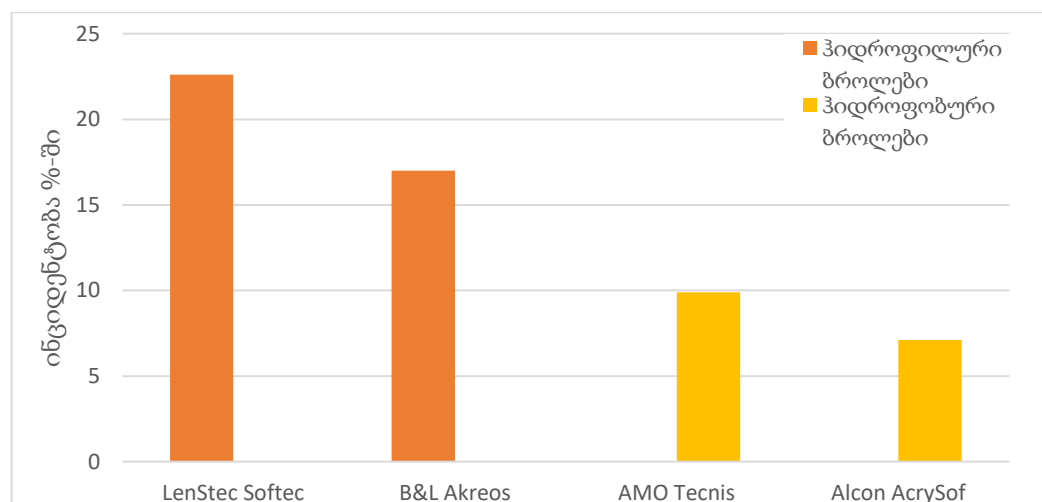
უკანა კაფსულის შემღვრევის სიხშირე ოპერაციიდან 3 წლის პერიოდში 2-ვე ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში ნაკლებია, ვიდრე 3-ვე ჰიდროფილური ბროლის შემთხვევაში

(დიაგრამა 1). 5 წლის პერიოდისათვის აღნიშნული სიხშირე შესწავლილია 3 ჰიდროფილური ბროლიდან მხოლოდ 2-ზე, თუმცა ტენდენცია ანალოგიურია და სიხშირე 2-ვე ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში ნაკლებია, ვიდრე 2-ვე ჰიდროფილური ბროლის შემთხვევაში (დიაგრამა 2).



დიაგრამა 1. უკანა კაფსულის შემღვრევის სიხშირე 3 ჰიდროფილური და 2 ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში, ოპერაციიდან 3 წლის პერიოდში.

Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, Khan J, Venerus A. -ს მიხედვით

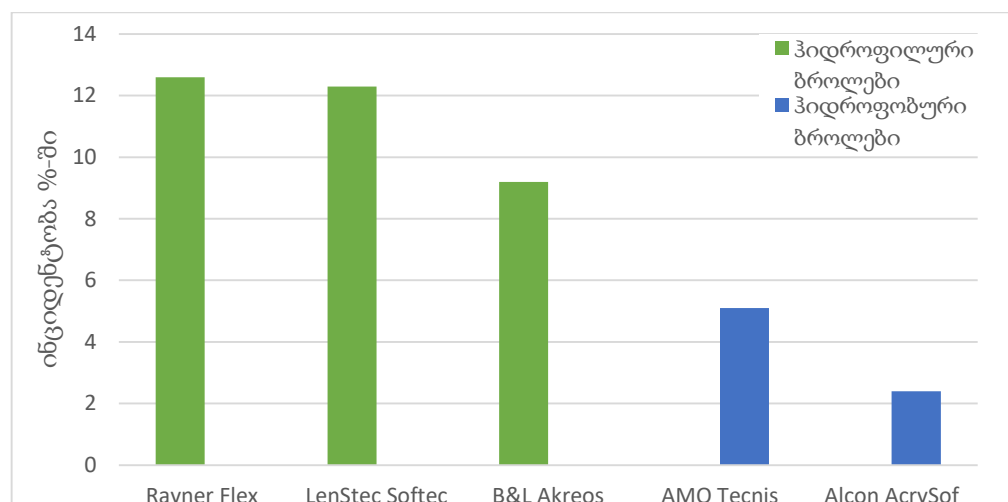


დიაგრამა 2. უკანა კაფსულის შემღვრევის სიხშირე 2 ჰიდროფილური და 2 ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში, ოპერაციიდან 5 წლის პერიოდში.

Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, Khan J, Venerus A. -ს მიხედვით

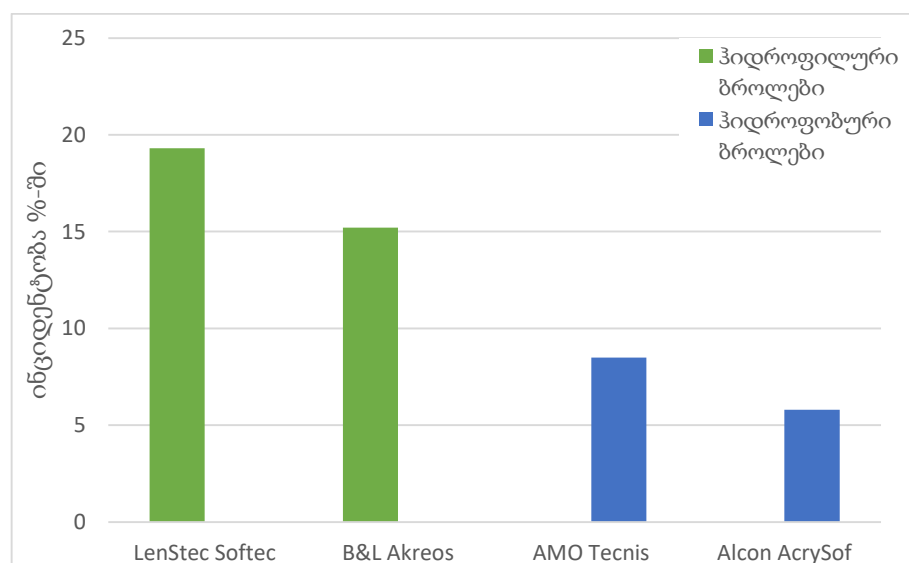
რაც შეეხება Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროებას, იგი 2-ვე ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში დაბალია 3-ვე ჰიდროფობურ ბროლზე ოპერაციიდან 3 წლის პერიოდში (დიაგრამა 3). 5 წლის პერიოდისათვის აღნიშნული სიხშირე შესწავლილია 3 ჰიდროფილური ბროლიდან მხოლოდ 2-ზე და ტენდენცია აქაც ანალოგიურია - სიხშირე 2-ვე ჰიდროფობური

ბროლის შემთხვევაში ნაკლებია, ვიდრე 2-ვე ჰიდროფილური ბროლის შემთხვევაში (დიაგრამა 4) [20].



დიაგრამა 3. Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროების სიხშირე 3 ჰიდროფილური და 2 ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში, ოპერაციიდან 3 წლის პერიოდში.

Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, Khan J, Venerus A. -ს მიხედვით



დიაგრამა 4. Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროების სიხშირე 2 ჰიდროფილური და 2 ჰიდროფობური ბროლის შემთხვევაში, ოპერაციიდან 5 წლის პერიოდში.

Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, Khan J, Venerus A. -ს მიხედვით

უკანა კაფსულის შემღვრევის პრევენციის მიზნით, ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ხელოვნური ბროლების მასალების გარდა, ასევე, დაიხვეწა მისი დიზაინი, რაც მოიცავს როგორც ხელოვნური ბროლების ოპტიკური ნაწილის კიდეების ცვლილებას, ასევე ბროლის ცენტრალური ნაწილის კაფსულურ ჩანთაში მაფიქსერებელი გვერდითი ნაწილების (ჰაპტიკა) დახვეწას. ბასრ- და მრგვალკიდიანი ხელოვნური თვალშიდა ბროლების შედარების მიზნით

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე, Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიის საჭიროება ბასრკიდიანი ხელოვნური ბროლის შემთხვევაში მრგვალკიდიანთან შედარებით ნაკლებია ოპერაციიდან როგორც 1, ისე 2, 3 და 5 წლის შემდეგ [17].

აქვე, ხაზგასასმელია, რომ, არსებული კვლევების თანახმად, ნაკლები გარდამტეხი ძალის ინტრაოკულური ბროლის გამოყენება პაციენტებში, რომელთაც უტარდებათ კატარაქტის ოპერაცია, ასოცირებულია მეორადი კატარაქტის მაღალ ინციდენტობასთან და ამდენად, განსაკუთრებული ყურადღების გამახვილება პოტენციურად გამოყენებული როლის ბიომექანიკაზე დაბალი გარდამტეხი ძალის ბროლის გამოყენებისას იძლევა ერთგვარ გარანტიას ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევის საპრევენციოდ [9].

დღესდღეობით მედიცინისა და ინჟინერიის მკვლევართა ინტერდისციპლინური კოლაბორაცია მეორადი კატარაქტის ინციდენტობისა და კლინიკური სურათის სიმძიმის შესამცირებლად ფოკუსირებულია ხელოვნური თვალშიდა ბროლის ზედაპირის დამატებით ფუნქციონალიზებასთან სუპერკრიტიკული სითხეებით (მაღალკომპრესირებული აირები, რომლებიც ერთობლივად როგორც აირადი, ისეთი თხევადი აგრეგატული მდგომარეობის ფუნქციების მატარებელია) იმპრეგნირებით (გაჯერებით), ხელოვნური თვალშიდა ბროლის ზედაპირზე დამატებითი საფარის გამოყენებით, მაღალკონცენტრირებული პრეპარატებისა და წამლის დამატებითი მიწოდების სისტემის გამოყენებით [22].

ქირურგიული ტექნიკა

რაც შეეხება ქირურგიული ტექნიკების შემუშავებასა და დახვეწას ბროლის უკანა კაფსულის შემღვრევის საპრევენციოდ, აღნიშნულისათვის მოწოდებულია რამდენიმე:

ირიგაციითა და ასპირაციით ბროლის ქერქოვანი მასების საფუძვლიანი გაწმენდა ან/და მანუალური გაპრიალება მიზნად ისახავს კაფსულურ ჩანთაში დარჩენილი ეპითელური უჯრედების ელიმინაციას, რაც, არსებული ინფორმაციის მიხედვით, მაღალეფექტურია მოკლევადიან პერსპექტივაში, თუმცა გარკვეული კვლევები ამტკიცებს საპირისპიროს [2].

ჰიდროდისექცია განიხილება, როგორც მოდიფიცირებული ქირურგიული ტექნიკა უკანა კაფსულის შემღვრევის საპრევენციოდ. იგი მიზნად ისახავს ბროლის ეპითელურ უჯრედებსა და კაფსულას შორის ეკვატორული ადჰეზიების გარღვევას და შესაბამისად, მოგვიანებით პერსპექტივაში - აღნიშნული უჯრედების მიერ შემღვრევის ფორმირების პრევენციას, თუმცა, რიგ ავტორებზე დაყრდნობით, ეს უკანასკნელი ეფექტი მხოლოდ მცირედით გამოიხატება. აქვე, მნიშვნელოვანია, რომ აღნიშნული ტექნიკა, აგრეთვე, ასოცირებულია ადრეული პოსტოპერაციული გართულებების (მაგ., რქოვანას სტრიები, ირიტი, გუგის დისმორფიზმი, სხვ.) გაზრდილ რისკთან [15].

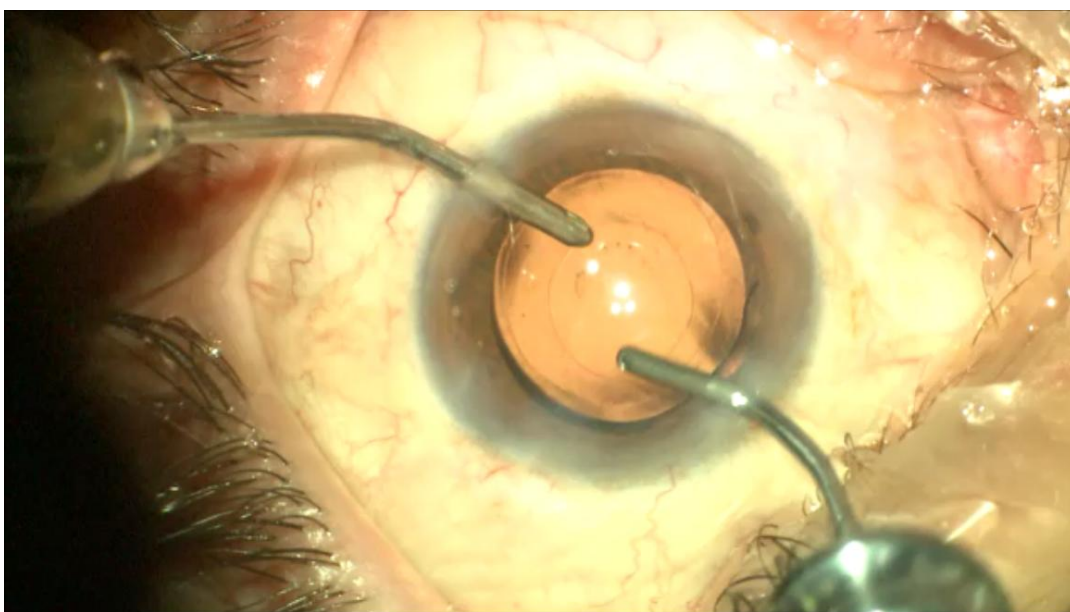
ხელოვნური ბროლის კაფსულურ ჩანთაში ფიქსაცია ზრდის ბროლის ოპტიკური ნაწილის ბარიერულ ეფექტს, კერძოდ, ბროლისა და უკანა კაფსულის მჭიდრო კავშირის საფუძველზე, ხელს უშლის ეპითელური უჯრედების შესაძლო მიგრაციას. აღნიშნული მეთოდით ბროლის

უკანა კაფსულის შემღვრევის პრევენციის ეფექტურობა დამოკიდებულია გამოყენებულ ბროლზე და ვარიებს <10%-დან 80%-მდე [10].

„შეკუმშვა-შეფუთვის ეფექტის“ გამოყენება კიდევ ერთი პრევენციული ქირურგიული ტექნიკაა. აღნიშნული მეთოდით კაფსულორექსიის დიამეტრი ხელოვნური ბროლის ოპტიკური ნაწილის დიამეტრზე მცირედით ნაკლებია, რის შედეგადაც ბროლს კაფსულა მასში მოთავსებისას მჭიდროდ ეკვრის და უზრუნველყოფს როგორც უკანა კაფსულის ნაკლებ დანაოჭებას, ისე ბროლისა და წყალწყალა ნამის იზოლირებას. აღნიშნული გზით ხდება წყალწყალა ნამის მაკრომოლეკულებისა და ანთებითი მედიატორების პოტენციური ნეგატიური მოქმედების პრევენცია [1].

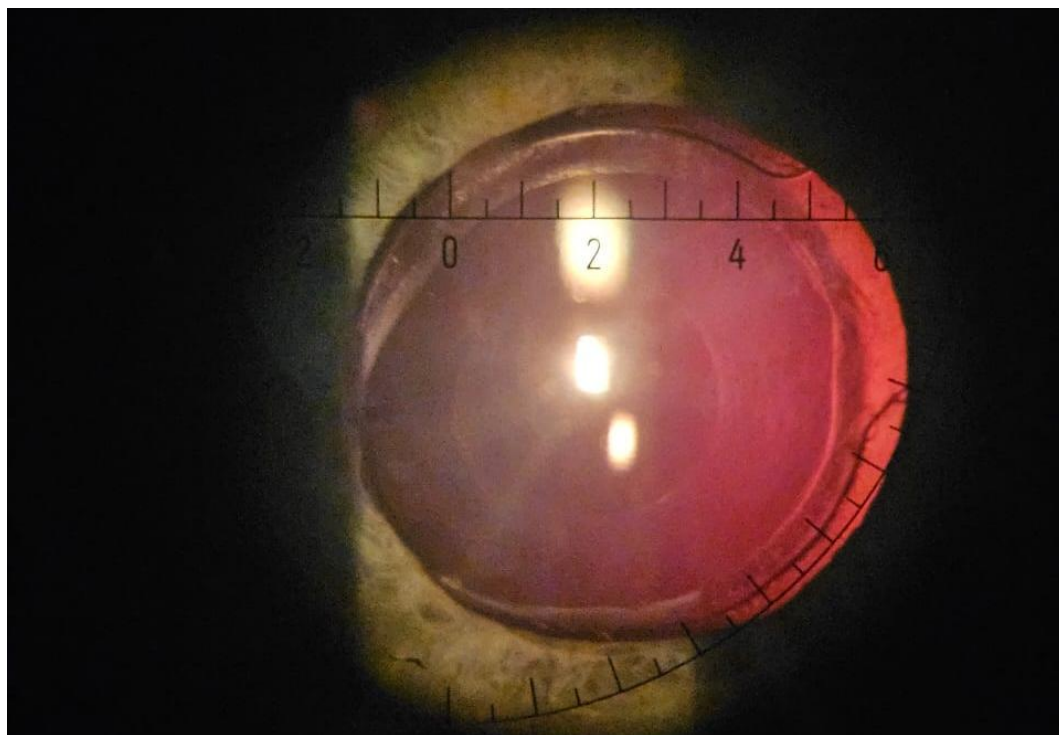
უკანა კაფსულის ცენტრში ხვრელის შექმნის გზით მხედველობის ღერძის გაწმენდა ძირითადი მიზანია უკანა კაფსულის შემღვრევის პრევენციის რამდენიმე მეთოდისათვის:

- ქირურგიული უკანა კაფსულოტომია ინტრაოპერაციულად (პირველად) ან მეორეული ჩარევით;
- პნევმატური უკანა კაფსულორექსიის;
- ფემტოწამური ლაზერული უკანა კაფსულოტომია;
- ხელოვნური ბროლის ოპტიკური ნაწილის ჩაჭედვა უკანა კაფსულორექსიისში;
- ხელოვნური ბროლის კაფსულურ ჩანთაში მოთავსების შემდეგ უკანა კაფსულის მოხსნა და სხვა.



სურათი 1. ინტრაოპერაციული უკანა კაფსულორექსიის

ფოტო საკუთარი არქივიდან



სურათი 2. უკანა კაფსულორექსიზის ტექნიკით ოპერირებული პაციენტი ოპერაციიდან 1 წლის შემდეგ.

ბიომიკროსკოპია ნაპრალოვანი სანათით.

ფოტო საკუთარი არქივიდან

აღსანიშნავია, რომ მკურნალობის ჩამოთვლილი მეთოდების გამოყენებისას საკმაოდ დაბალია გართულებების სიხშირე და ხშირ შემთხვევაში ნავარაუდებია კიდევ, რომ ისინი არა ასოცირებულია ჩატარებულ მანიპულაციასთან, არამედ წარმოადგენს კოინციდენტობას, ამდენად განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი დახვეწა და განვითარება [13,14,16].

ფარმაკოთერაპია

რაც შეეხება ფარმაკოლოგიურ ჩარევას მეორადი კატარაქტის საპრევენციოდ, აღნიშნული მეთოდები კვლავ შესწავლის საგანია და მიზნად ისახავს ბროლის ეპითელური უჯრედების რეგენერაციის ინჰიბირებას ან დაშლას ირგვლივმდებარე ქსოვილების დაზიანების გარეშე. აღნიშნულ აგენტებს პოტენციურად მიეკუთვნება ანტიმეტაბოლური, ანთების საწინააღმდეგო, ჰიპოოსმოლარული და იმუნოლოგიური პრეპარატები, თუმცა ისინი ჯერ კლინიკურად არ გამოიყენება [15].

მეორადი კატარაქტის მკურნალობა

უკანა კაფსულის შემღვრევის მკურნალობა ეფექტურად ხდება Nd:YAG ლაზერული კაფსულოტომიით, რომელიც დაავადების მკურნალობის კლასიკური მეთოდია. იგი გულისხმობს მისი 1064ნმ სიგრძის ტალღის ფოკუსირებას უკანა კაფსულის უკან და საკუთარი მაღალი ენერგიის ტოპიკური, პულსირებადი გამოყენებით ლოკალური ტემპერატურის 15,000

°C - მდე ზრდასა და შედეგად - ქსოვილის რღვევას. ტალღის საწყისი ენერგია დამოკიდებულია უკანა კაფსულის შემღვრევის ტიპზე, ხოლო მიდგომის გეომეტრიული ფორმა და თანმიმდევრობა - ქირურგის არჩევანზე [12].

მიუხედავად აღწერილი მეთოდის ეფექტურობისა და მინი-ინვაზიურობისა, იგი იწვევს რიგ გართულებებს, როგორიცაა იმპლანტირებული ხელოვნური ბროლის დაზიანება, დეცენტრაცია და რყევა, მცურავი წერტილების გაჩენა მხედველობის ველში, თვალშიდა წნევის მომატება, ყვითელი ხალის ცისტოიდური შეშუპება, ყვითელი ხალის ტრაქცია და ბადურის ნახევი ან ჩამოცლა [15,16]. აღნიშნული მეტ მნიშვნელობას სძენს როგორც საპრევენციო, ისე სამკურნალო სხვა მეთოდების მეტად დახვეწასა და გამოყენებას.

დასკვნა

ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ აღნიშნული დაავადება როგორც პათოგენეზურად, ისე სიხშირისა და კლინიკური სურათის მიხედვით საკმაოდ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს როგორც კლინიკური მედიცინის, ისე ჯანდაცვისათვის.

არსებული საპრევენციო ღონისძიებები საკმაოდ მულტიფოკალური და დეტალიზებულია, თუმცა კლინიკურ პრაქტიკაში სრულყოფილი დანერგვისათვის საჭიროებს დამატებით კვლევასა და ოფთალმოქირურგების სრულყოფილ ინფორმირებულობასა და ტრენირებას. განსაკუთრებით პერსპექტიულია დაიხვეწოს უკანა კაფსულის შემღვრევის ისეთი სამკურნალო მეთოდები, როგორიცაა, მაგალითად უკანა კაფსულოტომია უკანა კაფსულორექსისი ტექნიკა და დაზუსტდეს მისაღები არის თუ არა მისი რუტინული შესრულება კატარაქტის ექსტრაქციის დროს.

რაც შეეხება მკურნალობას, Nd:YAG ლაზერული მიდგომა საკმაოდ გავრცელებული და შეძლებისდაგვარად დახვეწილი მეთოდია, თუმცა განხილული ლიტერატურის საფუძველზე ვასკვნით, რომ მხოლოდ იგი საკმარისი არ არის და ამიტომ კიდევ უფრო მეტად აქტუალურია ეფექტური საპრევენციო მეთოდების ფართე იმპლემენტაცია.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Aykan U, Bilge AH, Karadayi K, Akin T - The effect of capsulorhexis size on development of posterior capsule opacification: small (4.5 to 5.0 mm) versus large (6.0 to 7.0 mm)- July 1, 2003 DOI: 10.1177/112067210301300606
2. Biswas P, Batra S. Commentary: Anterior capsule polishing: The present perspective. Indian J Ophthalmol. 2020 May;68(5):785-786. doi: 10.4103/ijo.IJO_2088_19. PMID: 32317446; PMCID: PMC7350444.
3. Čanović S, Konjevoda S, Didović Pavičić A, Stanić R. Intraocular Lens (IOL) Materials [Internet]. Intraocular Lens. IntechOpen; 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89985>

4. Cooksley G, Lacey J, Dymond MK, Sandeman S. Factors Affecting Posterior Capsule Opacification in the Development of Intraocular Lens Materials. *Pharmaceutics*. 2021 Jun 10;13(6):860. doi: 10.3390/pharmaceutics13060860. PMID: 34200928; PMCID: PMC8230425.
5. Delbarre M, Froussart-Maille F. Sémiologie et formes cliniques de la cataracte chez l'adulte [Signs, symptoms, and clinical forms of cataract in adults]. *J Fr Ophtalmol*. 2020 Sep;43(7):653-659. French. doi: 10.1016/j.jfo.2019.11.009. Epub 2020 Jun 22. PMID: 32586638.
6. Derek W DelMonte, MD, Kourtney Houser, MD, Caroline Awh, Jeffrey M Goshe, Bharat Gurnami MBBS,DNB,FCRS, FICO (UK), MRCS (Ed), MNAMS - Posterior Capsule Opacification – January 13, 2022. - https://eyewiki.aao.org/Posterior_Capsule_Opacification.
7. Fang, R., Yu, YF., Li, EJ. *et al*. Global, regional, national burden and gender disparity of cataract: findings from the global burden of disease study 2019. *BMC Public Health* 22, 2068 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14491-0>
8. Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, Aghamirsalim M, Pakbin M, Ramin S, Khabazkhoob M. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Eye (Lond)*. 2020 Aug;34(8):1357-1370. doi: 10.1038/s41433-020-0806-3. Epub 2020 Feb 13. PMID: 32055021; PMCID: PMC7376226.
9. Hecht I, Dubinsky-Pertzov B, Karesvuo P, Achiron A, Tuuminen R. Association between intraocular lens diopter and posterior capsular opacification. *Clin Exp Ophthalmol*. 2020 Sep;48(7):889-894. doi: 10.1111/ceo.13821. Epub 2020 Aug 6. PMID: 32639048.
10. Jagat Ram, MD, Suresh K. Pandey, MD, David J. Apple, MD, Liliana Werner, MD, PhD, Gagandeep S. Brar, MD, Ramandeep Singh, MD, Kulbhushan P. Chaudhary, MD, Amod Gupta, MD - Effect of in-the-bag intraocular lens fixation on the prevention of posterior capsule opacification - *J CATARACT REFRACT SURG—VOL 27, JULY 2001* DOI:10.1016/S0886-3350(00)00841-5
11. Lisanne M.NibourgabcEdithGelensdRoelKuijerceJohanna M.M.HooymansacTheo G.van KootenceSteven A.KoopmansacPrevention of posterior capsular opacification<https://doi.org/10.1016/j.exer.2015.03.011>
12. Mcdonald, Matthew. (2021). Posterior Capsule Opacification. 10.1007/978-3-030-38234-6_12.
13. Menapace R. Posterior capsulorhexis combined with optic buttonholing: an alternative to standard in-the-bag implantation of sharp-edged intraocular lenses? A critical analysis of 1000 consecutive cases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008 Jun;246(6):787-801. doi: 10.1007/s00417-008-0779-6. Epub 2008 Apr 19. PMID: 18425525; PMCID: PMC2367393.
14. Schultz, Tim & Schojai, Merita. (2024). Primary posterior laser capsulotomy (PPCL) after cataract surgery: 2-year results. 10.21203/rs.3.rs-4074558/v1.
15. Shaaban Abd-E;hamid Elwan, Ahmed M. Eid, Ahmed M. Sabry, Novel Technique of Pneumatic Posterior Capsulorhexis for Treatment and Prevention of Posterior Capsular Opacification, *Hindawi, Journal of Ophthalmology*, Volume 2019, Article ID 3174709, 6 pages <https://doi.org/10.1155/2019/3174709>
16. Shin KS, Park HJ, Jo YJ, Kim JY. Efficacy and safety of primary posterior capsulotomy in combined phaco-vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment. *PLoS One*. 2019 Mar

8;14(3):e0213457. doi: 10.1371/journal.pone.0213457. PMID: 30849095; PMCID: PMC6407776.

17. Sophie Maedel Jennifer R Evans Annette Harrer-Seely Oliver Findl - Intraocular lens optic edge design for the prevention of posterior capsule opacification after cataract surgery - 16 August 2021 DOI: 10.1002/14651858.CD012516.pub2
18. Storey P, Munoz B, Friedman D, West S. Racial differences in lens opacity incidence and progression: the Salisbury Eye Evaluation (SEE) study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013 Apr 26;54(4):3010-8. doi: 10.1167/iovs.12-11412. PMID: 23572101; PMCID: PMC4597483.
19. Tanja M.Rabsilber MD,II-Joo Limberger MD, Andreas J. Reuland MD, Secondary Cataract Prevention,Vol.114,p397-398,DOI: <https://doi.org/10.1016/j.opht.2006.08.001>
20. Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, Khan J, Venerus A. 5 year incidence of YAG capsulotomy and PCO after cataract surgery with single-piece monofocal intraocular lenses: a real-world evidence study of 20,763 eyes. Eye (Lond). 2020 May;34(5):960-968. doi: 10.1038/s41433-019-0630-9. Epub 2019 Oct 15. PMID: 31616057; PMCID: PMC7182577.
21. Ye Rin Kwon, Yoo Na Hwang, and Sung Min Kim - Posterior Capsule Opacification after Cataract Surgery via Implantation with Hydrophobic Acrylic Lens Compared with Silicone Intraocular Lens: A Systematic Review and Meta-Analysis - Received 5 August 2021; Accepted 26 January 2022; Published 25 February 2022 – DOI: [10.1155/2022/3570399](https://doi.org/10.1155/2022/3570399)
22. Zhang Y, Jiang J. Advances in interdisciplinary medical and engineering research of intraocular lens surface modifications to prevent posterior capsule opacification. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2022 Dec 28;47(12):1754-1762. English, Chinese. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2022.220277. PMID: 36748388; PMCID: PMC10930271.

Prevention and Treatment of Posterior Capsule Opacification Following Artificial Lens Implantation

Grigor Kamushadze^{1,2}, Davit Shengelia^{1,3}, Gigi Gorgadze¹, Bacho Shengelia³

¹Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia

²New Hospitals Clinic, Tbilisi, Georgia

³Givi Zhvania Pediatric University Clinic of Tbilisi State Medical University

Abstract

Posterior Capsule Opacification (PCO) or Secondary Cataract is a disease characterized by opacification and loss of transparency of the posterior capsule of the lens, which develops after surgical treatment of cataract and causes decreased visual acuity and reduced contrast sensitivity. Despite significant progress in cataract surgery, PCO remains a significant challenge for clinical medicine and healthcare.

This paper reviews the pathogenesis of the disease and modern preventive and therapeutic strategies, focusing on the design and material of the artificial intraocular lens, as well as laser and surgical techniques and pharmacotherapy.

From a preventive point of view, the association of acrylic and silicone, hydrophilic and hydrophobic lenses with the development of PCO and the need for additional treatment is compared. Surgical preventive approaches aim to minimize the lens epithelial cells and their proliferation potential, which can be achieved by thorough cleaning-polishing of the cortical masses, hydrodissection or posterior capsulorhexis, the latter of which is of particular interest. Pharmacotherapeutic approaches are still only theoretical in nature. It should be emphasized that the existing data need to be clarified by additional studies.

Regarding treatment, the Nd:YAG laser posterior capsulotomy method is discussed with its solution and current challenges.

Since PCO remains a significant challenge in ophthalmic surgery, it is important to have an interdisciplinary approach to improve lens design and materials, as well as to thoroughly research and refine less studied preventive approaches.

Key Words: Secondary Cataract; Posterior Capsule Opacification; Intraocular Lens; Posterior Capsulorhexis; Nd:YAG Laser Capsulotomy; Cataract Surgery.

იმუნოჰისტოქიმიური მარკერების SOX2-ის, Ki67-ისა და p53-ის ექსპრესიის თავისებურებები ბარეტის საყლაპავის, დისპლაზიასა და ადენოკარცინომამდე პროგრესირებაში

პ. მეშველიანი¹; გ. დიდავა¹; გ. თომაძე¹; შ. კეპულაძე¹; გ. ბურკაძე¹

¹თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ბარეტის საყლაპავი (BE) არის სიმსივნისწინარე მდგომარეობა, რომელიც საყლაპავის ადენოკარცინომამდე (EAC) პროგრესირებს სხვადასხვა ხარისხის დისპლაზიური ცვლილებების თანმიმდევრობით. მოლეკულური ცვლილებები, რომლებიც მონაწილეობს ამ ტრანსფორმაციაში, ბოლომდე არ არის კარგად შესწავლილი. ჩვენი კვლევა ავლენს SOX2, Ki67 და p53-ის ექსპრესიის თავისებურებებს ბარეტის საყლაპავის პროგრესირების სხვადასხვა ეტაპებზე იმუნოჰისტოქიმიური კვლევის ტექნოლოგიის გამოყენებით. კვლევის ფარგლებში ჩატარებულია რეტროსპექტული კოჰორტული ანალიზი 90 ფორმალინში ფიქსირებულ და პარაფინით ჩაყალიბებულ (FFPE) ქსოვილის ნიმუშზე პაციენტებიდან, რომლებიც დიაგნოსტირებული იყვნენ ექვს საკვლევ ჯგუფად: ნორმალური საყლაპავის ბრტყელი ეპითელიუმში (n=15), რეფლუქსური დაავადება (n=15), არადისპლასიური BE (n=15, მაღალი ხარისხის (n=15), დაბალი ხარისხის (n=15) დისპლაზია და საყლაპავის ადენოკარცინომა (EAC, n=15). კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ SOX2-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად შემცირდა დაავადების პროგრესირებასთან ერთად ($p < 0.001$), ძლიერი ექსპრესიით საყლაპავის ნორმალურ ეპითელიუმში ($58.3 \pm 4.8\%$) და თითქმის მთლიანი დაკარგვით EAC-ში. Ki67-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად გაიზარდა დისპლაზიურ და სიმსივნურ ქსოვილებში ($p < 0.001$), ყველაზე მაღალი დონე დაფიქსირდა HGD-ში ($38.3 \pm 4.8\%$). p53 ბირთვული ექსპრესია მინიმალური იყო ნორმალურ და არადისპლასიურ BE-ში, მაგრამ მნიშვნელოვნად გაიზარდა HGD-ში ($35.0 \pm 11.2\%$) და პიკს მიაღწია EAC-ში ($53.3 \pm 9.7\%$) ($p < 0.001$), რაც მიუთითებს TP53 მუტაციის ჩართვაზე ავთვისებიან ტრანსფორმაციაში. კვლევის შედეგად არსებული მონაცემების საფუძველზე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ SOX2-ის დაქვეითება ადრეული მოვლენაა BE-ში, რაც ხელს უწყობს ნაწლავის მეტაპლაზიას, ხოლო Ki67 და p53-ის ჭარბი ექსპრესია დაკავშირებულია დისპლაზიის პროგრესირებასთან. ეს ბიომარკერები შეიძლება იყოს სასარგებლო ინდიკატორები მაღალი რისკის მქონე პაციენტების იდენტიფიცირებისთვის, რომლებიც საჭიროებენ უფრო აქტიურ მეთვალყურეობას და მკურნალობის ადრეულ სტრატეგიებს.

საკვანძო სიტყვები: ბარეტის საყლაპავი; SOX2; Ki67; p53; საყლაპავის ადენოკარცინომა; დისპლაზია; სიმსივნის პროგრესირება;

შესავალი

ბარეტის საყლაპავი (BE) არის სიმსივნისწინარე მდგომარეობა, რომელიც ხასიათდება საყლაპავის დისტალური ნაწილის ნორმალური სტრუქტურული ბრტყელი ეპითელიუმის ჩანაცვლებით სპეციალიზებული ნაწლავის ტიპის უჯრედებით[1]. ეს მეტაპლაზიური ტრანსფორმაცია ხდება ქრონიკული გასტროეზოფაგური რეფლუქსით მიმდინარე დაავადების (GERD) საპასუხოდ, სადაც მჟავა ნივთიერებების რეფლუქსის ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს ლორწოვანის დაზიანებას და შემდგომ ეპითელიუმში ადაპტაციური რეაქციების გააქტიურებას[2]. BE არის მნიშვნელოვანი კლინიკური მდგომარეობა იმის გამო, რომ ის ასოცირდება საყლაპავის ადენოკარცინომის (EAC) განვითარების გაზრდილ რისკთან, რომელიც წარმოადგენს უაღრესად აგრესიულ ავთვისებიან სიმსივნეს ცუდი პროგნოზით. პროგრესია BE-დან EAC-მდე განპირობებულია გენეტიკური, ეპიგენეტიკური და გარემო ფაქტორების კომბინაციით, რაც მას ადრეული გამოვლენისა და ინტერვენციის სტრატეგიებისთვის კვლევის კრიტიკულად მნიშვნელოვან სამიზნედ აქცევს[3].

BE-ის პრევალენტობა შეფასებულია, როგორც 1-2%-მდე ზოგად პოპულაციაში, მკვეთრად მაღალი სიხშირით ქრონიკული GERD სიმპტომების მქონე პირებში. მდგომარეობა განსაკუთრებით გავრცელებულია დასავლურ პოპულაციებში, სადაც კვებისა და ცხოვრების წესის ფაქტორები ხელს უწყობს დაავადების განვითარების რისკის გაზრდას[4]. ეპიდემიოლოგიური მონაცემებით ვარაუდობენ, რომ BE უპირატესად აზიანებს მამაკაცებს, მამაკაცებისა და ქალების თანაფარდობით დაახლოებით 2:1. დიაგნოსტიკის მედიანური ასაკი არის 55-დან 65 წლამდე. BE-ს განვითარების რისკი იზრდება ასაკის მატებასთან ერთად. კავკასიელებთან სხვა ეთნიკურ ჯგუფებთან შედარებით მეტად გვხვდება ეს დაზიანება[5]. ამის მიზეზი შესაძლოა იყოს პოტენციურად გენეტიკური მიდრეკილება და დიეტური ჩვეულებები. სიმსუქნე, განსაკუთრებით ცენტრალური სიმსუქნე, მტკიცედ არის დაკავშირებული BE-სთან ინტრაბდომინალური წნევის გაზრდის გამო, რაც ხელს უწყობს მჟავას რეფლუქსს და საყლაპავის ქრონიკულ ანთებას. დამატებითი რისკ-ფაქტორები მოიცავს ქრონიკულ მოწევას, ალკოჰოლის გადაჭარბებულ მოხმარებას და არასტეროიდული ანთების საწინააღმდეგო საშუალებების (არასტეროიდული ანთების საწინააღმდეგო საშუალებების) გახანგრძლივებულ გამოყენებას, თუმცა ზოგიერთ კვლევაში ვარაუდობენ, რომ ამ უკანასკნელს აქვს დამცავი ეფექტი. *Helicobacter pylori*-ის ინფექციის როლი კვლავ საკამათოა, ზოგიერთი მტკიცებულება მიუთითებს პოტენციურ დამცავ როლზე კუჭის მჟავის დათრგუნვის გზით, ზოგი კი მიუთითებს ანთების პროვოცირებაზე, რომელიც ხელს უწყობს დაავადების პროგრესირებას[6].

BE-ს პათოგენები მიჰყვება ეტაპობრივ პროცესს, რომელიც იწყება კუჭის მჟავას ქრონიკული ზემოქმედებით და ნაღვლის რეფლუქსით[7]. ეს მუდმივი გაღიზიანება იწვევს ოქსიდაციურ სტრესს, დნმ-ის დაზიანებას და ანთებით პასუხს, რაც იწვევს საყლაპავის ნორმალური ბრტყელ ეპითელიუმის ტრანსფორმაციას ნაწლავის სპეციალიზებულ მეტაპლაზიად. მეტაპლაზიურ ეპითელიუმზე გადასვლა მოიცავს რთულ სასიგნალო გზებს, მათ შორის ტრანსკრიპციის ფაქტორებით რეგულირებულ გზებს, როგორიცაა SOX2, CDX2 და GATA6. SOX2 გადამწყვეტ როლს ასრულებს ბრტყელი ეპითელიუმის იდენტობის შენარჩუნებაში და მისი დაქვეითება ასოცირდება ბრტყელუჯრედოვან დიფერენციაციის დაკარგვასთან და ნაწლავის მეტაპლაზიის გაჩენასთან. CDX2, პირიქით, ხელს უწყობს ნაწლავის დიფერენციაციას და რეგულირდება BE-ში, რაც ხელს უწყობს მეტაპლასტიკური ფენოტიპის მდგრადობას[8].

BE-ს პროგრესირება დისპლაზიამდე და საბოლოოდ EAC-მდე მოიცავს გენეტიკური ცვლილებების აკუმულირებას, მათ შორის TP53, SMAD4 და CDKN2A მუტაციებს. TP53 ფუნქციის დაკარგვა არის კრიტიკული მოვლენა დაბალი ხარისხის დისპლაზიიდან (LGD) მაღალი ხარისხის დისპლაზიაზე (HGD) გადასვლისას, რადგან ეს იწვევს უჯრედული ციკლის რეგულირების დარღვევას და გენომიურ არასტაბილურობას[9]. სხვა მოლეკულური მოვლენები, როგორიცაა ეპიგენეტიკური მოდიფიკაციები, ცვლილებები ქრომატინის რემოდელირების კომპლექსებში და ძირითადი ონკოგენური გზების დისრეგულაცია, განაპირობებს ნეოპლაზიურ ტრანსფორმაციას. პროლიფერაციის მარკერის Ki67-ის გაზრდილი ექსპრესია შეინიშნება დისპლაზიურ და ნეოპლასტიურ დაზიანებებში, რაც ხაზს უსვამს მის როლს ავთვისებიანი პროგრესირების დამახასიათებელ უჯრედულ ცვლილებებში [10], [11]. ანთებით გაშუალებული, ციტოკინებისა და სიმსივნის მიკროგარემოს ურთიერთქმედება ასევე ხელს უწყობს დაავადების პროგრესირებას, კლინიკური კვლევებზე დაყრდნობილი მტკიცებულებებით ვარაუდობენ, რომ იმუნური უჯრედების ინფილტრაცია და ფიბრობლასტების აქტივაცია მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სიმსივნის წარმოქმნის ხელშეწყობაში[12].

ჰისტოპათოლოგიურად, BE კლასიფიცირდება მეტაპლაზიური ეპითელიუმში არსებული დისპლაზიის ხარისხის მიხედვით. არადისპლაზიური BE განისაზღვრება ნაწლავის მეტაპლაზიის არსებობით ციტოლოგიური ატიპიის გარეშე, ხოლო LGD ხასიათდება ბირთვების ზომის მსუბუქი მატებით, ჰიპერქრომაზიით და შენარჩუნებული ჯირკვლის არქიტექტურით[13]. HGD ავლენს მკვეთრ ბირთვულ პლეომორფიზმს, ჯირკვლის ორგანიზაციის დაკარგვას და გაზრდილ მიტოზურ აქტივობას, რაც მიუთითებს ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის უფრო მაღალ რისკზე. არადისპლაზიური BE-დან EAC-მდე პროგრესირების სავარაუდო წლიური რისკი მერყეობს 0.1-დან 0.5 პროცენტამდე, იზრდება 0.5-დან 1 პროცენტამდე LGD-ის შემთხვევაში და 7-დან 10 პროცენტამდე HGD-ში. TP53 მუტაციების არსებობა HGD-სა და EAC-ში ვარაუდობს, რომ ეს მოლეკულური ცვლილებები ავთვისებიანი პროგრესირების ადრეულ ინდიკატორებად გვევლინება[14].

ენდოსკოპიური მეთვალყურეობისა და BE-ს მოლეკულური დახასიათების მიღწევების მიუხედავად, დისპლაზიის განვითარების ზუსტი მექანიზმები რჩება არასრულად გაგებული.

ეპითელიური ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში SOX2-ის გადამწყვეტი როლის გათვალისწინებით, BE-ში მისი დაქვეითება შეიძლება გახდეს გადამწყვეტი ბიომარკერი დაავადების პროგრესირების პროგნოზირებისთვის[15].

ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავს შეაფასოს SOX2 ექსპრესია რეფლუქს ეზოფაგიტში, ბარეტის საყლაპავსა და საყლაპავის ადენოკარცინომის ადრეულ სტადიაში, Ki67-თან და p53-თან ერთად, რათა განისაზღვროს მათი როლი დისპლაზიის პროგრესირებაში[16]. ამ კვლევის შედეგებმა შეიძლება მოგვაწოდოს ახალი შეხედულებები მოლეკულური გზების შესახებ, რომლებიც წარმართავს BE-ს პროგრესირებას და რაც თავის მხრივ სამომავლოდ გამოავლენს დამიზნებით თერაპიულ სტრატეგიებს, რომლებიც მიმართულია ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის თავიდან ასაცილებლად.

მასალა და მეთოდები

კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტულ კოჰორტულ კვლევას, რომლის ფარგლებშიც გამოყენებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის (თსსუ) პათოლოგიის სასწავლო სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიის არქივიდან მოპოვებული ფორმალინში ფიქსირებული პარაფინით ჩაყალიბებული ქსოვილის ნიმუშები, რომელიც მოიცავს 2015 წლიდან 2025 წლამდე დიაგნოსტირებულ შემთხვევებს. სულ 90 შემთხვევა შეირჩა ჰისტოპათოლოგიური დიაგნოზის და კლინიკური მონაცემების ხელმისაწვდომობის საფუძველზე. საკვლევი ჯგუფები განისაზღვრა შემდეგნაირად: ნორმალური საყლაპავის ბრტყელი ეპითელიუმი (საკონტროლო ჯგუფი) (n=15), რეფლუქს დაავადება (n=15), არადისპლაზიური ბარეტის საყლაპავი (n=15), დაბალი ხარისხის დისპლაზია (n=15), მაღალი ხარისხის დისპლაზია (n=15) და საყლაპავის ადენოკარცინომა (n=15).

კვლევა დამტკიცებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ეთიკის კომიტეტის მიერ. კვლევის ფარგლებში უზრუნველყოფილი იყო ქსოვილის ყველა ნიმუშის ანონიმურობა პაციენტების კონფიდენციალურობის მაქსიმალურად შესანარჩუნებლად.

კლინიკური და დემოგრაფიული მონაცემების შეგროვება: პაციენტების ანამნეზური ჩანაწერები განიხილებოდა დემოგრაფიული და კლინიკური ინფორმაციის მოსაპოვებლად, მათ შორის ასაკი, სქესი, სხეულის მასის ინდექსი (BMI), მოწევის ისტორია, ალკოჰოლის მოხმარება, პროტონული ტუმბოს ინჰიბიტორების გამოყენება (PPIs) და *Helicobacter pylori* სტატუსი.

ქრონიკული ანთების ქულა შეფასდა ჰისტოლოგიურად და დაყოფილი იყო როგორც მსუბუქი, ზომიერი ან მძიმე, საყლაპავის ლორწოვანში ანთებითი უჯრედების ინფილტრაციის სიმკვრივის საფუძველზე.

ქსოვილის ანათლები დაიჭრა 4 მკმ-ის სისქეზე და შეღებილი იქნა ჰემატოქსილინით და ეოზინით (H&E) რუტინული ჰისტოლოგიური შეფასებისთვის. დიაგნოზი და დისპლაზიის ხარისხი დადასტურდა დადგენილი კრიტერიუმების გამოყენებით: დაბალი ხარისხის

დისპლაზიას ახასიათებდა ბირთვული ატიპია, შენარჩუნებული ჯირკვლოვანი არქიტექტურით; მაღალი ხარისხის დისპლაზიამ გამოავლინა ბირთვული პლეომორფიზმი, არქიტექტურული დეზორგანიზაცია და გაზრდილი მიტოზური აქტივობა;

იმუნოჰისტოქიმიური (IHC) ანალიზი: IHC შეღებვა SOX2, Ki67 და p53-ისთვის განხორციელდა სტანდარტიზებული პროტოკოლების გამოყენებით. ქსოვილის ანათლებს ჩაუტარდა დეპარაფინიზაცია, რეჰიდრატაცია და ანტიგენის აღდგენა ციტრატის ბუფერის (pH 6.0) ან Tris-EDTA (pH 9.0) გამოყენებით. გამოყენებული იქნა შემდეგი პირველადი ანტისხეულები:

SOX2: მონოკლონური ანტისხეული (კლონი SC101; BioSB, კატალოგი #BSB-1086) 1:100 განზავებით.

Ki67: მონოკლონური ანტისხეული (კლონი MIB-1; Leica Biosystems, Catalog #NCL-L-Ki67-MM1) 1:200 განზავებით.

p53: მონოკლონური ანტისხეული (კლონი DO-7; Leica Biosystems, Catalog #NCL-L-p53-DO7) 1:100 განზავებით.

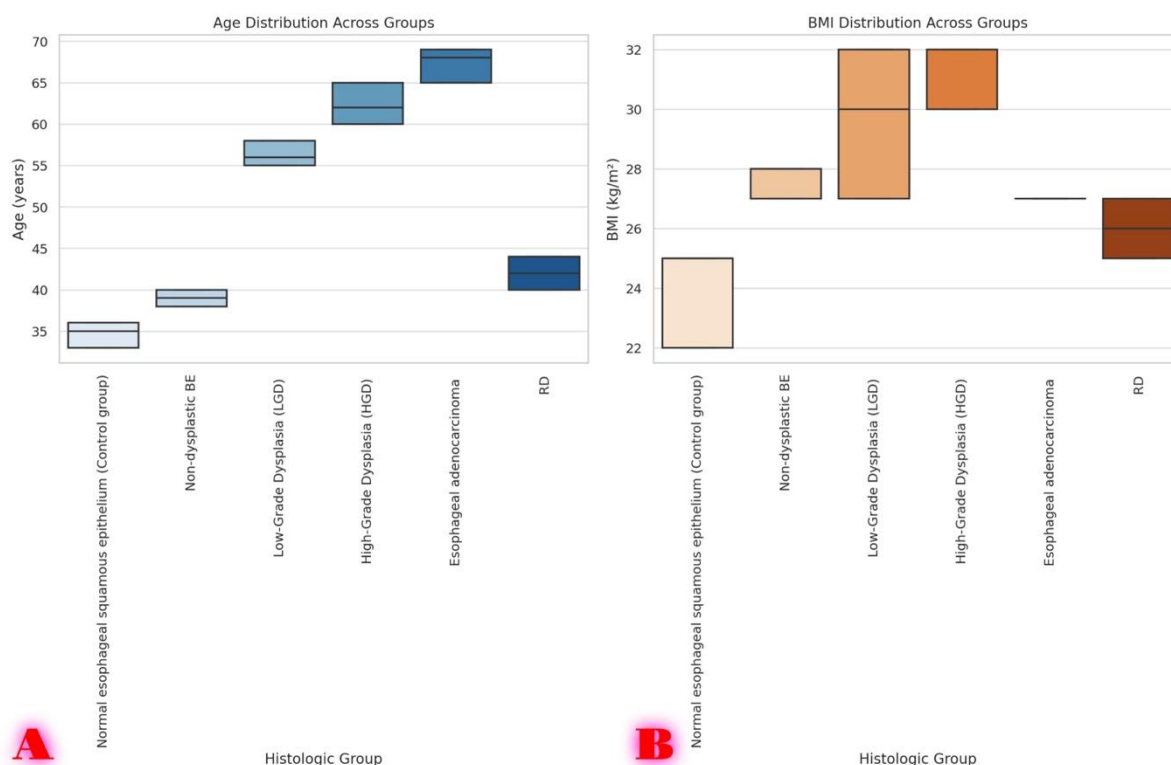
ორმა დამოუკიდებელმა პათოლოგანატომმა ნახევრად რაოდენობრივად შეაფასა IHC-ის ექსპრესია. SOX2 ექსპრესია შეფასებული იყო ბირთვული შეღებვის ინტენსივობის საფუძველზე და დაყოფილი იყო როგორც არარსებობა (0), სუსტი (1+; უჯრედების <10%), საშუალო (2+; უჯრედების 10-50%) ან ძლიერი (3+; უჯრედების >50%). Ki67 ექსპრესია შეფასდა, როგორც არარსებობა (0), სუსტი (1+; უჯრედების <10%), საშუალო (2+; უჯრედების 10-30%) ან ძლიერი (3+; უჯრედების >30%). p53 ექსპრესია კლასიფიცირებული იყო, როგორც არარსებობა (0), სუსტი (1+; უჯრედების <10%, ბუნებრივი ტიპის ექსპრესია), ზომიერი (2+; უჯრედების 10-50%, ჰეტეროგენული ნიმუში) ან ძლიერი (3+; უჯრედების >50%, გადაჭარბებული ექსპრესიის ნიმუში).

მონაცემთა ანალიზი ჩატარდა SPSS (ვერსია 25.0) ან (ვერსია 4.0.3) გამოყენებით. აღწერილობითი სტატისტიკა აჯამებდა პაციენტის დემოგრაფიულ და კლინიკურ მახასიათებლებს. კატეგორიული ცვლადები შედარება მოხდა chi-square ტესტის ან ფიშერის ზუსტი ტესტის გამოყენებით, ხოლო უწყვეტი ცვლადები გაანალიზებული იყო ANOVA ან კრუსკალ-ვალისის ტესტის გამოყენებით. Spearman-ის კორელაციის კოეფიციენტმა შეაფასა ასოციაციები SOX2, Ki67 და p53 ექსპრესიასა და დისპლაზიის სიმძიმეს შორის. p-მნიშვნელობა <0.05 ჩაითვალა სტატისტიკურად სარწმუნო.

შედეგები

ჩვენი კვლევის ფარგლებში სულ შესწავლილია 90 შემთხვევა, განაწილებული ექვს პათოლოგიურ ჯგუფში: ნორმალური საყლაპავის ბრტყელი ეპითელიუმი (n=15), რეფლუქს-ეზოფაგაიტი (n=15), არადისპლაზიური ბარეტის საყლაპავი (n=15), დაბალი ხარისხის დისპლაზია (n=15), მაღალი ხარისხის დისპლაზია 15 (n=15), საყლაპავის ადენოკარცინომა (n=15). პაციენტების საშუალო ასაკი მნიშვნელოვნად იცვლებოდა ჯგუფებში (p <0.001), ყველაზე დაბალი ასაკი დაფიქსირდა საყლაპავის ნორმალური ეპითელიუმის ჯგუფში (34.7 ±

1.3 წელი) და ყველაზე მაღალი საყლაპავის ადენოკარცინომის ჯგუფში (67.3 ± 1.8 წელი). სხეულის მასის ინდექსი (BMI) ასევე მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ჯგუფებს შორის ($p < 0.001$), ყველაზე მაღალი მნიშვნელობები აღინიშნა მაღალი ხარისხის დისპლაზიაში (30.7 ± 1.0 კგ/მ²) და ყველაზე დაბალი საყლაპავის ნორმალურ ეპითელიუმში (24.0 ± 1.5 კგ/მ²).



დიაგრამა 15: A. ასაკობრივი მონაცემებისა განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; B. სხეულის მასის ინდექსის (BMI) განაწილება საკვლევ ჯგუფებში;

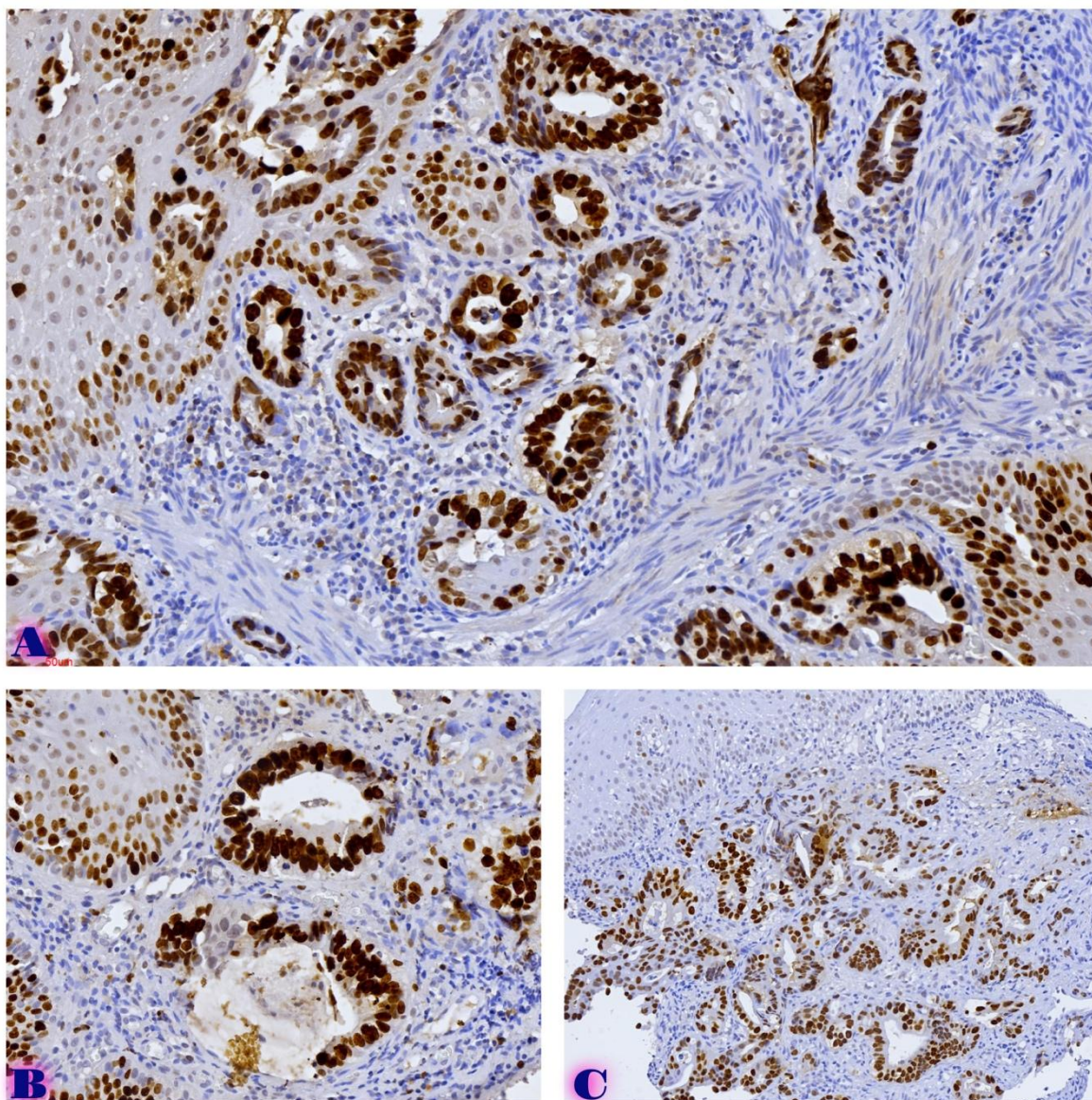
ცხოვრების წესის ფაქტორებს შორის, მოწევის გავრცელება ყველაზე მაღალი იყო მაღალი ხარისხის დისპლაზიისა და ადენოკარცინომის ჯგუფებში, ხოლო ალკოჰოლის მოხმარება უფრო ხშირად დაფიქსირდა მოწინავე დისპლაზიისა და კარცინომის მქონე პაციენტებში. პროტონული ტუმბოს ინჰიბიტორის (PPI) გამოყენება უფრო ხშირად დაფიქსირდა ბარეტის საყლაპავისა და დისპლაზიის ჯგუფებში, რაც მიუთითებს შესაძლო კავშირზე დაავადების პროგრესირებასთან. ანთების სიმძიმე თანდათან იზრდებოდა ჰისტოლოგიური ტრანსფორმაციის დროს, მძიმე ანთებით, რომელიც უპირატესად აღინიშნება ადენოკარცინომის შემთხვევებში.

იმუნოჰისტოქიმიური მარკერის ექსპრესია

SOX2-ის ექსპრესიამ აჩვენა მნიშვნელოვანი შემცირება დაავადების პროგრესირებასთან ერთად ($p < 0.001$). ძლიერი ბირთვული SOX2 ექსპრესია დაფიქსირდა საყლაპავის ნორმალურ ბრტყელ ეპითელიუმში ($58.3 \pm 4.8\%$), ხოლო ბარეტის საყლაპავმა აჩვენა ზომიერი ხარისხის ექსპრესია ($60.0 \pm 7.3\%$). დაბალი ხარისხის დისპლაზიამ აჩვენა შესამჩნევი შემცირება ($40.0 \pm 4.2\%$), ხოლო მაღალი ხარისხის დისპლაზიამ აჩვენა შემდგომი შემცირება ($7.7 \pm 2.1\%$).

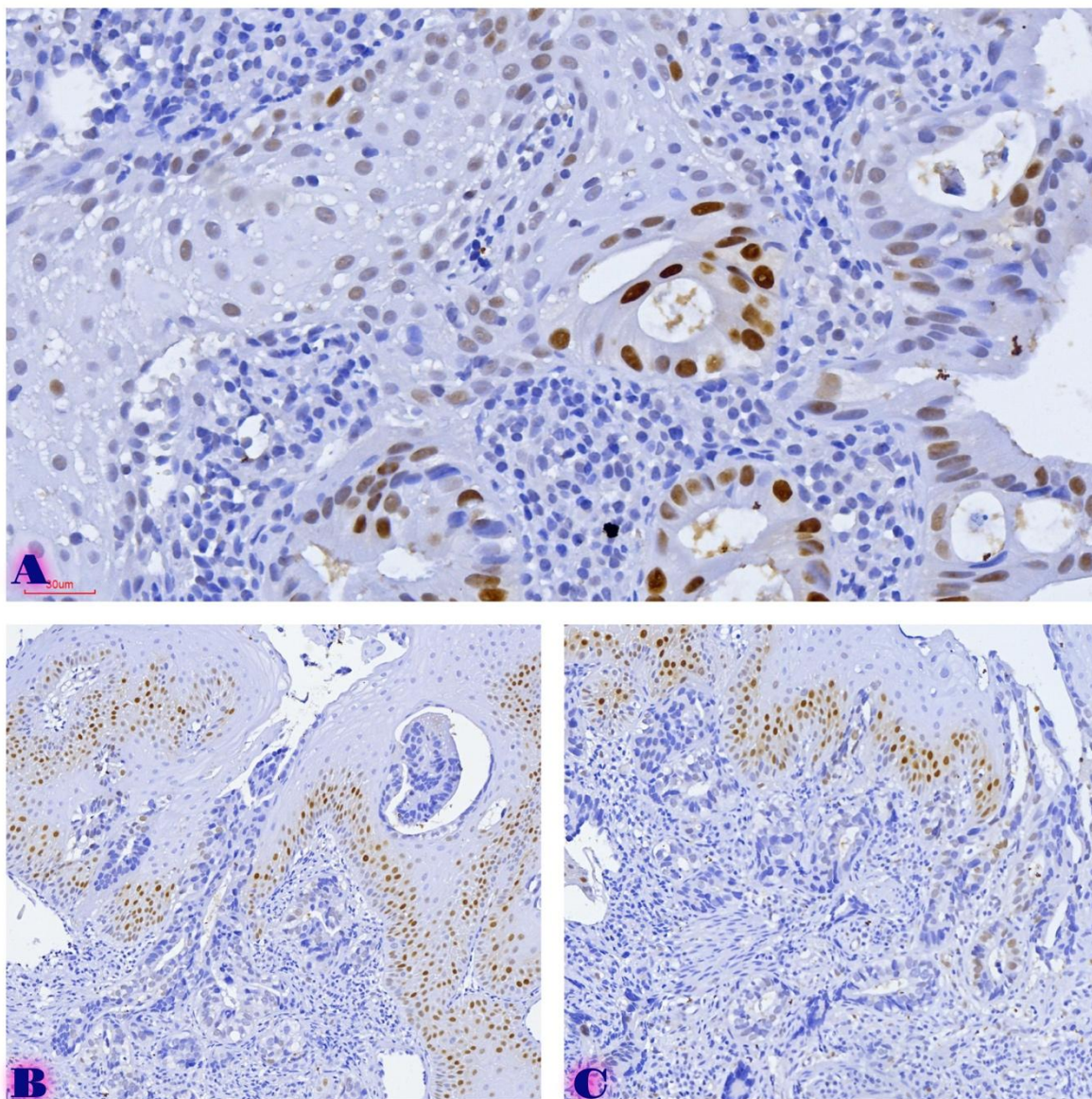
საყლაპავის ადენოკარცინომის არცერთ შესწავლილ შემთხვევაში არ დაფიქსირდა SOX2-ის ექსპრესია.

Ki67-ის ექსპრესია, მნიშვნელოვნად გაიზარდა დაავადების სიმძიმის მიხედვით ($p < 0.001$). საყლაპავის ნორმალურ ეპითელიუმმა და ბარეტის საყლაპავმა გამოავლინა დაბალი Ki67-ის ექსპრესია ($3.7 \pm 0.5\%$), ხოლო დაბალი ხარისხის დისპლაზიამ აჩვენა ზრდა ($30.0 \pm 4.2\%$). მაღალი ხარისხის დისპლაზიისა და ადენოკარცინომის დროს Ki67-ის დონე იყო საგრძნობლად მომატებული ($38.3 \pm 4.8\%$ და $33.3 \pm 2.4\%$, შესაბამისად), რაც მიუთითებს გაძლიერებულ პროლიფერაციულ აქტივობაზე ნეოპლაზიური პროგრესირების დროს.

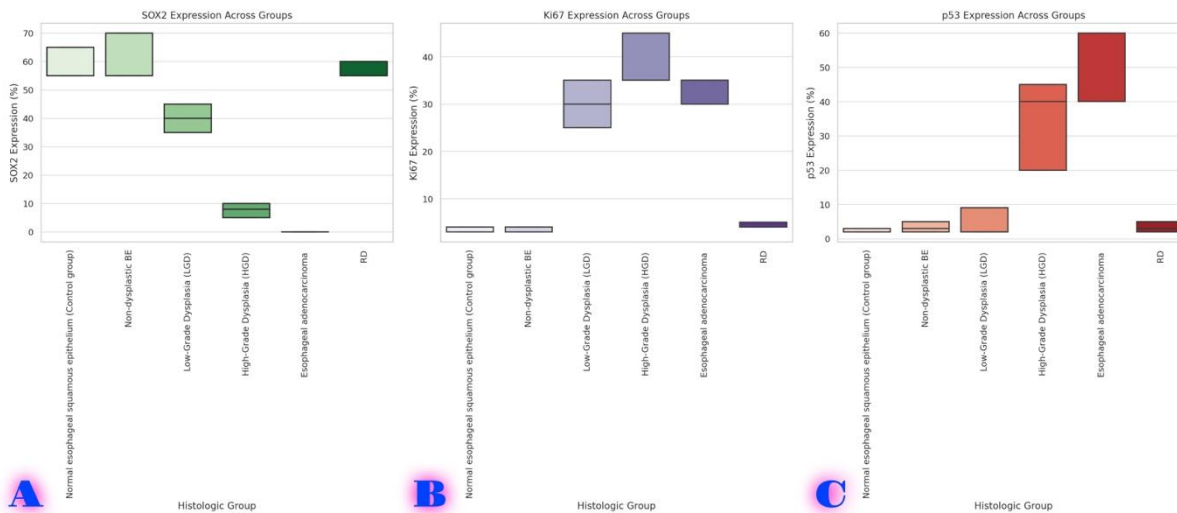


სურათი 8: A. Ki67 -ის ექსპრესია ბარეტის საყლაპავის ფონზე განვითარებულ ადენოკარცინომის შემთხვევაში IHC, 400X; B. ბარეტის საყლაპავი მაღალი ხარისხის დისპლაზიით P53-ის ექსპრესია IHC, 400X C. P53-ის ექსპრესია ბარეტის საყლაპავის ფონზე განვითარებული ადენოკარცინომის შემთხვევა IHC, 200X;

p53-ის ექსპრესიის ნიმუშები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ჰისტოლოგიურ ჯგუფებს შორის ($p < 0.001$). ბარეტის ნორმალურ და არადისპლაზიურ საყლაპავში, სუსტი p53-ის შეღებვა დაფიქსირდა უჯრედების 10%-ზე ნაკლებში ($2,3 \pm 0,5\%$ და $3,3 \pm 1,2\%$, შესაბამისად), რომელიც შეესაბამება ბუნებრივი ტიპის ექსპრესიას. დაბალი ხარისხის დისპლაზიამ აჩვენა ოდნავ გაზრდილი, მაგრამ ცვლადი p53 პოზიტიურობა ($4,3 \pm 3,4\%$), ხოლო მაღალი ხარისხის დისპლაზიამ აჩვენა p53-ის ძლიერი ბირთვული ექსპრესია უჯრედების $35,0 \pm 11,2\%$ -ში, რაც მიუთითებს ადრეულ TP53 მუტაციურ მოვლენებზე. საყლაპავის ადენოკარცინომის შემთხვევებმა აჩვენა p53-ის ყველაზე მაღალი ექსპრესია ($53,3 \pm 9,7\%$), რაც შეესაბამება ხშირ TP53 მუტაციებს ინვაზიურ ავთვისებიან სიმსივნეში.



სურათი 9. A. Ki67-ის ექსპრესია ბარეტის საყლაპავის დაბალი ხარისხის დისპლაზიის შემთხვევებში IHC, 400X; B. SOX2-ის ექსპრესია ბარეტის საყლაპავის მაღალი ხარისხის დისპლაზიის შემთხვევაში, IHC, 200X, C. SOX2-ის ექსპრესია საყლაპავის ადენოკარცინომის შემთხვევაში, IHC 200X



დიაგრამა 16: A. SOX2-ის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; B. Ki67-ის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში; C. P53-ის ექსპრესიის განაწილება საკვლევ ჯგუფებში;

ეს დასკვნები ხაზს უსვამს ბარეტის საყლაპავის პროგრესირებასთან დაკავშირებულ განსხვავებულ მოლეკულურ ცვლილებებს და ვარაუდობს, რომ SOX2-ის დაქვეითება, Ki67-ის გადაჭარბებული ექსპრესია და p53 დაგროვება ნეოპლაზიური ტრანსფორმაციის ძირითადი ინდიკატორია.

განსჯა

ჩვენი კვლევის ფარგლებში გამოვლენილია SOX2, Ki67 და p53-ის ექსპრესია ბარეტის საყლაპავის (BE) პროგრესირებაში არადისპლაზიური მდგომარეობებიდან საყლაპავის ადენოკარცინომამდე. შედეგები აჩვენებს, რომ SOX2-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად მცირდება დაავადების პროგრესირებასთან ერთად, ხოლო Ki67 და p53-ის ექსპრესიის დონეები იზრდება დისპლაზიის სიმძიმის კორელაციაში. ეს დასკვნები ემთხვევა არსებულ კვლევებს, რომლის ფარგლებშიც შესწავლილია BE კანცეროგენეზის მოლეკულური ცვლილებები[16].

SOX2-ის ექსპრესიის დაკარგვა BE-ში და მისი თითქმის არარსებობა საყლაპავის ადენოკარცინომაში შეესაბამება წინა კვლევას Watanabe et al. (2018) რომელიც ასევე ავლენს, რომ SOX2 გადამწყვეტია საყლაპავში ბრტყელი ეპითელიუმის იდენტობის შესანარჩუნებლად და მისი დაქვეითება ხელს უწყობს ნაწლავის მეტაპლაზიაზე გადასვლას. ანალოგიურად, Qiao et al. (2020) აღმოაჩინა, რომ SOX2-ის ექსპრესიის შემცირება დაკავშირებულია CDX2 დონის მატებასთან, ნაწლავის დიფერენციაციის საკვანძო მარკერთან BE-ში[17], [18]. ჩვენი დასკვნები დამატებით ადასტურებს, რომ SOX2-ის დათრგუნვა ადრეული მოვლენაა BE-ში და შეიძლება ხელი შეუწყოს ბრტყელი დიფერენციაციის დაკარგვას, რაც დისპლაზიური ცვლილებების საშუალებას იძლევა.

Ki67-ის ექსპრესიამ, აჩვენა BE-ში მნიშვნელოვანი ზრდა დისპლაზიურიდან და ადენოკარცინომამდე, რაც მხარს უჭერს მის როლს ნეოპლაზიურ ტრანსფორმაციაში. ეს შედეგები ემთხვევა Weston et al. კვლევებს. (2017), რომელმაც აჩვენა, რომ Ki67-ის ექსპრესია კორელაციაშია დისპლაზიის სიმძიმესთან და მნიშვნელოვნად რეგულირდება მაღალი

ხარისხის დისპლაზიისა და ადენოკარცინომის დროს. გარდა ამისა, Liu et al. (2019) ვარაუდობენ, რომ Ki67, p53 იმუნოჰისტოქიმიურ ანალიზთან შერწყმისას, ემსახურება BE პროგრესირების ეფექტურ პროგნოზს[19]. ჩვენი კვლევა ამყარებს ამ დაკვირვებებს Ki67 დონის მატებასა და დისპლაზიის სიმძიმეს შორის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი კორელაციის დემონსტრირებით.

p53 ცვლილებები კარგად არის დადასტურებული BE-დან ადენოკარცინომაზე ტრანსფორმაციაში. ჩვენს კვლევაში P53-ის ძლიერი ბირთვული ექსპრესია მაღალი ხარისხის დისპლაზიისა და ადენოკარცინომის დროს მიუთითებს კავშირზე TP53 მუტაციებთან, რომლებიც ხშირად შეინიშნება BE პროგრესირებაში. Stachle et al. (2018) დაადგინეს TP53 მუტაციები, როგორც ერთ-ერთი ყველაზე ადრეული გენეტიკური ცვლილება BE-თან ასოცირებულ კარცინოგენეზში, რომელიც ხშირად ხდება მორფოლოგიური დისპლაზიის გამოვლენამდე[10], [11], [20], [21]. ჩვენი დასკვნები ადასტურებს ამ შედეგებს და ხაზს უსვამს p53-ის მნიშვნელობას, როგორც პოტენციურ ბიომარკერს რისკის სტრატეგიკაციისთვის BE პაციენტებში.

ჩვენი კვლევის მთავარი სიძლიერე მდგომარეობს იმაში, რომ კვლევისათვის კარგად განსაზღვრულია ჰისტოლოგიური ჯგუფები და იმუნოჰისტოქიმიური მარკერები, რომლებიც ასახავს ძირითად მოლეკულურ ცვლილებებს BE პროგრესირებაში. თუმცა, კვლევის შეზღუდულობა განპირობებულია იმით რომ, კვლევა რეტროსპექტიულია და შემოიფარგლება ერთცენტრიანი კოჰორტით. ასევე მიუხედავად იმისა, რომ IHC საიმედო ტექნიკაა, მოლეკულური ვალიდაცია გენეტიკური თანმიმდევრობის ან ტრანსკრიპტომიური ანალიზის გამოყენებით კიდევ უფრო გააძლიერებს დასკვნებს. მომავალმა კვლევებმა, რომელიც მოიცავს BE-სთან დაკავშირებული ცვლილებების გენომურ და ეპიგენეტიკურ პროფილირებას, შეიძლება უზრუნველყოს დაავადების პროგრესირების მექანიზმების უფრო სიღრმისეული ხედვა.

დასკვნა

ჩვენი კვლევის შედეგები იძლევა სტატისტიკურად სარწმუნო მტკიცებულებებს, რომ ბარეტის საყლაპავის პროგრესირება საყლაპავის ადენოკარცინომამდე დაკავშირებულია SOX2, Ki67 და p53-ის ექსპრესიის მკაფიო მოლეკულურ ცვლილებებთან. SOX2-ის მნიშვნელოვანი დაქვეითება დისპლაზიურ და სიმსივნურ ქსოვილებში მიუთითებს იმაზე, რომ მისი დაკარგვა მთავარ როლს თამაშობს ბრტყელუჯრედოვანიდან ნაწლავურ ეპითელიუმზე გადასვლაში. Ki67-ის გაზრდილი ექსპრესია ხაზს უსვამს გაძლიერებულ პროლიფერაციულ აქტივობას დისპლაზიისა და კარცინომის თანმიმდევრობების დროს, ხოლო p53-ის ექსპრესია მაღალი ხარისხის დაზიანებებსა და ადენოკარცინომაში მხარს უჭერს მის, როგორც გენომიური არასტაბილურობის მარკერის როლს. ეს დასკვნები ხაზს უსვამს ამ ბიომარკერების პოტენციალს, როგორც მაღალი რისკის მქონე BE პაციენტების იდენტიფიცირებისთვის. მომავალი კვლევები, რომლებიც აერთიანებს მოლეკულურ დაზიანებების გამოვლენას გადამწყვეტი იქნება რისკის სტრატეგიკაციის დახვეწისთვის და BE-ს ავთვისებიანი

ტრანსფორმაციის თავიდან ასაცილებლად მიზანმიმართული თერაპიული საშუალებების შემუშავებისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] P. Meshveliani, G. Didava, G. Tomadze, S. Kepuladze, and G. Burkadze, “Evaluation of proliferative activity of pre-tumor and tumor processes of Barrett’s esophagus using AgNor technology,” *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 2, pp. 49–62, Apr. 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.02.07.
- [2] G. A. Prasad, A. Bansal, P. Sharma, and K. K. Wang, “Predictors of Progression in Barrett’s Esophagus: Current Knowledge and Future Directions,” *Am J Gastroenterol*, vol. 105, no. 7, p. 1490, Jul. 2010, doi: 10.1038/AJG.2010.2.
- [3] N. Vakil *et al.*, “The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: A global evidence-based consensus,” *American Journal of Gastroenterology*, vol. 101, no. 8, Aug. 2006, doi: 10.1111/J.1572-0241.2006.00630.X.
- [4] B. F. Overholt *et al.*, “Photodynamic therapy with porfimer sodium for ablation of high-grade dysplasia in Barrett’s esophagus: International, partially blinded, randomized phase III trial,” *Gastrointest Endosc*, vol. 62, no. 4, pp. 488–498, Oct. 2005, doi: 10.1016/J.GIE.2005.06.047.
- [5] L. M. Dong *et al.*, “Dietary supplement use and risk of neoplastic progression in esophageal adenocarcinoma: A prospective study,” *Nutr Cancer*, vol. 60, no. 1, pp. 39–48, Jan. 2008, doi: 10.1080/01635580701586762.
- [6] C. L. Ogden, S. Z. Yanovski, M. D. Carroll, and K. M. Flegal, “The Epidemiology of Obesity,” *Gastroenterology*, vol. 132, no. 6, pp. 2087–2102, 2007, doi: 10.1053/J.GASTRO.2007.03.052.
- [7] Z. R. Edelstein, D. C. Farrow, M. P. Bronner, S. N. Rosen, and T. L. Vaughan, “Central Adiposity and Risk of Barrett’s Esophagus,” *Gastroenterology*, vol. 133, no. 2, pp. 403–411, 2007, doi: 10.1053/J.GASTRO.2007.05.026.
- [8] L. C. Hillman, L. Chiragakis, B. Shadbolt, G. L. Kaye, and A. C. Clarke, “Proton-pump inhibitor therapy and the development of dysplasia in patients with Barrett’s oesophagus,” *Medical Journal of Australia*, vol. 180, no. 8, pp. 387–391, Apr. 2004, doi: 10.5694/J.1326-5377.2004.TB05991.X.
- [9] J. Jankowski and H. Barr, “Improving surveillance for Barrett’s oesophagus: AspECT and BOSS trials provide an evidence base [11],” *Br Med J*, vol. 332, no. 7556, p. 1512, Jun. 2006, doi: 10.1136/BMJ.332.7556.1512.
- [10] T. Kveliashvili, G. Didava, S. Kepuladze, and G. Burkadze, “Problematic issues of the mucous membrane inflammatory changes of the gallbladder and the features of hormonal expression in the

- development of dysplasia-carcinoma consequence,” *ქართველი მეცნიერები*, vol. 4, no. 5, pp. 108–119, Oct. 2022, doi: 10.52340/gs.2022.04.05.13.
- [11] T. Kveliashvili, დიდავაგიორგი, თევზაძენიზო, კეპულაძემოთა, and ბურკაძეგიორგი, “Peculiarities of the proliferative activity of the gallbladder mucosa in precancerous and cancerous pathologies detected by AgNOR technology,” *ქართველი მეცნიერები*, vol. 5, no. 4, pp. 342–352, Dec. 2023, doi: 10.52340/gs.2023.05.04.31.
- [12] E. Y. Chang *et al.*, “The effect of antireflux surgery on esophageal carcinogenesis in patients with barrett esophagus: A systematic review,” *Ann Surg*, vol. 246, no. 1, pp. 11–21, Jul. 2007, doi: 10.1097/01.SLA.0000261459.10565.E9.
- [13] K. E. Corey, S. M. Schmitz, and N. J. Shaheen, “Does a Surgical Antireflux Procedure Decrease the Incidence of Esophageal Adenocarcinoma in Barrett’s Esophagus? A Meta-Analysis,” *American Journal of Gastroenterology*, vol. 98, no. 11, pp. 2390–2394, 2003, doi: 10.1111/J.1572-0241.2003.08702.X.
- [14] L. Lundell *et al.*, “Comparing laparoscopic antireflux surgery with esomeprazole in the management of patients with chronic gastro-oesophageal reflux disease: A 3-year interim analysis of the LOTUS trial,” *Gut*, vol. 57, no. 9, pp. 1207–1213, Sep. 2008, doi: 10.1136/GUT.2008.148833.
- [15] P. Parrilla *et al.*, “Long-Term Results of a Randomized Prospective Study Comparing Medical and Surgical Treatment of Barrett’s Esophagus,” *Ann Surg*, vol. 237, no. 3, pp. 291–298, 2003, doi: 10.1097/01.SLA.0000055269.77838.8E.
- [16] A. P. Weston *et al.*, “Risk stratification of Barrett’s esophagus: Updated prospective multivariate analysis,” *American Journal of Gastroenterology*, vol. 99, no. 9, pp. 1657–1666, Sep. 2004, doi: 10.1111/J.1572-0241.2004.30426.X.
- [17] P. C. Galipeau *et al.*, “NSAIDs modulate CDKN2A, TP53, and DNA content risk for progression to esophageal adenocarcinoma,” *PLoS Med*, vol. 4, no. 2, pp. 0342–0353, Feb. 2007, doi: 10.1371/JOURNAL.PMED.0040067.
- [18] R. Kariv *et al.*, “The Seattle Protocol Does Not More Reliably Predict the Detection of Cancer at the Time of Esophagectomy Than a Less Intensive Surveillance Protocol,” *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, vol. 7, no. 6, pp. 653–658, Jun. 2009, doi: 10.1016/J.CGH.2008.11.024.
- [19] S. Wani, S. Mathur, and P. Sharma, “How to Manage a Barrett’s Esophagus Patient With Low-Grade Dysplasia,” *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, vol. 7, no. 1, pp. 27–32, 2009, doi: 10.1016/J.CGH.2008.08.014.
- [20] A. Rastogi, S. Puli, H. B. El-Serag, A. Bansal, S. Wani, and P. Sharma, “Incidence of esophageal adenocarcinoma in patients with Barrett’s esophagus and high-grade dysplasia: a meta-analysis,” *Gastrointest Endosc*, vol. 67, no. 3, pp. 394–398, Mar. 2008, doi: 10.1016/J.GIE.2007.07.019.

[21] M. Skacel, R. E. Petras, T. L. Gramlich, J. E. Sigel, J. E. Richter, and J. R. Goldblum, "The Diagnosis of Low-Grade Dysplasia in Barrett's Esophagus and Its Implications for Disease Progression," *American Journal of Gastroenterology*, vol. 95, no. 12, pp. 3383–3387, Dec. 2000, doi: 10.1111/J.1572-0241.2000.03348.X.

Immunohistochemical Analysis of SOX2, Ki67, and p53 Expression in the Progression of Barrett's Esophagus to Esophageal Adenocarcinoma

P. Meshveliani; G. Didava; G. Tomadze; Sh. Kepuladze; G. Burkadze

Tbilisi State Medical University

Abstract

Background: Barrett's esophagus (BE) is a premalignant condition that progresses to esophageal adenocarcinoma (EAC) through a sequence of dysplastic changes. The molecular alterations involved in this transition remain incompletely understood. This study evaluates the expression of SOX2, Ki67, and p53 across different stages of BE progression using immunohistochemistry.

Methods: A retrospective analysis was performed on 90 formalin-fixed paraffin-embedded (FFPE) tissue samples from patients categorized into six groups: normal esophageal squamous epithelium (n=15), reflux disease (n=15), non-dysplastic BE (n=15), low-grade dysplasia (LGD, n=15), high-grade dysplasia (HGD, n=15), and esophageal adenocarcinoma (EAC, n=15). Immunohistochemical staining for SOX2, Ki67, and p53 was conducted. Staining intensity and percentage of positive cells were assessed semi-quantitatively. Statistical analysis was performed using ANOVA and Spearman's correlation tests.

Results: SOX2 expression was significantly reduced with disease progression ($p < 0.001$), with strong expression in normal esophageal epithelium ($58.3 \pm 4.8\%$) and near-total loss in EAC. Ki67 expression increased significantly in dysplastic and neoplastic tissues ($p < 0.001$), with the highest levels observed in HGD ($38.3 \pm 4.8\%$). p53 nuclear accumulation was minimal in normal and non-dysplastic BE, but increased significantly in HGD ($35.0 \pm 11.2\%$) and peaked in EAC ($53.3 \pm 9.7\%$) ($p < 0.001$), suggesting TP53 mutation involvement in malignant transformation.

Conclusion: The findings suggest that SOX2 downregulation is an early event in BE, facilitating intestinal metaplasia, while Ki67 and p53 overexpression are associated with dysplasia progression. These biomarkers may serve as useful indicators for identifying high-risk BE patients requiring closer surveillance and early intervention strategies.

Keywords: Barrett's esophagus, SOX2, Ki67, p53, esophageal adenocarcinoma, dysplasia, immunohistochemistry, tumor progression

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია

პაატა მეშველიანი - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;

Paata Meshveliani – PhD Student at Tbilisi State Medical University;

გიორგი დიდავა - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი;

George Didava – Associate Professor at Tbilisi State Medical University;

Email: giorgi.didava10@gmail.com

გია თომაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი; ზოგადი ქირურგი;

Gia Tomadze – Professor at Tbilisi State Medical University; MD; FACs; General Surgeon;

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ექიმი

პათოლოგანატომი; მედიცინის აკადემიური დოქტორი;

Shota Kepuladze –Tbilisi State Medical University, MD, Clinical Pathologist; PhD in

Oncology/Pathology;

E-mail: shota.kepuladze@gmail.com

Phone Number: +995 598297600

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5919-5581>

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის

პროფესორი,

მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;

George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the

Department of Molecular Pathology;

E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu

Phone Number: 599578833

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4537>

ორნამენტის ფერისა და ფორმის კავშირი ტრიკოტაჟის ტილოს ხლართის სტრუქტურასთან

ნატო ფაილოძე¹, ანაზორ გვეტაძე², ანი დავითულიანი³, ნინი მზარელუა⁴

¹საინჟინრო მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი, e-mail: nato.pailodze@atsu.edu.ge ORCID ID - 0000-0002-7298-6281, ²აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოწვეული სპეციალისტი, e-mail: anzori.gvetadze@atsu.edu.ge, ³აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტუდენტი, e-mail: davituliani.ani@atsu.edu.ge, ⁴აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტუდენტი, mzarelua.nini@atsu.edu.ge

აბსტრაქტი

ფერი არის ერთერთი ყველაზე ძლიერი საშუალება ადამიანის გრძნობებზე ზემოქმედებისა. ის ყველა დროში იყო ტრიკოტაჟის დიზაინერული გადაწყვეტის ძირითადი საშუალება. ფერის როლი ადამიანის კეთილგანწყობისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია, ამიტომ არის რომ ორნამენტული კომპოზიციის შექმნაში ის სხვა საშუალებებთან ერთად ყოველთვის მონაწილეობს. ფერი ღებულობს გარკვეულ მხატვრულ გამომხატველობას, როცა ის შედის ურთიერთქმედებაში სხვა ფერებთან და ქმნის ფერთა სისტემას.

ფერთა სივრცობრივი შერევის ეფექტი ხშირად გამოიყენება საფეიქრო და სატრიკოტაჟო ორნამენტებში, რომლებშიც სხვადასხვა ფერის ძაფების ან ნართის გადახლართვის გზით წარმოიქმნება ნახატი. ტრიკოტაჟს თავისი სტრუქტურიდან გამომდინარე აქვს სივრცითი აღნაგობა რაც გავლენას ახდენს ფერის აღქმაზე.

ტრიკოტაჟზე გამოსახულ ორნამენტზე მცირე მანძილიდან დაკვირვებისას ჩანს ცალკეული სხვადასხვა ფერის ძაფები და მარყუქები, მაგრამ მანძილის გადიდების შემთხვევაში, ისინი აღარ ჩანან, და ჩანს მხოლოდ ორნამენტის ნახატი შესაბამისი ფერით.

ნაშრომში წარმოდგენილია ტრიკოტაჟის სტრუქტურის მისი წარმომქმნელი მარყუქების, ნართის სტრუქტურისა და შემადგენლობის გავლენა ნაწარმის ფერზე.

საკვანძო სიტყვები: ტრიკოტაჟი, ორნამენტი, ფერი, კომპოზიცია, ნაქსოვი ნაწარმი.

ფერი ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ორნამენტის კომპოზიციაში. მონაწილეობს რა კომპოზიციური ელემენტების - ლაქების, ხაზების - სუფთა გრაფიკულ განლაგებაში, ფერს და

ფერთა თანაფარდობებს გააჩნიათ ორნამენტულ კომპოზიციაში ერთერთი ძირითადი მხატვრულ-გრაფიკული დატვირთვა. სხვადასხვა ფერებს შეუძლია გამოიწვიონ ადამიანში სხვადასხვა ემოციები, განწყობები, აზრები. ამიტომ შეიძლება ვისაუბროთ ადამიანზე ფერის ემოციურ ზემოქმედების შესახებ.

ფერის ცნება როგორც შეგრძნებისა ან აღქმისა მნიშვნელოვნად უფრო რთული და ფართოა, ვიდრე მისი სუფთა ფსიქოლოგიური შეფასება. ფერის აღქმა დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორიცაა ნივთების ზომა, ფორმა და ფაქტურა, სინათლის არეკვლის ხასიათი. ორნამენტულ კომპოზიციაში ფერთან დაკავშირებული საკითხები მრავალფეროვანი და მრავალწახნაგოვანია.

ფერის გამოყენება როგორც ადამიანზე ძლიერი ემოციური ზემოქმედების საშუალებისა, უძველესი დროიდან არის ცნობილი. ფერები გამოხატავენ სხვადასხვა განწყობებს, ცნებებს და მხატვრულ სახეებს.

რთული ფერადი ნიუანსების და ფერების დიდი რაოდენობით ელფერების მისაღებად ერთ ორნამენტულ კომპოზიციაში, გამოიყენებენ ფერთა სივრცობრივ-ოპტიკური შერევის ეფექტს.

ფერთა სივრცობრივ-ოპტიკური შერევა, რომელიც მიიღება შესაბამის მანძილზე, მიიღწევა იმით თუ რა ორი ან მეტი ფერი ხვდება ერთდროულად თვალის ბადურაზე, შედეგად იქმნება ერთი ფერის შთაბეჭდილება. ფერთა შერევას, რომელიც მიიღება გარკვეულ მანძილზე სხვადასხვა წერტილების, ლაქების, ხაზების და შტრიხების შერწყმულად აღქმის შედეგად, ეწოდება სივრცობრივი. ის წარმოადგენს ფერთა ოპტიკური ან ადიტიური შერევის ერთერთ სახეობას. ტრიკოტაჟის ტილოების გაფორმების ხელოვნებაში, ფერთა სივრცობრივი შერევით სარგებლობენ იმისათვის, რომ მიღწეული იქნას მაქსიმალური ვიზუალური ეფექტები - შექმნას მრავალფეროვნების შთაბეჭდილება ფერების მინიმალური გამოყენებით.

ფერთა სივრცობრივი შერევა ტრიკოტაჟში დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: წერტილების, ლაქების და სხვადასხვა ფერის შტრიხების და მათ შორის კონტრასტის ზომებზე სილიავის, გაჯერებულობის და ფერის ტონის, ნახატის ელემენტებს შორის ინტერვალებსა და მანძილზე, რომელიც რეკომენდირებული არის ტრიკოტაჟის ტილოსათვის ან მისგან დამზადებული ნაკეთობისათვის.

ფერთა სივრცობრივი შერევის მოვლენის წყალობით, ორი ან რამდენიმე ფერის არსებობის შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ ფერთა ელფერების სიმრავლე, მათი რიცხვი დამოკიდებული იქნება ფერადი მარყუქების განლაგების სიმჭიდროვეზე, ფერთა კომბინაციაზე და მათ რაოდენობრივ თანაფარდობაზე. ამ მოვლენის გამოყენებით, დიზაინერს შეუძლია ორნამენტულ ტილოზე მიიღოს ფერთა მდიდრული მრავალფეროვნება. მისი გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია როცა შეზღუდულია ფერადი ძაფებისა და ნართის არჩევანი.

როდესაც სხვადასხვა ფერის ლაქები (ზოლები, წერტილები, ფიგურები), რომლებიც მონაწილეობენ ფერთა სივრცობრივი შერევის ეფექტის წარმოქმნაში, სილიავით (ასევე გაჯერებულობით და ფერის ტონით) ძლიერ კონტრასტირებენ ერთმანეთში, შერევის ეფექტი

ვლინდება უფრო შორ მანძილზე, და პირიქით, სილიავის კომპონენტების დაახლოებისას - შერევის ეფექტი ჩანს უფრო ახლო მანძილიდან. ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფერთა შერევის ყველაზე კარგი ეფექტი ერთნაირი სილიავის კომპონენტების დროს მიიღწევა.

ფერი ხშირად იცვლება მეზობელი ფერის ზეგავლენის შედეგად, ხდება ე.წ. ოპტიკური შერევა. ამ მნიშვნელოვან ფაქტორს ითვალისწინებენ კომპოზიციის დროს (მაგალითისათვის ლურჯ ფონზე წითელი ფერი შორიდან აღიქმება როგორც მელნისფერი).

ფერი იცვლება ღამის განათების შედეგად: კაშკაშა ყვითელი ხდება ბაცი; ლურჯი - საერთოდ იცვლის ელფერს და მომელნისფრო ან მომწვანო გვეჩვენება და ა.შ.

ფერების ყველა ეს თვისება გასათვალისწინებელია ტრიკოტაჟის ტილოს დამზადებისა და მათგან ნაკეთობის მოდელირების დროს.

ძალიან საინტერესოდ მოქმედებს ფერზე ტრიკოტაჟის ფაქტურა: თავისი აგებულების წყალობით ტრიკოტაჟი მოცულობითი და რელიეფურია, რის გამოც ერთი და იგივე ფერი ნართში უფრო ღიაა, ხოლო ნაქსოვში უფრო ღმა და ხავერდოვან ელფერს იძლევა. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევია თუ ერთსა და იმავე ნახატს დავაკვირდებით ქსოვილზე და ტრიკოტაჟზე: მოჩითულ ტრიკოტაჟში ფერები უფრო ინტენსიურია და გაჯერებულია.

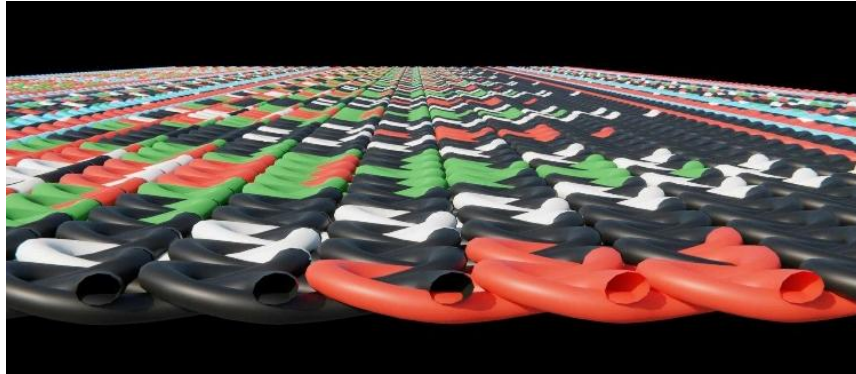
ფორმის თვალსაზრისით ორნამენტი წარმოიქმნება ტრიკოტაჟის ტილოზე ტილოს ძაფების გადახლართვით და ის მასთან ორგანულად არის დაკავშირებული. მოტივების ხაზები და მოხაზულობების კონტურები გადამუშავდება ტილოს ხლართვებთან მიმართებაში და ამ უკანასკნელზე დამოკიდებულებით ისინი შეიძლება იყოს სწორი, საფეხურებიანი და მრუდხაზოვანი. ორნამენტის მოტივების სპეციფიკის ხაზგასმა ხდება ხლართის სტრუქტურის განსაკუთრებული დეკორატიული ელემენტების მეშვეობით მარყუქების, განაბმების, სხვადასხვა ფორმის ყულფების სახით. ხლართის ხილვად სტრუქტურაზე არსებით ზემოქმედებას ახდენენ ნართის სისქე და ძაფების დეკორატიული თვისებები.

უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ როგორც კანონზომიერება თვითონ ტრიკოტაჟის ტილოს სტრუქტურას ახასიათებს გარკვეული ესთეტიკური შინაარსი. ორნამენტს და ხლართებს აერთიანებს საერთო ნიშანთვისებები და საკუთრივ ხლართის სტრუქტურაც აგრეთვე ხდება ესთეტიკური ზემოქმედების და დეკორატიული გამომხატველობის ფაქტორი, და ის აქტიურად ქმნის ტილოს მხატვრულ სახეს. ამიტომ ტილოს სტრუქტურა კი არ შეინილბება, არამედ პირიქით გამოაშკარავდება.

ისევე როგორც ორნამენტს, ხლართის სტრუქტურას ახასიათებს სიმეტრია, რითმი და პლასტიკა.

ტრიკოტაჟის ტილოს სტრუქტურას, ისევე როგორც ორნამენტს, გააჩნია სიმეტრიის მთელი რიგი ელემენტები. იმისთვის, რომ გავარკვიოთ „ურთიერთკავშირი“ ორნამენტის სიმეტრიასა და ხლართის სიმეტრიას შორის, უპირველესყოვლის საჭიროა დავადასტუროთ ხლართის სტრუქტურაში სიმეტრიის კანონზომიერება, ხოლო შემდეგ კი გამოვავლინოთ საერთო პრინციპული ნიშანთვისებები და აგრეთვე ნიშანთვისებები, რომლებიც მათ

განასხვავებს ერთმანეთისაგან. ეს იძლევა საშუალებას დავადგინოთ ურთიერთკავშირი ორნამენტის მოტივის ფორმასა და ტილოს სტრუქტურას შორის.



სურ. 1 ტრიკოტაჟის სამგანზომილებიანი სტრუქტურა

ტრიკოტაჟს, რომელიც წარმოადგენს ერთმანეთში ძაფების სისტემის ან ერთი ძაფის გარკვეული სახის გადახლართვის შედეგს, გააჩნია სამი განზომილება: სიგანე, სიგრძე და სისქე, ანუ ის წარმოადგენს სამგანზომილებიან მოცულობით ფიგურას. თუმცა დიზაინერის პოზიციიდან, მხედველობაში არ ვლედულობთ ერთ განზომილებას - სისქეს. შესაბამისად, ტრიკოტაჟის ხლართი წარსდგება ჩვენს წინაშე როგორც ორგანზომილებიანი ბრტყელი უსასრულო ფიგურა, რომელიც ანალოგიურია ბადისებრ-რაპორტული ორნამენტისა.

ბადისებრ ორნამენტსა და ტრიკოტაჟის ხლართს შორის საერთო კანონზომიერებას წარმოადგენს გადატანების ღერძების არსებობა ორი ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართულებით. ეს მეტყველებს ბადის რაპორტული კვანძების მართკუთხა სისტემის არსებობაზე, რომელშიც თავსდება როგორც ხლართის ელემენტები, ასევე ორნამენტის ელემენტებიც. ქსელნაქსოვი ტრიკოტაჟისაგან განსხვავებით, კულირულ ტრიკოტაჟში ორნამენტის სტრუქტურული რაპორტული ბადეები და ხლართები მთლიანად ემთხვევა ერთმანეთს. ეს აიხსნება ტრიკოტაჟის ამ ორი ნაირსახეობის ხლართების სტრუქტურასა და ორნამენტის ფორმირების ხერხებს შორის პრინციპული განსხვავებით.

განვიხილავთ რა კულირული ხლართების სტრუქტურას, მარტივად აღმოვაჩენთ მათში სიმეტრიის ელემენტებს. მაგალითად, სიმეტრიის სიბრტყეები შეიძლება გავიყვანოთ ისეთ ხლართებში, როგორიცაა კულირული სადა, ლასტიკი, ფანგი და ა.შ.

ქსელნაქსოვი ტრიკოტაჟის სტრუქტურაში სიმეტრიის კანონზომიერებები განსხვავებული ხასიათისაა. ძირითად ხლართებს გააჩნიათ მკვეთრად გამოხატული ზედა და ქვედა ნაწილი. ამიტომ მათ შეიძლება ჰქონდეთ ისეთი ელემენტი, როგორიცაა სიმეტრიის ჰორიზონტალური სიბრტყე.

ტრიკოტაჟის ხლართის სტრუქტურას ახასიათებს მისი ელემენტების - მარყუქების, ძაფის მონაკვეთის - სხვადასხვა სახის რითმიული მოძრაობები, ძირითად ხლართებს, რომლებსაც გააჩნიათ უფრო ელემენტარული აგებულება ახასიათებს მარტივი რითმიული მოძრაობები

ნახატოვანი და კომბინირებული ხლართებისაგან განსხვავებით. მაშასადამე, ორნამენტული წყობა, ტილოს ნახატი ლოგიკურად არიან დაკავშირებული ხლართის სტრუქტურასთან. ხლართის სტრუქტურის ცვლილების შემთხვევაში, მისი ნახატის ცვლილებაც არის გარდუვალი. ან პირიქით. აქ სახეზე გვაქვს ტილოს სტრუქტურისა და მხატვრული მხარეების ერთიანობა.

ტრიკოტაჟის ტილოზე მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ მხატვრული საშუალებების მეშვეობით გააძლიეროს, მკვეთრად გამოყოს ის გრაფიკული რითმი, რომელიც უკვე ჩადებულია ტილოს სტრუქტურაში, და ამასთანავე მიაღწიოს ახალი დეკორატიული ეფექტები.

ორნამენტული ტილოების შექმნის შემოქმედებით პროცესში ხდება ორნამენტისა და ხლართის სტრუქტურის ერთმანეთთან შეთავსება.

ტრიკოტაჟის ტილოს ხლართის ელემენტები, რომლებიც გამოდიან უშუალოდ ტრიკოტაჟის ზედაპირზე წაღმა და უკუღმა მხარეებიდან (მარყუჟები, განაბმები, მისაქსელის და ფუტერის ძაფები), წარმოქმნიან ხლართის ხილვად სტრუქტურას და ღებულობენ მონაწილეობას ფერადი, აჟურული და რელიეფური ორნამენტების ფორმირებაში.



სურ. 2 კულირული სადა ხლართით ნაქსოვი ტრიკოტაჟის ტილო ფერადი ორნამენტებით



სურ. 3 აჟურილი ხლართით ნაქსოვი ტრიკოტაჟის ტილო



სურ. 4 რელიეფური ტრიკოტაჟის ტილო

ეს ელემენტები გამოდიან როგორც „სამშენებლო დეტალები“, რომელთა ფორმაზე, ზომებზე, ურთიერთგანლაგებაზე და სიმკვრივეზე დამოკიდებული იქნება ორნამენტების ხასიათი.

ტრიკოტაჟში ორნამენტი და მხატვრული სახე იქმნება არა მხოლოდ მხატვრული საშუალებებით და ფერით არამედ ნაკეთობის მთლიანი წყობით: ხლართით, ნართით, ნაკეთობის კონსტრუქციითა და ფორმით. ისინი ანიჭებენ ნაკეთობას თავისებურ გარესახეს.

ტრიკოტაჟის ნაკეთობა შეიძლება იყოს ნაკლებად გამომხატველი, ულამაზო, თუ არ არის გამოვლენილი მისი მხატვრული სახე, ანუ თუ არ არის გადაწყვეტილი ესთეტიკური ამოცანა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ფაილოძე ნ., დეისაძე თ., ქარქაშაძე მ. (2024). ტრიკოტაჟის საქსოვ მანქანაზე ქსოვის პროცესში წარმოქმნილი დეფექტები. ქართველი მეცნიერები, 6(4), 41–49. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.06>
2. ლურსმანაშვილი ლ., კვანტიძე გ., ფაილოძე ნ. (2022). ფერთა ჰარმონიზაცია ქართულ ორნამენტში. ქართველი მეცნიერები, 4(5), 369–382. <https://doi.org/10.52340/gs.2022.04.05.41>
3. Kvantidze, Gulnara, Lursmanashvili Lia, Pailodze Nato, Abesadze Nanuli. 2023. „MODERN ASPECTS OF TUSHETIAN HANDICRAFT (COLORING, KNITING, DECOR)“, HISTORY, ARCHAEOLOGY, ETHNOLOGY, N9, 2023: 230-241. <http://www.sciencejournals.ge/index.php/HAE/article/view/361/319>
4. Kartsidze N., Ugrekhelidze I., Sarava N., Sulaberidze D. (2024). Glazed ceramic vessel with the image of a bird from the Kutaisi Historical Museum. Global Science: Prospects and Innovations.

Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference (pp. 412-420). Liverpool, United Kingdom.: Cognum Publishing House. Retrieved from <https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-7-9-03-2024-chikago-ssha-arhiv/>

5. Kartsidze N., Ugrekhelidze I., Sarava N., Sulaberidze D. (2024). For the Decoration of Kutaisi Glazed Ceramics. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference (pp. 21-27). Chicago, USA.: BoScience Publisher. Retrieved from <https://sci-conf.com.ua/vii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-7-9-03-2024-chikago-ssha-arhiv/>

The relationship between the color and shape of the ornament and the structure of the knitted fabric

Nato Pailodze¹, Anazor Gvetadze², Ani Davituliani³, Nini Mzarelua

Color is one of the most powerful ways to influence human emotions. It has always been the main means of designing knitwear. The role of color is very important for a person's well-being, which is why it is always involved, along with other means in the creation of ornamental compositions. A color acquires a certain artistic expressiveness when it interacts with other colors and creates a color system.

The effect of spatial color mixing is often used in textile and knitwear patterns in which a pattern is created by intertwining threads or yarns of different colors. Due to its structure knitwear has a spatial structure that affects the perception of color.

The paper presents the influence of the structure and composition of the yarn of the loops forming the knitted structure on the color of the product, but if the distance increases they are no longer visible and only the pattern of the ornament in the corresponding color is visible.

When looking at the ornament depicted on the knitwear from a short distance individual threads and loops of different colors are visible.

Keywords: knitwear, ornament, color, composition, knitted products.

Application of smart contract in supply chain

Vartan Mamikonian¹, Djemal Mamamniashvili²

¹National Polytechnic University of Armenia, vmamikonian@polytechnic.am; ²Samtskhe-Javakheti State University, mamniashvili@gmail.com

Abstract

In recent years, the integration of smart contracts into supply chain management has garnered significant attention due to their potential to enhance efficiency, transparency, and reliability. This study explores the application of smart contracts within supply chains, focusing on their impact on inventory management, process optimization, and overall operational effectiveness. Through a comprehensive analysis of existing literature and case studies, we identify key benefits and challenges associated with implementing smart contracts in supply chain contexts. Our findings suggest that while smart contracts offer substantial improvements in automating processes and reducing errors, considerations regarding technological infrastructure and stakeholder readiness remain critical for successful adoption.

Keywords: Smart Contracts, Supply Chain Management, Inventory Optimization, Process Automation, Blockchain Technology.

Introduction

The advent of blockchain technology has introduced new paradigms in various industries, with smart contracts emerging as a pivotal innovation. Smart contracts are self-executing agreements with the terms directly written into code, enabling automated and secure transactions without intermediaries. In supply chain management, characterized by complex networks and numerous stakeholders, the potential of smart contracts to streamline operations is particularly significant. This study aims to investigate the role of smart contracts in enhancing supply chain processes, focusing on inventory management and operational efficiency.

Despite the numerous benefits of smart contracts, their implementation entails certain challenges. Firstly, appropriate technological infrastructure and qualified personnel are required to ensure the effective use of smart contracts. Additionally, legal and regulatory issues may arise, as smart contracts are still a novel concept, and their legal status remains unclear in many jurisdictions. Moreover, coding errors or vulnerabilities in smart contracts can lead to security risks, necessitating attention and continuous monitoring.

Despite these challenges, the potential of smart contracts in supply chain management is invaluable. Their application allows for the automation and enhancement of numerous processes, ultimately increasing business competitiveness and efficiency. Therefore, it is crucial for companies to consider the adoption of smart contracts and develop strategies for their effective utilization.

Methodology

To assess the impact of smart contracts on supply chain management, we conducted a comprehensive literature review, analyzing peer-reviewed articles, industry reports, and case studies. The selection criteria included studies that examined the implementation of smart contracts in various supply chain scenarios, with an emphasis on inventory management and process optimization. Data were extracted and synthesized to identify common themes, benefits, and challenges associated with smart contract adoption.

Discussion

The findings align with existing literature on the advantages of smart contracts in supply chain management. For instance, studies have highlighted the role of smart contracts in automating processes and enhancing transparency. However, the challenges identified underscore the need for a strategic approach to implementation, considering factors such as technological readiness and stakeholder engagement [1-5].

The findings on smart contracts in supply chain management reveal several key dimensions that both support and extend existing literature. While previous studies have established the foundational benefits of blockchain-based smart contracts, our research provides additional context and nuance to these advantages while also identifying implementation challenges.

Smart contracts offer significant advantages in supply chain contexts:

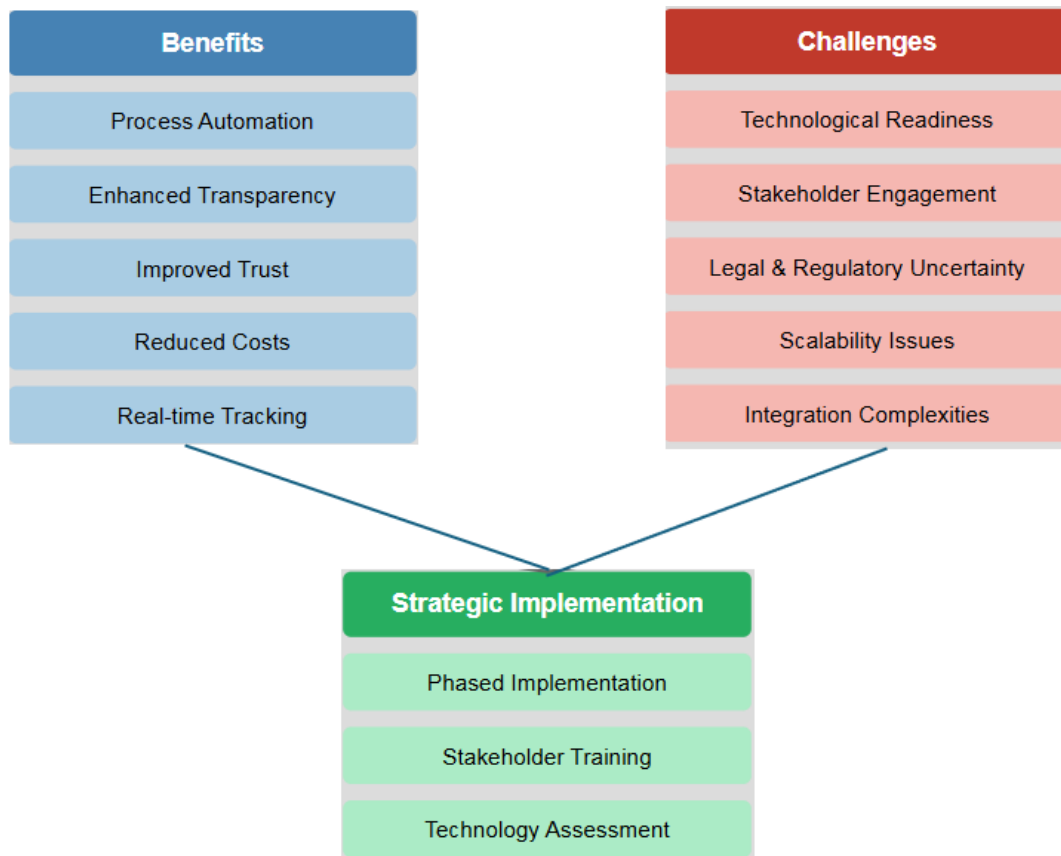
1. **Process Automation:** Smart contracts execute predefined actions automatically when conditions are met, reducing manual intervention and associated errors.
2. **Enhanced Transparency:** All transactions are recorded on the blockchain, providing an immutable audit trail accessible to authorized parties.
3. **Improved Trust:** The decentralized nature of blockchain eliminates the need for intermediaries, fostering direct relationships between supply chain participants.
4. **Reduced Costs:** By eliminating intermediaries and automating processes, operational costs decrease significantly.
5. **Real-time Tracking:** Smart contracts enable continuous monitoring of goods throughout the supply chain journey.

Despite these advantages, several challenges require strategic consideration:

1. **Technological Readiness:** Many organizations lack the technical infrastructure and expertise to implement blockchain solutions effectively.
2. **Stakeholder Engagement:** Successfully implementing smart contracts requires buy-in from all supply chain participants.
3. **Legal and Regulatory Uncertainty:** The legal status of smart contracts remains unclear in many jurisdictions.

4. **Scalability Issues:** Current blockchain technologies may face limitations when scaling to handle high transaction volumes.
5. **Integration Complexities:** Connecting existing systems with blockchain infrastructure presents technical challenges.

Smart Contracts in Supply Chain Management



In today's rapidly evolving digital landscape, the integration of advanced technologies into business operations has become imperative for maintaining competitiveness and efficiency. One such technological innovation is the smart contract, a self-executing agreement with the terms directly written into code, operating on blockchain platforms. Originally conceptualized by Nick Szabo in 1994, smart contracts have gained significant traction with the advent of blockchain technologies like Ethereum [6-11].

The relevance of smart contracts in modern business practices stems from their ability to automate and secure contractual agreements without the need for intermediaries. This automation leads to increased efficiency, reduced costs, and minimized errors in transaction processes. In supply chain management, characterized by complex networks and numerous stakeholders, the application of smart contracts offers substantial benefits.

Smart contracts operate on an "if/when...then..." principle, executing predefined actions when specific conditions are met. This automation reduces the need for manual intervention, streamlining processes such as payments, shipments, and inventory management. By recording all transactions on a

decentralized blockchain, smart contracts ensure transparency among all parties involved. This immutable record fosters trust, as all participants have access to the same information, reducing disputes and enhancing collaboration. The cryptographic nature of blockchain technology provides a secure environment for smart contracts, protecting data from tampering and unauthorized access. This security is crucial in supply chains, where sensitive information and valuable goods are involved. Eliminating intermediaries through the use of smart contracts leads to significant cost savings. Businesses can reduce expenses related to third-party services, legal documentation, and administrative overheads. Automated execution of contract terms ensures swift and precise operations, reducing delays and human errors. This improvement is particularly beneficial in supply chains, where timing and accuracy are critical.

Incorporating smart contracts into supply chain management not only enhances operational efficiency but also addresses longstanding challenges related to trust, transparency, and security. As businesses continue to digitalize their operations, the adoption of smart contracts represents a strategic move towards more resilient and agile supply chains.

Despite the numerous benefits of smart contracts, their implementation entails certain challenges. Firstly, appropriate technological infrastructure and qualified personnel are required to ensure the effective use of smart contracts. Additionally, legal and regulatory issues may arise, as smart contracts are still a novel concept, and their legal status remains unclear in many jurisdictions. Moreover, coding errors or vulnerabilities in smart contracts can lead to security risks, necessitating attention and continuous monitoring.

Nevertheless, the potential of smart contracts in supply chain management is invaluable. Their application allows for the automation and enhancement of numerous processes, ultimately increasing business competitiveness and efficiency. Therefore, it is crucial for companies to consider the adoption of smart contracts and develop strategies for their effective utilization [12-14].

Integrating smart contracts into inventory management systems offers significant advancements in efficiency, accuracy, and responsiveness. Smart contracts can be programmed to monitor inventory levels in real-time and automatically trigger reordering processes when stock falls below predefined thresholds. This automation ensures timely replenishment, preventing stockouts and overstock situations, thereby optimizing inventory levels and reducing carrying costs. By leveraging blockchain technology, smart contracts provide a decentralized and immutable ledger accessible to all authorized parties. This transparency enables real-time tracking of inventory across the supply chain, enhancing visibility, reducing discrepancies, and fostering trust among stakeholders. Automating inventory processes through smart contracts minimizes manual interventions, significantly reducing human errors associated with data entry and processing. This leads to more accurate inventory records and streamlines operations, enhancing overall process efficiency. When integrated with Internet of Things (IoT) devices, smart contracts can monitor environmental conditions such as temperature and humidity in real-time. This integration ensures that inventory items are stored under optimal conditions, maintaining product quality and compliance with regulatory standards. The automation and accuracy provided by smart contracts lead to significant cost savings. By optimizing inventory levels and reducing excess stock, businesses can lower holding costs, improve cash flow, and enhance overall profitability. The immutable nature of blockchain ensures that all inventory transactions are securely

recorded and easily auditable. This feature enhances compliance with industry regulations and simplifies the auditing process, providing a clear and verifiable trail of inventory movements.

Results

Incorporating smart contracts into inventory management systems revolutionizes traditional practices by introducing automation, transparency, and efficiency. As businesses continue to adopt digital solutions, smart contracts stand out as a pivotal component in optimizing inventory management and strengthening supply chain operations.

The analysis revealed several key findings:

1. **Inventory Management Optimization:** Smart contracts facilitate real-time tracking of inventory levels, automate reordering processes, and reduce human errors, leading to more efficient inventory management.
2. **Process Automation:** By automating contractual agreements and transactions, smart contracts reduce administrative burdens and expedite processes, resulting in time and cost savings.
3. **Transparency and Traceability:** The immutable nature of blockchain ensures that all transactions are recorded transparently, enhancing traceability and accountability within the supply chain.
4. **Challenges:** Despite the benefits, challenges such as technological infrastructure requirements, integration with existing systems, and stakeholder readiness were identified as potential barriers to adoption.

Conclusion

Smart contracts hold significant potential to transform supply chain management by automating processes, enhancing transparency, and improving efficiency. However, successful implementation requires addressing challenges related to technology and stakeholder readiness. Future research should focus on developing frameworks to facilitate the integration of smart contracts into existing supply chain systems and exploring strategies to overcome adoption barriers.

References:

1. Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2023). "Understanding smart contracts in supply chain management: A taxonomy and research agenda." *International Journal of Production Economics*, 245, 108401. This paper provides a comprehensive overview of smart contract applications in supply chains, categorizing them by their technical capabilities, business functionalities, and implementation challenges. The authors develop a taxonomy for understanding different types of smart contract implementation and outline future research directions.
2. Azzi, R., Chamoun, R. K., & Sokhn, M. (2024). "The role of blockchain-based smart contracts in enhancing supply chain transparency: A multi-case study approach." *Supply Chain Management: An International Journal*, 29(1), 54-72. This study examines several real-world case studies where smart contracts have been deployed to improve supply chain transparency. The authors analyze the implementation process, benefits achieved, and challenges encountered across different industries, providing practical insights for organizations considering smart contract adoption.
3. Tamar Bitchikashvili, Lily Petriashvili, & Luka Kavtelishvili Jang (2023). DIGITALIZATION OF MANAGEMENT OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION, NATIONAL AND INTERNATIONAL CHALLENGES AND WAYS OF SOLUTION. *World science*, (3 (81)), 12-19. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092023/8032
4. Doborjginidze, G., & Petriashvili, L. (2020). Improving Efficiency of Inventory Identification System. *European Science Review*, (1-2), 84-88. <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88>
5. Doborjginidze, G., Petriashvili, L., & Inaishvili, M. (2021). Optimization of Inventory Management in the Supply Chain. *Journal of Communication and Computer*, 16, 1-5. <https://doi.org/10.17265/1548-7709/2021.01.001>
6. Doborjginidze, G., Petriashvili, L., & Inaishvili, M. (2020). IMPROVE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF SUPPLY CHAINS USING SMART CONTRACTS. *International Academy Journal Web of Scholar*, (8(50)), 1-6. https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7261
7. Kiknadze, M., Zhvania, T., Kapanadze, D., & Petriashvili, L. (2023). INNOVATIVE MODEL DESIGN FOR THE MANAGEMENT OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Essays on Economics & International Relations*, 59.
8. Doborjginidze, G., & Petriashvili, L. (2020, December 16-18). IMPLEMENTING BLOCKCHAIN IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. [Conference presentation]. Tallinn, Estonia.
9. Petriashvili, L., Lominadze, T., Tsereteli, T., Zhvania, T., Kiknadze, M., & Otkhozoria, N. (n.d.). EVALUATING ENERGY EFFICIENCY OF IDENTIFICATION SYSTEMS.
10. Petriashvili, L., Zhvania, T., & Kapanadze, D. (2017). Process Management in Warehousing Logistics using RFID Automated System. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 3.

11. Gogichaishvili, G., Petriashvili, L., & Inaishvili, M. (2022). The Algorithm of Artificial Intelligence for Transportation of Perishable Products. *Bulletin Of The Georgian National Academy Of Sciences*, 16(4), 27-32.
12. L. Petriashvili, I. Khomeriki, M. Kiknadze, T. Lominadze and N. Otkhзорia, "A Study of the Ecological Dynamics of Batumi, on the Black Sea Coast, Analyzing Environmental Factors and Their Impact," 2024 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), Tbilisi, Georgia, 2024, pp. 320-323, doi: 10.1109/BlackSeaCom61746.2024.10646249.
13. Kiknadze, M., Kapanadze, D., Zhvania, T., & Petriashvili, L. (2022). Analysis of factors affecting on e-governance and development of a cognitive model of its development. *Journal of Social Studies*, 9(3), 126-133. <https://doi.org/10.46361/2449-2604.9.3.2022.126-133>
14. Petriashvili, L., Kaishauri, T., & Otkhזורia, N. (2024). Artificial Intelligence for Decision Making in the Supply Chain. *Journal of Technical Science and Technologies*, 8(1), 30–34. <https://doi.org/10.31578/jtst.v8i1.152>

სმარტ კონტრაქტების გამოყენება მიწოდების ჯაჭვში

აბსტრაქტი

ბოლო წლებში, მნიშვნელოვან ყურადღებას იპყრობს სმარტ კონტრაქტის ინტეგრაცია მიწოდების ჯაჭვის მართვაში, რადგან მათ აქვს პოტენციური გამო, გააუმჯობესონ პროცესის მართვის ეფექტურობა, გამჭვირვალობა და საიმედოობა. ნაშრომში წარმოდგენილია სმარტ კონტრაქტების გამოყენება მიწოდების ჯაჭვებში, მათი გავლენის ფოკუსირება მარაგების მართვაზე, პროცესების ოპტიმიზაციაზე და საერთო საოპერაციო ეფექტურობაზე.

არსებული ლიტერატურის და შემთხვევების შესწავლის კომპლექსური ანალიზის მეშვეობით, ჩვენ ვადგენთ ძირითად უპირატესობებს და გამოწვევებს, რომლებიც დაკავშირებულია სმარტ კონტრაქტების დანერგვასთან მიწოდების ჯაჭვის კონტექსტში. ჩვენი აღმოჩენები გვიჩვენებს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ სმარტ კონტრაქტები მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას გვთავაზობენ პროცესების ავტომატიზაციასა და შეცდომების შემცირებაში, ტექნოლოგიური ინფრასტრუქტურისა და დაინტერესებული მხარეების მზაობის საკითხები რჩება კრიტიკულად მნიშვნელოვანი წარმატებული დანერგვისთვის.

საკვანძო სიტყვები: სმარტ კონტრაქტი, მიწოდების ჯაჭვის მართვა, მარაგების ოპტიმიზაცია, პროცესების ავტომატიზაცია, ბლოკჩეინ ტექნოლოგია

მექანიკა, წარმოება და რკინიგზა: ეფექტური სინერგია ინდუსტრიული წინსვლისთვის

მანანა მოისწრაფიშვილი, ხათუნა ამყოლაძე, ნია ნათბილაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე: სტატია იკვლევს გადამწყვეტ სინერგიას მექანიკას, წარმოებასა და რკინიგზას შორის ინდუსტრიული წინსვლის მამოძრავებელ ძალაში. ამ სექტორების ურთიერთდაკავშირების გაანალიზებით, იგი ხაზს უსვამს მექანიკური ინჟინერიის როლს როგორც წარმოების პროცესების, ასევე სარკინიგზო ტრანსპორტის სისტემების ოპტიმიზაციაში. იგი განიხილავს ავტომატიზაციის, რობოტიკისა და ჰიბრიდული წარმოების მიღწევებს, ასევე მათ გავლენას სარკინიგზო ინდუსტრიაზე, რაც ტრანსპორტს უფრო სწრაფ, უსაფრთხო და ეფექტურს ხდის. სტატიაში ასევე ხაზგასმულია, თუ როგორ უწყობს ხელს ეს სინერგია მდგრადობას როგორც წარმოებაში, ასევე ტრანსპორტირებაში. იგი მთავრდება მომავლის მოლოდინით, სადაც ამ სექტორებს შორის უწყვეტი თანამშრომლობა საშუალებას მისცემს უფრო ჰიბრიდულ, მწვანე და უფრო ეფექტურ ინდუსტრიულ სისტემებს.

საკვანძო სიტყვები: მექანიკა, წარმოება, რკინიგზა, სამრეწველო სინერგია, ავტომატიზაცია, რობოტიკა, ჰიბრიდული წარმოება, ტრანსპორტის ეფექტურობა, მდგრადობა, მექანიკური ინჟინერია, მიწოდების ჯაჭვი, ლოგისტიკა, ენერგოეფექტურობა.

შესავალი

დღევანდელ სწრაფად განვითარებად ინდუსტრიულ ლანდშაფტში, სხვადასხვა სისტემებისა და ტექნოლოგიების ინტეგრაცია უმნიშვნელოვანესია ეფექტურობის, ხარჯების შემცირებისა და მთლიანი პროდუქტიულობის გაზრდისთვის. ამ ინდუსტრიულ ევოლუციაში ყველაზე მნიშვნელოვან სექტორებს შორისაა მექანიკა, წარმოება და რკინიგზა. როდესაც ეს სამი კომპონენტი მუშაობს ჰარმონიაში, ისინი ქმნიან მძლავრ სინერგიას, რომელიც ოპტიმიზებს სამრეწველო პროცესებს, აძლიერებს მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტს და ზრდის გლობალურ კონკურენტუნარიანობას. ეს სტატია იკვლევს, თუ როგორ უწყობს ხელს მექანიკის, წარმოების და რკინიგზის გაერთიანებული ძალები თანამედროვე ინდუსტრიების წინსვლას.

მექანიკის როლი წარმოებასა და რკინიგზაში-მექანიკა წარმოადგენს მრავალი სამრეწველო სექტორის ხერხემაღს, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წარმოებასა და რკინიგზაში გამოყენებული მანქანებისა და სისტემების დიზაინში, განვითარებასა და ოპტიმიზაციაში. მექანიკური ინჟინერია უზრუნველყოფს ფუნდამენტურ ცოდნას, რომელიც საჭიროა იმ მანქანების დიზაინისა და შესანარჩუნებლად, რომლებიც ამუშავებენ სამრეწველო წარმოების ხაზებს. ავტომატიზაციის სისტემებიდან დაწყებული რთული მანქანებით დამთავრებული, მექანიკური სისტემები უზრუნველყოფს წარმოების პროცესების გამართულ ფუნქციონირებას, აუმჯობესებს როგორც ხარისხს, ასევე წარმოების სიჩქარეს.

რკინიგზის სექტორში, მექანიკური ინჟინერია თანაბრად მნიშვნელოვანია. სარკინიგზო ტრანსპორტის სისტემები ეყრდნობა რთულ მექანიკურ კომპონენტებს, როგორიცაა ძრავები, ვაგონები, სამუხრუჭე სისტემები და ლიანდაგები, რაც მოითხოვს ზუსტ ინჟინერიას. მექანიკა იძლევა ამ სისტემების ეფექტურ დიზაინს, მშენებლობას და შენარჩუნებას, რაც ხელს უწყობს საიმედოობისა და მუშაობის გაუმჯობესებას. მაგალითად, მაღალსიჩქარიანი მატარებლების განვითარება დიდწილად განპირობებულია მექანიკური ინჟინერიის მიღწევებით, რომლებიც აძლიერებს აეროდინამიკას, ამცირებს ხახუნს და აუმჯობესებს საწვავის ეფექტურობას.

წარმოება და რკინიგზა: ურთიერთდამოკიდებულება-საწარმოო მრეწველობა მოითხოვს ეფექტურ სატრანსპორტო ქსელს ნედლეულისა და მზა საქონლის გადასატანად დიდ დისტანციებზე. ამ კონტექსტში, რკინიგზა უზრუნველყოფს ფასდაუდებელ მომსახურებას. სარკინიგზო ტრანსპორტი ცნობილია თავისი ხარჯთეფექტურობით, ენერგოეფექტურობითა და დიდი მოცულობის ტვირთის დიდ დისტანციებზე გადატანის უნარით. იქნება ეს ნედლეულის გადაადგილება ქარხნებში თუ მზა საქონლის ბაზარზე მიტანა, რკინიგზა არის გადამწყვეტი როლი მიწოდების ჯაჭვში.

ურთიერთობა წარმოებასა და რკინიგზას შორის ორმხრივია. ერთის მხრივ, საწარმოო ქარხნები ეყრდნობა ეფექტურ სარკინიგზო სისტემებს მასალების მისაღებად და პროდუქტების გასატანად. მეორეს მხრივ, სარკინიგზო ქსელების გაფართოება და ოპტიმიზაცია ხშირად განპირობებულია საწარმოო ინდუსტრიების საჭიროებებით. მაგალითად, ისეთი ინდუსტრიები, როგორიცაა საავტომობილო, სამთო და ფოლადის წარმოება, დიდწილად არის დამოკიდებული სარკინიგზო ტრანსპორტზე დიდი რაოდენობით მასალების გადაადგილებისთვის. წარმოების მოთხოვნების განვითარებასთან ერთად, რკინიგზა ასევე მუდმივად განახლდება ამ ცვალებადი საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად.

სინერგია სამრეწველო ეფექტურობისთვის-როდესაც მექანიკა, წარმოება და რკინიგზა მუშაობენ ტანდემში, შედეგები გარდამავალი არაფერია. სინერგიის ერთ-ერთი მთავარი სფეროა ავტომატიზაცია და ჰკვიანი წარმოება. დღეს მოწინავე მექანიკური სისტემები ინტეგრირებულია უახლეს ავტომატიზაციის ტექნოლოგიებთან, რაც იძლევა უფრო სწრაფ წარმოებას, უფრო მაღალ სიზუსტეს და დაბალ ხარჯებს. მაგალითად, რობოტიკა სულ უფრო გავრცელებული ხდება საწარმოო ქარხნებში, სადაც ისინი ასრულებენ განმეორებით დავალებებს სიზუსტით და სისწრაფით. მექანიკურ ინჟინერიასა და ავტომატიზაციას შორის

სინერგია არა მხოლოდ ამცირებს წარმოების ხარჯებს, არამედ ზრდის გამომუშავებას და პროდუქტის თანმიმდევრულობას.

უფრო მეტიც, რკინიგზა სარგებლობს ამ მიღწევებითაც. მატარებლის ავტომატური სისტემების და გაძლიერებული მექანიკური კომპონენტების დანერგვა ლოკომოტივებსა და სატვირთო ვაგონებში უზრუნველყოფს სარკინიგზო ტრანსპორტის უფრო სწრაფ, უსაფრთხო და საიმედოობას. ეს გაუმჯობესებები ამცირებს შეფერხებების ალბათობას, აუმჯობესებს საქონლის უსაფრთხოებას ტრანზიტში და ხელს უწყობს მთლიანი მიწოდების ჯაჭვის ეფექტურობას.

ამ სინერგიის გავლენა ვრცელდება გარემოს მდგრადობაზე. რკინიგზა ტრანსპორტის ერთ-ერთი ყველაზე ენერგოეფექტური საშუალებაა და რაც მექანიკური ინჟინერია აგრძელებს ინოვაციებს, სარკინიგზო ტრანსპორტი კიდევ უფრო მწვანე ხდება. ელექტრომატარებლებიდან დაწყებული სარკინიგზო ინფრასტრუქტურის მშენებლობაში გამოყენებული მდგრადი მასალებით დამთავრებული, სარკინიგზო ინდუსტრია წინა პლანზეა ნახშირბადის ანაბეჭდის შემცირების თვალსაზრისით. იმავდროულად, საწარმოო ინდუსტრიები ასევე იღებენ უფრო მწვანე პრაქტიკებს, როგორცაა განახლებადი ენერგიის გამოყენება და ნარჩენების შემცირება. ეს სექტორები ერთად ხელს უწყობენ მდგრადობის უფრო ფართო მიზანს ინდუსტრიულ სექტორში.

სამრეწველო სინერგიის მომავალი-მომავალში, სინერგია მექანიკას, წარმოებასა და რკინიგზას შორის მხოლოდ გაძლიერდება. ვინაიდან ინდუსტრიები უფრო მდგრადი, ეფექტური და მაღალტექნოლოგიური ოპერაციებისკენ მიისწრაფვიან, ეს სამი სექტორი სულ უფრო მეტად დაეყრდნობა ერთმანეთს. ავტონომიური სისტემების, მოწინავე რობოტიკის, ხელოვნური ინტელექტის (AI) და ნივთების ინტერნეტის (IoT) მუდმივი განვითარება რევოლუციას მოახდენს საქონლის წარმოებასა და ტრანსპორტირებაში.

მაგალითად, სარკინიგზო ინდუსტრია იკვლევს ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას ტექნიკური საჭიროებების პროგნოზირებისთვის, გრაფიკების ოპტიმიზაციისა და სისტემის საერთო მუშაობის გასაუმჯობესებლად. წარმოებაში ხელოვნური ინტელექტი და მანქანათმცოდნეობა გამოიყენება ოპერაციების გასამარტივებლად, ნარჩენების შესამცირებლად და მოთხოვნის უფრო ზუსტად პროგნოზირებისთვის. მექანიკური ინჟინერიის მიღწევებით გაძლიერებული ეს ინოვაციები შექმნის კიდევ უფრო შეუფერხებელ ინტეგრაციას წარმოების პროცესებსა და სატრანსპორტო სისტემებს შორის.

უფრო მეტიც, გლობალური ვაჭრობის გაფართოება საჭიროებს უფრო ურთიერთდაკავშირებულ და ეფექტურ ინდუსტრიულ ეკოსისტემას. რკინიგზა ითამაშებს სულ უფრო გადამწყვეტ როლს ქარხნების, საწყობებისა და პორტების დაკავშირებაში, რათა ხელი შეუწყოს უფრო სწრაფი გლობალური მიწოდების ჯაჭვებს. მაღალსიჩქარიანი სარკინიგზო ქსელების განვითარებით და გაუმჯობესებული ინტერმოდალური კავშირით, საქონლის გლობალური მოძრაობა უფრო ეფექტური გახდება და საწარმოო ინდუსტრიები შეძლებენ დააკმაყოფილონ მუდმივად მზარდი სამომხმარებლო ბაზის მოთხოვნები.

დასკვნა- მექანიკას, წარმოებასა და რკინიგზას შორის სინერგია არის სამრეწველო წინსვლის მამოძრავებელი ძალა. მათი ერთობლივი ძალისხმევით, ეს სექტორები იძლევა უფრო

ეფექტურ წარმოებას, გამართივებულ ტრანსპორტირებას და უფრო მდგრადობას. ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად, ამ სამი კომპონენტის ურთიერთდამოკიდებულება კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი გახდება, რაც საფუძველს წარმოადგენს უფრო კონკურენტუნარიანი, მდგრადი და ეფექტური გლობალური ინდუსტრიული ლანდშაფტის შესაქმნელად. სამრეწველო პროგრესის მომავალი მდგომარეობს მათ მუდმივ თანამშრომლობაში, რადგან ისინი გზას უხსნიან ჭკვიანურ, მწვანე და უფრო პროდუქტიულ ინდუსტრიებს მთელ მსოფლიოში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ხვიჩია გ.-საწარმოო პროცესები მანქანათმშენებლობაში-621.9.06(007) / 1; 2011წ.;96გვ;
2. ბუცხრიკიძე დ.-მექანიკის ინჟინერიის ტექნოლოგიის საფუძველები-ISBN:9789941206504.; 2016წ.; 497გვ;
3. მოისწრაფიშვილი მ.-სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა და მისი განვითარების გარემოსდაცვითი და სოციალური ასპექტები-656 / CD-4927; 2018წ.;
4. მოისწრაფიშვილი ე. და სხვ.-საქართველოს რკინიგზის განვითარების ძირითადი მიმართულებები და აქტუალური პრობლემები-ISBN:9789941202087; 2013წ.; გვ.381;
5. "The Railway Journey: The Industrialization of Time and Space in the 19th Century" by Wolfgang Schivelbusch;-2014
6. "Railways and the Economic Development of Western Europe, 1830-1914" edited by Patrick O'Brien;-1983
7. "The Industrial Revolution: A Very Short Introduction" by Robert C. Allen-2009

Mechanics, Manufacturing and Railways: Effective Synergies for Industrial Advancement

Manana Moistrapishvili, Khatuna Amkoladze, Nia Natbiladze

Abstract: The article explores the crucial synergy between mechanics, manufacturing and railways in driving industrial advancement. By analyzing the interconnections between these sectors, it highlights the role of mechanical engineering in optimizing both manufacturing processes and rail transport systems. It discusses the advances in automation, robotics and smart manufacturing, as well as their impact on the rail industry, making transport faster, safer and more efficient. The article also highlights how these synergies contribute to sustainability in both manufacturing and transportation. It concludes with an outlook for a future where continuous collaboration between these sectors will enable smarter, greener and more efficient industrial systems.

Keywords: mechanics, manufacturing, railways, industrial synergy, automation, robotics, smart manufacturing, transport efficiency, sustainability, mechanical engineering, supply chain, logistics, energy efficiency.

Various aspects of image encoding based on linear transformations

Lali Khuntsaria

Professor, Department of production innovations and operations Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostava 77, E-mail: lalikhuntsaria02@gmail.com

Abstract:

The modern world is developing in the era of the fourth industrial revolution, which creates a global economy. It assumes the integration of updated, intelligent technologies with production, complete automation of work processes, machine learning, the use of artificial intelligence in almost all areas, consideration of cybersecurity issues, and many others. In accordance with the above processes, the dynamic development of the information and telecommunications sector, scientific innovations and their practical value remain a topical issue. One such task is research into the efficient processing, storage, and transmission of digital audio @ video signals.

Key words: Linear transformations, elementary and group-based (block, fragment) methods, JPEG and MPEG standards for dynamic image compression.

Main task:

The problem of efficient encoding of digital image signals from various classes and standards, with varying levels of compression and quality in the reconstructed images, can be addressed using both elementary and group-based (block, fragment) methods. These include differential pulse-code modulation; vector quantization; fractal coding; wavelet transform utilizing Haar functions; coding based on pyramidal structures; morphological coding and coding using various linear transformations; coding with motion estimation and compensation, and others. The encoding method based on linear transformations of images belongs to group methods, in the case of which one-dimensional, two-dimensional (intra-frame encoding) or three-dimensional (inter-frame encoding) fragments composed of n elements of the initial image are processed. High efficiency of K coding can be achieved by using so-called composite or hybrid methods, when two or more methods are combined.

The JPEG and MPEG standards for dynamic image compression, as recommended by the International Organization for Standardization, integrate a combination of discrete cosine transform, motion

prediction, and entropy coding techniques. Therefore, among the above-mentioned coding methods, the method using linear transformations occupies a prominent place due to its high efficiency.

Due to the problem of economical use of the bandwidth of digital telecommunication channels and the volume of devices storing the corresponding signals, the compact representation of digital signals is one of the current tasks. It is particularly problematic for high-information image signals, which is why they are distinguished from other types of signals by their broadband nature. It is known from the literature that if the bandwidth of a telecommunication channel is DF , then a digital signal represented in the form of two-level pulses (bits or binary symbols) can be transmitted over a telecommunication channel with a bandwidth of DF at a rate of $2DF$ bits/s, which means that in this case the efficiency of using the channel frequency band and, consequently, the bandwidth is 2 (bits/s) Hz. For example, the digital signal speed corresponding to high-definition television broadcasting (the number of lines in a frame is 1125, and the frame format is 16:9), which is currently widely developed in the USA, reaches 450 Mbit/s when the frames are scattered at a frequency of 25 Hz, which is why the bandwidth of the corresponding channel should not be less than 225 MHz. It is clear that both the standard terrestrial television broadcasting channel, which has a bandwidth of 8 MHz, and the satellite channel with a bandwidth of 27 MHz are unsuitable for transmitting such a signal. In order to enable the transmission of a high-definition digital television signal, in the first case, the transmission speed must be reduced by almost 29 times (29-fold compression), and in the second case, by almost 9 times (9-fold compression). This problem will become more relevant in the future, when it will be necessary to transmit stereo and multi-angle television digital signals over telecommunication channels and create archives of the corresponding images.

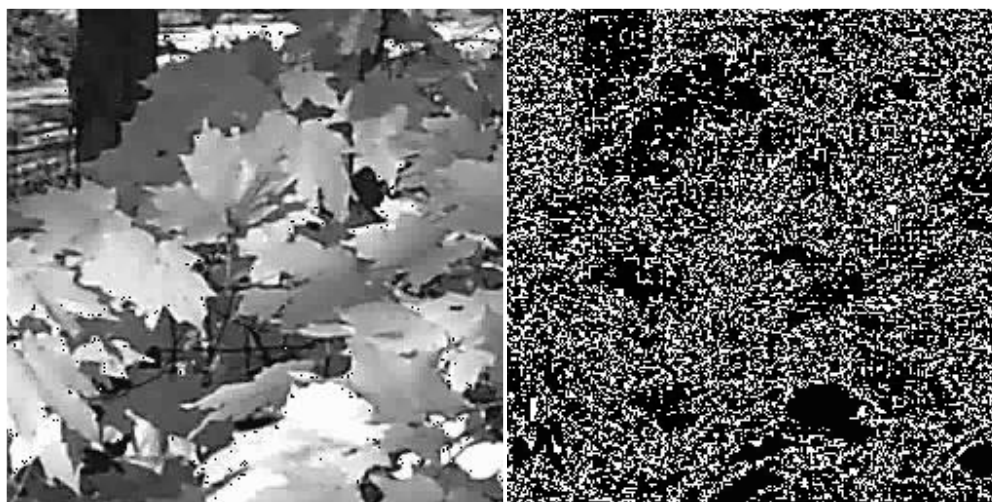
The significant advantages of digital signal transmission are accompanied by certain costs, primarily arising from the need to increase the bandwidth of telecommunication channels and the storage capacity of devices. This becomes practically infeasible due to the limited resources of telecommunication channels and storage devices, particularly in light of the growing demands of contemporary society for increased information throughput. This issue is particularly critical in digital image transmission and archiving systems for various applications (e.g., videotelephony, television, videoconferencing), due to the high information density of image signals. This challenge has led to the development of numerous methods for image signal compression, which enable digital image compression with varying levels of accuracy and are referred to as efficient coding techniques.

Although numerous scientific studies have been conducted globally, including in Georgia, on the effective coding of digital images using linear transformations, and recommendations for coding both static and dynamic images have been developed by the JPEG (Joint Photographic Experts Group) and MPEG (Moving Picture Experts Group), with relevant compression standards for static and dynamic images adopted by the International Organization for Standardization (ISO), the full potential of improving image coding efficiency using linear transformations remains unexplored. This is primarily because the coding process currently considers only the statistical and psychophysiological

characteristics of images and human vision. However, following the linear transformation of digital signals, the expansion of the dynamic range of transformation coefficients leads to what is known as matrix redundancy in the transformation space (transformant). The presence of this redundancy, a result of the algorithm's characteristics, can be exploited to increase the efficiency of both lossless and partial lossy image encoding. General principles of image coding based on linear transformations include: The statistical characteristics of image signals and the distinct features of human vision, their potential application in efficient coding systems based on linear transformations;

The primary scientific propositions formulated and substantiated in this article are as follows:

1. The effective digital lossless and partial lossy encoding of images based on the Walsh linear transform can be achieved through both statistical methods and the compression of matrix redundancy in the psychophysiological and transform spaces of human vision.
2. The presence of matrix redundancy in Walsh, Hadamard, Pell, and X-transformations arises from the expansion of the dynamic range of the transform coefficients relative to the original image elements. Compressing this redundancy also contributes to the reduction of the statistical redundancy in the image.
3. After applying digital encoding of signals using the Walsh transform and its variants, matrix redundancy is revealed to varying degrees within the set of all equally weighted sequences of the transform. This occurs when the defining number of image fragment sizes is equal to or greater than the number of symbols (bits) used to encode the elements of the original image.



($n \times n = 4 \times 4$; $K_d = 64$; $m_2 = 1,92$ bits/e; $F = 4,17$; $RMSE = 7,24$;

$NRMSE = 0,05$; $SNR = 26,38$ db; $PSNR = 30,97$ db)

Conclusion:

Given the aforementioned considerations, investigating the potential for enhancing the efficiency of both lossless and partial lossy image coding using the Walsh linear representation of digital image signals, as well as developing corresponding algorithms that leverage matrix redundancy in the

transform coefficient space (transformant), constitutes a significant and timely scientific and technical challenge.

References

1. Bernard Sklar. „Digital Communications: Fundamentals and applications”. Second Edition. Communications Engineering Services, Tarzana, California and University of California, Los Angeles. Prentice Hall P T R. Upper Saddle River, New Jersey 07458.
2. J. Khuntsaria, V. Steperman, L. Khuntsaria „Encoding Principles of signals source”, Publishing House "Technical University", 2009, 140 page
3. L. Khuntsaria Reducing matrix redundancy in the Walsh transform / Georgian Engineering News (GEN), N2, 2005

წრფივი გარდასახვების საფუძველზე გამოსახულებათა კოდირების სხვადასხვა ასპექტები

ლალი ხუნწარია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ენერგეტიკის ფაკულტეტი პროფესორი, დეკანის მოადგილე

ანოტაცია:

თანამედროვე მსოფლიო, რომელიც მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციის ეპოქაში ვითარდება, გლობალურ ეკონომიკას ქმნის. ის თავისთავად ითვალისწინებს განახლებული, ინტელექტუალური ტექნოლოგიების ინტეგრაციას წარმოებასთან, სამუშაო პროცესების სრულ ავტომატიზაციას, მანქანურ სწავლებას, ხელოვნური ინტელექტის თითქმის ყველა სფეროში გამოყენებას, კიბერუსაფრთხოების საკითხების გათვალისწინებას და მრავალი სხვა. აღნიშნული პროცესების შესაბამისად საინფორმაციო-სატელეკომუნიკაციო სფეროს დინამიური განვითარება, მეცნიერული სიახლეები და მათი პრაქტიკული ღირებულება აქტუალურ საკითხად რჩება. ერთ-ერთ ასეთ ამოცანათა რიცხვს მიეკუთვნება ბგერითი და ვიდეო სიგნალების ეფექტურად დამუშავების, შენახვის და გადაცემის საკითხებზე ჩატარებული კვლევები.

საკვანძო სიტყვები: წრფივი გარდასახვები, ელემენტური და ჯგუფური (ბლოკური, ფრაგმენტული) მეთოდები, მოძრავი გამოსახულებების კომპრესიის JPEG და MPEG სტანდარტები

შრომის უსაფრთხოების სტანდარტები და სამშენებლო სექტორის გამოწვევები

ლუკა კახიძე¹, ნანა რაზმაძე², ნინო რატიანი³, მზია ქიტოშვილი⁴, ნუცა გუმბერიძე⁵

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის“
დეპარტამენტი, დოქტორანტი, Luka.kakhidze@gmail.com

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის“
დეპარტამენტი, პროფესორი, n.razmadze@gtu.ge

³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის“
დეპარტამენტი, პროფესორი, n.ratiani@gtu.ge

⁴საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის“
დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, m.qitoshvili@gtu.ge

⁵საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „ფილოსოფიისა და საზოგადოებასთან ურთიერთობის“
დეპარტამენტი, ასოცირებული პროფესორი, nutsa.gumberidze@gmail.com

რეზიუმე

სამშენებლო სექტორი ეკონომიკის ძირითადი დარგია, ჰყავს სხვადასხვა სპეციალობებისა და კვალიფიკაციის უამრავი დასაქმებული, თითმის ყველა სამუშაო დაკავშირებულია მძიმე ტრავმებთან და პროფესიულ დაავადებებთან. აქედან გამომდინარე, უბედური შემთხვევების სტატისტიკურ მაჩვენებლებში მუდმივად იკავებს წამყვან პოზიციას.

ახალი საკანონმდებლო რეგულაციების მოთხოვნები სავალდებულოა დამსაქმებელთა და დასაქმებულთა ნებისმიერი წრისათვის.

2023 წელს სამუშაო სივრცეში მომხდარი ფატალური უბედური შემთხვევების რაოდენობამ 34შეადგინა, რომელშიც მხოლოდ მამრობითი სქესის წარმომადგენლები იყვნენ და აქედან 21 უშუალოდ მშენებლობაზე მოდის. შესაბამისად, მეტია მძიმე და კიდევ უფრო მეტი საშუალო სიმძიმის ტრავმები.

ჯანმრთელობის, უსაფრთხოებისა და გარემოს მენეჯმენტი მშენებლობაში მოიცავს კრიტიკულ და მიუკერძოებელ მიდგომას სამშენებლო საქმიანობასთან დაკავშირებული რისკების იდენტიფიცირების, შეფასების და შემცირების მიზნით. იგი მოიცავს პრაქტიკის ფართო სპექტრს, რომელიც შექმნილია სამუშაო ადგილზე ავარიების, პროფესიული დაავადებების და გარემოზე ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად. შრომის უსაფრთხოების მართვის სისტემები აერთიანებს პოლიტიკას, პროცედურებს, ტრენინგს და მონიტორინგის მექანიზმებს უსაფრთხოების რეგულაციებისა და სტანდარტების შესაბამისობის

უზრუნველსაყოფად, უსაფრთხოების კულტურის ხელშეწყობასა და სამშენებლო ინციდენტების მინიმუმამდე დაყვანას.

შრომის უსაფრთხოების როლი მშენებლობაში მრავალმხრივი და სვალდებულოა. მისი ძირითადი მიზანია დაიცვას დასაქმებულთა ფიზიკური კეთილდღეობა. ეს გულისხმობს უსაფრთხო სამუშაო პირობების უზრუნველყოფას, შესაბამისი პერსონალური დამცავი აღჭურვილობის უზრუნველყოფას და სასწავლო პროგრამების განხორციელებას, რათა გაზარდოს მუშაკების ინფორმირებულობა და კომპეტენცია პოტენციურ საფრთხეებთან მიმართებაში. ეფექტური მენეჯმენტი ასევე მოიცავს უბნის რეგულარულ ინსპექტირებას, რისკების შეფასებას და საგანგებო სიტუაციებზე რეაგირების პროცედურების ჩამოყალიბებას ნებისმიერი ინციდენტის დროულად მოსაგვარებლად, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას ამა თუ იმ სამუშაო სივრცეში.

შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში ვრცელდება გარემოს დაცვაზეც. სამშენებლო საქმიანობამ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს ბუნებრივ გარემოზე. გარემოსდაცვითი მენეჯმენტის გეგმები შემუშავებულია ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ხარისხზე სამშენებლო საქმიანობების მავნე ზემოქმედების შესამცირებლად, რითაც უზრუნველყოფს გარემოს დაცვასა და მის მოფრთხილებას.

თანამედროვე გაუმჯობესებული კანონმდებლობისა და დარგობრივი სტანდარტების დაცვა, გარდა უსაფრთხოებისა, მორალური და ეთიკური პრინციპების მოთხოვნაა, იგი ხელს უწყობს სამშენებლო კომპანიების პოზიტიურ რეპუტაციას, აძლიერებს კონკურენტუნარიანობას და ხელს უწყობს მათი მომავალი პროექტების წარმატებულ განხორციელებას.

საკვანძო სიტყვები: უსაფრთხოება, ლეტალობის სტატისტიკა, რისკები, რეგულაციები, სტანდარტები.

შრომის უსაფრთხოება ნებისმიერი ეკონომიკური სფეროსათვის აუცილებელი პირობაა, რათა შეიქმნას დასაქმებულთათვის უსაფრთხოსამუშაო გარემო. ორგანიზაციები აყალიბებენ შრომის უსაფრთხოების და გარემოს მართვის სისტემებს, ატარებენ რისკების შეფასებას, ახორციელებენ კონტროლის ზომებს და ერთვებიან მუდმივ გაუმჯობესების მცდელობებში შრომის უსაფრთხოების მიზნების მისაღწევად და მარეგულირებელი მოთხოვნების შესასრულებლად. შრომის უსაფრთხოების პერსონალი, მათ შორის ჯანდაცვისა და უსაფრთხოების ოფიცრები, გარემოსდაცვითი ინჟინრები და შესაბამისი სპეციალისტები, გადამწყვეტ როლს ასრულებენ შრომის უსაფრთხოების სრულყოფილების ხელშეწყობასა და პოზიტიური შედეგების მოპოვებაში როგორც ადამიანებისთვის, ასევე პლანეტისთვის.

ჯანმრთელობის, უსაფრთხოებისა და გარემოს დაცვის მენეჯმენტის მთავარი ასპექტია უზრუნველყოს შრომის უსაფრთხოების სისტემების იმპლემენტაცია სამუშაო გარემოში. ქვემოთ ჩამოთვლილია ის ელემენტები, რომელიც ხელს უწყობს შრომის უსაფრთხოების ეფექტურ მენეჯმენტირებას:

- რისკის მართვა: სამუშაო სივრცეში საფრთხეებისა და რისკების შეფასება, რის შემდგომაც ხდება სამუშაოების პრევენციული ღონისძიებების განსაზღვრა და ამა თუ იმ რისკის მართვის სისტემის ჩამოყალიბება, რომელიც ხელს შეუწყობს ჯანსაღი და

უსაფრთხო გარემოს შექმნას ამა თუ იმ ეკონომიკურ სფეროში. რისკების შეფასების დოკუმენტი აუცილებელია თანხვედრაში იყოს კანონმდებლობასა და რეგლამენტებთან.

- შესაბამისობა რეგულაციებთან: ორგანიზაციებმა უნდა დაიცვან მოქმედი ჯანმრთელობის, უსაფრთხოების და გარემოსდაცვითი რეგულაციები და სტანდარტები ასევე მარეგულირებელი ორგანოს მიერ გაცემული მითითებები. რაც გულისხმობს სამართლებრივი მოთხოვნების შესახებ ინფორმირებულობას, აუდიტისა და ინსპექტირებას, რათა ჩამოყალიბდეს უსაფრთხო სამუშაო პროცედურები.
- თანამშრომლების ჩართულობა და ტრენინგი: თანამშრომლების ჩართვა შრომის უსაფრთხოების საკითხებში და ყოვლისმომცველი ტრენინგების ჩატარება საშუალებას აძლევს მათ, წვლილი შეიტანონ უსაფრთხო და ჯანსაღი სამუშაო გარემოს შესაქმნელად. თანამშრომლებმა უნდა გაიარონ ტრენინგი შრომის უსაფრთხოების პოლიტიკის, პროცედურების, საფრთხის ამოცნობისა და საგანგებო რეაგირების გეგმის შესახებ, რათა მათ შეძლონ უსაფრთხოდ იმუშაონ და ეფექტურად მართონ საფრთხეები სამუშაო ადგილზე. ამ ძირითადი ელემენტების პრიორიტეტების მინიჭებით, ორგანიზაციებს შეუძლიათ შექმნან შრომის უსაფრთხოების და გარემოს მართვის ძლიერი სისტემები, რომლებიც ხელს უწყობენ უსაფრთხო, ჯანსაღ და ეკოლოგიურად მდგრად სამუშაო ადგილს, ინციდენტების პრევენციასა და მის მართვას. საქართველოში შრომის უსაფრთხოების კანონი 2019 წლიდან ფუნქციონირებს. საქართველომ მიიღო შრომის უსაფრთხოების შესახებ ორგანული კანონი და დაავალდებულა ეკონომიკური სფეროები დაეცვათ შრომის უსაფრთხოება, თუმცა დღესაც, 2024 წელს დიდ გამოწვევად რჩება სამშენებლო სექტორი, რადგან ყველაზე მეტი ფატალური შედეგები სამშენებლო სექტორზე მოდის, არაკვალიფიციური პერსონალისა და სისტემის გამო.

შრომის უსაფრთხოების სტანდარტები

შრომის უსაფრთხოებას შესაბამისი სტანდარტები არეგულირებს, რაც შეგვიძლია განვიხილოთ ცალკეული ქვეყნების მაგალითზე:

შეერთებული შტატები:

შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ადმინისტრაცია (OSHA): OSHA ადგენს და ახორციელებს სტანდარტებს, რათა უზრუნველყოს უსაფრთხო და ჯანსაღი სამუშაო პირობები შეერთებულ შტატებში მუშაკებისთვის. ის მოიცავს მრეწველობისა და საქმიანობის ფართო სპექტრს, მათ შორის მშენებლობას, წარმოებას და ჯანდაცვას. (სურათი. 1)



სურათი 1. უსაფრთხოების ლოგო აშშ-ში

გარემოს დაცვის ორგანო (EPA): EPA ადგენს რეგულაციებს და სტანდარტებს, რათა დაიცვას ადამიანის ჯანმრთელობა, გარემო დაბინძურებისა და საშიში ნივთიერებებისგან. ის ეხება ისეთ საკითხებს, როგორიცაა ჰაერის ხარისხი, წყლის ხარისხი, ნარჩენების მართვა და ქიმიური უსაფრთხოება.

ევროკავშირი:

სამუშაოზე უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის ევროპული სააგენტო EU-OSHA ხელს უწყობს სამუშაო ადგილის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის გაუმჯობესებას ევროკავშირის მასშტაბით. ის უზრუნველყოფს, კვლევას შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის სხვადასხვა თემებზე და მხარს უჭერს ევროკავშირის დირექტივებისა და რეგულაციების განხორციელებას.

REACH რეგულაცია: (ქიმიური ნივთიერებების რეგისტრაცია, შეფასება, ავტორიზაცია და შეზღუდვა) არის ყოვლისმომცველი რეგულაცია, რომელიც არეგულირებს ქიმიკატების წარმოებას და გამოყენებას ევროკავშირში. ის მიზნად ისახავს ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოს დაცვას ქიმიურ ნივთიერებებთან უსაფრთხო მუშაობასა და მართვის უზრუნველყოფას. (სურათი 2)



სურათი 2. უსაფრთხოების ლოგო ევროკავშირში

გაერთიანებული სამეფო:

ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების აღმასრულებელი ორგანო: შრომის უსაფრთხოებისა და გარემოს დაცვის მარეგულირებელი ორგანო, რომელიც პასუხისმგებელია დიდ ბრიტანეთში ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების კანონმდებლობის აღსრულებაზე. ის ადგენს

სტანდარტებს, უზრუნველყოფს მითითებებს და ატარებს ინსპექტირებას სამუშაოსთან დაკავშირებული დაზიანებების, დაავადებებისა და ფატალური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად.

გარემოს დაცვის სააგენტო (EA): არეგულირებს ინგლისში გარემოსდაცვით საკითხებს, მათ შორის დაბინძურების პრევენციას, ნარჩენების მართვას და რესურსების კონსერვაციას. ის მუშაობს გარემოსდაცვითი ნებართვების, ლიცენზიებისა და რეგულაციების შესაბამისობის უზრუნველსაყოფად.

ავსტრალია:

Safe Work Australia: არის ეროვნული პოლიტიკის ორგანო, რომელიც პასუხისმგებელია ავსტრალიაში პროფესიული ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების რეგულაციების შემუშავებასა და კოორდინაციაზე. ის თანამშრომლობს შტატისა და ტერიტორიის მთავრობებთან უსაფრთხოების სტანდარტების ჰარმონიზაციისა და სამუშაო ადგილებზე საუკეთესო პრაქტიკის პოპულარიზაციის მიზნით.

გარემოს დაცვის სააგენტოები (EPAs): ავსტრალიის თითოეულ შტატსა და ტერიტორიას აქვს საკუთარი მაკონტროლებელი ორგანო, რომელიც პასუხისმგებელია გარემოსდაცვითი საკითხების რეგულირებაზე, მათ შორის ჰაერისა და წყლის ხარისხის, დაბინძურების კონტროლისა და ბუნებრივი რესურსების მართვაზე.

კანადა :

შრომის ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების კანადური ცენტრი (CCOHS): უზრუნველყოფს ინფორმირებას, ტრენინგებსა და რესურსებს კანადის სამუშაო ადგილებზე ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების ხელშეწყობისთვის. ის თანამშრომლობს ფედერალურ, პროვინციულ და ტერიტორიულ მთავრობებთან შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის სტანდარტების შემუშავებასა და დანერგვის მიზნით. (სურათი 3)



სურათი 3. უსაფრთხოების ლოგო კანადაში

საერთაშორისო სტანდარტები:

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია (ILO): ადგენს შრომის საერთაშორისო სტანდარტებს კონვენციებისა და რეკომენდაციების მეშვეობით, რათა ხელი შეუწყოს ღირსეულ შრომას და დაიცვას მშრომელთა უფლებები მთელ მსოფლიოში. ის ეხება საკითხთა ფართო სპექტრს, მათ შორის შრომის უსაფრთხოებასა და ჯანმრთელობას, ბავშვთა შრომას და სოციალურ უზრუნველყოფას. ოფისი მდებარეობს შვეიცარიაში, ჟენევაში, აქვს რეგიონალური და სუბრეგიონალური ოფისები მთელ მსოფლიოში. (სურათი 4).



International
Labour
Organization

სურათი 4. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის ლოგო

სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაცია (ISO):

ანვითარებს ნებაყოფლობით საერთაშორისო სტანდარტებს სხვადასხვა ინდუსტრიისთვის, მათ შორის შრომის ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების (ISO 45001) და გარემოს დაცვის მენეჯმენტირებას (ISO 14001). ეს სტანდარტები უზრუნველყოფს ორგანიზაციებში შრომის უსაფრთხოებისა და გარემოს დაცვის მართვის სისტემების ჩამოყალიბებას, დანერგვასა და გაუმჯობესებას.

საქართველო :

საქართველოში შრომის უსაფრთხოების სტანდარტებს არეგულირებს ოკუპირებული ტერიტორიებიდან დევნილთა, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო. საქართველოში შრომის უსაფრთხოება ევროსტანდარტებიდან გამომდინარე დაინერგა 2019 წლიდან და ამის შემდეგ ყოველდღიურად ვითარდება, აღსაღნიშნია ის ფაქტი, რომ 2006 წელს გაუქმდა და 2016 წლამდე საქართველოში არ არსებობდა შრომის უსაფრთხოების ნორმები და კანონმდებლობა, რომელის მიხედვითაც მოხდებოდა სისტემების მონიტორინგი, თუმცა ევროკავშირისაკენ სწრაფვამ მოგვიტანა ის, რომ 2019 წელს შეიქმნა შრომის უსაფრთხოების შესახებ საქართველოს ორგანული კანონი, რომელიც თავდაპირველად მხოლოდ მძიმე მავნე და საშიშპირობიან სამუშაოებს შეეხო, თუმცა შემდეგ გავრცელდა ეკონომიკის ყველა დარგზე და დღეს 2024 წელს, ნებისმიერი ეკონომიკური სფერო ვალდებულია შექმნას შრომის უსაფრთხოების სამსახური, რომელიც გაუწევს მონიტორინგს კანონთან თანხვედრასა და მომუშავეთა უსაფრთხო მუშაობას.

2023 წელს სამუშაო სივრცეში მომხდარი ფატალური უბედური შემთხვევების რაოდენობამ 34 შეადგინა, რომელშიც მხოლოდ მამრობითი სქესის წარმომადგენლები იყვნენ და აქედან 21 უშუალოდ მშენებლობაზე მოდის. (ცხრილი 1).

ცხრილი 1.

სამუშაო სივრცეში მომხდარი ფატალური უბედური შემთხვევების რაოდენობა სქესის მიხედვით (შემთხვევები)

	2020	2021	2022	2023
სულ	39	37	35	34
ქალი	0	0	0	0
კაცი	39	37	35	34

სამუშაო სივრცეში მომხდარი ფატალური უბედური შემთხვევების რაოდენობა ეკონომიკური საქმიანობის სახეების მიხედვით (შემთხვევები)

ეკონომიკური საქმიანობა (NACE-Rev.2)	2020	2021	2022	2023
სულ	39	37	35	34
A. სოფლის, სატყეო და თევზის მეურნეობა	1	4	0	0
B. მრეწველობა	2	3	2	2
C. დამამუშავებელი მრეწველობა	4	6	7	8
D. ელექტროენერგიის, აირის, ორთქლის და კონდიციონირებული ჰაერის მიწოდება	3	4	3	0
E. წყალმომარაგება; კანალიზაცია, ნარჩენების მართვა და დაბინძურებისაგან გასუფთავების საქმიანობები	2	0	1	0
F. მშენებლობა	11	18	16	21
G. საბითუმო და საცალო ვაჭრობა; ავტომობილების და მოტოციკლების რემონტი	1	0	1	1
H. ტრანსპორტი და დასაწყობება	12	2	4	0
I. განთავსების საშუალებებით უზრუნველყოფის და საკვების მიწოდების საქმიანობები	2	0	0	1
J. ინფორმაცია და კომუნიკაცია	0	0	0	1
K. საფინანსო და სადაზღვევო საქმიანობები	0	0	0	0
L. უძრავ ქონებასთან დაკავშირებული საქმიანობები	0	0	0	0
M. პროფესიული, სამეცნიერო და ტექნიკური საქმიანობები	0	0	0	0
N. ადმინისტრაციული და დამხმარე მომსახურების საქმიანობები	0	0	1	0
O. სახელმწიფო მმართველობა და თავდაცვა; სავალდებულო სოციალური უსაფრთხოება	0	0	0	0
P. განათლება	0	0	0	0
Q. ჯანდაცვა და სოციალური მომსახურების საქმიანობები	0	0	0	0
R. ხელოვნება, გართობა და დასვენება	1	0	0	0
S. სხვა სახის მომსახურება	0	0	0	0
T. შინამეურნეობების, როგორც დამქირავებლის, საქმიანობები; არადიფერენცირებული საქონლის და მომსახურების წარმოება შინამეურნეობების მიერ საკუთარი მონხმარებისათვის	0	0	0	0
U. ექსტერიტორიული ორგანიზაციების და ორგანოების საქმიანობები	0	0	0	0
X. არაიდენტიფიცირებული	0	0	0	0

შენიშვნა: სამუშაო სივრცეში უბედური შემთხვევების შესახებ მონაცემები გროვდება და მუშავდება „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონის შესაბამისად. შემთხვევებზე საქმისწარმოების პროცედურების გათვალისწინებით შესაძლებელია დაკორექტირდეს მონაცემები.

წყარო: სსიპ შრომის ინჰექციის სამსახური.

ჯანმრთელობის, უსაფრთხოებისა და გარემოს მენეჯმენტი მშენებლობაში მოიცავს კრიტიკულ და მიუკერძოებელ მიდგომას სამშენებლო საქმიანობასთან დაკავშირებული რისკების იდენტიფიცირების, შეფასების და შემცირების მიზნით. იგი მოიცავს პრაქტიკის ფართო სპექტრს, რომელიც შექმნილია სამუშაო ადგილზე ავარიების, პროფესიული დაავადებების და გარემოზე ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად. შრომის უსაფრთხოების მართვის სისტემები აერთიანებს პოლიტიკას, პროცედურებს, ტრენინგს და მონიტორინგის მექანიზმებს უსაფრთხოების რეგულაციებისა და სტანდარტების შესაბამისობის

უზრუნველსაყოფად, უსაფრთხოების კულტურის ხელშეწყობასა და სამშენებლო ინციდენტების მინიმუმამდე დაყვანას.

შრომის უსაფრთხოების როლი მშენებლობაში მრავალმხრივი და სვალდებულოა. მისი ძირითადი მიზანია დაიცვას დასაქმებულთა ფიზიკური კეთილდღეობა. ეს გულისხმობს უსაფრთხო სამუშაო პირობების უზრუნველყოფას, შესაბამისი პერსონალური დამცავი აღჭურვილობის უზრუნველყოფას და სასწავლო პროგრამების განხორციელებას, რათა გაზარდოს მუშაკების ინფორმირებულობა და კომპეტენცია პოტენციურ საფრთხეებთან მიმართებაში. ეფექტური მენეჯმენტი ასევე მოიცავს უბნის რეგულარულ ინსპექტირებას, რისკების შეფასებას და საგანგებო სიტუაციებზე რეაგირების პროცედურების ჩამოყალიბებას ნებისმიერი ინციდენტის დროულად მოსაგვარებლად, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას ამა თუ იმ სამუშაო სივრცეში.

შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში ვრცელდება გარემოს დაცვაზეც. სამშენებლო საქმიანობამ შეიძლება მნიშვნელოვნად იმოქმედოს ბუნებრივ გარემოზე მიწის ექსკავაციით, რესურსების მოხმარებისა და ნარჩენების წარმოქმნით. ეფექტური უსაფრთხოების სისტემა ხელს უწყობს გარემოს მართვის სისტემას და პრევენციულ ღონისძიებებს, რომელიც მოქმედებს გარემოზე, როგორცაა ნარჩენების შემცირება, გადამუშავება, დაბინძურების კონტროლი და რესურსების ეფექტური გამოყენება. გარემოსდაცვითი მენეჯმენტის გეგმები შემუშავებულია ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ხარისხზე სამშენებლო საქმიანობების მავნე ზემოქმედების შესამცირებლად, რითაც უზრუნველყოფს გარემოს დაცვასა და მის მოფრთხილებას.

დასაქმებულებისა და გარემოს დაცვის მორალური და ეთიკური იმპერატივის მიღმა, შრომის უსაფრთხოების ეფექტურ მენეჯმენტს აქვს რამდენიმე ხელშესახები სარგებელი. ის აძლიერებს პროექტის ეფექტურობას, ავარიების ალბათობისა და მასთან დაკავშირებული შეფერხებების შემცირებით, რითაც თავიდან აიცილებს ძვირადღირებულ შეფერხებებს და იურიდიულ ვალდებულებებს. ძლიერი უსაფრთხოების კულტურა აუმჯობესებს დასაქმებულთა ზნეობას და პროდუქტიულობას, რადგან თანამშრომლები უფრო მეტად პროდუქტიულები არიან, როდესაც თავს დაცულად და დაფასებულად გრძნობენ. გარდა ამისა, სტანდარტების დაცვა ხელს უწყობს სამშენებლო კომპანიების პოზიტიურ რეპუტაციას, აძლიერებს მათ კონკურენტუნარიანობას და მომავალი პროექტების უზრუნველყოფას ბაზარზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ნ. რაზმაძე, ნ. რატიანი „შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში“. გამ-ბა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. ISBN 978-9941-28-841-8. 2023 წ.
2. N. Razmadze, N. Ratiani, A. Korkotadze. „Improvement of safety measures in construction by using modern railing and fall arrest systems“. TASHKENT INTERNATIONAL CONGRESS ON MODERN SCIENCES - III. TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE. April 22-23, 2024. Tashkent, Uzbekistan. ნ.რაზმაძე ნ. რატიანი, ა. კორკოტაძე. „მშენებლობაზე უსაფრთხოების ღონისძიებათა გაუმჯობესება თანამედროვე მოაჯირული და საჭერი სისტემების გამოყენებით“. ტაშკენტის ინტერნაციონალური კონგრესი თანამედროვე მეცნიერებებში-III.
3. ნ. რაზმაძე, ნ.რატიანი მ.ქიტოშვილი,ა.კორკოტაძე. „უბედური შემთხვევების და პროფდაავადებათა რისკ-ფაქტორები მშენებლობაში“. ქართულენოვანი მრავალდარგობრივი სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ #1 (744). 2024 წ. ISSN 0130-7061 Index 76127
4. ნ.რაზმაძე, ნ. რატიანი, მ.ქიტოშვილი. ნ.მაჭავარიანი. „უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის რისკების შეფასება მშენებლობაში“. ქართულენოვანი მრავალდარგობრივი სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. #1 (747). 2025 წ.
5. N. Ratiani, M. Darakhvelidze. N. Razmadze. “Establishing a system of hazard identification and risk assessment and existing flaws”. Georgian Engineering News. #2, vol.101, 2024. 14-20 pg. ნ. რატიანი, მ. დარახველიძე, ნ.რაზმაძე „საფრთხის იდენტიფიცირებისა და რისკის შეფასების სისტემის ჩამოყალიბება და არსებული ხარვეზები“.
6. ნ. რაზმაძე, ა. კორკოტაძე, ნ.რატიანი . “სიმაღლეზე მუშაობის შესაძლო საფრთხეების კონტროლი მოაჯირული და საჭერი სისტემების მაგალითზე“. სტუ, შრომების კრებული #1 (531). 2024 წ. UDS 658. 382. SCOPUS CODE 2213.
7. ნ. რაზმაძე, ნ.რატიანი, ა. კორკოტაძე. „სიმაღლეზე მომუშავეთა ფიზიკური საფრთხეების მინიმიზაციის საშუალებები“ (მოხსენება და სტატია ინგლ. ენაზე) მეოთხე საერთაშორისო კონფერენცია: „ინოვაციური ტექნოლოგიები მშენებლობაში“. სტუ. სამშენებლო ფაკულტეტი. 15-16 თებერვალი, 2024 წ. „Means of minimizing physical hazards of workers at height“.
8. N. Razmadze, N. Ratiani, A. Korkotadze. “IMPROVING SAFETY MEASURES FOR WORKERS AT HEIGHT”. International Marmara scientific research and innovation congress. ISTANBUL, JANUARY 27-28. 2024. ნ. რაზმაძე, ნ. რატიანი, ა. კორკოტაძე. “სიმაღლეზე მომუშავეთა უსაფრთხოების ღონისძიებების გაუმჯობესება”. საერთაშორისო სამეცნიერო კვლევებისა და ინოვაციების კონგრესი. სტამბოლი, 27-28 იანვარი, 2024წ.
9. ნ. რატიანი, ნ. რაზმაძე, მ. დარახველიძე. „შრომის უსაფრთხოების სისტემის დანერგვა და განვითარება საქართველოსა და სხვა ქვეყნებში“. *ქართველი მეცნიერები*, 150-166გვ. (2024). <https://journals.4science.ge/index.php/GS/article/view/3097/3089>

Occupational Health and Safety Standards and Issues in the Construction Sector

Abstract

The construction sector is a key sector of the economy, employing a large number of employees of various specialties and qualifications, all of whose work is associated with serious injuries and occupational diseases. Therefore, it consistently occupies a leading position in the statistical indicators of accidents.

The requirements of the new legislative regulations are mandatory for all employers and employees. In 2023, the number of fatal accidents in the workplace amounted to 34, in which only male representatives were involved, and 21 of them were directly related to construction. Accordingly, there are more severe and even more moderate injuries. Health, safety and environmental management in construction involves a critical and impartial approach to identifying, assessing and reducing the risks associated with construction activities. It includes a wide range of practices designed to prevent accidents, occupational diseases and environmental impacts in the workplace. Occupational safety management systems combine policies, procedures, training and monitoring mechanisms to ensure compliance with safety regulations and standards, promote a safety culture and minimize construction incidents.

The role of occupational safety in construction is multifaceted and complex. Its primary objective is to protect the physical well-being of employees. This includes ensuring safe working conditions, providing appropriate personal protective equipment, and implementing training programs to increase workers' awareness and competence in relation to potential hazards. Effective management also includes regular site inspections, risk assessments, and the establishment of emergency response procedures to promptly address any incidents that may arise in a given work area.

Occupational safety in construction also extends to environmental protection. Construction activities can have a negative impact on the natural environment. Environmental management plans are developed to reduce the adverse impacts of construction activities on air, water and soil quality, thereby ensuring environmental protection and preservation.

Compliance with modern, improved legislation and industry standards, in addition to safety, is a requirement of moral and ethical principles. It contributes to the positive reputation of construction companies, strengthens their competitiveness, and contributes to the successful implementation of their future projects.

Keywords: safety, fatality statistics, risks, regulations, standards.

ჭიათურის მანგანუმის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გადამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავება

დემურ ტალახაძე¹, ანზორ აბშილავა², დარეჯან თევზაძე³, ნანა დოლიძე⁴, ნელი
ლულუნიშვილი⁵, თამარ გურული⁶

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, პროფესორი;

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, პროფესორი;

³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, ასოცირებული
პროფესორი; ⁴საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, ასისტენტი;

⁵საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ლაბორატორიის
ხელმძღვანელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი

რეზიუმე

ჭიათურის მანგანუმის მადნები მიეკუთვნება დანალექ ქანებს და ხასიათდება თიხების დიდი რაოდენობის შემცველობით. გადამუშავების სრულყოფილი ტექნოლოგიის განხორციელებისათვის აუცილებელია მადნებიდან თიხის ფრაქციის მოშორება, რომელიც ხორციელდება მორეცხვის ოპერაციის საშუალებით. მორეცხვის შედეგად მიიღება მორეცხილი მასალა და შლამები.

მორეცხილი მასალა წინასწარი კლასიფიკაციის შემდეგ გადამუშავდება გრავიტაციული (დალექვა) მეთოდით და მიიღება სასაქონლო პროდუქცია. შლამები, რომელშიდაც თიხა შემცველი მინერალების გარდა დიდი რაოდენობით გადადის მანგანუმის წვრილმარცვლოვანი (-1 მმ) ფრაქცია, არ განიცდის გადამუშავებას და ჩაედინება მტკნარი აუზის წყლებში. შლამებში მანგანუმის შემცველობა ცვალებადობს 12-16 %.

შლამებიდან მანგანუმის ფრაქციის ამოკრეფის მიზნით ჩატარებული კვლევები, დღესდღეობით არ იძლევა საშუალებას სრულყოფილად ამოკრეფილი იქნას სასაქონლო პროდუქცია.

ნაშრომში განხილულია მანგანუმის შლამების გამდიდრების სრულყოფილი ტექნოლოგიის შემუშავების მიზნით ჩატარებული კვლევის შედეგები. კვლევის შედეგად შემუშავებული ტექნოლოგიით შლამებიდან მანგანუმის შემცველობით 13.7 %, მიღებულია მანგანუმის მე-3 ხარისხის კონცენტრატი გამოსავლით ოპერაციიდან 25.22 %, მანგანუმის შემცველობით 37.8 %, ამოკრეფით 69.6 %. ამრიგად, შემუშავებული ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა შლამებიდან დამატებით მიღებული იქნას სასაქონლო პროდუქცია და შესაბამისად

მკვეთრად გაუმჯობესდეს მდ. ყვირილის და რიონის აუზების ეკოლოგიური მდგომარეობა [1-4].

საკვანძო სიტყვები: მანგანუმის შლამები, ცენტრიდანული კონცენტრატორი, მორეცხვა, სინჯი, კონცენტრატი.

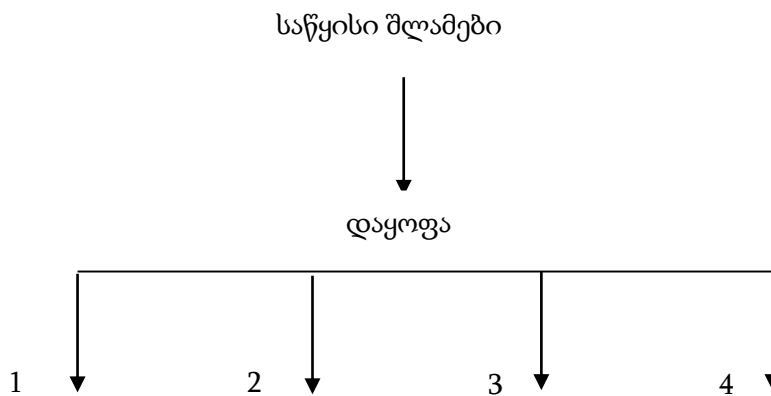
ჭიათურის მანგანუმის საბადო მიეკუთვნება ქიმიური დანალექი ტიპის მადნებს. საბადოზე მანგანუმის მადნები გვხვდება სამი სახესხვაობით: ჟანგეული, კარბონატული და დაჟანგული. ადრეულ წლებში ძირითადად მოიპოვებოდა ჟანგეული მადნები. დღესდღეობით შერეული - კარბონატულ დაჟანგული მადნები, მადნებში სასარგებლო კომპონენტები და ფუჭი ქანის მინერალები ერთმანეთთან, სხვა კავშირებთან ერთად, დაკავშირებულია თიხებით. ამის გამო მექანიკური გადამუშავების ოპერაციების წინ მინერალების ერთი მეორესაგან განცალკავებისათვის, გარდა დამსხვრევის ოპერაციებისა, აუცილებლად გამოიყენება მორეცხვის ოპერაციები, რომლის შედეგადაც მიიღება პროდუქტი: მორეცხილი მადანი და შლამები. შლამებში, გარდა თიხებისა, დიდი რაოდენობით გადადის მანგანუმის მადნების წვრილმარცვლოვანი ფრაქცია, განსაკუთრებით ჟანგეული მინერალები, რომლებიც კარბონატულ მინერალებთან შედარებით გამოირჩევიან მცირე სიმტკიცით. გამოყოფილ შლამებში მანგანუმის შემცველობა მაღალია და ცვალებადობს 12 %-დან 16 %-მდე.

გამოყოფილი შლამები ჩაედინება ძირითადად მტკნარ წყლებში (მდ. ყვირილა, მდ. რიონი) და წარმოადგენს დანაკარგს. წლების განმავლობაში, სხვადასხვა საკვლევი ინსტიტუტების მიერ ტარდებოდა კვლევები გამოყოფილი შლამების გამდიდრებადობაზე, მისგან სასაქონლო პროდუქციის მიღების მიზნით. კვლევები ტარდებოდა შლამების გადამუშავების, როგორც მექანიკური (ფლოტაცია, გრავიტაცია), ასევე ჰიდრომეტალურგიული (მიკრობიოლოგიური გამოტუტვა) მეთოდებით. ჩატარებული, მრავალრიცხოვანი, ექსპერიმენტების ანალიზის მიხედვით დადგინდა, რომ ამჟამად შლამების გადამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგია არ არსებობს.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული შლამების გადამუშავების ტექნოლოგია ითვალისწინებს, შლამების გადამუშავების პროცესში, ეფექტური ცენტრიდანული კონცენტრატორის გამოყენებას [1, 2, 3], რომელიც საშუალებას გვაძლევს შლამებიდან მანგანუმის შემცველობით 13.7 %, მიღებული იქნას სასაქონლო პროდუქცია მანგანუმის შემცველობით 35-37 %, ამოკრეფით ოპერაციიდან 67-72 %.

კვლევისათვის აღებულ იქნას მანგანუმის მადნის მორეცხვის შედეგად მიღებული შლამები, რომლებშიდაც გვხვდება როგორც პირველადი, ასევე მეორადი შლამები.

შლამების საშუალო სინჯის მომზადების სქემა მოცემულია სურ.1.



სურ.1. შლამების მომზადების სქემა

- 1 - სინჯი მინერალური შემადგენლობის შესაქმნელად
- 2 - სინჯი ქიმიური ანალიზისათვის
- 3 - სინჯი გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრისათვის
- 4 - სინჯი გამდიდრებადობაზე კვლევებისათვის.

შესწავლილი იქნა წარმოდგენილი შლამების ნივთიერი შემადგენლობა: მინერალური, ქიმიური, გრანულომეტრიული.

1. შლამების მინერალოგიური შემადგენლობა

მინერალური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილ 1.1.

ცხრილი 1.1.

შლამების მინერალური შემადგენლობა

მინერალები	მასური წილი, %
მადანწარმომქმნელი მინერალები	
მანგანიტი	12.7
მანგანოკალციტი	4.6
როდოქროზიტი	6.7
ფუჭი ქანის მინერალები	
კვარცი	60.1
კარბონატები	2.1
ალუმოსილიკატები	13.8
	100

როგორც ცხრილიდან ჩანს მადანწარმოქმნელი მინერალები ძირითადად წარმოდგენილია ჟანგეული (მანგანიტი) მინერალებით. უფრო მცირე რაოდენობით გვხვდება კარბონატული მინერალები. ფუჭი ქანი ძირითადად წარმოდგენილია კვარცით, გვხვდება ასევე ალუმოსილიკატები და კარბონატები.

2. შლამების ქიმიური შედგენილობა

შლამების ქიმიური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.1.

ცხრილი 2.1.

შლამების ქიმიური ანალიზის შედეგები

პროდუქტები	შემცველობა, %								
	Mn	MnO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	სხვა
მანგანუმის შლამები	13.7	10.6	54.2	8.1	3.2	2.8	0.65	0.15	17.2

მიკროფაზური ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს, რომ შლამებში მანგანუმი ძირითადად წარმოდგენილია ჟანგეული მინერალებით 10.6 %. მხოლოდ მცირე რაოდენობით გვხვდება კარბონატული მინერალები. ფუჭი ქანი ძირითადად წარმოდგენილია კვარცით და ალუმოსილიკატებით (თიხებით).

3. საწყისი შლამების გრანულომეტრიული შემადგენლობა

საწყისი შლამების გაცრითი ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილ 3.1.

ცხრილი 3.1.

საწყისი შლამების გაცრითი ანალიზის შედეგები

სისხოს კლასები, მმ	გამოსავალი, %	მანგანუმის შემცველობა, %	მანგანუმის ამოკრეფა, %
+1	1.91	18.2	2.53
1-0.6	9.37	19.6	13.4
0.6-0.42	24.3	11.6	20.57
0.42-0.305	13.0	14.5	13.76
0.305-0.21	13.44	16.5	16.18
0.21-0.15	7.91	14.4	8.31
0.15-0.105	10.26	10.3	7.73
0.105-0.075	4.93	9.4	3.38
-0.075	14.86	13.02	14.14
საწყისი შლამები	100	13.7	100

გრანულომეტრიული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მანგანუმის შემცველობა მცირდება კლასის სისხოს შემცირებასთან ერთად. მანგანუმის შემცველობის მიხედვით ყველაზე მდიდარია მსხვილი კლასები, რომლებშიდაც მანგანუმის შემცველობები შესაბამისად შეადგენს 18.2 % და 19.6 %. თუმცა ამ კლასებში მცირე გამოსავლის გამო მანგანუმის ჯამური ამოკრეფა კი - 15.93 %. დანარჩენ კლასებში შემცველობები მცირედ განსხვავდება ერთი მეორისაგან.

4. ტექნოლოგიური სინჯის კვლევა გამდიდრებადობაზე

კვლევისათვის აღებული იქნა სინჯი საერთო წონით 90 კგ. კვლევა გამდიდრებადობაზე ჩატარდა ცენტრიდანულ კონცენტრატორზე [4].

კვლევის პროცესში შერჩეულ იქნა ცენტრიდანული ძალის ოპტიმალური მნიშვნელობა და გამათხევადებელი წყლის ოპტიმალური ხარჯი. ცდები ჩატარდა ცენტრიდანულ კონცენტრატორზე „UTOMAK-0.1K“.

ცდების შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.1. და 4.2.

ცხრილი 4.1.

კონცენტრატორზე მიწოდებული გამათხევადებელი წყლის რაოდენობა

პროდუქტის დასახელება	გამათხევადებელი წყლის რაოდენობა, ლ/წთ	გამოსავალი, %	მანგანუმის შემცველობა, %	მანგანუმის ამოკრეფა, %
კონცენტრატი	3.5	28.63	26.7	55.8
კუდები		71.37	8.48	44.2
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	4.5	25.22	37.8	69.6
კუდები		74.78	5.57	30.4
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	5.5	23.09	37.2	62.7
კუდები		76.91	6.65	37.3
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	6.5	20.96	39.6	60.6
კუდები		79.04	6.83	39.4
საწყისი მადანი		100	13.7	100

ცენტრიდანული ძალის გავლენა

პროდუქტის დასახელება	ცენტრიდანული ძალის სიდიდე G	გამოსავალი, %	მანგანუმის შემცველობა, %	მანგანუმის ამოკრეფა, %
კონცენტრატი	67.8	31.73	24.7	57.2
კუდები		68.27	8.59	42.8
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	72.6	26.91	30.7	60.3
კუდები		73.09	7.44	39.7
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	75.1	24.18	38.4	67.8
კუდები		75.82	5.82	32.2
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	80.8	23.6	34.61	59.62
კუდები		76.4	7.24	40.38
საწყისი მადანი		100	13.7	100
კონცენტრატი	85.6	24.58	33.91	60.83
კუდები		75.42	7.11	39.17
საწყისი მადანი		100	13.7	100

როგორც ცხრილ 4.1. და ცხრილ 4.2. ჩანს, გამათხევადებელი წყლის ოპტიმალური რაოდენობა ცხრილ 4.1. შეადგენს 4.5 ლ/წთ, ამ შემთხვევაში საწყისი შლამებიდან მანგანუმის შემცველობით 13.7 % მიიღება მანგანუმის კონცენტრატი გამოსავლით ოპერაციიდან 25.22 %, შემცველობით 37.8 %, ამოკრეფით 69.6 %.

ცენტრიდანული ძალის ოპტიმალური მნიშვნელობა ცხრილ 4.2. შეადგენს 75.1 G, ამ შემთხვევაში მიიღება მანგანუმის კონცენტრატი ოპერაციიდან გამოსავლით 24.18 %, შემცველობით 38.4 %, ამოკრეფით 67.8 %.

ამრიგად ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ მანგანუმის შლამებიდან მანგანუმის შემცველობით 13.7 % ცენტრიდანულ კონცენტრატორზე გამდიდრებით შემდეგი პარამეტრებით: გამათხევადებელი წყლის რაოდენობა 4.5 ლ/წთ, ცენტრიდანული ველის სიდიდე 75.1 G მიიღება მანგანუმის III ხარისხის კონცენტრატი მანგანუმის შემცველობით 37.8

%, ოპერაციიდან ამოკრეფით 69.6 %, რომელიც საშუალებას იძლევა მკვეთრად გაუმჯობესდეს შლამების გამდიდრების ტექნოლოგიური მაჩვენებლები, რის ხარჯზე შემცირდება დანაკარგები და გაუმჯობესდება მდ. ყვირილას და რიონის აუზების ეკოლოგიური მდგომარეობა.

ლიტერატურა

1. Богданович А.В. Исследование работы гравитационных сепараторов для обогащения тонкозернистых материалов. ж. Обогащение руд. 2019. №1. изд-во „Руда и Металлы“;
2. Федотов К.В. Тютюнин В.В. Обогащение центробежных концентраторах. монография - Иркутск. изд-во ИрГТУ-2019;
3. J.SHUBITIDZE, A.(SANDRO) KHIZANISHVILI, K. KEKELIDZE, A.ABSHILAVA, D. TALAKHADZE, Z. ARABIDZE. INVESTIGATION OF POSSIBILITY OF ADDITIONAL BENEFICIATION OF FLOTATION TAILINGS AT RMG COPPER PROGRESSING PLANT; THE DEVELOPMENT OF MINING AND GEOLOGY IS THE PRECONDITION FOR THE REVIVAL OF ECONOMY; 9th International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology; 28-29 September, 2023, Tbilisi; Technical University; pp. 155-6158;
4. Zhu X., Tao Y., Zhang L. Numerical simulation of flow field in enhanced gravity concentrator. Physicochemical Problems of Mineral Processing. 2018. Vol. 54. No 3. Pp. 975—980. 12.

Development of Technology for Processing of Fine-Grained Fraction of Chiatura Manganese Ore

Professor Demur Talakhadze, Professor Anzor Abshilava, Associate Professor Darejan Tevzadze, Assistant Nana Dolidze, Head of the Mineral Processing Laboratory Neli Ghughunishvili, PhD student Tamar Guruli

Department of Mining Technology, Georgian Technical University

Abstract

Chiatura manganese ores are categorized as sedimentary rocks with a high clay content. For the comprehensive processing technology, it is necessary to remove the clay fraction from the ores what is done by washing. Washing produces washed material and sludges.

The washed material, following the preliminary classification, undergoes gravity treatment (sedimentation) to produce a marketable product. The sludges, which, in addition to clay-containing minerals, retain large amount of fine-grained (-1 mm) manganese fractions, are not processed and are discharged into the freshwater water basins. The manganese content in the sludge varies within 12-16%.

Studies conducted on the extraction of manganese fraction from the sludge do not currently allow full recovery of marketable products.

The paper discusses the results of the research conducted to develop a comprehensive technology of manganese sludge beneficiation. According to the technology developed as a result of the research, manganese concentrate of the 3rd grade, recovery of 25.22%, manganese content of 37.8% and recovery of 69.6% was obtained from the sludge with manganese content of 13.7%. Thus, the developed technology makes it possible to obtain additional marketable products from sludge and, accordingly, significantly to improve the natural environment of the Kvirila and Rioni river basins [1-4].

Keywords: manganese sludges, centrifugal concentrator, washing, sample, concentrate

Конституционно-правовой механизм защиты прав человека: опыт Азербайджана в сравнении с Россией, Украиной и Грузией

Юсифова Эльвира Рауф кызы

Докторант Бакинского Государственного Университета, yusifovaelvira@mail.ru

Аннотация:

В статье представлен сравнительно-правовой анализ конституционных гарантий прав человека в четырёх странах постсоветского пространства: Азербайджане, России, Украине и Грузии. Несмотря на общее историко-правовое прошлое, эти государства демонстрируют различные модели реализации прав и свобод личности. Особое внимание уделено вопросам прямого действия конституционных норм, доступу к Конституционному суду через механизм индивидуальной жалобы, а также интеграции международного права в национальные правовые системы. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности механизмов защиты прав человека в Азербайджанской Республике. На основе анализа успешного опыта Украины и Грузии предложены конкретные направления реформ Конституции Азербайджана. Автор подчёркивает необходимость закрепления прямого действия конституционных прав, внедрения института индивидуальной конституционной жалобы, усиления роли международных договоров, а также гарантии доступа к правосудию. В работе используются нормативные источники и труды авторитетных правоведов, включая З. Аскерова, С. Алексееву, Дж. Гараджаева, Ф. Абдуллаева, Н. Оноприенко и др. Статья может быть полезной для исследователей, законодателей и практиков, заинтересованных в развитии правовых механизмов защиты прав человека в постсоветских государствах.

Ключевые слова: Конституция, права человека, конституционный контроль, международное право, индивидуальная жалоба, судебная защита, правовая реформа, Азербайджан, Украина, Грузия, Россия, сравнительное право

Введение

Современное государство невозможно без эффективной системы защиты прав и свобод человека. Конституция, как основной закон страны, задаёт рамки функционирования институтов власти и определяет юридический статус личности. В условиях постсоветского

пространства вопросы прав человека особенно актуальны, поскольку эти страны пережили схожий историко-правовой путь, но выбрали различные модели дальнейшего развития.

Особую значимость приобретают сравнительные исследования, позволяющие не только выявить достоинства и недостатки национальных систем, но и предложить конкретные пути реформирования. Конституция Азербайджанской Республики, несмотря на формальное закрепление широкого спектра прав, нуждается в концептуальной модернизации. Особенно это касается вопросов прямой применимости норм, доступа к конституционной юстиции и интеграции международных стандартов.

Актуальность темы определяется необходимостью повышения эффективности механизмов защиты прав человека, а научная новизна статьи состоит в комплексном сравнительном анализе конституций Азербайджана, России, Украины и Грузии с акцентом на институциональные гарантии.

Методология и источники

Исследование опирается на сравнительно-правовой, формально-юридический и системный методы. В качестве источников использованы: Конституция Азербайджанской Республики (1995), Конституция Российской Федерации (1993, ред. 2020), Конституция Украины (1996), Конституция Грузии (после реформ 2017–2018), а также законы о конституционном контроле указанных стран.

1. Конституции и защита прав человека: общее и особенное

Конституции всех четырёх стран провозглашают приверженность правам и свободам человека. Однако степень их детализации, применимость и механизмы реализации существенно различаются.

Конституция Азербайджанской Республики (статьи 24–71) охватывает широкий спектр прав и свобод. Тем не менее, в ней отсутствует норма о непосредственном действии этих прав, что ограничивает возможности граждан в их реализации без промежуточных законодательных актов. З. Аскеров справедливо указывает: «Конституция Азербайджана гарантирует права, но без прямого механизма реализации они теряют юридическую эффективность» (Аскеров З. Конституционное право Азербайджанской Республики. – Баку: Адалят, 2022. – С. 206).

В Российской Федерации, напротив, в статье 18 прямо указано, что права и свободы имеют непосредственное действие. Также статья 46 предоставляет право на обращение в международные инстанции. С. Алексеева отмечает: «Российская модель конституционного закрепления прав человека содержит всеобъемлющий перечень с чётко выраженными судебными гарантиями» (Алексеева С. В. Конституционное право России. – М.: Норма, 2019. – С. 142).

Конституция Украины (ст. 55) предоставляет гражданам право на обжалование нарушений прав не только в национальных, но и в международных судебных органах. По мнению Н. Оноприенко: «Украинская модель прав человека построена на принципе приоритетности личности над государством» (Оноприенко Н. И. Конституционное право Украины. – К.: Юринком Интер, 2020. – С. 87).

Грузинская Конституция в редакции после реформ 2017–2018 гг. содержит норму о высшей юридической силе международных договоров (ст. 4 и 7), а также закрепляет принцип прямого действия прав. Эти положения обеспечивают высокий уровень соответствия международным стандартам. Конституция Азербайджана (ст. 24–71) содержит широкий перечень прав, включая гражданские, политические, социальные и культурные. Однако отсутствует указание на их непосредственное действие. Как указывает З. Аскеров, это ослабляет позицию Конституции как акта прямого действия (Аскеров З. Конституционное право Азербайджанской Республики. – Баку: Адалят, 2022. – С. 206).

В Конституции РФ (ст. 18) прямо указано, что права человека имеют непосредственное действие. Кроме того, в ст. 46 закреплена возможность обращения в международные инстанции. По мнению С. Алексеевой: «Российская модель конституционного закрепления прав человека содержит всеобъемлющий перечень с чётко выраженными судебными гарантиями» (Алексеева С. В. Конституционное право России. – М.: Норма, 2019. – С. 142).

Украинская Конституция (ст. 55) делает акцент на юридических механизмах: предусмотрено обжалование нарушенных прав в национальных и международных судебных органах. По словам Н. Оноприенко: «Украинская модель прав человека построена на принципе приоритетности личности над государством» (Оноприенко Н. И. Конституционное право Украины. – К.: Юринком Интер, 2020. – С. 87).

В Грузии после реформ установлено, что Конституция и международные договоры имеют высшую юридическую силу (ст. 4, 7). Прямое действие прав, возможность обращения в КС и применение международных стандартов делают грузинскую модель одной из самых продвинутых.

2. Индивидуальная конституционная жалоба

Доступ к Конституционному суду — ключевой механизм защиты прав. В Азербайджане Конституционный Суд может быть задействован лишь через парламент, суды, президента или омбудсмена (Закон АР «О Конституционном Суде», ст. 32). Это резко ограничивает возможности граждан.

Для сравнения, в Украине (ст. 151-1 Конституции) и Грузии механизм индивидуальной жалобы позволяет каждому гражданину обжаловать нарушение его прав. В России эта возможность более ограничена, но существует в рамках конкретных судебных дел.

Как отмечает Дж. Гараджаев: «Конституционная жалоба является важным инструментом защиты прав и свобод человека, позволяющим гражданам непосредственно обращаться в Конституционный Суд» (Гараджаев Дж. Конституционное судопроизводство. – Баку: Юридическая литература, 2017. – С. 138). Ф. Абдуллаев также подчеркивает: «Отсутствие индивидуальной жалобы лишает Конституцию механизма самозащиты» (Абдуллаев Ф. Конституционная юрисдикция: концепты и практика. – Баку: Нурлан, 2020. – С. 203).

3. Международное право в конституционной системе

Признание приоритета международных стандартов в области прав человека является ключевым признаком зрелости правовой системы. Оно отражает не только готовность государства соблюдать международные обязательства, но и степень включённости в глобальную правовую систему, ориентированную на защиту личности и универсальные ценности.

Украина: В Конституции Украины (статья 9) прямо указано, что международные договоры, ратифицированные Верховной Радой, являются частью национального законодательства. Более того, в решениях Конституционного Суда Украины подтверждается, что положения Европейской конвенции по правам человека имеют высшую юридическую силу по отношению к законам и могут применяться непосредственно.

Грузия: Конституция Грузии (ст. 4 и 7) устанавливает безусловный приоритет международных правовых норм, особенно в сфере прав человека. Грузинский Конституционный суд активно использует практику ЕСПЧ. В решении №1/2/384 от 2018 года он отметил: «Государство обязано учитывать стандарты ЕСПЧ при интерпретации своих конституционных норм».

Азербайджан: В статье 151 Конституции указано, что международные договоры, ратифицированные государством, имеют приоритет над внутренними законами, но не над самой Конституцией. Однако отсутствует практика прямого применения норм, даже если они направлены на более эффективную защиту прав. Ф. Абдуллаев подчёркивает: «При всей формальной открытости конституционного текста для международных норм, отсутствие механизмов прямой имплементации и судебной практики по ним делает такие положения декларативными» (Абдуллаев Ф. Конституционная юрисдикция: концепты и практика. – Баку: Нурлан, 2020. – С. 203).

Россия: До 2020 года в Конституции РФ (ст. 15 ч. 4) действовала норма о приоритете международных договоров. Однако после поправок 2020 года Конституция РФ получила приоритет над международными решениями. Как указывает Венецианская комиссия: «Ограничение прямой применимости международных норм ослабляет правовую защиту личности и изолирует государство от общеевропейских стандартов» (Opinion No. 1024/2021 CDL-AD(2021)017, §48).

В Азербайджане международные договоры выше национального законодательства, но не Конституции (ст. 151). При этом отсутствует практика прямого применения норм, даже ратифицированных. Россия после поправок 2020 года установила приоритет Конституции над международным правом (ст. 79).

Это вызывает обоснованные опасения. Как отмечает Венецианская комиссия: «Ограничение прямой применимости международных норм ослабляет правовую защиту личности и изолирует государство от общеевропейских стандартов» (Opinion No. 1024/2021 CDL-AD(2021)017, §48).

4. Предложения по реформе Конституции Азербайджанской Республики

- Внести в ст. 24 указание на непосредственное действие прав и свобод;
- Включить в ст. 130 механизм индивидуальной конституционной жалобы;
- Уточнить в ст. 151 приоритет международных правовых актов в области прав человека;
- Закрепить в Конституции право на бесплатную юридическую помощь;
- Обеспечить несменяемость и независимость судей, а также прозрачную процедуру их назначения.

Заключение

Проведённый сравнительно-правовой анализ позволяет сделать важный вывод: Азербайджанская Республика уже сегодня располагает прочной конституционной основой, отражающей стремление к построению демократического и правового государства. Основной закон страны содержит широкий перечень прав и свобод, а также механизмы их защиты, в том числе через институт Конституционного Суда. Вместе с тем, в контексте современных вызовов и с учётом успешного опыта других постсоветских государств, таких как Украина и Грузия, очевидна необходимость дальнейшего совершенствования нормативно-правовой базы.

Предлагаемые в статье меры — это не критика существующей системы, а конструктивные предложения по её развитию. Они направлены на усиление роли Конституции как реально действующего механизма, способного обеспечить эффективную и доступную защиту прав и свобод личности. Введение нормы о прямом действии конституционных прав, внедрение института индивидуальной жалобы, усиление приоритета международных стандартов, а также гарантии доступа к правосудию — это шаги, которые могут значительно повысить уровень правовой защищённости граждан и укрепить доверие общества к государственным институтам.

Особую значимость эти меры приобретают на фоне глобальных тенденций демократизации и правовой интеграции. Их реализация не только укрепит позиции Азербайджана на

международной арене, но и послужит дальнейшему развитию внутреннего правового порядка в духе гуманизма, верховенства права и уважения к человеческому достоинству.

Таким образом, речь идёт не о формальном реформировании, а о качественном продвижении к правовому государству нового поколения, в котором Конституция занимает не декларативное, а практико-ориентированное и жизненно значимое место в жизни каждого гражданина.

Список использованной литературы

1. Аскеров З. Конституционное право Азербайджанской Республики. – Баку: Адалят, 2022. – 432 с.
2. Алексеева С. В. Конституционное право России. – М.: Норма, 2019. – С. 142.
3. Оноприенко Н. И. Конституционное право Украины. – К.: Юринком Интер, 2020. – С. 87.
4. Гараджаев Дж. Конституционное судопроизводство. – Баку: Юридическая литература, 2017. – С. 138.
5. Абдуллаев Ф. Конституционная юрисдикция: концепты и практика. – Баку: Нурлан, 2020. – С. 203.
6. Opinion No. 1024/2021 CDL-AD(2021)017. European Commission for Democracy through Law (Venice Commission).
7. Конституции Азербайджана, России, Украины, Грузии.
8. Законы о Конституционных Судах АР и РФ.

The Constitutional and Legal Mechanism for the Protection of Human Rights: The Experience of Azerbaijan in Comparison with Russia, Ukraine, and Georgia.

Abstract:

This article presents a comparative legal analysis of constitutional guarantees of human rights in four post-Soviet countries: Azerbaijan, Russia, Ukraine, and Georgia. Despite their shared historical and legal background, these states demonstrate different models of implementing and protecting individual rights and freedoms. Special attention is given to the direct effect of constitutional norms, access to constitutional justice through individual complaints, and the integration of international law into domestic legal systems. The relevance of the study is driven by the need to improve the effectiveness of human rights protection mechanisms in the Republic of Azerbaijan. Based on the successful experiences of Ukraine and Georgia, the author proposes specific directions for reforming the Constitution of Azerbaijan. The article emphasizes the importance of enshrining the principle of the direct applicability of constitutional rights, introducing the institution of individual constitutional complaint, strengthening the role of international treaties, and guaranteeing access to justice. The article relies on normative legal sources and the works of prominent legal scholars, including Z. Askerov, S. Alekseeva, J. Garadjaev, F. Abdullayev, N. Onoprienko, and others. This study may be useful for researchers, lawmakers, and legal practitioners interested in the development of legal mechanisms for the protection of human rights in post-Soviet countries.

Keywords : Constitution, human rights, constitutional review, international law, individual complaint, judicial protection, legal reform, Azerbaijan, Ukraine, Georgia, Russia, comparative law

კონსტიტუციურ-სამართლებრივი მექანიზმი ადამიანის უფლებათა დაცვისთვის: აზერბაიჯანის გამოცდილება რუსეთის, უკრაინის და საქართველოს მაგალითზე

ანოტაცია

მოცემულ სტატიაში განხილულია ადამიანის უფლებათა კონსტიტუციური გარანტიების შედარებითი-სამართლებრივი ანალიზი პოსტსაბჭოთა სივრცის ოთხ ქვეყანაში: აზერბაიჯანში, რუსეთში, უკრაინასა და საქართველოში. მიუხედავად საერთო ისტორიულ-სამართლებრივი მემკვიდრეობისა, ეს ქვეყნები განსხვავებულად უდგებიან პიროვნების უფლებებისა და თავისუფლებების რეალიზაციის საკითხს. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა კონსტიტუციური ნორმების პირდაპირ მოქმედებას, საკონსტიტუციო სასამართლოსთან წვდომას ინდივიდუალური სარჩელების მეშვეობით და საერთაშორისო სამართლის ინტეგრაციას ეროვნულ სამართლებრივ სისტემებში.

კვლევის აქტუალობა განპირობებულია ადამიანის უფლებების დაცვის მექანიზმების ეფექტიანობის გაუმჯობესების საჭიროებით აზერბაიჯანის რესპუბლიკაში. ავტორი უკრაინისა და საქართველოს წარმატებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით სთავაზობს აზერბაიჯანის კონსტიტუციის რეფორმირების კონკრეტულ მიმართულებებს. სტატიაში ხაზგასმულია კონსტიტუციური უფლებების პირდაპირი მოქმედების პრინციპის აღიარების, ინდივიდუალური საკონსტიტუციო სარჩელის ინსტიტუტის დანერგვის, საერთაშორისო ხელშეკრულებების როლის გაძლიერებისა და მართლმსაჯულებაზე ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფის მნიშვნელობა.

გამოყენებულია ნორმატიული წყაროები და ავტორიტეტული იურისტების ნაშრომები, მათ შორის ზ. ასკეროვის, ს. ალექსეევას, ჯ. გარაჯაევის, ფ. აბდულაევის, ნ. ონოპრიენკოს და სხვათა. ეს ნაშრომი შეიძლება სასარგებლო იყოს მკვლევართათვის, კანონმდებლებისათვის და პრაქტიკოს იურისტთათვის, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან ადამიანის უფლებათა დაცვის სამართლებრივი მექანიზმების განვითარებით პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში.

საკვანძო სიტყვები: კონსტიტუცია, ადამიანის უფლებები, საკონსტიტუციო კონტროლი, საერთაშორისო სამართალი, ინდივიდუალური სარჩელი, სასამართლო დაცვა, სამართლებრივი რეფორმა, აზერბაიჯანი, უკრაინა, საქართველო, რუსეთი, შედარებითი სამართალი.

The development of intelligent case management systems

Zurab Bosikashvili¹, Lolita Bejanishvili²

Faculty of Informatics and Control System, Georgian Technical University, 77, Kostava Str., 0175,
Tbilisi Georgia (Tbilisi), GEORGIA

¹z.bosikashvili@gtu.ge, [orcid.org 0009-0001-8222-2875](https://orcid.org/0009-0001-8222-2875)

²lolita.bejanishvili@gtu.ge, [orcid.org 0000-0002-4692-0932](https://orcid.org/0000-0002-4692-0932)

Abstract

At the modern stage of development, the processes of document circulation and case management are well studied, and many software systems are successfully used to manage these processes. On the other hand, we are in the technological era of artificial intelligence, which opens up new opportunities for the developing existing information systems. The paper analyzes the weaknesses of modern case management systems and proposes ways to solve them using artificial intelligence methods. While case management processes are shaped by legislation and regulations, ambiguities in their interpretations, their incompleteness, and the challenges of analyzing related documents make it difficult to establish rigid case management schemes regularly. To achieve business goals, it is essential to implement dynamic schemes instead. Consequently, this paper presents the case management process using mixed models. Some aspects of the process are described as fixed workflows, while others are represented as dynamic, configurable processes that utilize established subprocesses, which require planned resolution.

Current case management systems generate valuable knowledge and experience when handling real data, enabling the automation of select processes and decision-making. However, such functionality is often lacking in existing systems.

To address this issue, the paper discusses the expansion of the case management system with a unified intellectual module engine, which includes a knowledge base, mechanisms for working with rules, facts, drawing conclusions, machine learning, planning, and decision-making.

The paper presents a formal meta-model of a case management system, which is designed as a transformation of case components—objects and initial states—into a target state through the selection of sequences of case management operations.

In this context, the state is defined as a set of object attributes and their corresponding values, represented as facts within a knowledge base. The operations are detailed in the knowledge base in the form of rules. When a new situation arises in the case management process, it becomes necessary to re-plan the process. The model formulates the task of selecting the optimal sequence of actions, and the author proposes an algorithm to address this challenge.

The architecture of the intelligent case management system has been developed based on the presented formalism, and its core components have been implemented. The system includes several key architectural components:

1. Case Lifecycle Management Module: This module handles the creation, updating, and closure of cases.
2. Hybrid Intelligent Module: Responsible for managing the knowledge base, this module incorporates machine learning, dynamic planning, and decision-making processes.
3. Validation Module: This component ensures data consistency and accuracy through a combination of static, dynamic, and AI-enhanced validation rules.
4. Configuration Module: This module manages the system's operational functions.

The system developed based on this architecture has been implemented in both government and private sector organizations across various fields.

Key Words: - case management, workflow, case handling, artificial intelligence, inference, rule, planning

1 Introduction

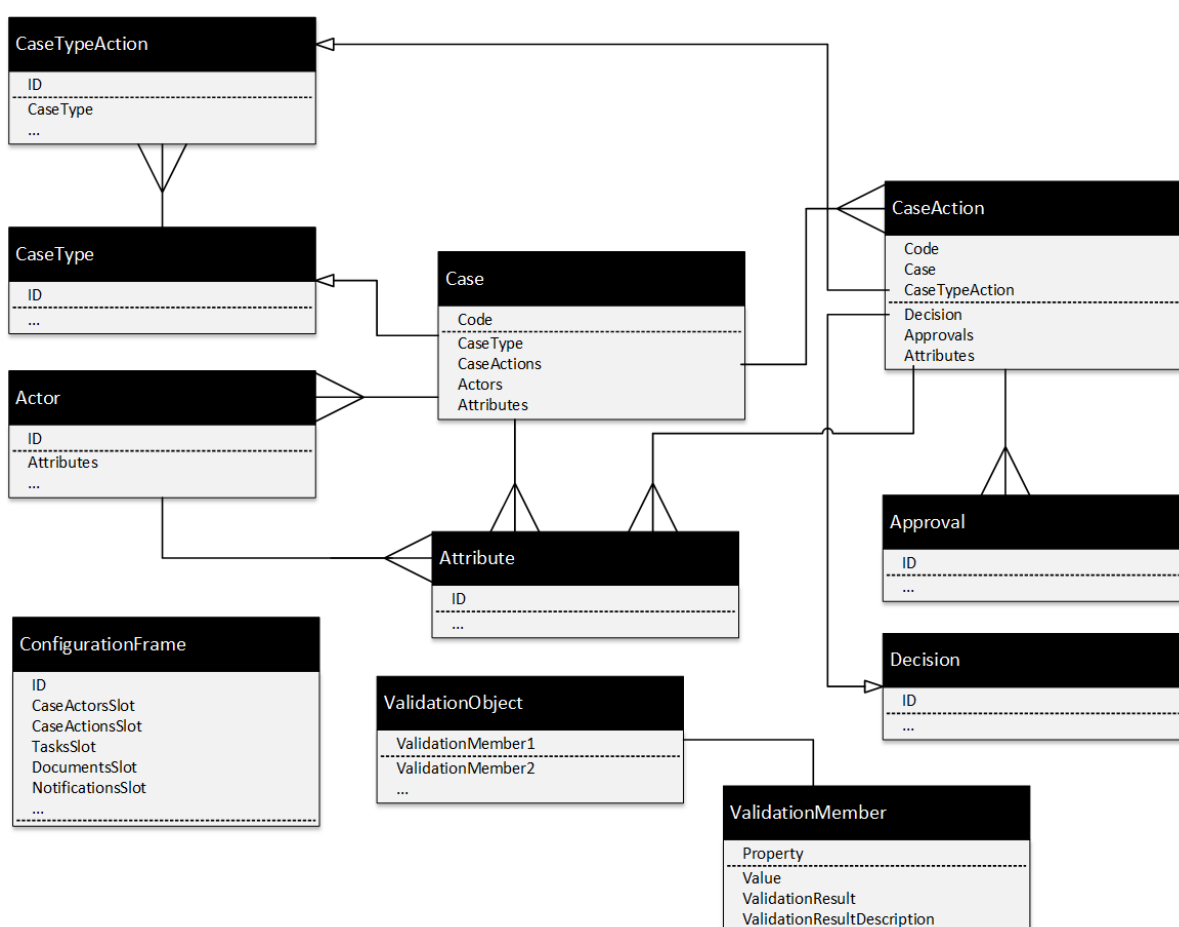
There are various fundamental problems when designing case management systems, which restrict flexibility of the system and prevents its further development. These problems get much more complex, when using Workflow principles in the design of case management systems. Here are some of them:

- In any information system, including Case Management Systems, object structure that is used inside the system can be very complex. These complexity implies multi-attribute and multi-dimension objects. Moreover, set of attributes can be defined dynamically and in particular cases, some of them should be validated & some of them not, while in other cases, all of them or none of them should be validated and so on.
- Due to data structure complexity, there is a validation problem. In addition to “hard”, predefined validation, when validation terms are predefined, more and more often we need handle situations,

when attribute validation logic is depended not only on it's value & validation rule, but also on other attribute values and validation results. As a result, it's

- Impossible to define and “hardcode” all validation rules and we need ability, to have so called “dynamic validation” when validation process combines several rules and several attributes and their validation results.
- Biggest problem of workflow-based case management systems is the limits that workflow puts on the system. Workflow predefines not only all available states in which particular case can be, but also limits ways, by which case can move from one state to other. Because of this limitation, very often its almost impossible to handle non-standard situations.

Figure 1. Case management system class diagram



- Next problem that we have in workflow-based systems, is dependency on rules. Different values of same attributes of same object as an input, can produce different results on output of the rule. To say differently, not only the rules, but also objects attribute values itself, can give information what is next target state of object and more over, what are the ways of reaching that state. But standard principles of workflow systems, does not give us ability, to use data in combination with predefined rules to get next states and ways of reaching that states.
- When changing states of objects or creating new ones, sometimes there is need to generate some new, linked objects (e.g.: changing case state from A to B implies generation of notifications and

some document liabilities). The difficulty is that to achieve this goal, system has to analyze current object with it's attributes and state and make a decision what new linked objects should be generated.

- In working systems, as real data is processed, some knowledge and experience is generated. This newly generated knowledge gives us ability, to automate some processes and decision making. In current systems we can hardly find such functionality.

Very often, we need to auto-combine configuration or validation rules to get a new one, which will be discussed as regular rule and which will be used by system automatically. Also, there is need to use several rules and using transit dependency between them get new state or decision

2 The meta model of Intellectual case management systems

To understand case management system conceptual model, let's describe so called "meta-model" [6]. In this model, we can see main objects of the system.

All of the objects have necessary properties and further expansion is done via attribute universal model which gives us an ability, to expand any object with any combination and type of attributes. For illustration purposes, diagram shows very simplified and minimal version of real base object model of the system (Fig.1).

System configuration defines CaseType object. Using it, one can describe any desired type of the case configuration and also all available operations (CaseTypeActions) that are supported by case type. During actual case management process, Case object is created for real life case which is depended on CaseType.

Case object contains all information about actual case, all current and past operations that were executed on the case (CaseActions), actors who are involved in case (Actors), and attributes that are used in current case (Attributes).

CaseAction represents particular operation information and data that is/was executed on the case. It consists base data, approval data (Approvals), decision data (Decision) and object attributes (Attributes).

Actor object describes concrete actor, who is taking part in case and consists of the info of the actor. Like other objects, it's also extended using object attribute technology (Attributes).

But most of all, we are interested in validation and configuration objects: ValidationObject & ConfigurationFrame. Validation object represents a collection of flat structured objects, where all case related information is projected. Each member of this collection contains information about attribute, name, type, value also it contains validation result and description properties which are filled during validation process and contains succeeds or failure detailed description.

Configuration is done using ConfigurationFrame object. This is universal object, which is filled using case current information and provides all necessary info during every operation. It contains available operation information, for case current state, also all the objects that are requested to be generated before or after operation is executed. This functionality is provided using “Slot” mechanism which means that ConfigurationFrame represents typed collection of slots and each slot is defined beforehand and return necessary objects when needed.

ConfigurationFrame and ValidationObject are those “middleware” objects that connect intellectual module and case management system with each other.

1.1.1. 2.1 The intellectualization of case management systems

Effective solution of all problems, mentioned above, is integration of intellectual engine into the case management systems. Using intellectual engine does not mean radically changing of existing case management processes or excluding workflow principles. In opposite, using intellectual engine gives us ability to use more effectively existing case management & workflow processes and solve problems that exist in most of modern solutions.

Using intellectual engine, makes case management systems much more flexible & configurable. On the one hand, system still suggests users with recommended actions and decisions, on the other hand, we are totally removing “hardcoded” configuration problems and now, system can effectively analyse not only the preconfigured rules, but also existing data and make decisions depending on all this information. Also it handles non-standard situations more flexible. Object structures, states and available ways of going from one state to another are not “tied” to roles any more. With accumulation of actual data, each end every case can be treated individually, without reconfiguring system or adding “hardcoded” rules.

3 A Formal Model of Case Handling

In this section, we will specify the dynamics using a formal model. First, we introduce a formal model describing a case definition. In this model, we abstract from certain entities (e.g., forms) and focus on activities and data objects. Based on this formal model, we describe the execution model for case handling in terms of state-transition diagrams and ECA-rules. Finally, we discuss the relation between the formal model and the entities excluded from the formal model, e.g., forms and actors.

Definition 1. Case definition is a tuple

$$CD = \langle A, P, O, Q, U, S, F \rangle \quad (1)$$

where

A is a set of *activities definitions*,

$P \subseteq A \times A$ is a *precedence relation* and is *acyclic*,

O is a set of *data object definitions*,

Q is a set of characteristics (*attributes*),

U is a set of *attributes values(domain)*,

S is a set of *data objects states* $S = \prod_{i=1}^n S_i$, where S_i is set of $o_i \in O$ *data object states*.

F is set of functions $\{f_i \mid f_i: A \rightarrow \mathcal{R}(S)\}$, which map each *activity* onto $\mathcal{R}(S)$, ($\mathcal{R}(x)$ - denotes the set of all subsets of x). The mappings between this sets is depicted in fig.2.

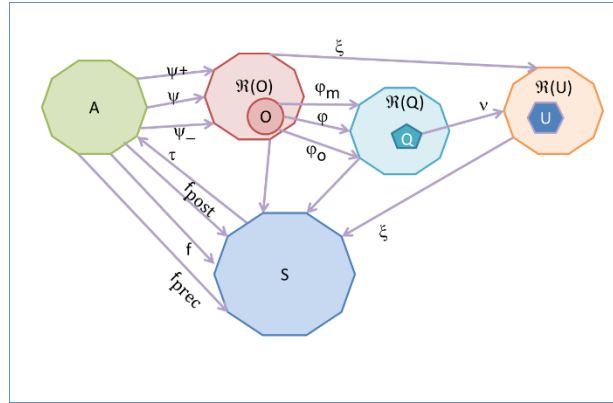


Figure 2. Case data sets transformation diagram.

$\psi: A \rightarrow \mathcal{R}(O)$, maps each activity to set of joined data objects before start of the activity. ψ_+, ψ_- , specifies a set added and deleted data objects after activity.

$\phi: O \rightarrow \mathcal{R}(Q)$ maps each data object to set of its features(attributes). ϕ_m, ϕ_o - is a functions, that defines mandatory and optionally attributes and holds next condition: $\forall a \in A$ and $\forall o \in O_1 = \psi(a)$, exists ϕ and q such $O_1 \subseteq \phi^{-1}(q)$.

$v: Q \rightarrow \mathcal{R}(U)$ is a function mapping each data object onto its *domain*.

Definition 2. $\forall a \in A$ and $\forall o \in O_a = \psi(a)$, $S_a = \prod_{o \in O_a} \bigcup_{q \in \phi(o)} v(q) \in A$ is a *state* built by values of joined *a data objects*.

It's clearly, that case state $S = \prod_{a \in A} S_a$.

While activities are an important artefact in case handling, the case is mainly controlled on the basis of states of data objects, associated with the particular case. It is important to stress that not only the life-cycle of activities can be described by states and state transitions, but also data objects. To see this, consider the state transitions that data objects may take as shown in Figure 3. On the creation of a data object, it adopts the undefined state. Data objects can be defined, either by users filling in forms which represent these data, or they can be defined automatically, for example, by running queries against a database and transferring the result values to the data objects. Activities for which data objects are mandatory can be redone (cf. the redo role), which results in a state transition of data objects to the unconfirmed state. By confirming the values, data objects re-enter the defined state.

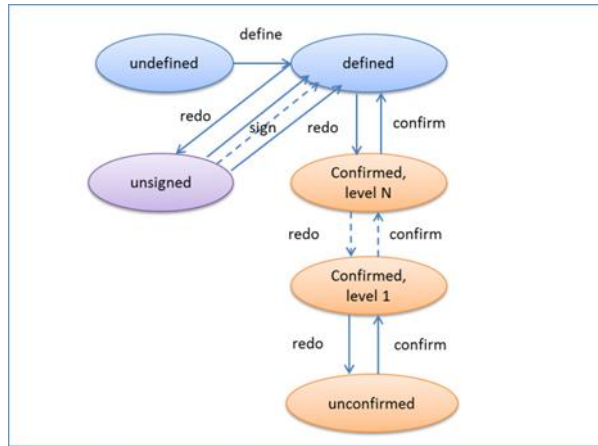


Figure 3: States of data objects.

Definition 3. Denote by o_s special data object and call it by state data object with attribute domain $Uo_s = \{undefined, defined, unsigned, unconfirmed, confirmed\ level\ 1, \dots, confirmed\ level\ n\}$. Then

$\psi: A \rightarrow \mathcal{R}(O \cup o_s)$ and $v: Q \rightarrow \mathcal{R}(U \cup Uo_s)$.

It is useful to define terms describing the relative order of activities within the context of a given case definition. Given a case definition CD, for each activity $a \in A$

- $A_{preceding}(a) = \{a' \in A \mid (a', a) \in P^+\}$, and
- $A_{subsequent}(a) = \{a' \in A \mid (a, a') \in P^+\}$.

where $P^+ = \bigcup_{i>0} P^i$ is the non-reflexive transitive closure of P . Case handling systems make use of case definitions to guide users in handling cases. In order to do that, the system has to make sure that a given activity is flagged ready for execution if and only if the preconditions of that activity are met. To be able to specify if an activity should be executed or bypassed, we use the following auxiliary function.

A function $f_{pre}: A \rightarrow \mathcal{R}(S)$ defines a the set of precondition states, $f_{post}: A \rightarrow \mathcal{R}(S)$ defines a the set of postcondition states.

Functions f_{pre} and f_{post} only focus on the data state $s \in S$. Clearly, the data state is not sufficient to determine the dynamics, also the activity state $a \in A$, the causal relations specified by P , and the state-transition diagrams shown in Figures 4. To specify the semantics of case handling we augment the state transitions with rules specified using an Event Condition and proposed in the paper[1-2]. Each state transition is described by a rule of the following form: **IF condition, THEN action**. Write these rules by the presented formalism proposed in the [2].

$$A_1, A_2, \dots, A_n \xrightarrow{R} D(C[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m]) \quad (5)$$

where $A_1, A_2, \dots, A_n$ - elementary or compound terms or even logical expressions. R - is a relation (is A , member Of, part Of, etc.), according to which are performed proofs and it may be satisfy the reflexive, transitive or commutative conditions, that is fixed in the dictionary. D -is a domain, C -is a

category of the conclusion which belongs to D. $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ – are terms which express the values of the attributes and relation of the category C .

For the Municipality Management system, social services is defined by rules, some of them have the form:

- *if the statemnt ends or the time has expired and the operation of this operation has been completed with positive decision, then begin the operation of a case study.*

R1: $\text{Decision}(@\text{previousActivity}(), \text{"Positive"}) \ \& \ (\text{State}(:y, \text{"Completed"}) \oplus \text{State}(:y, \text{"Ready"}))$
 $\rightarrow \text{Case}\{\text{Case}(:x), \text{StatementActivity}(:y), \text{StudyActivity}(:z), \text{State}(:z, \text{"Ready"})\}$

- *it's possible, that user can carry out second level confirmation, if the first level confirmation is completed and the user has an according role and there is a visa on the document.*

R2: $\text{Role}(:x, \text{"Conformer"}) \ \& \ \text{Conformed}(:y, \text{"Level1"}) \ \& \ \text{Visa}(:y, \text{"Yes"})$
 $\rightarrow \text{Case}\{\text{Person}(:x), \text{Document}(:y), \text{Conformed}(:y, \text{"Level2"})\}$

- *An user is participant in the council meeting, if hi is council chairman, hi is or he is a council member, or he is a invited guests.*

R3: $\text{Role}(:x, \text{"Council Chairman"}) \oplus \text{Role}(:x, \text{"Council member"}) \oplus \text{Role}(:x, \text{"Invited Guests"})$
 $\rightarrow \text{CouncilOrgan}\{ :y, \text{User}(:x), \text{Participant}(:x, :y, \text{"Yes"})\}$

3.1 Planning problem

In many cases, the case management process can be presented via mixed models. Part of the process can be described by the fixed workflow and other part can be presented by the case handling model (Fig.4).

In second model, often we have a situation, when we must find the path of activities from some initial state to the goal state (Fig.5). This is a classical plannin problem of the artificial intelligence [5]. let consider the formal model.

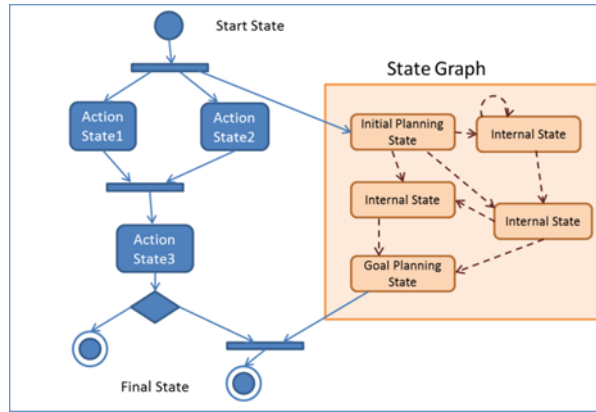


Figure 4. Case management mixed model.

Definition 1. *Planning subproblem* of case handling is a tuple

$$CP = \langle s_0, S_p, F_p, G \rangle \quad (2)$$

where

$s_0 \in S$ is a initial state,

$S_p \subset S$ is a subset of a set of case data object states,

$F_p \subset A$ is a subset of a set activities,

$G \subset S$ is a goal subset of a set of case data object states.

A planning problem is determined as finding the optimal sequence $f_1, \dots, f_{n-1}$, that $f_n \circ f_{n-1} \circ \dots \circ f_1(s_0) \in G$.

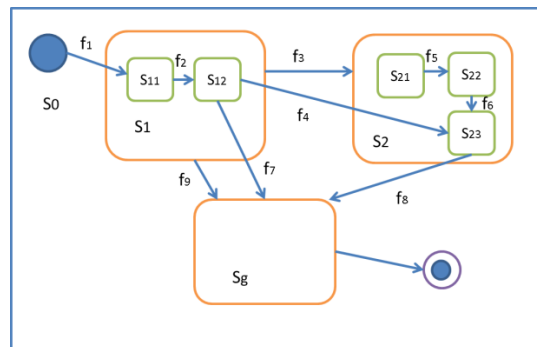


Figure 5. Data state graph.

For a planning problem solution exists many methods[6,8]. The choice of specific methods is out of scope of this paper. We have developed the heuristic search algorithms in the factor state space [4].

4 The realization of the Intellectual case management system

The realization of an intellectual case management system (ICMS) requires a structured approach that ensures flexibility, dynamic decision-making, and adaptability to various business scenarios. This section outlines the key steps and architectural considerations essential for developing such a system, incorporating modern AI advancements.

4.1 System Architecture and Core Components

The ICMS is designed as an extension of traditional case management systems by integrating an intellectual module that utilizes rule-based reasoning, heuristic planning, and modern AI techniques such as machine learning (ML) and natural language processing (NLP) [1]. The core architectural components include:

- **Case Management Core (CMC):** Manages the fundamental case lifecycle, including creation, updates, and closure.
- **Intellectual Module (IM):** Contains the rules engine, planning algorithm components, and AI models responsible for dynamic decision-making and adaptive process flow.
- **Validation Layer:** Ensures data consistency and accuracy through both static, dynamic, and AI-enhanced validation rules.
- **Configuration Layer:** Uses ConfigurationFrame objects to determine the necessary operations and data transformations based on current case states.

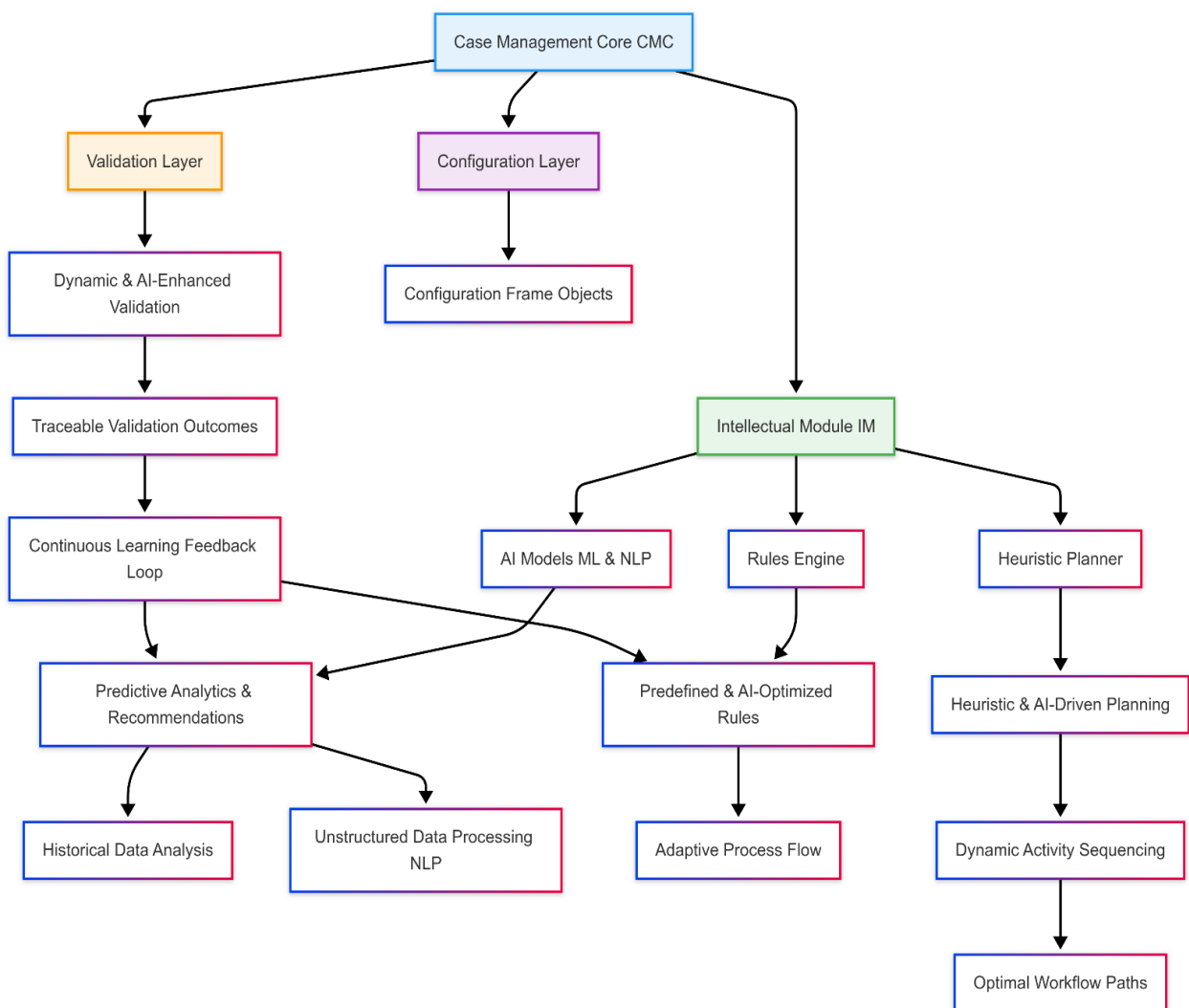


Figure 6. Intellectual Case Management System

4.2 Integration of the Intellectual Module

The IM operates in conjunction with the CMC and leverages accumulated knowledge for intelligent decision-making. Key aspects of integration include:

- **Rules Engine:** Utilizes predefined, dynamically generated, and AI-optimized rules to validate inputs, determine process flows, and make decisions based on case data attributes.
- **Heuristic Planner:** Engages in solving planning subproblems, particularly in cases involving dynamic paths from initial to goal states. The planner leverages heuristic algorithms and AI-driven optimization techniques.
- **AI Models:** Incorporates ML algorithms to analyze historical case data, predict outcomes, and suggest optimal workflows. NLP capabilities allow the system to understand and process unstructured text data for enhanced decision-making.
- **Middleware Interfaces:** ConfigurationFrame and ValidationObject act as mediators between the IM and CMC, facilitating seamless communication and data exchange.

4.3 Realization of Dynamic Validation

Dynamic validation is achieved by:

- Allowing attributes to be validated based on interdependent values, results, and AI-driven insights.
- Using the IM to dynamically construct and adjust validation logic as cases evolve, leveraging ML to learn from previous validation outcomes.
- Recording validation outcomes within the ValidationObject to maintain traceability and enable continuous learning.

4.4 Planning and Decision-Making Implementation

The planning component addresses the need for dynamic activity sequencing. The implementation involves:

- Defining initial and goal states, along with a subset of activities and transitions.
- Applying heuristic and AI-enhanced algorithms to navigate the state space and determine optimal activity sequences.
- Using historical data and reinforcement learning techniques to refine planning algorithms, ensuring efficiency and relevance over time.
- Incorporating AI-based recommendation systems to suggest next steps based on case context and historical patterns.

4.5 Handling Non-Standard Situations

The ICMS excels in addressing non-standard scenarios by:

- Utilizing the AI-enhanced rules engine to identify exceptions, learn from novel situations, and recommend adaptive solutions.
- Allowing the planner to explore alternate paths using AI-driven predictive models when traditional workflows are insufficient.
- Facilitating continuous learning where the system adapts based on newly acquired data and outcomes, using unsupervised learning to detect emerging patterns.

4.6 Implementation Considerations

Key considerations for successful realization include:

- Ensuring modularity for ease of maintenance, scalability, and integration of evolving AI models.
- Prioritizing user-centric design to ensure intuitive interaction with adaptive processes, incorporating AI-powered assistance for better user experience.
- Incorporating robust security measures to safeguard sensitive case data, with AI models to detect and respond to potential security threats.
- Establishing feedback loops and continuous training pipelines for AI models to improve the accuracy and effectiveness of rules and planning strategies over time.

By leveraging modern AI achievements, the realization of an intellectual case management system becomes feasible, offering enhanced flexibility, efficiency, and adaptability to complex, dynamic business environments. This approach ensures the system remains future-proof and capable of handling evolving challenges.

5 Conclusion

In the beginning we defined main problems, which can be faced when developing and using case management systems with standard schemes. Also we raised problems which are found when implementing case management over workflow. Most natural and flexible way to solve this problems is adding new component, intellectual module in the existing system architecture. After that, all non-trivial business logic, validation, object generation and process flow control will be orchestrated via this module. This approach not abandons existing scheme, rather extends it, adds more flexibility and configurability, removes existing problems and handles non-standard situations more naturally. As a result, system users are concentrated on their main tasks rather than avoidance of limitations that are set by existing solutions. Systems that are built on described architecture are successfully implemented

in several government and private sector companies and successfully what reinforces our belief that future development of case management systems is laying on intellectual modules.

References:

- [1] Bosikashvili Z., Kvartskhava G., [2024], Using Hybrid Models of AI for Identification of Trees by UAV Images of Forests: I. Machine-learning Component of the Models, WSEAS Transactions on Signal Processing, 20, 39-53, <https://doi.org/10.37394/232014.2024.20.5>
- [2] Bosikashvili Z., [2014], Extansion of the Architecture of Software Systems with Artificial Intelligence Elements, Modern Computer Applications in Science and Education, Editor Constantin Buzatu, 75-84, ISBN:978-960-474-363-6
- [3] Wang, P. [2013] "NON-AXIOMATIC LOGIC A Model of Intelligent Reasoning," Copyright © 2013 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2013
- [4] Bosikashvili Z., [2010], **The blocking meta-heuristics for combinatorial problems solving**, The ACM Digital Library, [World Scientific and Engineering Academy and Society \(WSEAS\)](http://www.wseas.org/WSEAS/ACM/Books/2010/01/Bosikashvili%20Z.%20The%20blocking%20meta%20heuristics%20for%20combinatorial%20problems%20solving.pdf) Stevens Point, Wisconsin, USA.
- [5] Russell, S. and Norvig, P. [2010] Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd edn. (Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey).
- [6] Steven M. LaValle. [2006]. Planning Algorithms. Published by Cambridge University Press
- [7] Wil M.P, Pallas Athena, [2002] Case Handling: A New Paradigm for Business Process Support, <http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p252.pdf>
- [8] Nilsson, N. J. [1991] "Logic and artificial intelligence," Artificial Intelligence **47**, 31–56.

საქმეთა მართვის ინტელექტუალური სისტემების აგების შესახებ

ზურაბ ბოსიკაშვილი, ლოლიტა ბეჟანიშვილი

რეზიუმე

განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, დოკუმენტბრუნვის და საქმეთა წარმოების პროცესები კარგად არის შესწავლილი და არსებობს მრავალი პროგრამული სისტემა, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება ამ პროცესების სამართავად. მეორეს მხრივ ჩვენ ვიმყოფებით ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიურ ეპოქაში, რომელიც ახალ შესაძლებლობებს აჩენს, არსებული ინფორმაციულის სისტემების განსავითარებლად. ნაშრომში გააანალიზებულია თანამედროვე საქმეთა წარმოების სისტემების სუსტი მხარეები და შემოთავაზებულია მათი გადაწყვეტის გზები ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გამოყენებით. თუმცა საქმეთა წარმოების პროცესებს კანონმდებლობა და რეგულაციები განსაზღვრავენ, მაგრამ მათი არაცალსახა ინტერპრეტაციების, არასრულობის და პროცესში შემოტანილი დოკუმენტების კონტენტის ანალიზის სირთული გამო შეუძლებელია ყოველთვის საქმეთა მართვის ხისტი სქემების შექმნა. აუცილებელია დინამიური სქემების შემოტანა ბიზნეს მიზნის მისაღწევად.

აქედან გამომდინარე, ნაშრომში საქმეთა მართვის პროცესი წარმოდგინდება შერეული მოდელების სახით. პროცესის ნაწილი აღიწერება ფიქსირებული სამუშაო პროცესის სახით, ხოლო ნაწილი დინამიური აწყობადი პროცესების სახით ფიქსირებული ქვეპროცესების გამოყენებით, რომელთა გადაწყვეტაც უნდა დაიგეგმოს. არსებულ საქმეთა წარმოების სისტემებში რეალური მონაცემების დამუშავებისას წარმოიქმნება გარკვეული ცოდნა და გამოცდილება, რაც გვადლევს შესაძლებლობას, განხორციელდეს ზოგიერთი პროცესის და გადაწყვეტილების მიღების ავტომატიზაცია. ამჟამინდელ სისტემებში ჩვენ ძნელად ვიპოვით ასეთ ფუნქციონირებას.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად ნაშრომში განიხილება საქმეთა წარმოების სისტემის გაფართოება უნიფიცირებული ინტელექტუალური მოდულით-ძრავით, რომელიც მოიცავს ცოდნის ბაზას, წესებთან, ფაქტებთან მუშაობის, დასკვნების კეთების, მანქანური სწავლების, დაგეგმვის და გადაწყვეტილებების მიღების მექანიზმებს.

ნაშრომში შემუშავებულია განვითარებული საქმეთა წარმოების სისტემის ფორმალური მეტა მოდელი, რომელიც წარმოდგინდება როგორც საქმის კომპონენტების-ობიექტების, საწყისი მდგომარეობათა გარდაქმნა მიზნობრივ მდგომარეობაში, საქმის წარმოების ოპერაციების მიმდევრობათა შერჩევით.

მდგომარეობა განიხილება, როგორც ობიექტების ატრიბუტების და მათი მნიშვნელობების ერთობლიობა, რომელიც აღიწერება ცოდნის ბაზის ფაქტების სახით, ხოლო ოპერაციები აღიწერება ცოდნის ბაზაში წესების სახით. საქმის წარმოების პროცესში ახალი სიტუაციის გაჩენის შემთხვევაში საჭიროა პროცესის გადაგეგმვა, რისთვისაც მოდელის ფარგლებში ფორმულირდება ოპტიმალური ქმედებათა მიმდევრობის შერჩევის ამოცანა და შემოთავაზებულია მისი გადაწყვეტა ავტორის მიერ შემუშავებული ალგორითმით. კონფიგურაციის ან ვალიდაციის წესების ავტომატურად გამოსაყენებლად ნაშრომში შემოთავაზებულია მანქანური სწავლების კლასიფიკაციის მოდელების გამოყენება ღრმა ნეირონული ქსელების საფუძველზე.

წარმოდგენილი ფორმალიზის ბაზზე შემუშავდა საქმეთა მართვის ინტელექტუალური სისტემის არქიტექტურა და განხორციელდა მისი ბირთვის რეალიზაცია. ძრავი მოიცავს შემდეგ ძირითად არქიტექტორულ კომპონენტებს, როგორიცაა საქმის სასიცოცხლო ციკლის მართვის მოდული (საქმის შექმნა, განახლება და დახურვა), ჰიბრიდული ინტელექტუალური მოდული, რომელიც პასუხისმგებელია ცოდნის ბაზის მართვაზე, მანქანურ სწავლებაზე, დინამიური დაგეგმვის და გადაწყვეტილებების მიღების პროცესებზე, ვალიდაციის მოდული უზრუნველყოფს მონაცემთა თანმიმდევრულობას და სიზუსტეს როგორც სტატიკური, ასევე დინამიური და AI-ით გაძლიერებული ვალიდაციის წესების მეშვეობით და კონფიგურაციის მოდული უზრუნველყოფს სისტემის ოპერაციათა მართვას.

აღწერილ არქიტექტურაზე აგებული მოდული არის დანერგილი განსხვავებულ სფეროებში მომუშავე სამთავრობო და კერძო სექტორის კომპანიებში.

ხელისუფლების და ოპოზიციის თანაარსებობის თავისებურებები საქართველოში

ავთანდილ ტუკვაძე¹, აკაკი აბზიანიძე², ელენე გელაშვილი³

¹თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, ²საქართველოს
ეროვნული უნივერსიტეტი, პროფესორი, ³თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ასისტენტ-პროფესორი

ანოტაცია

ნებისმიერი ქვეყანაში დემოკრატიის ხარისხს განსაზღვრავს ხელისუფლებისა და ოპოზიციის ურთიერთობის კულტურა, თუ რამდენადაა თანხმობა პოლიტიკურ ძალებს შორის დემოკრატიის საბაზისო ღირებულებების ირგვლივ და პოლიტიკური პროცესი სამართლებრივ ჩარჩოებში ვითარდება თუ ცდება კონსტიტუციაში დეკლარირებულ ნორმებს.

საქართველოში ზვიად გამსახურდიას ეთნოპოლიტიკური შეფერილობის ეროვნულ-დისიდენტური, ედუარდ შევარდნაძის ნეონომენკლატორული, მიხეილ სააკაშვილის პროდასავლური ნეოლიბერალურ-ავტორიტარული და ბიძინა ივანიშვილის მემარჯვენე კონსერვატიული ხელისუფლებების დროს პოლიტიკაში დამკვიდრდა გარკვეული თამაშის წესები, რომლებიც თვითოეული პოლიტიკური ძალის მმართველობის სპეციფიკით ხასიათდება, მაგრამ გააჩნიათ საერთო მახასიათებლები: პროფესიული უნარ-ჩვევები მერეხარისხოვანია კადრების რეკრუტირების პროცესში იშვიათი გამონაკლისის გარდა); გამსახურდიას დროს ერთგულებასთან ერთად ეროვნულ მოძრაობაში დამსახურება იყო, შევარდნაძესთან ნეონომენკლატორული კომუნისტური წარსული, სააკაშვილთან ევროპული განათლება, ახალგაზრდული ასაკი და „ნაციონალური პარტიის“ წევრობა, ივანიშვილის ხელისუფლებაც თავს თვითკმარ პოლიტიკურ ძალად აცხადებს, დასავლურ განათლებასთან ერთად ლიდერისადმი ერთგულებას ითვალისწინებს. ოთხივე ხელისუფლებას, სხვადასხვა დოზით, მთავარ იდეოლოგიურ ორიენტირად ნაციონალისტურ იდეოლოგია აქვს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წარუმატებლობები ქვეყნის მოდერნიზაციის გზაზე ძირითადად ხელისუფლებების დაბალი კვლიფიკაციითა განპირობებული და ძნელია მათი ანალიზი ფასეულობითი კვლევის მეთოდზე დაყრდნობით: ხელისუფლებას და ოპოზიციას რთულია ვუწოდოთ პოლიტიკური ელიტა, რადგანაც მასში ძალიან მცირეა განსწავლული-მმართველობითი უნარ-ჩვევების მქონე ადამიანები. თუმცა, თუ ალტიმეტრიულ მიდგომას გამოვიყენებთ პოლიტიკურ ელიტად მოიაზრება ხელისუფლების უმაღლეს საფეხურზე

მდგომი ადამიანების ჯგუფი, რომლებიც ლიდერთან ერთად ღებულობენ ქვეყნისათვის მნიშვნელოვან გადაწყვეტილებებს (არ აქვს მნიშვნელობა როგორ გავლენას ახდენს ისინი ქვეყნის განვითარებაზე). ამ გაგებით ელიტები არსებობენ საზოგადოების განვითარების ნებისმიერ საფეხურზე.

გამსახურდიას ხელისუფლების დროს ხელისუფლებისა და ოპოზიციის თანამშრომლობის კულტურა ფაქტობრივად არ არსებობდა, რადგანაც პოლიტიკური სუბიექტების ქმედებები არ იზღუდებოდა დემოკრატიული ინსტიტუტებითა და კონსტიტუციური ნორმებით; შევარდნაძის ხელისუფლება პირველ ეტაპზე ძალაუფლებას იყოფდა კრიმინალურ სამყაროსთან, მხოლოდ მოგვიანებით ხელისუფლების ლეგიტიმური ინსტიტუტების და კონსტიტუციის მიღების შემდეგ პოლიტიკურ პროცესში მკვიდრდება კონსტიტუციური ნორმების დაცვის აუცილებლობა, თუმცა ძალისმიერი მეთოდებისკენ მიდრეკილი ქვეშევრდომული პოლიტიკური კულტურა კვლავ დომინანტურ როლს თამაშობს. შევარდნაძე, გამსახურდია, სააკაშვილი, ივანიშვილი წინასაარჩევნო პერიოდში აქტიურად იყენებდნენ „მტრის ხატის“ მოდელირების საბჭოთა პრაქტიკას. ქართულ სინამდვილეში იდეოლოგიურ ორიენტირებს მეორეხარისხოვანი როლი უკავია, როგორც ხელისუფლების შიგნით, ისე ოპოზიციურ სპექტრში: საგარეო პოლიტიკური ორიენტაციები განსაზღვრავენ პოლიტიკური ძალის ლიბერალური დემოკრატიისადმი კუთვნილებას თუ პირიქით კონსერვატორობას, რომელიც ავტორიტარიზმთან და რუსეთთან ასოცირდება (იმედია, ტრამპის ადმინისტრაციის ხელისუფლებაში მოსვლა შეცვლის ამდაგვარ მიდგომას, რადგანაც განვითარებული ქვეყნები ყოველთვის ორ იდეოლოგიაზე დგანან, როგორც ეს დასავლეთის დემოკრატიებშია). ლიბერალიზმის და კონსერვატიზმი საღანძღავ კონტექსტში გამოიყენება (მაგ; „ლიბერალური ფაშიზმი“) და ოპოზიცია ხელისუფლების საურთიერთობო ლექსიკაში დემოკრატიისათვის დამახასიათებელი ტერმინები (კონსენსუსი, თანამშრომლობა, ურთიერთპატივისცემა, ურთიერთსარგებლობა) თითქმის არ იხმარება. ასპარეზზე გამოვიდნენ ე.წ. „ტოტალიტარული პიროვნებები“, რომლებიც პოლიტიკურ პროცესებს, მართალ–მტყუანის, თეთრისა და შავის, მოღალატე–პატრიოტის ტერმინოლოგიით ახასიათებენ. ადრე, მსგავსმა პოლიტიკურმა დაპირისპირებამ ქვეყანა სამოქალაქო დაპირისპირებამდე მიიყვანა, მართალია დღეს ინსტიტუტები და რესურსები ქვეყანას განსხვავებული აქვს, მაგრამ კონსენსუსის მიღწევა აუცილებელია, წინააღმდეგ შემთხვევაში დაზარალდება ეროვნული ინტერესები.

საკვანძო სიტყვები: ხელისუფლება, ოპოზიცია, კონსენსუსი, ლიბერალიზმი, კონსერვატიზმი, ინტერესები.

შესავალი

ელიტა საზოგადოების ფუნქციონირების აუცილებელი ელემენტია, საზოგადოების დაყოფა მმართველ უმცირესობად და მმართულ უმრავლესობად ელიტიზმის ამოსავალი დებულებაა, რომლის მართებულობაც დასტურდება ისტორიული განვითარების კანონზომიერებით. შესაძლოა დავეთანხმოთ ვ. პარეტოს მოსაზრებას, რომ ისტორიის მამოძრავებელი ძალას

წარმოადგენს ელიტების მონაცვლეობა–ცირკულაციის პროცესი, ყოველ შემთხვევაში, რაც საუბარი აღარ გვიხდება კლასობრივი ბრძოლის მარქსისტულ თეორიაზე, რომელიც მართლაც გადამწყვეტ როლს თამაშობდა საყოველთაო კეთილდღეობისა და სამართლებრივი სახელმწიფოების ჩამოყალიბებამდე წინა საუკუნეებში.

პოლიტიკური ელიტა განმსაზღვრელ გავლენას ახდენს პოლიტიკური პროცესების განვითარებაზე, ეკონომიკაზე, დემოკრატიზაციის პროცესზე და ამის ნთელი დადასტურებაა საქართველოს უახლესი ისტორია: წარუმატებლობები ქვეყნის მოდერნიზაციის გზაზე, უპირატესად ელიტების კვალიფიკაციას უკავშირდება, „დემოკრატია თეორიაში“, რიტორიკის სფეროში რჩება, ხოლო ელიტების შერჩევის კრიტერიუმები კვლავ ლიდერისადმი ერთგულებაა და მთლიანად უარყოფილია პროფესიონალიზმისა და იდეოლოგიური ორიენტაციების საკითხი; საერთო, რაც აერთიანებს გარდამავალი პერიოდის ელიტებს არის ერთი ლიდერის მიმართ უსიტყვო მორჩილება; საბჭოთა წარსულის დემონსტრაციული უარყოფის მიუხედავად, გამსახურდიას, სააკაშვილისა და ივანიშვილის დროს მაღალ თანამდებობებზე დანიშვნის მთავარი კრიტერიუმი ლიდერისა და მფარველისადმი ერთგულება რჩება და არა პროფესიული თვისებები ან თუნდაც იდეოლოგიური საერთოობა. როგორც ამერიკელმა ავტორებმა აღნიშნეს, „პოსტკომუნისტური და განვითარებადი სამყაროს დიდ ნაწილზე კლიენტელიზმის, კორუფციისა და პატრიმონიალიზმის მექანიზმები თანაარსებობს (და ხშირად ძირს უთხრის) ახალ დემოკრატიულ, საბაზრო და სახელმწიფო ინსტიტუტებს“ Helmke G., Levitski S (2007)

ფაქტობრივად, პოლიტიკურ ელიტებს, არ გააჩნიათ ქვეყნის ეკონომიკური და პოლიტიკური მოდერნიზაციის კონცეფციები, ასევე, არ ჩანს პოლიტიკაში ახალი ფიგურები, რომლებიც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებენ ელიტების მუშაობის ხარისხს, ამის მიზეზები მრავალია, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია რეკრუტირების დემოკრატიული სისტემის ჩამოყალიბება, ახალი კრიტერიუმების ფორმირება, რომელშიც გადამწყვეტი როლი მიენიჭება პროფესიულ უნარ–ჩვევებს და არა ფორმალურ დასავლურ განათლებას ან მეტისმეტად ახალგაზრდულ ასაკს. ამის განხორციელება ძნელია, რადგანაც ქვეშევრდომული პოლიტიკური კულტურის დომინაციის პირობებში ჩამოყალიბებულია საბჭოთა მემკვიდრეობის პატრიმონიალიზმის ტრადიცია, რომელიც ზედმეტ–ნაკლებად თანამედროვე ელიტებისთვისაა დამახასიათებელი ქართულ სინამდვილეში.

აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ სუსტია იდეოლოგიების გავლენა პოლიტიკურ სპექტრზე, ორასზე მეტი პარტიიდან რამოდენიმეს თუ ექნება კლასიკური სახით, ფორმულირებული გარკვეული იდეოლოგიური ღირებულებები საკუთარ პროგრამებში და ხშირად მათი ცვლილება ხდება ელექტორატის ინტერესებიდან და საგარეო პოლიტიკური ორიენტაციებიდან გამომდინარე;

პოლიტიკური ელიტის ცნებაც გარკვეულ კორექტივების გათვალისწინებით შესაძლოა იქნას გააზრებული. რაც შეეხება პოლიტიკური ელიტების დეფინიციას, ჩვენ მათ ვუკავშირებთ ლიდერების სახელებს, რადგანაც ისინი გადამწყვეტ როლს თამაშობენ ელიტის ფორმირებისა და საქმიანობის პროცესში.

„პოლიტიკური თამაშის წესები“ საქართველოში ფორმირების პროცესშია და მიუხედავად იმისა, რომ არ არსებობს თანხმობა პოლიტიკურ ძალებს შორის დემოკრატიის საბაზისო ღირებულებებსა და საერთო ეროვნულ–სახელმწიფოებრივ ინტერესების ირგვლივ, მაინც

იმატებს მასში დემოკრატიის ელემენტები და ბევრი რამ რაც გამსახურდიას დროს შესაძლებელი იყო, მაგალითად, სამართლებრივი ჩარჩოდან გასვლა, დღეს ეს მიუღებელია: წინასაარჩევო კამპანიის დროს ხშირად ტერიტორიული მთლიანობის და სუვერენიტეტის დამაზიანებელ განცხადებებს აკეთებდნენ დეპუტატობის კანდიდატების, პარტიები, ცალკეული ლიდერები, რასაც დღეს მიუხედავად ძლიერი პოლარიზაციისა, მსგავს პრეცედენტებს აღარ ვხვდებით, მოკლედ „დემოკრატიული ღირებულებების დაგროვების“ ნელი პროცესი შესამჩნევია.

საინტერესოა პოლიტიკური ელიტის შიგნით ლიდერსა და ხელისუფლების სხვადასხვა საფეხურზე მდგომ ადამიანებს შორის ურთიერთობების ხასიათი, ცნობილია, რომ საბჭოთა ნომენკლატორული ელიტის სახელისუფლებო ვერტიკალში ურთიერთობები უსიტყვო მორჩილებაზე (სტალინი გენერალიტეტს ატარებდა საბჭოთა ნომენკლატურას), საშემსრულებლო ქვეშევრდომულ კულტურაზე იყო დამყარებული; ზოგჯერ, დემოკრატიებშიც, ხელისუფლებრივი ვერტიკალის შიგნით, ლიდერთან დამოკიდებულება ავტორიტარული ხასიათისაა, ამის მაგალითები მრავლადაა ისტორიაში, თუნდაც ახლად არჩეულ აშშ-ის პრეზიდენტის ტრამპის დამოკიდებულება თავის ადმინისტრაციასთან; ამ კუთხით საქართველოს ელიტების შედარებისას, გამსახურდიას, შევარდნაძის, სააკაშვილის თანამდებობების პირებთან ჩაღრმავებული ინტერვიუებიდან ერთი პარადოქსი იკვეთება: შევარდნაძის გარშემო გაერთიანებული ელიტის შიგნით საურთიერთებო ენა ლიდერსა და ელიტის წევრებს შორის უფრო ნაკლებად იყო ავტორიტარულ-ბრძანებლური ხასიათის, ვიდრე დასახელებული ლიდერებთან.

პოლიტიკური ელიტის ცნება

პოლიტიკური ელიტის ცნება უპირველეს ყოვლისა გულისხმობს ხელისუფლებრივი პირამიდის უმაღლეს საფეხურზე დგომას და ქვეყნისათვის მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების ფუნქციას, უნარს, არაა აქვს მნიშვნელობა მიღებული გადაწყვეტილებები დადებით როლს თამაშობს თუ უარყოფითს ერისა და სახელმწიფოებრიობის განვითარების პროცესში; მმართველი პოლიტიკური ელიტა გადაწყვეტილებებს იღებს ეროვნულ დონეზე და აკონტროლებს ეროვნულ რესურსებს; ელიტა არა მხოლოდ მართავს საზოგადოებას, ასევე მართავს პოლიტიკურ კლასს, რომლის წიაღშიაც იგი წარმოიშობა და ქმნის სახელმწიფო ორგანიზაციის ისეთ ფორმებს, რომელშიც მისი პოზიციები ექსკლუზიურია; ელიტის შევსების წყაროა ქვეყანაში არსებული პოლიტიკური კლასი; პოლიტიკურ ელიტად მოიაზრება აგრეთვე ხელისუფლების გარეთ მყოფი ოპოზიცია, ინტელექტუალები, ბიზნეს ელიტა და სხვა ჯგუფები, რომლებიც რაღაც ხარისხით გავლენას ახდენენ გადაწყვეტილებების ხასიათზე (აჩქარებენ, ანელებენ, სახეს უცვლიან) პოლიტიკურ პროცესებს. ელიტაზე საუბრობენ მხოლოდობითში და მრავლობითში (ძირითადად პლურალისტები); დემოკრატიებში არის მინიმუმ ორი ელიტა მმართველი და ოპოზიციური ელიტები.

იდეაში ცნება პოლიტიკური ელიტა გულისხმობს არა მარტო ზემოთ ჩამოთვლილ მახასიათებლებს, არამედ აგრეთვე განსაკუთრებული თვისებების მქონე ადამიანების ერთობლიობას, რომელთაც აერთიანებს მაღალი განსწავლულობა, პროფესიონალიზმი, ხასიათდებიან მორალური და ზნეობრივი პრინციპების ერთგულებით და პოლიტიკურ

პროცესში მონაწილეობის დროს (არჩევნების, რეფერენდუმების, დისკუსიების) იცავენ „პოლიტიკური თამაშის დემოკრატიულ წესებს“, რომლებიც დამკვიდრებულია განვითარებულ დემოკრატიებში და უპირველესად კონსტიტუციურ-სამართლებრივი ნორმების ფარგლებში ფუნქციონირებას გულისხმობს. ამდენად, პოლიტიკური ელიტის ცნება შეიცავს ამ კომპონენტებსაც, მაგრამ ქართულ სინამდვილეში, ისევე, როგორც უმრავლესი ქვეყნების რეალობაში, ტერმინი ელიტა თავისუფალია „ღირებულებითი“ განსჯებისგან, ნაკლებად გააჩნია „საუკეთესო ხალხის“ გამორჩეული თვისებები, ის უნდა შევაფასოთ, როგორც ფუნქციური ჯგუფი, ღირებულებების თვალსაზრისით ნეიტრალური ადამიანების ერთობლიობა, რომელშიც არიან გაერთიანებულები სრულიად უნიჭირესები, ასევე, ზნეობას მოკლებული თაღლითები და მედროვე ადამიანები.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ჩვენ ვიზიარებთ ელიტების კვლევის ალტიმეტრიულ მეთოდს (რაც შეეხება ფასეულობით მიდგომას იგი უფრო მეტად ინტელექტუალურ ელიტას შეესაბამება), რომ პოლიტიკური ელიტა არის ხელისუფლების მფლობელი ყველა ჯგუფი, რომლებიც ღებულობენ სახელმწიფოებრივ-ეროვნული მნიშვნელობის გადაწყვეტილებებს (ამ აზრით პოლიტიკური ელიტა არსებობს სოციალური განვითარების ნებისმიერ საფეხურზე, რადგანაც საზოგადოების ფუნქციონირების აუცილებელი პირობაა მმართველი უმცირესობისა და მართული უმრავლესობის არსებობა); ძალაუფლების დაკარგვის შემდეგ ისინი იკარგებიან, გარდაიქმნებიან მარგინალურ ჯგუფებად, რადგანაც თანამდებობა (სკამი) იყო მათი ელიტად ქცევის განმსაზღვრელი მთავარი ფაქტორი.

პოსტსაბჭოთა პოლიტიკური ელიტების ტიპები, შერჩევის კრიტერიუმები, იდეოლოგიური ორიენტირები, „თამაშის წესები“ საქართველოში.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ კომუნისტური რეჟიმების დემომონტაჟმა განაპირობა ახალი ელიტების წარმოშობა, რომელთა შერჩევის კრიტერიუმები, იდეოლოგიური ორიენტირები, შემადგენლობა, თვისებრივად განსხვავდება საბჭოთა ნომენკლატურული ელიტისგან.

დამოუკიდებელი საქართველოში, ჩვენი აზრით, შემდეგი პოლიტიკური ელიტების ტიპების გამოყოფა არის შესაძლებელი: ზვიად გამსახურდიას ეთნოპოლიტიკური შეფერილობის ეროვნულ-დისიდენტური ელიტა, ედუარდ შევარდნაძის ნეონომენკლატორული ელიტა, მიხეილ სააკაშვილის პროდასავლური ნეოლიბერალურ-ავტორიტარული ელიტა პოლიტოლოგია (2004) გვ 391–401, ბიძინა ივანიშვილის პოლიტიკური ელიტა, რომელიც ზომიერი ლიბერალური პარტიიდან მემარჯვენე და კონსერვატიულ ძალად ფორმირდა.

გამსახურდიას ხელისუფლება ეროვნული მოძრაობის რადიკალური ფრთის მემკვიდრე იყო, მათთვის მთავარი მიზანს ეროვნულ ღირებულებებზე დაფუძნებული ქართული სახელმწიფოს შექმნა წარმოადგენდა, რომელიც მართლამადიდებლურ ღირებულებებზე იქნებოდა დაფუძნებული, დაიცავდა მდიდარ ქართულ ტრადიციებს, თვითმყოფად კულტურას; მათი პოლიტიკური განცხადებები ეროვნული მოძრაობის რიტორიკით იყო გაჯერებული; ქართული ეროვნული იდეოლოგიის ფორმირება პოლიტიკური ელიტის საქმიანობის ძირითად ორიენტირად იქცა (აირჩიეს ეროვნული იდეოლოგიის თავმჯდომარე); ნაციონალიზმის იდეოლოგია გამსახურდიას ხელისუფლების ხელში წარმატებული იარაღი იყო ეროვნული კონსოლიდაციის, მომხრეების მობილიზაციის მიმართულებით; ნაციონალიზმმა მსოფლიოში ეროვნული იდენტობისა და სახელმწიფოებრიობის წარმოშობის

გზაზე გადამწყვეტი როლი ითამაშა, მაგრამ ნაციონალიზმი აგრეთვე ნიშნავს სხვასთან დაპირისპირებას, მაგალითად მრავალ ეთნიკურ ქვეყანაში გამსახურდიას მოწოდება „ქართველებო გამრავლდით“ ეროვნული უმცირესობებისთვის გამაღიზიანებელი იყო, ამიტომაც ოპოზიციამ წარმატებით მოახერხა მათი მობილიზაცია ხელისუფლების წინააღმდეგ;

გამსახურდიას ელიტის იდეოლოგია ზედმეტი ეროვნული შეფერილობის იყო ნაციონალიზმის იდეოლოგიის ტიპიურ განსახიერებას წარმოადგენდა, გარკვეული აზრით შეიძლება დავეთანხმოთ სტივენ ჯონსს (ინტერვიუ სტივენ ჯონსთან (1924 წლის 12 აგვისტო), რომელსაც საქართველოში მოქმედი ხელისუფლებების მთავარ იდეოლოგიურ ორიენტირად ნაციონალისტურ იდეოლოგიას მიიჩნევს; მართლაც დამოუკიდებლობის გზაზე მდგარ ზოგიერთ გამოწვევას ნაციონალიზმის იდეოლოგიაზე დაყრდნობით შეიძლება გავუმკლავდეთ, მაგრამ მხოლოდ ამ კუთხით გამსახურდიას პოლიტიკური ელიტების იდეოლოგიური ორიენტირების შეფასება არასრული იქნებოდა; გამსახურდიას იდეოლოგია ეთნონაციონალისტური იყო, რომელიც დამოუკიდებლობაზე და ერის იდენტობის დაცვაზე იყო ორიენტირებული, ეროვნული სუვერენიტეტის, ეთნოცენტრიზმის პრინციპებს იცავდა და იბრძოდა საბჭოთა-კომუნისტური მემკვიდრეობის წინააღმდეგ, იცავდა ტრადიციონალიზმის ღირებულებებს (მართლმადიდებლურ-ქრისტიანული ღირებულებებისა და თვითმყოფადი კულტურა);

ეროვნულ-დისიდენტური ელიტის მთავარი მახასიათებელი იყო უკომპრომისობისა და კონსენსუალურობის ნაკლებობა, იგრძნობოდა საბჭოთა, კომუნისტური იდეოლოგიის ნეგატიური გავლენა, რამაც განსხვავებული აზრის, დიალოგის, პოლიტიკური ოპონენტების მიმართ შეურიგებლობაში პოვა გამოხატულება: ისევე, როგორც სოციალიზმი უარყოფდა მემკვიდრეობითობის პრინციპს პოლიტიკაში, ასევე, გამსახურდიამ მექანიკურად მოხსნა პარლამენტიდან კომუნისტი დეპუტატები, დაუპირისპირდა ე.წ. „პრივილეგირებულ საბჭოთა ინტელიგენციას“, რომელთა რიგებში ფაქტობრივად გაერთიანებული იყო ინტელექტუალური ელიტის დიდი უმრავლესობა, ხოლო ისინი ჩაანაცვლა, ერთგულებისა და ეროვნულ მოძრაობაში დამსახურებების კრიტერიუმებით შერჩეული ადამიანებით, ფაქტობრივად საშუალო დონის ინტელექტუალები, „დემოკრატები გარემოებების მიხედვით“ ამოყვანენ ხელისუფლებაში ეროვნული მობილობის ლიფტს. ქვეყანაში დამკვიდრდა შეურიგებლობისა და დაპირისპირების ექსტრემისტული იდეოლოგიური ორიენტირები, მოვლენები მართალ-მტყუანის, თეთრისა და შავის, კრემლისა აგენტებისა-მოღალატე ინტელიგენციისა და სხვა ეპითეტებით ფასდებოდა. თავის მხრივ, კონტრელიტამ, რომელიც ძალადობრივ მეთოდებზე იყო ორიენტირებული, თავის გარშემო შემოიერთა „პრივილეგირებული კომუნისტური ინტელიგენცია“, ეროვნული მოძრაობის ზომიერი ფრთის წარმომადგენლები, რომლებმაც იდეოლოგიურად დაასაბუთეს ეროვნული ხელისუფლების დამხობის აუცილებლობა, ასევე, აამხედრეს არა ქართველი მოსახლეობა, რომელთა დარწმუნება იმაში, რომ გამსახურდია მათ გასახლებას აპირებდა იოლი აღმოჩნდა ნაციონალიზმის იდეოლოგიის პირობებში;

კონტრელიტა, რომლის ჩამოყალიბება „ეროვნული კონგრესის შექმნიდან“ იღებს სათავეს, განსაკუთრებით გაძლიერდა პრემიერ-მინისტრის, გვარდიის მეთაურის, მხედრიონის დაპირისპირების შემდეგ: ისინი ცდილობდნენ იმის დამტკიცებას, რომ გამსახურდიამ დაამყარა ავტორიტარული დიქტატურა (ოპონენტების მიმართ დაამკვიდრა სიძულვილის ენა,

დახურა საქართველოს ტელევიზიის მეორე არხი, გაზეთი „საქართველოს ახალგაზრდობა“, სახელმწიფოს გადატრიალების ბრალდებით დააპატიმრა ეროვნულ-დემოკრატიული პარტიის ლიდერი და სხვა), რომ იგი ფსიქიკურად გაუწონასწორებელი პიროვნება იყო, თვითნებურად ცვლიდა გუნდში მიღებულ გადაწყვეტილებებს, მის გარშემო იყო გაერთიანებული არაკომპენტენტური ელიტა (თუმცა საკვანძო თანამდებობებზე მყოფ ადამიანებს არამარტო უმაღლესი განათლება სამეცნიერო ხარისხებიც ჰქონდათ) და მისი ხელისუფლებაში ყოფნა საფრთხეს უქმნიდა ქვეყანას; გამსახურდიას დროს არ არსებობდა „პოლიტიკური თამაშის წესების“ ცნება, რადგანაც არ იყო ან ძალიან სუსტი იყო ინსტიტუტები, ასევე, კონსტიტუციის არ არსებობა ფაქტობრივად გამორიცხავდა სამართლებრივ ჩარჩოებში ხელისუფლებისა და კონტრელიტის თანაარსებობას; მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ქვეშევრდომულმა, უკომპრომისო კომუნისტური კულტურის მემკვიდრეობამ და ქართული ხასიათის თავისებურებებმა, რომელიც ისტორიულად საპირისპირო პოლუსებზე პოულობდა გამოხატულებას („კეთილ-ბოროტზე ადრე მიმდრეკნი“-ვახუშტი ბატონიშვილი) ამიტომ, პოლიტიკური პროცესი სამოქალაქო დაპირისპირების ჭრილში განვითარდა და შედეგმაც არ დააყოვნა: იარაღით, გარე და შიდა ძალების გაერთიანებით, მხედრიონმა და ეროვნულმა გვარდიამ დაამხო ხალხის მიერ არჩეული კანონიერი ხელისუფლება და ქვეყანაში განხორციელდა სახელმწიფო გადატრიალება. ა. ტუკვაძე (1998) გვ 201.

ამრიგად, გამსახურდიას გარშემო გაერთიანებული იყო ეთნოპოლიტიკური შეფერილობის ეროვნული-დისიდენტური ელიტა, რომელიც ეროვნული მოძრაობის რადიკალური მიმართულების წევრებით იყო დაკომპლექტებული; გამსახურდიას ეროვნულმა ელიტამ ვერ გაიარა რუტინიზაციის ეტაპი, ვერ გადაიქცნენ რაციონალურ-ბიუროკრატიულ სახელისუფლებო ძალად და ამის მიზეზი არა მარტო დისიდენტური წარსული, სახელმწიფოს მართვის უნარების ნაკლებობა იყო, არამედ აგრეთვე იყო დემოკრატიული ინსტიტუტების არარსებობა; ელიტის შერჩევის კრიტერიუმები ეროვნულ მოძრაობაში დამსახურება, ერთგულება და ზოგ შემთხვევაში ეროვნულობა იყო და უმრავლეს შემთხვევაში ყურადღება არ ექცეოდა პროფესიონალურ უნარ-ჩვევებს; გამსახურდიას პოლიტიკური ელიტა და თვითონ პრეზიდენტიც (დისიდენტად დარჩა), ნაცვლად იმისა, რომ ერის გამაერთიანებლის როლი ეთამაშათ, შეურიგებელი, რადიკალური ნაციონალიზმის იდეოლოგიური ორიენტირების მატარებლები იყვნენ, მათ მექანიკურად უარყვეს არა მარტო კომუნისტური მემკვიდრეობა, არამედ აგრეთვე დაუპირისპირდნენ ეროვნული მოძრაობის ზომიერ ფრთას; ედუარდ შევარდნაძის პოლიტიკური ელიტას ჩვენ ვუწოდებთ ნეონომენკლატურას, რადგანაც დიდწილად დაკომპლექტებული იყო საბჭოთა ნომენკლატურული ელიტის წარმომადგენლებისგან, რაც კომუნისტური კადრების მემკვიდრეობის შენარჩუნებას გულისხმობდა: მათთვის უცნობი იყო საბაზრო ეკონომიკა, ქაოსური-უმართავადი პროცესები, ეთნოკონფლიქტები, რაც არაორდინალურ აზროვნებას მოითხოვდა; ნეონომენკლატურული ელიტა ძირითადად საშემსრულებლო პოლიტიკური კულტურის მატარებლები იყვნენ და გეგმაზომიერი ეკონომიკის პირობებში შეედლოთ წარმატებული ფუნქციონირება; შევარდნაძის ნეონომენკლატურული ელიტის მმართველობის დროს საქართველომ არშემდგარი ქვეყნის სტატუსი მიიღო და ქვეყანა ტოტალურ კორუფციაში ჩაეფლო; აფხაზეთის და სამაჩაბლოს კონფლიქტებმა ქვეყანა დაშლის რეალური საფრთხის წინაშე

დააყენა; ნეონომენკლატურულმა ელიტამ ქვეყნის ახალ პირობებში მართვის სრული უუნარობა გამოავლინა.

შევარდნაძის პოლიტიკური ელიტის ჩამოყალიბებისა და ფუნქციონირების პროცესში, საჭიროა ორი ეტაპის გამოყოფა: პირველი ეტაპი იწყება 1992 წლის მარტიდან, როცა სამხედრო საბჭოს მოწვევით შევარდნაძე საქართველოში დაბრუნდა; თავდაპირველად შევარდნაძეს ხელისუფლება შეზღუდულ ხასიათს ატარებდა, მას გადაწყვეტილებები უნდა მიეღო სამხედრო საბჭოსთან ერთად, ხოლო საქართველოში ამ დროს წარმატებით ფუნქციონირებდა ჯაბა იოსელიანის კრიმინალური დაჯგუფება “მხედრიონი”, რომელსაც ჰქონდა ცენტრალური და რეგიონალური სტრუქტურები, იოსელიანმა 80-იანი წლების მეორე ნახევარში განახორციელა რეფორმა ქურდულ-კრიმინალურ სამყაროში, რაც იმაში მდგომარეობდა, რომ ქურდებს (კრიმინალებს) მიეცათ უფლება ბიზნესსა და პოლიტიკაში მონაწილეობის (რეფორმას, რუსეთის ზოგიერთმა დაჯგუფებამ მხარი არ დაუჭირა). საქართველოში განხორციელდა „კრიმინალური სამყაროს პოლიტიზაცია, და პოლიტიკოსების კრიმინალიზაცია“. საკანონმდებლო ორგანოში და ხელისუფლების სხვადასხვა საფეხურზე აღმოჩნდნენ კრიმინალური ელიტის წარმომადგენლები. ფაქტობრივად ქვეყანაში ორი კანონი მოქმედებდა: სახელმწიფოს მიერ დაწესებული სამართლებრივი ნორმები და ქურდული კანონები. ამიტომ, ამ პერიოდს ჩვენ ვუწოდებთ ორხელისუფლებიანობას–„შევარდნაძე–იოსელიანის“ პოლიტიკური ელიტის მმართველობას, როცა ზოგჯერ გადაწყვეტილებას კრიმინალური ძალა ღებულობდა (შევარდნაძის მტკიცებით აფხაზეთის ომი მხედრიონმა და სხვა კრიმინალურმა დაჯგუფებებმა თვითნებურად დაიწყეს). აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ შევარდნაძეს გამსახურდიას მომხრე ძალების დასამარცხებლად (განსაკუთრებით სამეგრელოში) ჭირდებოდა მხედრიონთან და სხვა კრიმინალურ დაჯგუფებებთან აქტიური თანამშრომლობა. ა. ტუკვაძე (1998) გვ 205.

მეორე ეტაპი, შევარდნაძის მმართველობაში შეიძლება გამოიყოს იოსელიანის, სხვა კრიმინალებისა და მათთან ერთად ეროვნული მოძრაობის სხვადასხვა დაჯგუფებების ხელისუფლებიდან ჩამოშორების შემდეგი პერიოდი, როდესაც მთელი ძალაუფლება ნეონომენკლატურული ელიტის ხელში აღმოჩნდა.

ედუარდ შევარდნაძის მმართველობის დროს ჩატარდა საპარლამენტო არჩევნები, მიღებული იქნა კონსტიტუცია, აღიარებული იქნა საქართველო გაეროს მიერ, გაყვანილი იქნა ბაქო–სუფსის ნავთობსადენი, გადაიდგა ნაბიჯები ევროინტეგრაციისკენ. ფაქტობრივად შევარდნაძე დაბალანსებული, პრაგმატული საგარეო პოლიტიკის გამტარებელი იყო და ცდილობდა წონასწორობა ეპოვა პრორუსულ და პროდასავლურ აქტორების გავლენებში; შევარდნაძე პოლიტიკური სვლების დიდოსტატი იყო, თუმცა ვერ გათვალა აფხაზეთში დაწყებული კონფლიქტის შედეგები, ერთმანეთში აურია დასავლურ ლიდერებთან მეგობრობა და გეოპოლიტიკური ინტერესები და მაშინ დაიწყო კონფლიქტი აფხაზეთის სეპარატისტულ ხელისუფლებასთან, როცა დასავლეთი ლიდერების ინტერესის სფერო ბალტიისპირეთის ქვეყნების სუვერიტეტის მხარდაჭერა იყო.

შევარდნაძის პოლიტიკურ იდეოლოგიაზე საუბრის დროს გამოყოფენ პარაგმატულ–ცენტრისტულ ორიენტირებს, იგი სტაბილურობის შენარჩუნებას ისახავდა მიზნად და ცდილობდა დასავლურ სამყაროსთან დაახლოებას; ამავდროულად, შეცდომა იქნებოდა შევარდნაძის საკადრო პოლიტიკის პირდაპირ კონსერვატიულად აღქმა, რომელიც მხოლოდ

წინა მმართველი კლასის პოზიციების აღდგენას ისახავდა მიზნად. ფაქტობრივად ევროინტეგრაციის პროცესი შევარდნამედან იღებს სათავეს, იწყებს აქტიურ თანამშრომლობას საერთაშორისო ორგანიზაციებთან და გამოთქვამს სურვილს ქვეყნის ნატოში ინტეგრაციისას. იგი ცდილობდა საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლას, მაგრამ ტოტალური კორუფციის პირობებში ეკონომიკური რეფორმების გატარება შეუძლებელი იყო. შევარდნამედი დაიწყო ელიტის განახლების პროცესი და ხელისუფლებაში მოიყვანა სააკაშვილი, ჟვანია, ბურჯანაძის „სამეული“ და სხვა ახალგაზრდა რეფორმატორების თაობა, რომლებიც მოქალაქეთა კავშირის ყველაზე აქტიურ და ერთგულ მხარდამჭერებად მოიაზრებოდნენ საწყის ეტაპზე. აფხაზეთისა და სამხრეთ ოსეთის ომებმა, რუსეთის მიერ საქართველოს ტერიტორიების 20 პროცენტის ოკუპაციის გამო, შევარდნაძის დროს დაიწყო რუსეთის მტრად და ოკუპანტად აღქმა, რამაც მნიშვნელოვანწილად განაპირობა შემდგომ წლებში საგარეო პოლიტიკური ვექტორის დასავლეთისკენ მკვეთრი მობრუნება. შევარდნაძის საბჭოთა ნომენკლატურული წარსული, ბალანსის პოლიტიკა, სტაბილურობისკენ სწრაფვა, მენტალიტეტი, რუსეთთან კავშირები, გამსახურდიას წინააღმდეგ გაწეული დახმარებები, არ იძლეოდა იმის საშუალებას, რომ მკვეთრი დაპირისპირება დაეწყო რუსეთთან, რომლისთვისაც მას ასევე საშინაო და საგარეო რესურსები არ გააჩნდა. ამიტომ, შევარდნამედი აფხაზეთთან ომის დროს გააქტიურა „პროგრესული და რეაქციული“ (რომელშიც არსებულ ხელისუფლებასთან ერთად ჟირინოვსკის, ბაბურიჩის რეაქციული იდეები იგულისხმებოდა) „ორი რუსეთის“ ლენინური ლოზუნგი, რომელიც თავის დროზე გამოყენებული იქნა მენშევიკების წინააღმდეგ ბრძოლის პროცესში (პროგრესულ რუსეთში ლენინი ბელინსკის, ჩერნიშევსკის და სხვა რევოლუციონერ დემოკრატებს გულისხმობდა, ხოლო რეაქციულში ჩხეიძე, წერეთელი და სხვა პოლიტიკური ოპონენტები მოიაზრებოდა), ხოლო სრულიად არაადეკვატური იყო ორი რუსეთის იდეის გამოყენება აფხაზეთთან ომის პროცესში: საქმე იმაში მდგომარეობს, რომ როგორც რუსეთის, ასევე საბჭოთა იმპერიაში შემავალი ერების სუვერენიტეტთან მიმართებაში არ არსებობს და არც ოდესმე არსებულა პროგრესულად მოაზროვნე რუსეთი. ფაქტობრივად „ველიკორუსული შოვინიზმი“, რომელმაც ჩამოყალიბებული სახე მე 18–19 საუკუნეებში მიიღო, უარყოფს საბჭოთა კავშირში შემავალი პოსტსაბჭოთა ქვეყნების სუვერენულ უფლებებს და ყველაზე სამწუხარო ის არის, რომ ამ საკითხზე აზრთა სხვადასხვაობა არ არსებობს ხელისუფლებას, ოპოზიციას, ინტელექტუალურ ელიტასა და მოსახლეობის აბსოლუტურ უმრავლესობას შორის. „ველიკორუსული შოვინიზმი“ რუსეთის გამაერთიანებელი ეროვნული იდეა არის და „რუსული სამყაროს“, ხალხის მენტალიტეტის განუყოფელი ნაწილია. ამის ნათელი დადასტურებაა რუსეთის გაფართოების მრავალსაუკუნოვანი ისტორია, დეკაბრისტების სამოქმედო ეროვნული პროგრამები, გრიბოედოვის, ლერმონტოვის, პუშკინის, სახაროვის, ნავაშნის და დღევანდელი პოლიტიკური ელიტის, პუტინის და სხვა ადამიანების იდეოლოგიური ორიენტირები და პრაქტიკული მოღვაწეობა; არასწორად მიგვაჩნია „ველიკორუსული შოვინიზმის“ მარტო პუტინთან და რუსულ მმართველ ელიტასთან იდენტიფიცირება, როგორც ამას ბჟეჟინსკი, ბალტიისპირელი, შუა აზიელი ლიდერები და სხვები აკეთებენ, შოვინიზმისათვის დამახასიათებელი იდეოლოგიური და კულტურული ორიენტირები, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ხალხის მენტალიტეტისა და ფსიქოლოგიური განწყობის ნაწილია (დოქტრინა–ხალხი ყოველთვის მართალია ამ

შემთხვევაში არ მუშაობს) და იგი საუკუნეების განმავლობაში რუსეთის მიერ დაპყრობითი, აგრესიული ომების პოლიტიკის შედეგად ყალიბდებოდა. ა. ტუკვაძე (2015) გვ 25–41.

შევარდნაძის ნეონომეკლატურული ელიტის შიგნით, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შერჩევის კრიტერიუმები კომუნისტური და კომკავშირული წარსული და პირადი ერთგულება იყო; იგი ერთადერთი ლიდერია გარდამავალ პერიოდში, რომელიც უშიშროების ორგანოებს ეკითხებოდა აზრს სახელისუფლებო კანდიდატის შესახებ. თუმცა, ზემოთაც იყო აღნიშნული, რომ რაოდენ პარადოქსულადაც არ უნდა ჟღერდეს, ხელისუფლების მაღალი ემელონების ადამიანებთან ინტერვიუები აჩვენებენ, რომ იგი უფრო მეტად იცავდა გუნდურობის დემოკრატიულ პრინციპს, ვიდრე გამსახურდია და სააკაშვილი.

შევარდნაძემ „პოლიტიკური თამაშის წესებში“ დაამკვიდრა „ხელისუფლების შენარჩუნების ხელოვნება“, რაც იმას გულისხმობს, რომ ეკონომიკური და პოლიტიკური განვითარების პროცესში კრახის მიუხედავად მაინც შეინარჩუნო ხელისუფლება; დასავლეთის დემოკრატიებში ეკონომიკის, ადამიანის უფლებების, დემოკრატიის საბაზისო ღირებულებების მიმართლებით წარუმატებლობები, ხელისუფლების მონაცვლეობის საფუძველია. ქართულ სინამდვილეში შევარდნაძე და სააკაშვილი ხელისუფლებები არჩევნების გაყალბების სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, პოლიტიკური ინტრიგების და საბჭოეთში აპრობირებული „მტრის ხატის“ მოდელირების (მტრის ხატი“ ქართულ პოლიტიკაში) პრაქტიკით ახერხებდნენ ელექტორატის მობილიზებას თავის გარშემო და ძალაუფლების ლეგიტიმაციას; შევარდნაძისა და სააკაშვილი დროს პარლამენტში და ხელისუფლების სხვადასხვა საფეხურებზე იყვნენ დაწინაურებულები „არჩევნების პროფესიონალი გამყალბებლების“ კასტა; შევარდნაძის პოლიტიკური ელიტის შიგნით იწყო ფორმირება ახალმა კონტრელიტამ, რომლებიც ორიენტირებული იყვნენ, ხელისუფლების ძალადობრივი გზით შეცვლისკენ, ხოლო ძალადობისკენ მიდრეკილების პოლიტიკურ ორიენტაციებს სათავე დაუდო გამსახურდიას ხელისუფლების დამხობამ, სახელმწიფო გადატრიალებამ. პროტესტის ძალისმიერი მეთოდები დღესაც იჩენს თავს ქართულ პოლიტიკაში. ძნელია ქართულ რეალობაში გამოიყენო ოპოზიციის ცნება, რომელიც ხელისუფლებაში მყოფ ელიტასთან კონსტრუქციულ თანამშრომლობასაც გულისხმობს. ამიტომ, ჩვენ ვიყენებთ კონტრელიტის ცნებას, რომელიც მიზნის მისაღწევად არ ერიდება საერთო ეროვნული და სახელმწიფოებრივი ინტერესების დაზიანებას და ძალისმიერ-არალეგიტიმურ ხერხებს გამოყენებას. ამაში გარკვეული ბრალი მმართველ ელიტებსაც მიუძღვის, ისინი თავის მხრივ მაქსიმალურად ძაბავენ ვითარებას და იყენებენ სიძულვილის ენას, რაც „პოლიტიკური თამაშის“ ნაწილად იქცა. ორივე მხარეს პოლიტიკურ ასპარეზზე აქტიურობენ ე. წ. „ტოტალიტარული პიროვნებები“, რომლებსაც აბსოლუტური ჭეშმარიტების ფლობის პრეტენზია გააჩნიათ და იდეოლოგიურად ასაბუთებენ ხელისუფლების ან კონტრელიტის ყველა გადაწყვეტილების მართებულობას.

შევარდნაძის ნეონომეკლატურული ელიტის წიაღში ჩამოყალიბდა ახალგაზრდა რეფორმატორების ჯგუფი სააკაშვილის, ბურჯანაძის, ჟვანიას მეთაურობით, რომლებიც თავდაპირველად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სახელისუფლებო პარტიის „მოქალაქეთა კავშირის“ წევრები იყვნენ და განსაკუთრებულ „ერთგულებას“ იჩენდნენ პრეზიდენტ შევარდნაძის მიმართ (სააკაშვილმა საკუთარ შვილს ედუარდი დაარქვა); კორუფციის წინააღმდეგ მებრძოლის სახელი დაიმკვიდრა იუსტიციის მინისტრის პოსტზე მყოფმა

სააკაშვილმა, ბურჯანაძეს პარლამენტის თავმჯდომარის პოსტი ეკავა და ყოველ მხრივ ცდილობდა საკანონმდებლო ორგანოს მუშაობის პარალიზებას. შევარდნაძეს საპრეზიდენტო მმართველობის კონსტიტუციიდან გამომდინარე, არ ჰქონდა პარლამენტის დათხოვნის უფლება. გამორჩეული ქარიზმული თვისებებით ხასიათდებოდა სააკაშვილი, რომელსაც თავდაპირველად, გამსახურდიას, შევარდნაძისა და ივანიშვილისგან განსხვავებით, ერთდროულად საგარეო და საშინაო მხარდაჭერა გააჩნდა, როგორც ოპოზიციაში ყოფნის დროს, ასევე, ხელისუფლებაში 2007–08 წლებამდე.

სააკაშვილმა, ჟვანიამ და ბურჯანაძემ შევარდნაძის წინააღმდეგ მოახდინა მმართველი ელიტის პოლიტიკით უკმაყოფილო ხალხის მასის მობილიზაცია თავის გარშემო, გამოიყენა ხელისუფლებაზე ზეწოლის დასავლეთში აპრობირებული ტექნოლოგიები, სოროსული დახმარება, ასევე, ბიძინა ივანიშვილის და ბადრი პატარკაციშვილის ფინანსები და 2003 წლის რევოლუციური პროცესების შედეგად ხელისუფლება შეცვალა და მმართველი ძალა გახდა „პროდასავლური“ ნეოლიბერალურ-ავტორიტარული ელიტა, რომლის იდეოლოგიაში პროდასავლური ლიბერალიზმი შერწყმული იყო ნაციონალიზმთან და ძლიერი სახელმწიფოს იდეასთან. ნაციონალური მოძრაობა იდეოლოგიური ღირებულებების მიხედვით ევროპის ქრისტიან-დემოკრატებთან, სახალხო პარტიასთან იდენტიფიცირდება.

სააკაშვილის გარშემო გაერთანებულ ელიტას, იშვიათი გამონაკლისის გარდა არაფერი არ აკავშირებდა ნომენკლატურასთან; მათ გააჩნდათ დასავლური განათლება, მხარს უჭერდნენ საბაზრო ეკონომიკის ლიბერალური პრინციპების დანერგვას, ქვეყნის რადიკალური მოდერნიზაციის კურსს, ტოტალური პრივატიზაციის პროცესს, ნატოში და ევროკავშირში ინტეგრაციას, მკვეთრად უპირისპირდებოდნენ რუსეთს, ცდილობდნენ სამოქალაქო ნაციონალიზმზე დაყრდნობით ეროვნული იდენტობის განმტკიცებას, გააქტიურეს კავკასიის გაერთიანების და ქართული მესიანიზმის იდეა (ქართული მესიანიზმის დასაბუთების მცდელობა მე-11 საუკუნეში მოღვაწე „ქართლის ცხოვრების“ ავტორიდან ლეონტი მროველიდან მოდის და მასზე გამსახურდიაც აკეთებდა აქცენტს).

სააკაშვილის პოლიტიკური ელიტის შემადგენლობა თვისებრივად განახლებული იყო, როგორც ასაკობრივად, ისე განათლებისა და იდეოლოგიური ორიენტირების თვალსაზრისით. 2011 წელს ბრიტანელმა ანალიტიკოსმა ტ. დე ვაალმა ხაზგასმით აღნიშნა, რომ 2008 წლის საბედისწერო წლისთვის სააკაშვილი მხოლოდ 40 წლის იყო და მისი გუნდი კიდევ უფრო ახალგაზრდა: 36 წლის პრემიერ მინისტრი, 34 წლის ფინანსთა მინისტრი, 31 წლის საგარეო საქმეთა მინისტრი და 29 წლის თავდაცვის მინისტრი. დე ვაალის აზრით, „ახალი, უკვე პოსტსაბჭოთა თაობის ხელისუფლებაში მოსვლა საქართველოში ე.წ. მენტალური რევოლუციის შედეგია. ახალგაზრდა ადამიანების დანიშნით სხვადასხვა თანამდებობებზე, სააკაშვილი, არსებითად, „გადახტა თაობების წინ“. თომას დე ვაალი (2011) ახალი პოლიტიკური ელიტა არ იყო დაკავშირებული რუსეთთან არც პოლიტიკურად, არც კულტურულად, არც მენტალურად; ასევე, კადრების შერჩევის დროს ნომენკლატურული წარსული შემაფერხებელ გარემოებად იქცა (განხორციელდა „დენომეკლატურიზაცია“) განსაკუთრებული შემთხვევების გარდა; სააკაშვილმა განახორციელა წარმატებული რეფორმები შინაგან საქმეთა სამინისტროში, შემოიღო ერთიანი ეროვნული გამოცდები და მინიმუმამდე დაიყვანა უმაღლეს სასწავლებლებში დამკვიდრებული მექრთამეობა,

დაუნდობელი ბრძოლა გამოუცხადა კორუფციას და ქურდულ-კრიმინალურ სამყაროს, განხორციელდა ინფრასტრუქტურული პროექტები.

სააკაშვილის ავტორიტარულმა, ნეოლიბერალურმა ელიტამ გამსახურდიას მსგავსად, კომუნისტურ მემკვიდრეობა უარყო, მაგრამ იგი უფრო შორს წავიდა: უფროსი თაობის ადამიანების, ლიტერატურის, ხელოვნების, კულტურის, განათლების სფეროში გამორჩეულ ინტელექტუალების საზოგადოებრივ-პოლიტიკური, კულტურული, სამეცნიერო საქმიანობიდან ჩამოშორება დაისახა მიზნად, ბრძოლა გამოუცხადა უფროს თაობას (გაწყდა თაობებს შორის სოლიდარობის ტრადიცია), აქცენტს აკეთებდა იმ იდეოლოგიურ და კულტურულ ღირებულებებზე, რაც სხვადასხვა სოციალურ ჯგუფებს ერთმანეთისგან განასხვავებს, ფარულად ებრძოდა მართლმადიდებლურ ეკლესიას და ტრადიციულ კულტურულ ღირებულებებს, უნივერსიტეტებში ჩატარებული რეფორმებით შედეგად გაათავისუფლა პროფესორ-მასწავლებლების უფროსი თაობის წარმომადგენლების უმრავლესობა, ქვეყნის მმართველობის ყველა რგოლში დილექტანტი ახალგაზრდები მოიყვანა, რომელთა რეკრუტირების კრიტერიუმები ნაციონალური პარტიის წევრობა და ახალგაზრდული ასაკთან ერთად დასავლური განათლება, ბელადის ერთგულება იყო, ხოლო საბოლოო მიზანი – ქართველების მენტალიტეტის ცვლილება და ნეოლიბერალური ღირებულებების დამკვიდრება იყო.

სააკაშვილის პოლიტიკური ელიტის ავტორიტარული მისწრაფებები განსაკუთრებით გაძლიერდა 2007–2008 წლის მოვლენების შემდეგ. ფაქტობრივად 2007 წლის ანტისამთავრობო მიტინგის დარბევა და 5 დღიან ომში რუსეთთან მარცხით იწყება სააკაშვილი ნეოლიბერალური ელიტის დადმასვლა: პოლიტიკურ ელიტას არ ეყო ინტელექტუალური პოტენციალი, რომ ძირეული რეფორმები განეხორციელებინა და რეპრესიების, ბიზნესის დატერორების, ოპოზიციის ძალისმიერი მეთოდებით განადგურების გზას დაადგა. სააკაშვილის პოლიტიკურმა ელიტამ ფაქტობრივად მოახდინა სახელმწიფოს პრივატიზება, ხოლო მმართველი პარტია თვითკმარ პოლიტიკურ ძალად – მთავრობად აქცია, გააყალბა მეორე ვადით ჩატარებული საპრეზიდენტო არჩევნები: ამერიკელი მკვლევარის C. Fairbanks-ის თვალთახედვით, სააკაშვილმა ძალაუფლების „სუპერ-საპრეზიდენტო“ ინსტიტუტები შეცვალა კიდევ უფრო კონცენტრირებული „ჰიპერ-საპრეზიდენტო“ გახადა კერძოდ, პრეზიდენტმა დაიწყო საკონსტიტუციო სასამართლოს ცხრავე მოსამართლის დანიშვნა, თუმცა მანამდე მხოლოდ სამ მოსამართლეს ნიშნავდა, დანარჩენს პარლამენტი და უზენაესი სასამართლო ნიშნავდა. ციტირებულია Муханов В (2021) გვ 116-125.

პოპულიზმი მმართველი ელიტის რიტორიკაში წამყვან როლს თამაშობდა, სააკაშვილმა შეამცირა ნატოსა და ევროკავშირში გაწევრიანების ვადები, წაგებული ომი გამარჯვებად გააპიარა: ნაციონალური მოძრაობის მმართველობის დროს საქართველოს ისტორიაში ითქვა ყველაზე მეტი ტყუილი და გაიცა ცრუ დაპირება (ა.ტუკვაძე), რასაც სტივენ ჯონსი „პოლიტიკურ შიზოფრენიას“ უწოდებს. ა. ტუკვაძე (2014) გვ 125.

სააკაშვილი „პოლიტიკური თამაშის წესებში“ აქტიურად იყენებდა „მტრის ხატის“ მოდელირების კომუნისტურ პრაქტიკას, რომლის საშუალებითაც განსაკუთრებით არჩევნების ან პოლიტიკური რეპრესიების წინ ახდენდა ელექტორატის აზრის მანიპულირებას, მობილიზაციას (იმედის მოდელირებული ქრონიკა, 2007 წლის საპროტესტო აქციის ძალადობრივი ჩახშობის გასამართლებლად კობა დავითაშვილის, შალვა ნათელაშვილის და

სხვა ოპოზიციონერი ლიდერების უცხო ქვეყნის სპეცსამსახურებთან თანამშრომლობის ამსახველ ვიდეო კადრებს აჩვენებდა, რომლის „რეჟისორები“ ნიკა გვარამია, ადგიშვილი და სხვა მაღალჩინოსნები იყვნენ). სააკაშვილი ფაქტობრივად პირველად იყენებს დასავლელ ლობისტებს ქართული დემოკრატიის პიარის პროცესში, ამ მიმართულებით მან დახარჯა საკმაოდ დიდი თანხები, რომელიც ქვეყნის მწირ ბიუჯეტს მძიმე ტვირთად აწვა. სამაგიეროდ შემლო დასავლეთში ავტორიტარული რეჟიმის „ლიბერალური დემოკრატიის შუქურად“ წარმოჩენა. სააკაშვილის ხელისუფლებამ ჩამოაყალიბა რეპრესიული სახელმწიფო მანქანა, რომელშიც სისტემური დანაშაული პოლიტიკური პროცესის ნაწილად იქცა. მასში ჩართული იყო სასამართლო, პროკურატურა, იუსტიციის და შინაგან საქმეთა სამინისტროები, პენიტენციური სისტემა. რეპრესიებმა, ბიზნესის დატერორებამ მრავალი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა (სანდრო გირგვლიანის, ბუტა რობაქიძის, ზურაბ ვაზაგაშვილის, რომან დუმბაძის და მრავალი სხვა მკვლელობებმა); განსაკუთრებულად მტკივნეული იყო მმართველი ელიტის რიგებიდან გარიყული ოქრუაშვილის მიერ ელიტის „შიდა სამზარეულოს“ საჯარო სივრცეში გამოტანა, როდესაც მან ფაქტობრივად ჟვანიასა და პატარკაციშვილის მკვლელობაში დაადანაშაულა პრეზიდენტი და მისი გუნდი; რეჟიმმა დაკარგა ლეგიტიმაცია, როგორც ქვეყნის შიგნით და გარეთ. რეჟიმის დელეგიტიმაციას წერტილი 2012 წლის არჩევნების წინ გამოქვეყნებული ე. წ. „ციხის კადრებმა“ დაუსვა. ხელისუფლების შეცვლის აუცილებლობა აშკარა გახდა.

სააკაშვილის ელიტის კრაზი მნიშვნელოვანწილად განაპირობა აგრეთვე გარე ფაქტორმა— ცალსახა დასავლური ორიენტაციის არჩევამ და რადიკალურმა დაპირისპირებამ რუსეთთან: ისტორიულად საქართველოს „შეძარბიითი დამოუკიდებლობის“, „შეზღუდული დამოუკიდებლობის“, „ნაწილობრივ დამოუკიდებლობის“ (სრული დამოუკიდებლობის ხანა მხოლოდ დავითისა და თამარის ეპოქას მოიცავს) „სტატუსის“ შენარჩუნების ერთერთი განმაპირობებელი ფაქტორი დაბალანსებული საგარეო პოლიტიკა იყო, რაც დიდ სახელმწიფოებს შორის წინააღმდეგობის საკუთარი ინტერესებისთვის გამოყენებაში მდგომარეობდა. ქართველი მეფეები ბიზანტიას, ირანს, ოსმალეთს შორის დაპირისპირებას საკუთარი ქვეყნის დამოუკიდებლობის შენარჩუნებისთვის იყენებდნენ. პროდასავლურმა ელიტამ ნატოში ინტეგრაციის სურვილით მნიშვნელოვნად გააღიზიანა რუსეთი. ნატოში გაწევრიანება, რომ უტოპია იყო ეს კარგად იცოდა დასავლეთის ლიდერებმა. ამის დადასტურება ბუქარესტის სამიტზე მიღებული „ღია კარის“ გადაწყვეტილება იყო და შემდგომი პერიოდის „ყალბი პროგრამები“, რომლის შესრულება თითქოს იძლეოდა ჩრდილო ატლანტიკურ ბლოკში გაწევრიანების პერსპექტივას. ფაქტობრივად, ნატოში ინტეგრაციის სურვილს მოყვა საქართველოში რუსეთის აგრესია და ქვეყნის ტერიტორიების 20 პროცენტის დაკარგვა (ყოველ შემთხვევაში საბაზად იქნა გამოყენებული რუსეთის იმპერიის ხელახალი აღდგენის გზაზე), იგივე შეცდომა მოუვიდა უკრაინის ხელისუფლებას. ფაქტობრივად ორივე მაგალითი იმაზე მიუთითებს, რომ ევროპა არ იყო დაინტერესებული ამ ქვეყნების უსაფრთხოებით და უფრო მეტად მათი გამოყენებით სურს რუსეთის დასუსტება. სიმართლეს ნატოსთან ინტეგრაციის თვალსაზრისით მხოლოდ ტრამპის ადმინისტრაცია აცხადებს, რომ ორივე ქვეყანამ უნდა დაივიწყოს ნატოში გაწევრიანების პერსპექტივა.

2012 წლის წინა პერიოდში სააკაშვილის ავტორიტარული—რეპრესიული და ანტიეროვნული პოლიტიკით განაწყენებული ქართველი მილიარდერი ბიძინა ივანიშვილი აარსებს

ოპოზიციურ პარტიას „ქართული ოცნება–დემოკრატიული საქართველო“, რომელიც წინა საარჩევნოდ ქმნის საკმაოდ ჭრელ კოალიციას რესპუბლიკური, კონსერვატიული, თავისუფალი დემოკრატების, ეროვნული ფორუმისა და მრეწველთა პარტიის შემადგენლობით, რომლებიც სხვადასხვა ღირებულებების, იდეოლოგიური ორიენტირების, თაობების, პატიოსანი და მედროვე ადამიანების ხელოვნურ კონგლომერატს წარმოადგენდა, მაგრამ ივანიშვილის ქოლგის ქვეშ მათ მოახერხეს არჩევნებში გამარჯვება და სააკაშვილის ხელისუფლებიდან ჩამოშორება.

ბიძინა ივანიშვილი თავდაპირველად 2003 წლის რევოლუციურ პროცესებს აფინანსებდა, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში მმართველ ელიტას უხდიდა ხელფასებს, მაგრამ მალე განუდგა ხელისუფლებას და 2012 წლის ოქტომბრის საპარლამენტო არჩევნებში გაიმარჯვა. თავდაპირველად „ქართული ოცნება“ ევროპელ სოციალ–დემოკრატებთან ახდენდა იდენტიფიცირებას და ზომიერ–ლიბერალურ პარტიად მოიაზრებოდა, ხოლო დღეისათვის ის კონსერვატიულ ძალად იქცა და მტკიცედ იცავს ქრისტიანულ–მართლმადიდებლურ ღირებულებებს, ეროვნულ ტრადიციებს. საბოლოოდ ევოლუციის დამთავრების თარიღად შეიძლება მივიჩნიოთ 2023 წლის მაისში ბუდაპეშტში კონსერვატიული პარტიების კონფერენცია, სადაც პრემიერ მინისტრმა ირაკლი ღარიბაშვილმა საპროგრამო სიტყვა წარმოთქვა, რომელშიც მართლმადიდებლური ტრადიციების, ოჯახური ღირებულებების, ეროვნული სუვერენიტეტის, ბინალურ–გენდერულ როლების დაცვა (2018 წელს მიუხედავად ოპოზიციის წინააღმდეგობისა განახორციელდა საკონსტიტუციო ცვლილება და სამოქალაქო სამართლის კოდექსიდან ქვეყნის ძირითად კანონში ჩაიწერა, რომ ქორწინება არის მამაკაცსა და ქალს შორის კავშირი) „ქართული ოცნების“ ხელისუფლების იდეოლოგიურ პრიორიტეტებად აღიარა: იდეოლოგიურ ცვლილებას წინასაარჩევნო დატვირთვასთან ერთად სტრატეგიული მნიშვნელობაც აქვს, რადგანაც ოჯახური ტრადიციების, მართლმადიდებლური ღირებულებების, ეროვნული ინტერესების დაცვა, ეთნიკური და რელიგიური ტოლერანტობა ქართული მენტალიტეტის ნაწილია და ყოველივე დაადასტურა მრავალათასიანმა მიტინგმა არჩევნების წინ და რაც მთავარია ეკლესიის მხარდაჭერამ, რომელიც პატრიარქის თანამოსაყდრის მეუფე შიოს სიტყვაში იქნა გახმოვანებული.

იდეოლოგიურმა ევოლუციამ გაზარდა ოცნების ხელისუფლების მხარდამჭერები ქვეყნის მასშტაბით, უპირატესად რეგიონებში, ხოლო რაც შეეხება ლიბერალური იდეოლოგიის მატარებელ ახალგაზრდებში, მათთვის ოჯახური და მართლმადიდებლური ღირებულებები არაფერს წარმოადგენს და უფრო მეტიც ზოგიერთ მათგანში მოიმატა აგრესიამ და ეკლესიისა და პატრიარქის მიმართ შეურაცხმყოფელ რიტორიკასაც არ ერიდებიან.

მემარჯვენე ნაციონალიზმის იდეოლოგიამ, ოჯახური ღირებულებების შესახებ მიღებულმა კანონმა, რომელიც ლგპდ პროპაგანდას კრძალავს, ასევე უცხო გავლენის შესახებ მიღებულმა კანონებმა ძირეულად შეცვალა ევროკავშირის დამოკიდებულება საქართველოსთან: ევროპის მემარჯვენე იდეოლოგიაზე მდგარი უნგრეთისა და სლოვაკეთის მსგავსად, (რომლებიც გარიყული არიან ევროკავშირის შიგნით, როგორც თავიანთი იდეოლოგიური ორიენტირების, ისე პროუსული პოზიციების გამო), ანალოგიური დამოკიდებულებები გაისმა ევროკავშირის საერთო ევროპული ინსტიტუტების ბიუროკრატების, მაღალჩინოსნების, ეროვნული სახელმწიფოების ლიდერების მხრიდან. საქართველოს პოლიტიკური ელიტაც დაადგა ანტიევროპული პროპაგანდის გზას. დღეისათვის, ევროკავშირის შიგნით უნგრეთის მსგავსად

იტალიის მმართველი ძალა მელონის მეთაურობით, ასევე, ნიდერლანდებში ხელისუფლება ავლენს მემარჯვენე იდეოლოგიისადმი ერთგულებას, გაძლიერდა მემარჯვენე ნაციონალისტური პოპულისტური პარტიები ალტერნატივა გერმანიისთვის, თავისუფლების პარტია ავსტრიაში და ისინი მოსახლეობის დიდი ნაწილის მხარდაჭერით სარგებლობდნენ; განსაკუთრებით გლობალური მასშტაბით მემარჯვენე ნაციონალიზმის გაძლიერებას ადგილი აქვს ტრამპის ხელისუფლებაში მოსვლის შემდეგ. ასე, რომ ოცნების ხელისუფლება მარტო არ არის და იმედი აქვს ტრამპის ადმინისტრაციის თანადგომის (შესაძლოა ამ მიზნით იქნა მიღებული „ფარას კანონი“, კონსერვატიული ბრიტანული კანონი საზოგადოებრივ მაუწყებელთან დაკავშირებით). დრო გვიჩვენებს, რამდენად შეძლებს საერთაშორისო იზოლაციის გარღვევას ოცნების ხელისუფლება და დააღაგებს ურთიერთობებს ევროპასთან, რაც ისტორიულად ძნელი იყო ვიდრე აზიის ქვეყნებთან ურთიერთობები: “ნაშრომში „რუსეთ-საქართველოს ურთიერთობა XVIII საუკუნეში“ ქართული საგარეო-პოლიტიკური აზროვნების მთავარ დამახასიათებელ ნიშნად ივანე ჯავახიშვილი პოლიტიკურ გულუბრყვილობას გამოჰყოფდა. მისი თქმით, ქარ-თველი პოლიტიკოსები კარგად ერკვეოდნენ აზიურ პოლიტიკაში, მაგრამ გულუბრ-ყვილობები აღმოჩნდნენ ევროპულ პოლიტიკაში და ეს მკაფიოდ გამოჩნდა XVIII სა-უკუნეში. "ჩვენ წინაპრებს ეგონათ, რომ ძლიერი ქრისტიანი ერი უანგარო დახმარე-ბას გაუწევს მცირე ქრისტიან ერს და ძლიერი ერის პოლიტიკაში ვერაგობას ადგილი არ ექნებოდა", "ქართული პოლიტიკის გულუბრყვილობამ, უსუსურობამ მიიყვანა სა-ქართველო ოკუპაციამდე", -აღნიშნავდა დიდი ისტორიკოსი. მალხაზ მაცაბერიძე (2025) გვ 68.

საგარეო პოლიტიკაში აღნიშნული მიდგომა დღესაც იჩენს თავს და აქტუალობას არ კარგავს ჯავახიშვილისეული ინტერპრეტაცია.

მმართველი პოლიტიკური ელიტის იდეოლოგია შეიძლება შემდეგნაირად დახასიათდეს: ზომიერი კონსერვატიზმი, იცავს სტაბილურობის, ეტაპობრივი რეფორმირების პრინციპს (ხალხის ძალის წარმომადგენლები იყენებენ პროგრესული კონსერვატიზმის ცნებას, რაც ტრადიციული ღირებულებების აღიარებასთან ერთად ახლის ათვისების მზაობას გამოხატავს); პრაგმატიზმი, დაბალანსებული საგარეო პოლიტიკა, რომელიც სააკაშვილის ხელისუფლებისაგან განსხვავებით ერიდება ანტირუსულ რიტორიკას და მშვიდობის შენარჩუნების მიზნით არ უერთდება ანტირუსულ სანქციებს; გაცხადებული აქვს ევროატლანტიკური პრინციპების ერთგულება, რომელიც ოცნების ხელისუფლებამ კონსტიტუციაში დააფიქსირა და საბოლოო მიზანი ევროკავშირში (2030 წლისთვის) და ნატოში ინტეგრაციაა; პრიორიტეტულად მიაჩნია ეროვნულ-სახელმწიფოებრივი ინტერესების, სუვერენიტეტისა და ტერიტორიული მთლიანობის აღდგენა, დამოუკიდებლობის განმტკიცება, იდეოლოგიური რიტორიკა შეიცავს ქართული პოპულისტური (ჰეივუდი (2021) ახალ გამოცემაში ცალკე გამოყოფს პოპულიზმის იდეოლოგიას) ნაციონალიზმისა და სოციალური კონსერვატიზმისა (ოჯახი, რელიგია) და პრაგმატიზმის ელემენტებს; ოცნების ხელისუფლების საკვანძო მნიშვნელობის პრინციპია დემოკრატიის აღდგენა, კანონის უზენაესობისა და ადამიანის უფლებების და თავისუფლების პრინციპების განუხრელი დაცვა;

ქართული ოცნების საკადრო პოლიტიკაში შეიძლება ორი ეტაპი გამოვყოთ: თავდაპირველად კოალიციის ფარგლებში ივანიშვილი იძულებული იყო კადრების სხვა პარტიებიდანაც

შეერჩია (მაგ; რესპუბლიკური პარტიიდან უსუფაშვილი პარლამენტის სპიკერად, თავდაცვის მინისტრებად სხვადასხვა დროს რესპუბლიკელი ხიდაშელი, თავისუფალი დემოკრატი ალასანია, ასევე, დეპუტატები ფორუმიდან, კონსერვატიული და მრეწველთა პარტიებიდან და ა.შ), თუმცა საკვანძო თანამდებობებზე თავის წრიდან ერთგულ ადამიანებს ნიშნავდა; მოგვიანებით კოალიციის დაშლის შემდეგ „ქართული ოცნების“ საკადრო პოლიტიკაში გამოიკვეთა ახალგაზრდა, დასავლური განათლების მქონე კადრების შერჩევის პოლიტიკის გააქტიურება, თუმცა კვლავ დომინანტური დარჩა ივანიშვილი ახლო გარემოცვიდან რეკრუტირების ტენდენცია; ამ პროცესში ხელშემწყობი ფაქტორი გახდა მილიარდერის ფულადი რესურსები და მისი ქველმოქმედების უზარმაზარი მასშტაბები (2–3 მილიარდამდე დოლარი მოახმარა ქვეყანას), რამაც მნიშვნელოვნად გაზარდა მისი პოპულარობა და ავტორიტეტი ქვეყანაში; თავისი როლი ითამაშა ივანიშვილის ქარიზმულმა თვისებებმა: მან უბრალოება, უშუალოება, ადამიანურობა შემოიტანა ქართულ პოლიტიკაში, რაც შეცდომების აღიარებას ნიშნავდა (პოლიტიკური მემკვიდრეობა მსგავს პრეცედენტებს არ იცნობდა); საკადრო პოლიტიკაში კვლავ წამყვან პრინციპად ერთგულება რჩება, პატრიმონიალიზმის პრინციპის მემკვიდრეობა თამაშობს წამყვან როლს და მმართველი ძალის თვითკმარ პოლიტიკურ ძალად არის წარმოჩენილი.

განსაკუთრებით აქტუალურია „პოლიტიკური თამაშის წესები“ – ოცნების მმართველობის პერიოდში დაპირისპირება პოლიტიკურ ოპონენტებთან, არასამთავრობო სექტორთან: პოლიტიკურმა პოლარიზაციამ 2020–2024 საპარლამენტო არჩევნების შემდეგ საშიშ ნიშნულს მიაღწია და მიუხედავად იმისა, რომ პროტესტის პერმანენტულ პროცესს, უსასრულო აქციების მხარდაჭერების რიცხი მცირდება და მოსახლეობის დიდი უმრავლესობა მხარს არ უჭერს, შესაძლოა სამოქალაქო დაპირისპირებაში გადაიზარდოს და უმცირესობამ ბრძოლის ძალადობრივ მეთოდებს მიმართოს, რომლის სამწუხარო მაგალითებს საქართველო იცნობს; თუმცა, მაშინ, საქართველოში სახელმწიფო ინსტიტუტები სუსტი იყო და რესურსების ნაკლებობასაც განიცდიდა მმართველი ელიტა.

ხელისუფლება და კონტრელიტა ძირითადად არჩევნების გაყალბება–არ გაყალბების, პრორუსულობისა და პროევროპელობის, ლიბერალიზმისა და კონსერვატიზმის იდეოლოგიების პოზიციებიდან განიხილავენ საქართველოში მიმდინარე პროცესებს, რომელშიც პარტიებთან ერთად წამყვან როლს, არასამთავრობო ორგანიზაციები წარმოადგენენ (რესპუბლიკური პარტიის ერთ-ერთმა ლიდერმა, ლევან ბერძენიშვილმა რამდენიმე წლის წინ გულწრფელად განაცხადა, „თუ ვინმეს ქვეყანაში თუ მის ფარგლებს გარეთ სერიოზულად აქვს იმედი, რომ საქართველო, ამერიკული თუ ევროპული ფულით სავსე, უცებ რუსეთს მიმართავს, მაშინ ეს არ არის მხოლოდ ღრმად მცდარი მოსაზრება - ეს არის აშკარა ბოდვა, რომელიც უბრალოდ სასაცილოა“) Муханов В. (2021)

2024 წლის საპარლამენტო არჩევნების შედეგებმა (ოპოზიცია ვარაუდობდა კოალიციური მთავრობის ჩამოყალიბებას), ოჯახური ღირებულებების დაცვისა და ღვპდე პროპაგანდის წინააღმდეგ მიღებულმა კანონებმა გამოიწვია მკვეთრი დაპირისპირება სახელისუფლებო და ოპოზიციურ პოლიტიკურ ძალებს შორის, რომელიც როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საშიში ნიშნულისკენ ვითარდება. დაპირისპირების ესკალაციაში დიდი როლი ითამაშა პრემიერ მინისტრის განცხადებამ, რომ ხელისუფლება 2030 წლამდე აჩერებს ევროინტეგრაციის ისედაც შეჩერებულ პროცესს. ამის შემდეგ დაიწყო ევროპელი ბიუროკრატების, ევროკავშირის

სახელმწიფო ლიდერების, ამერიკელი კონგრესმენების, ნაციონალური მოძრაობის ყოფილი საზღვარგარეთელი ლობისტების და უკრაინელ მაღალჩინოსნების ჩართულობით, ხელისუფლების რუსული ორიენტაციის კრიტიკა და არჩევნების ხელახალი ჩატარების აუცილებლობის ორკესტრირებული რიტორიკა ოპოზიციური სპექტრისა და არასამთავრობო სექტორის აქტიური ჩართულობით. ბალტიისპირეთის მაღალჩინოსნები, გერმანიის ბუნდესტაგის წევრები და სხვა აქტორების მონაწილეობა მიტინგებზე ქვეყნის საშინაო საქმეში ჩარებას არ ნიშნავდა ხელისუფლების ოპონენტების ინტერპრეტაციების მიხედვით.

ქვეყნის შიდა პოლიტიკურ პროცესში გარე აქტორების მონაწილეობას თავისი ახსნა გააჩნია: ჯერ ერთი, საქართველოს ევროკავშირის კანდიდატის სტატუსი აქვს და წევრი ქვეყნების წარმომადგენლების ჩარევას კანდიდატის სტატუსის ქვეყნის შიდა საქმეებში თითქოს ლეგიტიმაციას ანიჭებს მათ ქმედებებს, რაც საფუძველშივე არასწორია და მრუდე ლოგიკის ნაყოფია. მეორე და მნიშვნელოვანი გარემოება, არის ისტორიული კონტექსტის გათვალისწინება: გაევროპელების ისტორიული გრძნობა, როგორც ილია ჭავჭავაძე წერდა, ქართული მენტალიტეტის ნაწილია, თუმცა წაბადვა ამ მიმართულებით („უცხოს ბაძი“ „გვასუსტებს და გვაძაბუნებს“–ილია); „სხვისი მოიმედოობის“ ტენდენცია განსაკუთრებით სააკაშვილის ხელისუფლების დროს გაძლიერდა და გარკვეულ ეტაპამდე ოცნების ხელისუფლების პირობებში გრძელდებოდა, ფაქტობრივად ქვეყნის დამოუკიდებლობის გასაღები ქვეყნის გარეთ იქნა გატანილი და ევროკავშირის ქვეყნების, აშშ–ის სტრატეგიულ მოკავშირეობაზე, საერთაშორისო ორგანიზაციების აქტიურობაზე დამოკიდებული გახადეს: ნატო და ეუთო უზრუნველყოფს ქვეყნის უსაფრთხოებას, გაერო და ევროპის საბჭო დაიცავს ადამიანის უფლებებს, ევროკავშირი ევროპულ ღირებულებებთან ინტეგრირებული კანონმდებლობის ჩამოყალიბებას შეუწყობს ხელს, შუა დერეფანი და ხელსაყრელი გეოპოლიტიკური მდებარეობა ენერგომატარებლების ქსელის საქართველოზე გავლას უზრუნველყოფს, რაც ტურიზმის განვითარებასთან ერთად ქვეყნის ბიუჯეტს შეავსებს, მოკლედ „სხვისი მოიმედოობის“ ისტორიულმა მავნე ტენდენციამ (რომლის საშიშროება თავის დროზე ილია ჭავჭავაძემ, ნიკო ნიკოლაძემ, ივანე ჯავახიშვილმა და სხვა გამოჩენილმა მამულიშვილებმა გააცნობიერეს და მთელი ძალისხმევა მოანდომეს „საკუთარი თავის მოიმედოობის“ ლიბერალური კონცეფციის ჩამოყალიბებას, დღეისათვის, კათალიკოს პატრიარქის ილია მეორეს ეპიტოლეებში, მმართველი ელიტის და ზოგიერთი პატრიოტულად განწყობილი პოლიტიკოსების და საზოგადო მოღვაწეების რიტორიკაში ხაზი ესმება ეროვნული ინტერესების პირველადობას), მყარად დაიმკვიდრა ადგილი ქართულ ცნობიერებაში–ამის ფონზე არაა გასაკვირი ოპოზიციის მოთხოვნა ევროპელებმა ჩაატარონ არჩევნები საქართველოში ან საარჩევნო ადმინისტრაციაში იყვნენ ისინი წარმოდგენილნი, რაც ეროვნული სუვერენიტეტის შეკვეცას და არშემდგარი სახელმწიფოს მახასიათებლებებს (სახელმწიფოს იურისდიქცია ვერ ვრცელდება ქვეყნის ტერიტორიების ოც პროცენტზე) აძლიერებს.

მესამე და მნიშვნელოვანი გარემოება, რომელმაც გააქტიურა ევროკავშირის სახელმწიფოების და საერთაშორისო აქტორების ჩარევის სურვილი საქართველოს შიდა საქმეებში, განპირობებულია მემარჯვენე ნაციონალიზმის იდეოლოგიური ფასეულობების აღიარებით ოცნების ხელისუფლების მიერ და ამ მიმართულებით მიღებული ოჯახური ღირებულებებისა

და აგენტების შესახებ კანონებით; ლიბერალური ევროპას კატეგორიულად არ სურს კიდევ ერთი უნგრეთი იხილოს თავის რიგებში.

ხელისუფლების მხრიდან ანტიევროპული რიტორიკა „პოლიტიკური თამაშის წესების“ დღის წესრიგის განუყოფელი ნაწილი გახდა და გლობალიზაციის ეპოქაში დასავლურ-ლიბერალური სამყაროს იზოლაციის საფრთხის წინაშე აყენებს. ოცნების ელიტა დიდ იმედებს ამყარებს აშშ-ის ახალ ადმინისტრაციასთან ურთიერთობების გადატვირთვაზე, რომლის იდეოლოგიურ საფუძვლები არსებობს—თანხვედრაშია ოცნებისა და ტრამპის მაღალჩინოსნების რიტორიკა (ამ მიმართულებით დადებითი როლის შესრულება შეუძლია ამერიკული „ფარას“ და ბრიტანული საზოგადოებრივი მაუწყებლის კანონებს), ასევე, ხელისუფლება გლობალური ომის პარტიის „დიფ სთეიტის“ წინააღმდეგ ბრძოლაში თანადგომას უცხადებს ახალ ადმინისტრაციას, მაგრამ სხვა საკითხია რამდენად შეეგუება საქართველოს ჩინეთთან სტრატეგიულ პარტნიორობას და გეოპოლიტიკური ინტერესების შესუსტებას საქართველოში ტრამპის ადმინისტრაცია ეს უკვე სხვა საკითხია (საინტერესოა მარკო რუბიოს გზავნილი, რომელიც აშშ-ის ელჩმა მაკა ბოჭორიშვილს, საქართველოს საგარეო საქმეთა მინისტრს გადაცა).

საგარეო პოლიტიკური ორიენტაცია ყოველთვის წამყვან როლს თამაშობდა საქართველოში მიმდინარე პოლიტიკურ პროცესებში: რუსეთი ბოლო 250 წლის განმავლობაში განმსაზღვრელ გავლენას ახდენდა ქვეყნის უსვერენიტეტზე, ეკონომიკურ და კულტურულ განვითარებაზე და სამწუხაროდ ეს ტენდენცია დღესაც გრძელდება და ნატოს ქოლგის ქვეშ სუვერენიტეტის შენარჩუნებამ გადაიწია მომავალში (თუ საერთოდაც დღის წესრიგიდან არ მოიხსნა), მაგრამ ისიც გასათვალისწინებელია, რომ არანაკლები ზიანის მოტანა შეუძლია დიდი სახელმწიფოების გეოპოლიტიკური გავლენების შესუსტებას საქართველოში. რამდენად გაამართლებს ბალანსის პოლიტიკა ამას მომავალი გვიჩვენებს.

„პოლიტიკური თამაშის წესებში“ დამკვიდრდა სიძულვილის, ერთმანეთის შეურაცყოფის, სტიგმატიზაციის ენა, მოვლენები ისევე როგორც გამსახურდიას და სააკაშვილის ეპოქაში იყო, ფასდება შავისა და თეთრის, მართალ—მტყუანის, კრემლის აგენტებისა და მოღალატის და სხვა ეპითეტებით. შეურიგებელი, არაკონსენსუალურმა რიტორიკამ, შიგა და გარე აქტორების მიმართ სანამდე მიიყვანა გამსახურდიას დროს ქვეყანა ეს უკვე ვიცით, მაგრამ წარსულის გაკვეთილებზე ვერ ვსწავლობთ; დემოკრატია ისეთი ენა ჭირდება, რომელიც თვითოეულ მოქალაქეს აგრძნობინებს, რომ მისი ჩართულობა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პოლიტიკურ პროცესში: გამსახურდიას, სააკაშვილის, „ქართული ოცნებისა“ და ოპოზიციურ ელიტის (კონტრელიტის) საურთიერთობო ენა ტოტალიტარიზმისათვის დამახასიათებელ ტერმინოლოგიას მოგვაგონებს, ხოლო დემოკრატიული პოლიტიკური კულტურის ტერმინები „ინტერესების დაცვა“, „პატიოსანი თამაში“, „პარტნიორობა“, „კონსენსუსით მიღებული გადაწყვეტილებები“ და სხვა თითქმის გამოირიცხა პოლიტიკური ლექსიკიდან: ავტორიტარიზმისა და დემოკრატიისათვის დამახასიათებელი ენები განსხვავდებიან მათი იდეოლოგიურობის ხარისხით, მორალურ—ზნეობრივი გამჭვირვალობით, გამოყენებული სიტყვების ლექსიკით. დეპოლარიზაციის მიღწევა მმართველი ელიტისა და ოპოზიციური ელიტების დღის წესრიგში უნდა იდგეს და შემთხვევითი არაა ამ მიმართულებით ევროკავშირის რეკომენდაცია, რომელიც დეპოლარიზაციას ისახავს მიზნად და დღევანდელი ურთიერთბრალდებები ამ პროცესს ვერაფრით წაადგება, რომელშიც დახელოვნებული არიან

არა მარტო ცნობილი სახეები ორივე მხარეს, არამედ ახლად რეკრუტირებული წევრები: პარტიების პერსონალიზაციის დროს, ლიდერების ერთგულების ერთერთი მახასიათებელი პოლიტიკური ოპონენტების მიმართ კომპრომატების შეგროვება გახდა, ხოლო ეკონომიკური განვითარების კონცეფცია არ ჩანს და მხოლოდ ტურიზმის განვითარებასა და უცხო ინვესტიციების შემოდინებაზე ვამყარებთ იმედებს.

„ქართული ოცნების“ საპატიო თავმჯდომარემ ბიძინა ივანიშვილმა „პოლიტიკური თამაშის წესებში“ პირველმა დაამკვიდრა ხელისუფლებიდან ნებაყოფლობითი წასვლის ტრადიცია, ასევე, ყოფილმა პრეზიდენტმა სალომე ზურაბიშვილმა საინაუგურაციო სიტყვაში ჟორდანias, გამსახურდიას, შევარდნაძის, სააკაშვილის, მარგველაშვილის დამსახურებებზე და პოლიტიკური მემკვიდრეობის დაცვის აუცილებლობაზე ისაუბრა, რაც სრულიად ახალი მიდგომის პოლიტიკურ კულტურის დამკვიდრებაზე მიუთითებდა, ასევე, ყურადღება გაამახვილა თაობებს შორის სოლიდარობის ტრადიციის აღდგენის აუცილებლობაზე, რომელიც სააკაშვილის „თაობათა დაპირისპირების პოლიტიკამ“ მნიშვნელოვნად დააზიანა; სამწუხაროდ პრეზიდენტის საპროგრამო გზავნილები დეკლარირების დონეზე დარჩა და პრეზიდენტსაც აღარ გახსენებია თავისი დანაპირები თუ ზოგიერთი ღირსეული მამულიშვილის დაჯილდოებას არ გავითვალისწინებთ.

ქართულ რეალობაში დღეისათვის არ არსებობს საერთო ეროვნული ღირებულებები, რომლის ირგვლივ კონსენსუსია დაპირისპირებულ ძალებს შორის, მართმადიდებლური რელიგიაც კრიტიკისა და დაპირისპირების სფეროდ იქცა, ოჯახური ღირებულებები არქაულ აღქმებთან ასოცირდება ლიბერალურად განწყობილი ახალგაზრდობისთვის, არასამთავრობო ორგანიზაციებისთვის. ოპოზიცია გარედან იღებს ინსტრუქციებს, ფინანსებს და მათზე დაყრდნობით ფიქრობს ახალი არჩევნების დანიშვნას და არაფრად აგდებს სადამკვირებლო მისიების დასკვნებს. არასამთავრობო სექტორის სიმრავლე, ევროპიდან და ამერიკიდან შემოსული ფული იძლევა იმის საშუალებას, რომ ნებისმიერი მოვლენა სასურველი მიმართულებით გააპიარონ; თავის მხრივ ხელისუფლებაც მოღალატეებად აცხადებს არასამთავრობო სექტორში დასაქმებულ ადამიანებს და პარტიულ ლიდერებთან ერთად მათ ქმედებებში სახელმწიფოს სუვერენიტეტის საწინააღმდეგო ქმედებებს უსვამენ ხაზს. ჩვენი აზრით, როგორც გარედან ჩარევა აზიანებს დემოკრატიისა და სუვერენიტეტის პრინციპებს, ასევე, არასწორია ერთი ცენტრიდან, პიროვნებიდან მომდინარე ყველა გადაწყვეტილების უსიტყვო შესრულება ხელისუფლების მიერ და მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს ისტორიაში ქართული ოცნების თავმჯდომარის დამსახურების შეფასება განუსაზღვრელია ქველმოქმედების მიმართულებით და ასევე, სააკაშვილის ანტიეროვნული რეჟიმის ჩამოცილებაში.

„პოლიტიკური თამაშის წესებში“ გარკვეული სიახლეა იმ თვალსაზრისით, რომ ოცნების დეპუტატებს შორის ბევრი გამოჩენილი სპორტსმენია; ეს ორი მიზეზით შეიძლება იყოს გამოწვეული, პირველი, მათი პოპულარობით სარგებლობს ხელისუფლება და მეტი ელექტორატის მხარდაჭერას ღებულობს, მეორე მხრივ, ოცნების ხელისუფლებამ ცალკე გამოყო სპორტის სამინისტრო, რაც იმის მანიშნებელია, რომ სპორტის განვითარებას ხელისუფლება დიდ ადგილს უთმობს (სპორტის სხვადასხვა სახეობაში ბოლო წლებში დიდი წარმატებები იქნა მიღწეული). გლობალური თვალსაზრისით სპორტსმენების მასობრივი შემოდინება ხელისუფლებაში ავტორიტარულ რეჟიმებს ახასიათებს (ამჟამად რუსეთის

დღეში 15 დეპუტატი ყოფილი სპორტსმენია, 2017 წელს იყო 17)), თუმცა ცნობილი სპორტსმენების, მსახიობების მხარდაჭერას დემოკრატებიც ესწრაფვიან (დღეისათვის აშშ-ს კონგრესში 4 ყოფილი სპორტსმენია).

დასკვნა

პოლიტიკური ელიტების სხვადასხვა ტიპები გვხვდება თანამედროვე საქართველოში, რომელთა იდეოლოგიური ორიენტირები, რეკრუტირების კრიტერიუმები, საგარეო პოლიტიკური პრიორიტეტები ერთმანეთისგან განსხვავებულია. ოპოზიციური კონტრელიტები საპირისპირო ღირებულებებს და საგარეო პოლიტიკური ორიენტაციებს უჭერს მხარს; მმართველი პოლიტიკური ელიტის და კონტრელიტის ურთიერთობები რადიკალურ ხასიათს ატარებს და ძალადობრივი მეთოდების გამოყენებისკენ იხრება. კონსენსუსის პერსპექტივა არ ჩანს და საკომუნიკაციოდ სიძულვილისა და სტიგმატიზაციის ენას იყენებენ და თითქმის არ ვხვდებით დემოკრატიისათვის დამახასიათებელ ლექსიკას: დღევანდელი დაპირისპირებული მხარეების პოლიტიკური ტერმინოლოგია მოგვაგონებს გამსახურდიას და სააკაშვილის ეპოქას. მმართველი პოლიტიკური ძალა და კონტრელიტა იყენებს „მტრის ხატის“ მოდელირების საბჭოთა პრაქტიკას; დემოკრატია კვლავ რიტორიკის სფეროში რჩება, ხოლო ელიტების პრაქტიკულ საქმიანობაში სხვადასხვა დოზით ავტორიტარული ტენდენციები იკვეთება. ძლიერია პერსონილიზაციის პროცესი, როგორც მმართველ პარტიაში, ასევე, ოპოზიციურ სპექტრში. იდეოლოგიური კუთვნილება უმნიშვნელო როლს თამაშობს პოლიტიკური პარტიების საქმიანობაში და კლასიკური სახით ძალიან ცოტა პოლიტიკური ძალის სამოქმედო პროგრამაშია მოცემული. ელიტებს ახასიათებს იდეოლოგიების ხშირი ცვლა და ამ პროცესში განმსაზღვრელ როლს არჩევენებთან ერთად საგარეო პოლიტიკური ორიენტაციები თამაშობს: კონსერვატორობა პრორუსულ, ხოლო ლიბერალიზმი პროევროპულ ორიენტაციებად აღიქმება, მოკლედ არ ჩანს იმის აღიარების ტენდენცია, რომ ქვეყნის ნორმალური განვითარებისთვის აუცილებელია ორივე იდეოლოგია-ლიბერალიზმი და კონსერვატიზმი, ისე, როგორც ეს აშშ, ბრიტანეთში, გერმანიასა და სხვა დემოკრატიებშია.

ქვეყნის საგარეო პოლიტიკური ორიენტირი ევროპულია და მიზნად ისახავს ევროსტრუქტურებში ინტეგრაციას, რაც კონსტიტუციაშია დაფიქსირებული, თუმცა ევროკავშირში არ სურთ უნგრეთის მსგავსი მემარჯვენე იდეოლოგიური ღირებულებების ქვეყნის მიღება და ხელისუფლებამაც ვექტორი აღმოსავლეთისკენ შეცვალა. საერთოდ მზა რეცეპტი არ არსებობს ქვეყნის პოლიტიკურ სტატუსის ირგვლივ: ისტორიულად დაბალანსებული საგარეო პოლიტიკის გატარება უფრო მეტად მოუტანს ქვეყანას სარგებელს თუ სააკაშვილის დროს ცალსახა დასავლური ორიენტაცია, რომელიც კრახით დამთავრდა, უნდა ველოდოთ რუსეთთან ურთიერთობების გაუმჯობესებას თუ ამის პერსპექტივები ნაკლებად იკვეთება, ნეიტრალიტეტის გზა ავირჩიოთ მაშინ, როცა ქვეყნის ტერიტორიების ოცი პროცენტი ოკუპირებულია ან კიდევ ამ რეგიონში რამდენად მოითმენს დიდი გეოპოლიტიკური მოთამაშეები ნეიტრალური საქართველოს სტატუსს.

ლიტერატურა

1. Helmke G., Levitski S. Neformal'nye instituty i sravnitel'naya politika: osnovnye napravleniya issledovaniy [Informal Institutions and Comparative Politics: The Main Areas of Research]. Prognosis, 2007, no. 2, pp. 188-211.] https://www.wcfia.harvard.edu/files/wcfia/files/883_informal-institutions.pdf.
2. პოლიტოლოგია (2004) ა. ტუკვაძე. პოლიტიკური ელიტა გვ 391–401.
3. <https://socialjustice.org.ge/ka/products/interviu-stiven-jonstan-sastsorze-sakartvelos-momavali-dzevs> 2024 წლის 12 აგვისტოს ინტერვიუ სტივენ ჯონსთან.
4. ა. ტუკვაძე. (1998) პოლიტიკური ელიტა. გვ 201.
5. ა. ტუკვაძე. (2015) რუსეთის პოლიტიკური კულტურის თავისებურებები გვ 25–41.
6. თომას დე ვაალი (2011) საქართველოს მნიშვნელოვანი დღეები დაუდგა. <http://http://www.%20cicerofoundation.org%20/legtures/>.
7. Муханов В. (2021) Смена политических элит в Грузии и патримониализм. Мировая экономика и международные отношения, т.65, №7 (<https://doi.org/10.20542/0131-2227-2021-65-7-116-125>).
8. ა. ტუკვაძე (2014) პოლიტიკური კულტურის შედარებითი ანალიზი. გვ 125.
10. მალხაზ მაცაბერიძე, დავით სართანია, თამარ ორჯონიკიძე. (2025) ივანე ჯავახიშვილის საზოგადოებრივ-პოლიტიკური და სამეცნიერო მოღვაწეობა საქართველოს დემოკრატიული რესპუბლიკის (1918-1921) პერიოდში.
11. ANDREW HEYWOOD (2021) POLITICAL IDEOLOGIES. This edition published 2021 by 169–186.
12. Маркедонов С., Скаков А. (2017) Постсоветская Грузия: от турбулентности к стабильности и предсказуемости. Эволюция постсоветского пространства: прошлое, настоящее, будущее. Москва, НП РСМД, гв 131-140 (ციტირებულია სტატიიდან Муханов В. (2021) Смена политических элит в Грузии и патримониализм. Мировая экономика и международные отношения, т.65, №7 (<https://doi.org/10.20542/0131-2227-2021-65-7-116-125>).

Особенности сосуществования власти и оппозиции в Грузии

Автандил Туквадзе, доцент ТГУ

Акакий Абзианидзе, профессор СЕУ

Елена Гелашвили, доцент ТГУ

Аннотация

Качество демократии в любой стране определяется культурой взаимоотношений власти и оппозиции, степенью согласия политических сил относительно основных ценностей демократии, а также тем, развивается ли политический процесс в рамках правового поля или отклоняется от норм, декларируемых в конституции.

В Грузии в период этнополитических национал-диссидентских правительств Звиада Гамсахурдиа, неономенклатурных правительств Эдуарда Шеварднадзе, прозападных

неолиберально-авторитарных правительств Михаила Саакашвили и правоконсервативных правительств Бидзины Иванишвили в политике установились определенные правила игры, которые характеризуются спецификой правления каждой политической силы, но имеют общие черты: профессиональные навыки имеют второстепенное значение при подборе кадров (за редкими исключениями): при Гамсахурдиа наряду с лояльностью учитывались заслуги в национальном движении, при Шеварднадзе — неономенклатурное коммунистическое прошлое, при Саакашвили — европейское образование, молодежь и членство в «Национальной партии». Правительство Иванишвили также декларирует себя как самодостаточную политическую силу, учитывая лояльность лидеру наряду с западным образованием. Все четыре правительства в той или иной степени в качестве основной идеологической ориентации имеют националистическую идеологию.

Исходя из вышеизложенного, неудачи на пути модернизации страны обусловлены в основном низкой квалификацией власти и их сложно анализировать на основе метода ценностного исследования: и власть, и оппозицию сложно назвать политической элитой, поскольку в ее составе крайне мало образованных людей, обладающих управленческими навыками. Однако если использовать альтиметрический подход, то политической элитой считается группа людей на высших уровнях власти, которые совместно с лидером принимают важные для страны решения (независимо от того, как они влияют на развитие страны). В этом смысле элиты существуют на любой стадии развития общества.

В период правления Гамсахурдиа культура сотрудничества власти и оппозиции практически не существовала, поскольку действия политических субъектов не были ограничены демократическими институтами и конституционными нормами; На первом этапе правительство Шеварднадзе делило власть с криминальным миром. Лишь позднее, после принятия легитимных институтов власти и конституции, необходимость соблюдения конституционных норм утвердилась в политическом процессе, хотя подчиненная политическая культура, склонная к силовым методам, по-прежнему играет доминирующую роль. Шеварднадзе, Гамсахурдиа, Саакашвили и Иванишвили активно использовали советскую практику моделирования «образа врага» в предвыборный период. В грузинской действительности идеологические ориентации играют второстепенную роль, как внутри власти, так и в оппозиционном спектре: внешнеполитические ориентации определяют принадлежность политической силы к либеральной демократии или, наоборот, консерватизму, который ассоциируется с авторитаризмом и Россией (будем надеяться, что приход к власти администрации Трампа изменит этот подход, поскольку развитые страны всегда стоят на двух идеологиях, как это происходит в западных демократиях). Либерализм и консерватизм используются в уничижительном контексте (например, «либеральный фашизм»), а термины, характерные для демократии (консенсус, сотрудничество, взаимное уважение, взаимная выгода), практически никогда не используются в лексиконе отношений между правительством и оппозицией. Вышли на политическую арену так называемый «Тоталитарные личности», характеризующие политические процессы в терминах правота-неправота, белое-черное, предатель-патриот. Раньше такое политическое противостояние привело страну к гражданской розни. Хотя сегодня в стране

разные институты и ресурсы, необходимо достичь консенсуса, иначе пострадают национальные интересы.

Ключевые слова: правительство, оппозиция, консенсус, либерализм, консерватизм, интересы.

Features of Coexistence of Power and Opposition in Georgia

Avtandil Tukvadze¹, Akaki Abzianidze², Elena Gelashvili³

¹Associate Professor, TSU ²Professor, UES, ³Associate Professor, TSU

Abstract

The quality of democracy in any country is determined by the culture of relations between the power and opposition, the degree of agreement between political forces regarding the basic values of democracy, and whether the political process develops within the legal framework or deviates from the norms declared in the constitution.

In Georgia, during the period of the ethnopolitical national-dissident governments of Zviad Gamsakhurdia, the neo-nomenklatura governments of Eduard Shevardnadze, the pro-Western neoliberal-authoritarian governments of Mikheil Saakashvili and the right-wing conservative governments of Bidzina Ivanishvili, certain rules of the game were established in politics, which are characterized by the specifics of the rule of each political force, but have common features: professional skills are of secondary importance in the selection of personnel (with rare exceptions): under Gamsakhurdia, along with loyalty, merits in the national movement were taken into account, under Shevardnadze - the neo-nomenklatura communist past, under Saakashvili - European education, youth and membership in the "National Party". The Ivanishvili government also declares itself as a self-sufficient political force, taking into account loyalty to the leader along with Western education. All four governments, to one degree or another, have a nationalist ideology as their main ideological orientation. Based on the above, the failures in the country's modernization are mainly due to the low qualifications of the authorities and are difficult to analyze using the value research method: both the authorities and the opposition can hardly be called a political elite, since they include very few educated people with management skills. However, if we use the altimetric approach, the political elite is considered to be a group of people at the highest levels of power who, together with the leader, make decisions important for the country (regardless of how they affect the country's development). In this sense, elites exist at any stage of society's development. During Gamsakhurdia's rule, the culture of cooperation between the authorities and the opposition was practically non-existent, since the actions of political entities were not limited by democratic institutions and constitutional norms; At the first stage, the Shevardnadze government shared power with the criminal world. Only later, after the adoption of legitimate institutions of power and the constitution, the need to comply with constitutional norms was established in the political process, although the subordinate political culture,

inclined to forceful methods, still plays a dominant role. Shevardnadze, Gamsakhurdia, Saakashvili and Ivanishvili actively used the Soviet practice of modeling the “image of the enemy” during the pre-election period. In the Georgian reality, ideological orientations play a secondary role, both within the government and in the opposition spectrum: foreign policy orientations determine the affiliation of a political force with liberal democracy or, conversely, conservatism, which is associated with authoritarianism and Russia (let us hope that the coming to power of the Trump administration will change this approach, since developed countries always stand on two ideologies, as is the case in Western democracies). Liberalism and conservatism are used in a pejorative context (for example, “liberal fascism”), and terms characteristic of democracy (consensus, cooperation, mutual respect, mutual benefit) are almost never used in the lexicon of relations between the government and the opposition. The so-called “Totalitarian personalities” have entered the political arena, characterizing political processes in terms of right-wrong, white-black, traitor-patriot. Previously, such political confrontation led the country to civil discord. Although today the country has different institutions and resources, it is necessary to reach a consensus, otherwise national interests will suffer.

Keywords: government, opposition, consensus, liberalism, conservatism, interests.

ბანკში თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების და ტექნოლოგიების ეფექტიანობის შეფასება Balanced Scorecard (BSC) მეთოდის გამოყენებით

ნინო მელიქიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

დღეს ბანკში აქტუალურია ინფორმაციული ტექნოლოგიების (IT) ისეთი თანამედროვე მიღწევების გამოყენება, როგორც არის: ბლოკჩეინი, ხელოვნური ინტელექტი, თანამედროვე სპეციალიზირებული სისტემები. მაგრამ, მათ დანერგვამდე აუცილებელია თანამედროვე ტექნოლოგიების ბანკის საქმიანობაზე ზეგავლენის და გამოყენების ეფექტიანობის შეფასება, რისი განხორციელებაც საკმაოდ რთულია. არსებობს სხვადასხვა მეთოდები, მაგრამ ერთ-ერთ საუკეთესო გზას წარმოადგენს ბანკის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესების შემუშავება და შეფასება, რომლებშიც გათვალისწინებულია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება. ბიზნეს-პროცესი მისი მოდელირების მეშვეობით იძლევა საშუალებას შეფასდეს ამა თუ იმ ინსტრუმენტის გამოყენების ეფექტიანობა.

ნაშრომში დახასიათებულია იტ-ის თანამედროვე სისტემები და ტექნოლოგიები, რომელიც გამოიყენება საბანკო სექტორის მოწინავე ინსტიტუტებში. მაგალითისთვის მოყვანილია კრედიტებთან მუშაობის ოპერაციები. დამუშავებულია ბიზნეს-პროცესი ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით, ასევე შემუშავებულია საკრედიტო საქმიანობაში ერთ-ერთი ინოვაციური სპეციალიზირებული სისტემის გამოყენების ბიზნეს-პროცესი. წარმოდგენილია ბიზნეს-პროცესების მოდელები, მათი სიმულაცია და სიმულაციის შედეგები. შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია შეფასდეს სპეციალიზირებული სისტემის გამოყენების უპირატესობები. ბიზნეს-პროცესების შეფასების მიდგომა შესაძლებელია სხვა ახალი ინსტრუმენტების გამოყენების შესაფასებლად. მაგრამ, ეს იქნება მხოლოდ ერთ-ერთი ცალკეული მიმართულების შეფასება. თუმცა აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს ბანკის საქმიანობის და მასში იტ-ის თანამედროვე მიღწევების გამოყენების კომპლექსური შეფასება.

ზოგადად, ბანკის საქმიანობის და მასში IT-ის და ინფორმაციული სისტემების (IS) ეფექტიანობის შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები, მაგალითად: **Return on Investment (ROI)**, **Total Cost of Ownership**, **System Usability Scale** და სხვა, მაგრამ მხოლოდ **Balanced Scorecard (BSC)** – იძლევა საშუალებას კომპლექსურად შეფასდეს ბანკის საქმიანობა და, რაც მნიშვნელოვანია, იმ ბიზნეს-პროცესების გათვალისწინებით, რომლებშიც გამოიყენება თანამედროვე IT-ის მიღწევები.

Balanced Scorecard (BSC) - მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემის ისტორია დაკავშირებულია Balanced Scorecard კონცეფციის ჩამოყალიბებასთან 1990 წელს, როდესაც მსოფლიოში ცნობილი სააუდიტორო-კონსალტინგური კომპანიის "KPMG Peat Marwick"-ის კვლევით ცენტრში შეუდგნენ იმ შესაძლებლობებისა და ინსტრუმენტების ძიებას, რომელიც უზრუნველყოფდა მართვის ეფექტიანობის ზრდას.

ზოგადად, ბიზნეს-პროცესების დონეზე სტრატეგიული საქმიანობის კონტროლი ხორციელდება ე.წ. საქმიანობის კვანძოვანი მაჩვენებლების საშუალებით (Key Performance Indicator - KPI), რომლებიც რეალობაში წარმოადგენენ მიზნების მიღწევადობის საზომს, და ასევე ბიზნეს-პროცესების და თითოეული თანამშრომლის მუშაობის ეფექტიანობის მახასიათებლებს. გამომდინარე აქედან, მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემა (მდს), რომელიც ორიენტირებულია KPI-ების შეფასებაზე, წამოადგენს არა მარტო სტრატეგიული, ასევე ოპერატიული მართვის ინსტრუმენტს. მდს-ს უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ ორგანიზაცია, რომელიც დანერგავს აღნიშნულ სისტემას, ღებულობს მოქმედებების კოორდინირებულ სისტემას, რომელიც შეესაბამება სტრატეგიას მართვის ყველა დონეზე, და აერთიანებს სხვადასხვა ფუნქციონალურ სფეროს, მაგალითად: პერსონალის მართვა, ფინანსები, IT და სხვა.

ნაშრომში შემოთავაზებულია ბანკის საქმიანობის ეფექტიანობის შეფასების მიდგომა **Balanced Scorecard** მეთოდის საფუძველზე. მოყვანილია მისი ძირითადი ნაბიჯები და შემოთავაზებულია ის KPI-ები, რომელიც შეიძლება იყოს გამოყენებული ბანკის ბიზნეს-პროცესების და მათში თანამედროვე IT-ის გამოყენების შესაფასებლად.

საკვანძო სიტყვები IT-ის ეფექტიანობის შეფასება ბანკში, შესრულების ძირითადი ინდიკატორები KPI (key performance indicators), მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემა (Balanced Scorecard)

შესავალი

დღეისათვის ბანკებში ფრიად აქტუალურია თანამედროვე IT-ის მეთოდების გამოყენება, თუმცა დანერგვამდე საჭიროა შეფასდეს მათი ზეგავლენა საფინანსო საქმიანობაზე და გამოყენების ეფექტიანობა, რაც ხორციელდება ბანკების IT-სტრატეგიის საფუძველზე [1]. აქედან გამომდინარე თანამედროვე ბანკები დგანან დიდი გამოწვევების წინაშე, თუ როგორ შეაფასონ თავის მუშაობაში IT-ის თანამედროვე მიღწევების გამოყენების ეფექტიანობა. არსებობს მრავალი მეთოდი საფინანსო სექტორის მუშაობის და **ბანკში ინფორმაციული სისტემების და ტექნოლოგიების გამოყენების ეფექტიანობის შესაფასებლად. თუმცა პრობლემას წარმოადგენს ბანკის საქმიანობის კომპლექსური შეფასება.**

IT-ის და IS-ის ეფექტიანობის შეფასება მნიშვნელოვანია მრავალი მიზეზის გამო. ინფორმაციული სისტემის ეფექტიანობის შეფასება მნიშვნელოვანია იმისთვის, რომ დადგინდეს სისტემის მუშაობის ხარისხი, მისი გამოყენების ეკონომიკური დასაბუთება, უსაფრთხოება და სხვა მაჩვენებლები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ბანკის საერთო წარმატებაზე [2]. ეს შეფასება შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა მეთოდებით, რომლებიც ითვალისწინებენ სისტემის ფუნქციონალურობას, სტაბილურობას, მომხმარებლის კმაყოფილებას და სხვა ასპექტებს, მაგრამ ეს არ იძლევა კომპლექსური შეფასების საშუალებას. ამ ამოცანის რეალიზება ზოგადად საკმაოდ რთულია - პირველ რიგში, მრავალი პარამეტრის

არსებობის გამო. შესაძლებელია შემუშავდეს სხვადასხვა მიდგომა, რომელიც ორიენტირებული იქნება გარკვეულ მიზნებზე, თუმცა ერთ-ერთი სწორი გზა არის შეფასება ბიზნეს-პროცესების მეშვეობით [2]. ამ შემთხვევაში შესაძლებელი ხდება შეფასების ისეთი მეთოდის გამოყენება როგორიც არის **Balanced Scorecard (BSC)**, რომელიც **უზრუნველყოფს ბანკის საქმიანობის** კომპლექსურ შეფასებას მათ შორის ბიზნეს-პროცესების გათვალისწინებით.

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია ბანკის ერთ-ერთი მიმართულების - კრედიტებთან მუშაობის ბიზნეს-პროცესების შემუშავება, აღნიშნულ საქმიანობაში როგორც ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის ასევე სპეციალიზირებული სისტემის გამოყენებით. მოყვანილია შემუშავებული ბიზნეს-პროცესების მოდელები BPMN-ნოტაციის საფუძველზე, ჩატარებულია მოდელების სიმულაცია და განხორციელებულია შედეგების ანალიზი. ამასთან ერთად ნაშრომში წარმოდგენილია ბანკის საქმიანობის ეფექტიანობის შეფასებაში **BSC-მეთოდის** გამოყენება, შემოთავაზებული **KPI-ები**, რომელთა მეშვეობით შესაძლებელია შეფასდეს არა მარტო ზოგადად ბანკის საქმიანობა, არამედ მასში იტ-ის თანამედროვე მიღწევების გამოყენება.

ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე საბანკო სექტორი ხასიათდება მომატებული კონკურენციით, რის პირობებშიც ბანკებს უწევთ ახალი მომსახურებების შეთავაზება საერთაშორისო სტანდარტების სრული დაცვით [3]. ამ კუთხით წინა პლანზე იწევს საბანკო ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების მასშტაბები, ინოვაციების დანერგვა, მათი ხარისხის და შეთავაზების გზები. ინფორმაციული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა განვითარდეს საბანკო პროდუქტი და მომსახურება, განვითარდეს ბაზრის ინფრასტრუქტურა, განხორციელდეს სანდო კონტროლი საბანკო ტრანზაქციებზე და კლიენტებს მიეცეს გეოგრაფიული დისტანციის მიუხედავად სასურველი მომსახურების მიღების შესაძლებლობა. ინტერნეტმა პრინციპულად შეცვალა სერვისების მიწოდების არხები და, ის საბანკო მომსახურების მიწოდების უმნიშვნელოვანეს ინსტრუმენტად იქცა. მნიშვნელოვანია ბანკებმა ინოვაციების დახმარებით კიდევ უფრო შეამცირონ დანახარჯები, რაც განაპირობებს მათი მომგებიანობის ზრდას. თუმცა ეს ყოველივე საკმაოდ რთული პროცესია და გრძელვადიან პერიოდს მოიცავს.

საინფორმაციო ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად, ბანკებმა შეამცირეს თავისი საქმიანობის ხარჯები, გააუმჯობესეს ეფექტიანობა და გააფართოვეს კლიენტების ბაზა IT-ის გამოყენებით [2]. მსოფლიო მასშტაბით ბანკები ახორციელებენ ინოვაციურ ტექნოლოგიური სიახლეების დანერგვას დაწყებული ტრადიციული საბანკო სერვისებით დამთავრებული მობილური ბანკინგის, გადახდების, ხელოვნური ინტელექტისა და ბლოკჩეინზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებებით. საბანკო სექტორი ადაპტირდება კლიენტებთან და ბაზრის სწრაფად ცვალებად საჭიროებებთან. თუმცა ეს ყველაფერი შესაძლებელია მხოლოდ IT-ის მართვის თანამედროვე მიდგომის საფუძველზე, როგორიც არის ITSM დაფუძნებული ITIL-ზე [4].

თანამედროვე ინოვაციურ ტექნოლოგიებში შესაძლებელია ხაზი გავუსვათ: Fintech, ელექტრონულ ტრანზაქციებს, ელექტრონულ საფულეს, ბლოკჩეინს, AI და ა.შ.

საბანკო ტექნოლოგიის ერთერთი ტენდენცია არის AI-ის მზარდი გამოყენება საბანკო საქმეში. ბანკები და ფინანსური ინსტიტუტები ინტენსიურად ნერგავენ უახლეს AI ტენდენციებს და სთავაზობენ უფრო მოსახერხებელ და ხელმისაწვდომ სერვისებს თავიანთ მომხმარებლებს, რათა შექმნან უკეთესი საბანკო გამოცდილება ყველასთვის. მაგალითად, AI-ზე მომუშავე ჩატბოტები კიდევ უფრო გავრცელებული გახდება, რაც მომხმარებლებს 24/7 მხარდაჭერას და პერსონალიზებულ რეკომენდაციებს უზრუნველყოფს.

საბანკო საქმეში ბლოკჩეინის ინტეგრაციას აქვს გარდამტეხი პოტენციალი. მისი ერთ-ერთი გამორჩეული თვისება არის უსაფრთხოება. მისი დეცენტრალიზებული ბუნების გამო, ტრანზაქციები უსაფრთხოა და მდგრადია გაყალბების მიმართ. ეს გადამწყვეტია მაღალი რეიტინგის მქონე საერთაშორისო ტრანზაქციებისთვის. ბლოკჩეინ-ტრანზაქციებში შუამავლების შემცირება იწვევს ტრანზაქციის საკომისიოს საგრძნობლად შემცირებას, რაც ტრანზაქციებს უფრო სწრაფ და იაფს ხდის. ბლოკჩეინი გამოიყენება საგადასახადო და ფინანსური აქტივობების გასამარტივებლად რათა დაუყოვნებლივ აისახოს ფულადი გადარიცხვები, შემოსავალი და მოგება[5].

ბანკებს ასევე შეუძლიათ გამოიყენონ ბლოკჩეინი გადასახადების და მათი ფინანსური შედეგების გამოსათვლელად რეალურ დროში, თვალყური ადევნონ თითოეული ფილიალის ტრანზაქციებს და დააგროვონ მონაცემები ერთ, ადვილად მისაწვდომ ციფრულ საცავში. თუმცა მრავალ ქვეყანაში, ჯერაც არ არის მიღებული გადაწყვეტილება ბანკების საქმიანობაში ბლოკჩეინის გამოყენებასთან დაკავშირებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ მიუხედავად მოყვანილი უპირატესობების, ბანკმა ამა თუ იმ ინოვაციის დანერგვამდე, უნდა შეაფასოს მისი შესაძლო ზეგავლენა ბანკის საქმიანობაზე და გამოყენების ეფექტიანობა.

როგორც ცნობილია ბანკში IS-ის და IT-ის შესაფასებლად გამოიყენება გარკვეული მეთოდები. შემდეგ მოყვანილია ინფორმაციული სისტემის და ტექნოლოგიების ეფექტიანობის შეფასების ყველაზე გავრცელებული მეთოდები:

1.1.2. 1. Return on Investment (ROI) – ინვესტიციის დაბრუნების მაჩვენებელი

ეს მეთოდი გამოიყენება იმის განსაზღვრისთვის, თუ რამდენად ეფექტიანად ხარჯავს ბანკი თავის რესურსებს ინფორმაციული სისტემების და ტექნოლოგიების განვითარებაში. ROI ითვლის სისტემაში განხორციელებული ინვესტიციების შედეგების ფინანსურ ზეგავლენას. აღნიშნული მეთოდის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ მარტივად ახსნადია თუმცა შეიძლება არ ასახავდეს ისეთ ფაქტორებს, როგორიცაა მომხმარებლის კმაყოფილება ან სისტემის უსაფრთხოება [6];

1.1.3. 2. Total Cost of Ownership (TCO) – სისტემის მფლობელობის საერთო ღირებულება

TCO განსაზღვრავს ყველა ხარჯს, რომელიც დაკავშირებულია საინფორმაციო სისტემის და ტექნოლოგიების პროექტირებასთან, განვითარებასთან, განახლებასთან და ექსპლუატაციასთან. ამ მეთოდის საშუალებით ორგანიზაციები (ამ შემთხვევაში ბანკები) ხედავენ, რა თანხები იხარჯება სისტემის არსებობაზე და მართვაზე მისი სასიცოცხლო პერიოდის განმავლობაში. TCO-ს გაანგარიშება მოიცავს: პროგრამულ და აპარატულ ხარჯებს; მომსახურების და მხარდაჭერის ხარჯებს; პერსონალის ტრენინგის ხარჯებს [7];

1.1.4. 3. Performance Metrics – შესრულების მახასიათებლები

სისტემის მახასიათებლებს შორის ყველაზე პოპულარულია:

- **სისტემის რეაგირების დრო:** რამდენად სწრაფად გადის ინფორმაცია სისტემაში და რამდენად სწრაფად რეაგირებს სისტემა კლიენტისა და ოპერაციების მოთხოვნებზე,
- **დარღვევებისა და შეცდომების მაჩვენებელი:** რამდენად ხშირია სისტემის მოულოდნელი გაჩერება ან სხვა პრობლემები. ეს მაჩვენებელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უსაფრთხოების და საიმედოობის თვალსაზრისით,
- **მომსახურების უწყვეტობა:** რამდენად დარღვეულია სისტემის ხელმისაწვდომობა, რაშიც იგულისხმება სისტემის გაჩერება ან გაუმართაობა;

1.1.5. 4. User Satisfaction Surveys - მომხმარებლის კმაყოფილების კვლევა

ეს მეთოდი ფოკუსირდება მომხმარებლის გამოცდილებაზე და სისტემის მიმართ მის დამოკიდებულებაზე. კმაყოფილების კვლევები ანალიზებს, რამდენად მარტივი და ეფექტიანი იყო სისტემის გამოყენება, რამდენად სწრაფად გაიგეს მომხმარებლებმა მათი ფუნქციები, რა პრობლემები წარმოიშვა და რა გაუმჯობესებები შეიძლება განხორციელდეს;

1.1.6. 5. Benchmarking – ბენჩმარკინგი

ბენჩმარკინგი გულისხმობს ინფორმაციული სისტემის ფუნქციონირების შედარებას სხვა ორგანიზაციებთან (ბანკებთან) ან ინდუსტრიის საუკეთესო პრაქტიკებთან. ეს მეთოდი საშუალებას აძლევს ბანკს/ორგანიზაციას გაარკვიოს, რა მდგომარეობაშია ის კონკურენტებთან შედარებით და რა ცვლილებები შეიძლება განხორციელდეს სისტემის გამართულობის გაუმჯობესებისთვის;

1.1.7. 6. Risk Assessment – რისკების შეფასება

ეს მეთოდი მოიცავს სისტემის უსაფრთხოების, საიმედოობისა და პარამეტრების შეფასებას რისკების თვალსაზრისით. ამ პროცესში ხდება იმ ფაქტორების იდენტიფიცირება, რომლებიც შესაძლოა გავლენას ახდენენ სისტემის ან ბანკის/ორგანიზაციის საიმედოობაზე, უსაფრთხოებასა და ოპერაციებზე. რისკების შეფასება, როგორც წესი, მოიცავს: მომხმარებლის უფლებების და უსაფრთხოების პოლიტიკის ანალიზს, ძირითადი მონაცემების დაცვას, პოტენციურ ტექნიკურ ხარვეზებს;

1.1.8. 7. System Usability Scale (SUS) – სისტემის გამოყენების სკალა

SUS გულისხმობს კითხვარს, რომელიც გამოიყენება სისტემის გამოყენებადობის შეფასებისთვის. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა გარკვეულ იქნას, რამდენად მარტივია სისტემა კლიენტებისთვის, და როგორია მომხმარებლების გამოცდილება, როდესაც ისინი მუშაობენ სისტემასთან;

1.1.9. 8. Process Efficiency Analysis – პროცესის ეფექტიანობის ანალიზი

ამ მეთოდის ფარგლებში ხდება ორგანიზაციულ პროცესებზე ინფორმაციული სისტემის გავლენის შეფასება. თუ სისტემა ახორციელებს ოპერაციებს სწრაფად და ეფექტიანად, ეს გაზრდის პროცესების ეფექტიანობას და შემცირდება ხარჯები;

1.1.10. 9 . Balanced Scorecard (BSC) – დაბალანსებული მაჩვენებლების სისტემა

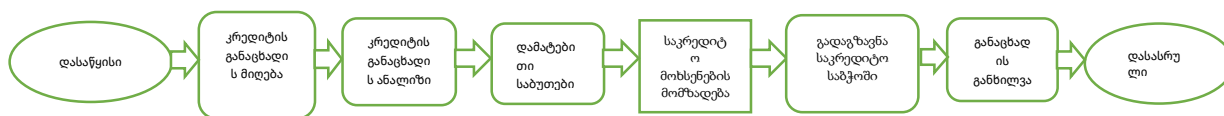
BSC ეს არის სისტემური მიდგომა, რომელიც საშუალებას აძლევს საბანკო ორგანიზაციებს, შეაფასონ სისტემის ეფექტიანობა არა მხოლოდ ფინანსური კრიტერიუმებით, არამედ მომხმარებლის კმაყოფილების, ინოვაციებისა და შიდა პროცესების ეფექტიანობის

თვალსაზრისით. BSC-ის გამოყენება საშუალებას აძლევს ბანკებს და სხვა ორგანიზაციებს, შეაფასონ არა მხოლოდ ფინანსური შედეგები, არამედ სხვა მნიშვნელოვანი ასპექტები, როგორიცაა: მომხმარებლის კმაყოფილება, საჯაროობა და ბრენდის იმიჯი, ინოვაციები და ტექნოლოგიების დანერგვა, შიდა პროცესების ოპტიმიზაცია [8].

აღნიშნული მეთოდი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საბანკო სექტორის მუშაობის ეფექტიანობის შეფასებისთვის, რადგან იძლევა ყველაზე ზუსტ შედეგს საქმიანობის სხვადასხვა მიმართულებების გაანალიზების გზით [3]. სწორედ ამიტომ, მოცემულ ნაშრომში განხილულია **Balanced Scorecard** სისტემის გამოყენება, რომელიც სხვა მიმართულებებთან ერთად აანალიზებს ბიზნეს-პროცესების განხორციელებას. ეს ფაქტორი ფრიად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან ერთ-ერთ გზას ინფორმაციული სისტემებისა და ტექნოლოგიების გამოყენების ეფექტიანობის შესაფასებლად წარმოადგენს ბიზნეს-პროცესების შეფასება, რომლებშიც ეს თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიები და სისტემები გამოიყენება.

შემდეგ განხილულია საკითხი, დაკავშირებული ბანკის საქმიანობაში იტ-ის ინოვაციური მიღწევების გამოყენების ეფექტიანობის შეფასებასთან. კერძოდ საუბარია ბანკის საკრედიტო საქმიანობაზე. ბანკში კრედიტის გაცემა ნაშრომში პირობითად დაყოფილია 2 ეტაპად: „კრედიტის განაცხადის მიღება და ანალიზი“, „კრედიტის დადასტურება და გაცემა“.

ეტაპი „კრედიტის განაცხადის მიღება და ანალიზი“ მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: კლიენტის მისვლა ბანკში და კრედიტის მიღების თაობაზე განცხადების გაკეთება; ბანკის მიერ კრედიტის განაცხადის მიღება; კრედიტის განაცხადის ანალიზი; დამატებითი საბუთების მოთხოვნა/წარდგენა; საკრედიტო მოხსენების მომზადება; მოხსენების გადაგზავნა საკრედიტო საბჭოში; საკრედიტო საბჭოში განაცხადის განხილვა.



ნახ.1. ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი

ეტაპი „კრედიტის დადასტურება და გაცემა“ მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: საკრედიტო საბჭოდან დადებითი პასუხის მიღება; საჭიროების შემთხვევაში დამატებითი მასალების გამოთხოვა კლიენტისგან; ხელშეკრულების მომზადება, ხელშეკრულების გაფორმება; კრედიტის გაცემა; შესაბამისი რეზერვის მომზადება.

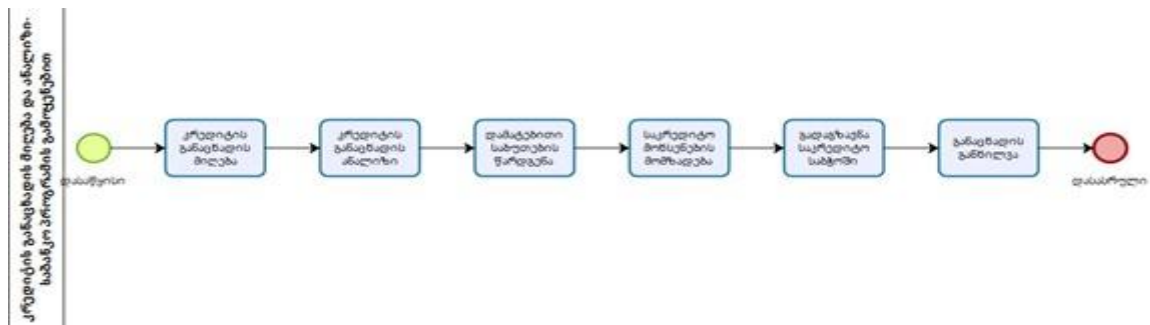


ნახ.2. ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესი

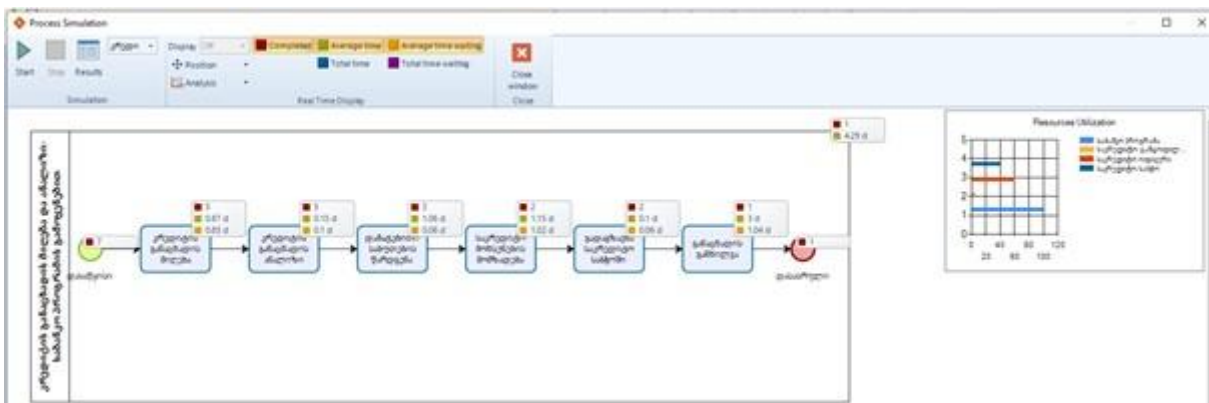
აღწერილი ეტაპების მიხედვით შემოთავაზებულია შესაბამისი ბიზნეს-პროცესები (ნახ.1 და ნახ.2), რომლებიც თავის განხორციელებაში გულისხმობს ტრადიციული საბანკო ინფორმაციული სისტემის გამოყენებას.

შემდეგ, აგებულია კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის, ასევე გაფორმებისა და გაცემის ეტაპების ბიზნეს-პროცესების მოდელები. აღნიშნული ბიზნეს-პროცესების მოდელების აგებისას გამოყენებულია BPMN-ნოტაცია, ხოლო შემდგომ მოდელირება ჩატარებულია სპეციალიზირებული სისტემის Bizagi BPMN Modeler-ის გამოყენებით.

ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელი ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით წარმოდგენილია ნახ.3-ზე. ხოლო აღნიშნული მოდელის სიმულაცია ნაჩვენებია ნახ.4-ზე.



ნახ.3. ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელი



ნახ.4. კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის სიმულაცია

მოდელის სიმულაციით მიღებულია შედეგები 1 და 2 (ნახ.5 და ნახ.6).

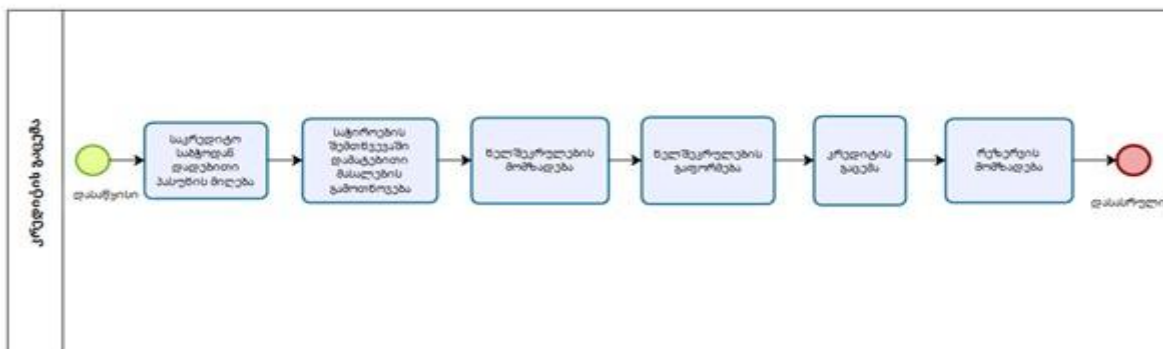
Resources		Scenario Information				
კრედიტის განაწილის მიღება და ანალიზი - სამსკო პროგრამის გამოცდები		Name	კრედიტის განაწილის მიღება და ანალიზი			
		Time unit	Days			
		Duration	006,00,00:00			
Resource	Utilization	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost		
სამსკო პროგრამა	100.00 %	1,900	0	1,900		
საკრედიტო საბჭო	40.62 %	0	1,464	1,464		
საკრედიტო ოფიცერი	60.76 %	0	1,460	1,460		
საკრედიტო განყოფილება	5.58 %	0	264	264		
	Total	1,900	3,188	5,088		

ნახ.5. კრედიტის განაწილის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები 1

Resources		Scenario Information													
კრედიტის განაწილის მიღება და ანალიზი - სამსკო პროგრამის გამოცდები		Name		კრედიტის განაწილის მიღება და ანალიზი											
		Time unit		Days											
		Duration		006,00,00:00											
Name		Type	Instances completed	Instances started	Min. time	Max. time	Avg. time	Total time	Min. time waiting resource	Max. time waiting resource	Avg. time waiting for resource	Standard deviation waiting resource	Total time waiting resource	Total fixed cost	
კრედიტის განაწილის მიღება და ანალიზი - სამსკო პროგრამის გამოცდები		Process	1	7	4d 6h 57m 36s	4d 6h 57m 36s	4d 6h 57m 36s	3d 5h 31m 12s							
დასაწყისი		Start event	7												
კრედიტის განაწილის მიღება		Task	5	5	2d 6h 48s	2d 7h 26m 24s	2d 5h 32m 48s	4d 8h 24m	0	2d 6h 57m 36s	2d 5h 24m	21h 21m 36s	4d 6h	0	
კრედიტის განაწილის ანალიზი		Task	5	5	57m 36s	3h 2m 24s	3h 36m	17h 31m 12s	0	4h 4m 48s	2h 24m	1h 26m 24s	12h 28m 48s	0	
დამატებითი საბჭოს წევრის დანიშნულება		Task	3	3	1d	1d 3h 7m 12s	1d 1h 26m 24s	3d 4h 4m 48s	0	3h 7m 12s	1h 26m 24s	1h 12m	4h 4m 48s	0	
საკრედიტო განყოფილების მომსახურება		Task	2	2	3h 36m	2d 3h 36m	1d 3h 36m	2d 6h 57m 36s	28m 48s	2d 28m 48s	1d 28m 48s	1d	2d 57m 36s	0	
გაცემის შესახებ საკრედიტო განყოფილების		Task	2	2	1h 55m 12s	2h 52m 48s	2h 24m	5h 2m 24s	57m 36s	1h 55m 12s	1h 26m 24s	28m 48s	2h 52m 48s	0	
კრედიტის განაწილის		Task	1	2	3d	3d	3d	3d	1d	1d 1h 55m 12s	1d 57m 36s	57m 36s	2d 1h 55m 12s	0	
დასასრული		End event	1												

ნახ.6. კრედიტის განაწილის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები 2

ანალოგიურად დამუშავდა ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმების და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელი BPMN-ნოტაციის გამოყენებით, რომელიც წარმოდგენილია ნახ.7-ზე.



ნახ. 7. ტრადიციული ინფორმაციული სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელი

ანალოგიურად წინა შემთხვევის, ჩატარდა სიმულაცია პროგრამა Bizagi BPMN Modeler-ის საშუალებით და მიღებულ იქნა შედეგები 1 და 2 (ნახ.8 და ნახ.9).

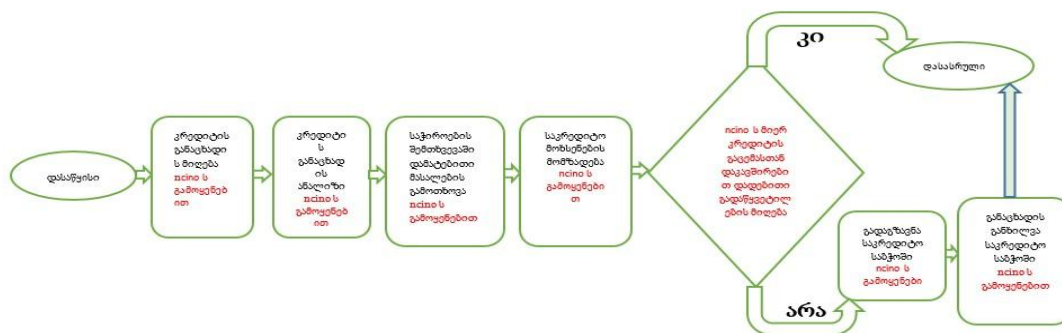
Resources		Scenario Information			
კრედიტის გაცემა		Name	კრედიტის გაცემა ბიზნეს პროცესი		
		Time unit	Days		
		Duration	006.00.0000		
Resource	Utilization	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost	
საბანკო პროცესი	100.00 %	0	60	60	
საკრედიტო საბუ	92.36 %	0	387.6	387.6	
საკრედიტო ოფიცერი	58.33 %	0	70	70	
საკრედიტო განყოფილება	2.08 %	0	7.8	7.8	
Total		0	525.6	525.6	

ნახ.8. კრედიტის გაფორმება და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები 1

Resources		Scenario Information												
კრედიტის გაცემა		Name		კრედიტის გაცემა ბიზნეს პროცესი										
		Time unit		Days										
		Duration		006.00.0000										
Name	Type	Instances completed	Instances started	Min. time	Max. time	Avg. time	Total time	Min. time waiting Resource	Max. time waiting Resource	Avg. time waiting for Resource	Standard deviation waiting Resource	Total time waiting Resource	Total fixed cost	
კრედიტის გაცემა	Process	0	7	-1d	-1d	0	0							
დასაწყისი	Start event	7												
საკრედიტო ოფიცერი	Task	5	5	12h	2d 5h 2m 24s	1d 5h 45m 36s	6d 5h 2m 24s	0	1d 17h 2m 24s	17h 45m 36s	1d 19m 12s	3d 17h 2m 24s	0	
საკრედიტო განყოფილება	Task	8	8	1d	2d 1h 55m 12s	1d 13h 40m 48s	4d 17h 2m 24s	0	1d 1h 55m 12s	13h 40m 48s	1d 19m 12s	1d 17h 2m 24s	0	
საკრედიტო პროცესი	Task	2	2	1d 52m 48s	1d 17h 2m 24s	1d 4h 4m 48s	2d 7h 55m 12s	12h	1d 13h 55m 12s	1d 1h 55m 12s	1d 19m 12s	3d 4h	0	
კრედიტის გაცემა ბიზნეს პროცესი	Task	1	1	1d 13h 55m 12s	1d 13h 55m 12s	1d 13h 55m 12s	1d 13h 55m 12s	1d 12h	1d 12h	1d 12h	0	1d 12h	0	
ოპერაციის მომსახურება	Task	1	1	1d 16h 4m 48s	1d 16h 4m 48s	1d 16h 4m 48s	1d 16h 4m 48s	1d 13h 7m 12s	1d 13h 7m 12s	1d 13h 7m 12s	0	1d 13h 7m 12s	0	
დასასრული	End event	0												

ნახ.9. კრედიტის გაფორმება და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები 2

ვინაიდან ნაშრომის მიზანს წარმოადგენდა საკრედიტო ოპერაციებში ინოვაციური სპეციალიზირებული სისტემის გამოყენების კვლევა, ასევე შემუშავდა შესაბამისი ბიზნეს-პროცესები nCino სისტემის გამოყენებით, რომელიც დღეისათვის წარმოადგენს ინოვაციურ ნაბიჯს კრედიტებთან მუშაობის სფეროში. [9] ნახ.10-ზე წარმოდგენილია nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი. ხოლო nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესი მოცემულია ნახ.11-ზე.



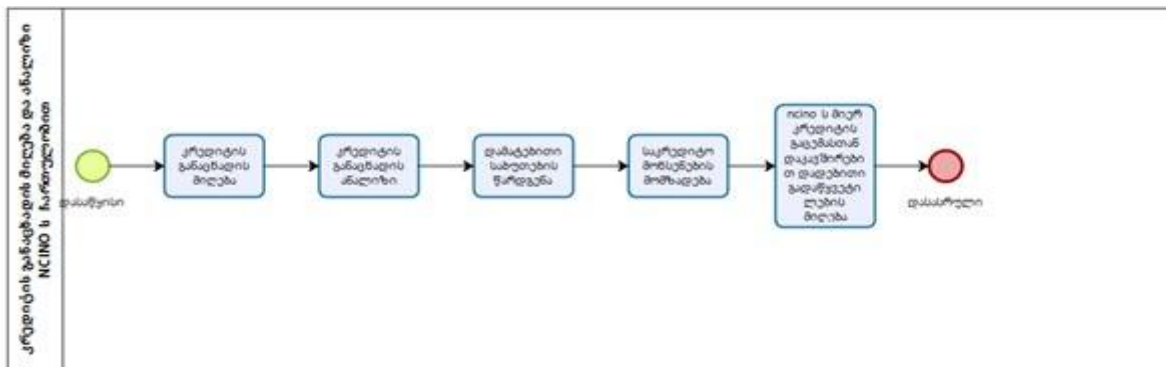
ნახ.10. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი



ნახ.11. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესი

შემდეგ ეტაპზე ჩატარებულია nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელირება. აქ გამოყოფილია ორი ვარიანტი.

პირველი ვარიანტი შეესაბამება იმ სიტუაციას, როდესაც კრედიტის გაცემასთან დაკავშირებით გადაწყვეტილების მიღება ხორციელდება მხოლოდ nCino სისტემის მუშაობის საფუძველზე. ნახ.12-ზე მოყვანილია პირველი ვარიანტის განხორციელება.



ნახ.12. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელი

nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის პროცესში მიღებულია შედეგები 1 და 2 (ნახ.13 და ნახ.14).

Resources		Scenario information			
კრედიტის განაცხადის მიღება და ანალიზი NCINO ს სისტემით		Name	კრედიტის განაცხადის მიღება NCINO		
		Time unit	Days		
		Duration	006:00:00:00		
Resource	Utilization	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost	
საბანკო პროცესი	0.00 %	0	0	0	
საკრედიტო საბჭო	0.00 %	0	0	0	
საკრედიტო ოფიცერი	97.22 %	0	2,332	2,332	
საკრედიტო განყოფილება	4.17 %	0	200	200	
NCINO	100.00 %	0	600	600	
Total		0	3,132	3,132	

ნახ.13. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის სიმულაციის შედეგი 1

Resources

კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი

Scenario Information

Name

კრედიტის განაწილება მიღება NCINO

Time unit

Days

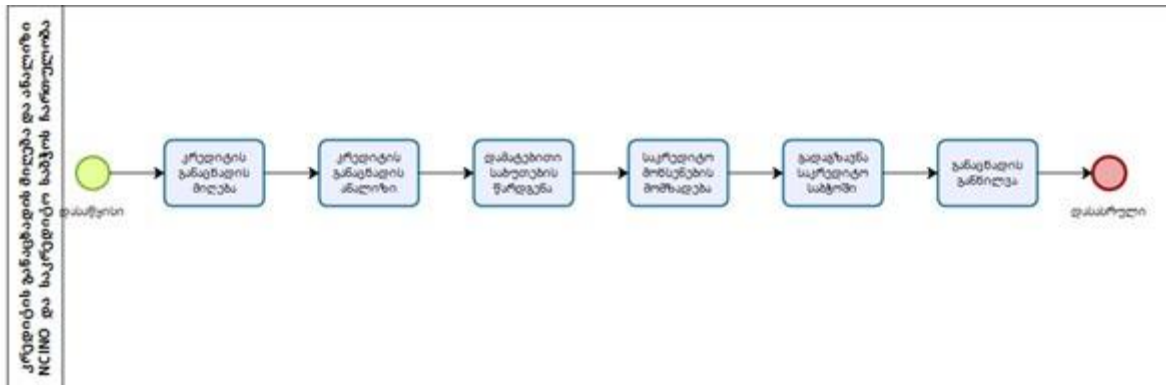
Duration

006,00,00,00

Name	Type	Instances completed	Instances started	INSTANCES started	Min. time	Max. time	Avg. time	Total time	Min. time waiting resource	Max. time waiting resource	Avg. time waiting for resource	Standard deviation waiting for resource	Total time waiting resource	Total time cost
კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი	Process	2	7		1d 18h 4m 48s	2d 7h 55m 12s	2d	2d 8h 2m 24s						
დასაწყისი	Start event	7												
კრედიტის განაწილება მიღება	Task	4	4		28m 48s	1d 2h 24m	15m 22m 28s	1d 18h	0	1d 1h 22m 12s	12m 4m 48s	15m 4m 48s	1d 18h 4m 48s	0
კრედიტის განაწილება მიღება	Task	4	4		57m 36s	3h 2m 24s	3h 36m	14h 24m	0	4h 4m 48s	2h 35m 24s	1h 26m 24s	13h 35m 36s	0
დასაწყისი საბუღალტრო წარმართვა	Task	3	4		1d 18h 4m 48s	1d 1h 2m 24s	1d 15m 18m 12s	4d 6h 37m 36s	0	1d 15m 4m 48s	3h 35m 24s	54m 35m 24s	1d 11m 2m 24s	0
საბუღალტრო წარმართვა	Task	2	2		3h 36m	4h 4m 48s	3h 36m 24s	7h 24m 48s	28m 48s	57m 36s	43m 12s	14m 24s	1h 28m 24s	0
კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი	Task	2	2		57m 36s	1h 55m 12s	1h 26m 24s	2h 52m 48s	57m 36s	1h 55m 12s	1h 26m 24s	26m 48s	2h 52m 48s	0
დასასრული	End event	2												

ნახ.14. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაწილების მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგი 2

მეორე ვარიანტს წარმოადგენს nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის განაწილების მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი საბჭოს ჩართულობით (ნახ.15)



ნახ.15. nCino სისტემის გამოყენებით და საბჭოს ჩართულობით კრედიტის განაწილების მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელი

ჩატარებულია nCino სისტემის გამოყენებით და საბჭოს ჩართულობით კრედიტის განაწილების მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაცია, რის შედეგად მიღებულია ორი ცხრილი (ნახ.16 და 17).

Resources		Scenario Information		კრედიტის განაწილება მიღება NCINO											
კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი		Name		კრედიტის განაწილება მიღება NCINO											
		Time unit		Days											
		Duration		006,00,00,00											
Resource	Utilization	Total time cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost	Total cost
საბუღალტრო წარმართვა	0.00 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
საბუღალტრო წარმართვა	39.24 %	0	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892	1,892
საბუღალტრო მომსახურება	60.76 %	0	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314	1,314
საბუღალტრო განაწილება	5.56 %	0	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4	155.4
NCINO	100.00 %	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Total		0	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4	3,456.4

ნახ.16. nCino სისტემის გამოყენებით და საბჭოს ჩართულობით კრედიტის განაწილების მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგი 1

Resources		Scenario Information												
კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი NCINO-ის საბუღალტრო წარმართვა		Name		კრედიტის განაწილება მიღება NCINO										
		Time unit		Days										
		Duration		006,00,00,00										
Name		Type	Instances completed	Instances started	Min. time	Max. time	Avg. time	Total time	Min. time waiting resource	Max. time waiting resource	Avg. time waiting for resource	Standard deviation waiting resource	Total time waiting resource	Total time cost
კრედიტის განაწილება მიღება და ანალიზის ბიზნეს-პროცესი		Process	1	7	4d 6h 57m 36s	4d 6h 57m 36s	4d 6h 57m 36s	2d 5h 31m 12s						
დასაწყისი		Start event	7											
კრედიტის განაწილება მიღება		Task	5	5	28m 48s	2d 7h 28m 24s	23m 52m 48s	4d 9h 24m	0	2d 6h 57m 36s	23h 24m	21h 21m 36s	4d 6h	0
კრედიტის განაწილება მიღება		Task	5	5	57m 36s	3h 2m 24s	3h 36m	17h 51m 12s	0	4h 4m 48s	2h 24m	1h 26m 24s	13h 28m 48s	0
დასაწყისი საბუღალტრო წარმართვა		Task	3	3	1d	1d 3h 7m 12s	1d 1h 26m 24s	3d 4h 4m 48s	0	3h 7m 12s	1h 26m 24s	1h 12m	4h 4m 48s	0
საბუღალტრო მომსახურების მომზადება		Task	2	2	3h 36m	2d 3h 36m	1d 3h 36m	2d 6h 57m 36s	28m 48s	2d 28m 48s	1d 23m 48s	1d	2d 57m 36s	0
საბუღალტრო წარმართვა		Task	2	2	1h 55m 12s	2h 52m 48s	2h 24m	5h 2m 24s	57m 36s	1h 55m 12s	1h 26m 24s	28m 48s	2h 52m 48s	0
განაწილების განხილვა		Task	1	2	3d	3d	3d	3d	1d	1d 1h 55m 12s	1d 57m 36s	57m 36s	2d 1h 55m 12s	0
დასასრული		End event	1											

ნახ.17. nCino სისტემის გამოყენებით და საბჭოს ჩართულობით კრედიტის განაცხადის მიღებისა და ანალიზის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები 2

შემდეგ აგებულია nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელი BPMN ნოტაციის გამოყენებით (ნახ.18).



ნახ.18. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელი ჩატარებულია მოდელის სიმულაცია და მოდელირების შედეგად მიღებულია შედეგები - ორი ცხრილი (ნახ.19 და ნახ.20).

Simulation Results

Scenario Information

Name: კრედიტის გაცემა- nCino-ს გამოყენებით

Time unit: Hours

Duration: 030,000,000

Resource	Utilization	Total Used cost	Total unit cost	Total cost
საკრედიტო საბჭოს დადგენის მომზადება	96.67 %	400 000	0	400 000
კრედიტ ოფიცერი	64.58 %	155 000	0	155 000
სამსკო სტუდენტობისთვის პროგრამა	64.58 %	0	32 550	32 550
nCino სისტემა	100.00 %	0	36 000	36 000
Total		555 000	68 550	623 550

ნახ. 19. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგი 1

Simulation Results

Scenario Information

Name: კრედიტის გაცემა- nCino-ს გამოყენებით

Time unit: Hours

Duration: 030,000,000

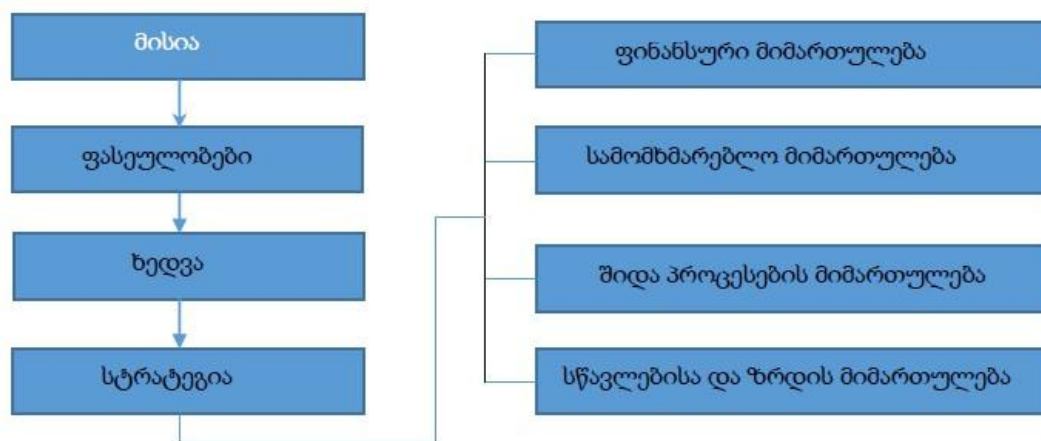
Name	Type	Instances completed	Instances started	Min. time	Max. time	Avg. time	Total time	Min. time waiting resource	Max. time waiting resource	Avg. time waiting for resource	Standard deviation waiting resource
კრედიტის ნაშუ	Process	2	25	10d 13h	19d 2h	14d 19h 30m	6d 12h				
NoneStart	Start event	25									
საკრედიტო საბჭოს დადგენის მომზადება	Task	17	17	15h	9d 9h	5d 7m 12s	85d 2h	0	8d 18h	4d 9h 7m 12s	2d 17h 12s
საბჭოს წევრებთან დამატებითი მასალების მიწოდება	Task	11	12	1d 5h	9d 4h	5d 43m 48s	55d 8h	0	8d 10h	4d 4h 55m 12s	2d 19h 26s
ჩაღმართული კომისიის მომზადება	Task	8	8	18h	8d 17h	4d 16h 15m	37d 10h	15h	8d 14h	4d 13h 15m	2d 13h 13s
ჩაღმართული კომისიის მომზადება	Task	5	5	2d 3h	8d 14h	5d 9h 24m	26d 23h	1d 20h	8d 7h	5d 2h 24m	2d 5h 47h
კრედიტის ნაშუ	Task	4	4	2d 11h	8d 22h	5d 20h 15m	23d 9h	1d 23h	8d 10h	5d 8h 15m	2d 13h 46s
საბჭოს წევრებთან დამატებითი მასალების მიწოდება	Task	2	2	3d 9h	6d 17h	5d 1h	10d 2h	2d 21h	6d 5h	4d 13h	1d 16h
NoneEnd	End event	2									

ნახ.20. nCino სისტემის გამოყენებით კრედიტის გაფორმებისა და გაცემის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგი 2

უნდა აღინიშნოს, რომ შესაძლებელია ზემოდ მოყვანილი მოდელების სხვადასხვა პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის სიმულაციის ჩატარება, რაც თავის მხრივ იძლევა საშუალებას რესურსების სხვადასხვა მოხმარებით მიღებული სხვადასხვა

ვარიანტებიდან შერჩეულ იქნას ბანკისთვის კრედიტის განაცხადის მიღების, ანალიზის, გაფორმების და გაცემის ეტაპების განხორციელების საუკეთესო ვარიანტი [10].

შემდეგ განხილულია ზემოდმოყვანილი ბიზნეს-პროცესების და მათი მოდელირების შედეგების გამოყენების საკითხი ბანკის საქმიანობის შეფასებაში მდს-ის საშუალებით. მისი ძირითადი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ მაჩვენებლების სისტემა დაბალანსდება ოთხი ჯგუფის სახით (ნახ.21).



ნახ.21. მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემის არსი

მდს-ის მეთოდის მიხედვით პირველ ეტაპზე ხორციელდება ხედვისა და მისიის ჩამოყალიბება, მისიიდან გამოყავთ სტრატეგიული მიზნები, რომელთა მისაღწევად მუშავდება სტრატეგია. შემდეგ ხდება 4 მიმართულების გამოყოფა და მათთვის KPI-ების სისტემის ჩამოყალიბება.

პირველი ჯგუფი (ფინანსური მიმართულება) მოიცავს ტრადიციულ ფინანსურ მაჩვენებლებს, გულისხმობს კავშირის დადგენას კომპანიის სტრატეგიასა და ფინანსურ მიზნებს შორის, რომლებიც თავისებური ორიენტირებია სხვა შემდგენების ამოცანებისა და პარამეტრების განსაზღვრის დროს.

მეორე ჯგუფი (სამომხმარებლო მიმართულება) აღწერს საწარმოს (ჩვენ შემთხვევაში ბანკის) გარე გარემოს, მის დამოკიდებულებას კლიენტებთან, განსაზღვრავს სამომხმარებლო ბაზრის მიზნობრივ სეგმენტებს და კლიენტების მიზნობრივ ჯგუფს.

მესამე ჯგუფი (შიდა პროცესების მიმართულება) განსაზღვრავს საქმიანობის სახეობებს, რომელიც ყველაზე მნიშვნელოვანია მოხმარებლების და აქციონერების მიზნების მისაღწევად. მოცემული შემდგენის მიზნებისა და მაჩვენებლების ფორმირება ხორციელდება ფინანსური და კლიენტების შემდგენების დამუშავების შემდეგ, რაც იძლევა შიდა ბიზნეს-პროცესების პარამეტრების ორიენტირების საშუალებას კლიენტებისა და აქციონერების დაკმაყოფილებაზე.

მეოთხე ჯგუფი (სწავლებისა და ზრდის მიმართულება) აფორმირებს საწარმოში შესაბამის საკადრო უზრუნველყოფას. ამ შემდგენის ძირითადი მაჩვენებლები იძლევა საშუალებას შეფასდეს საკადრო სიტუაცია კომპანიაში[1].

როგორც ავღნიშნეთ, Balanced Scorecard (BSC) სისტემის თითოეულ მიმართულებას აქვს შესაბამისი KPI (Key Performance Indicators) პარამეტრები, რომლებიც გამოიყენება

ორგანიზაციის მუშაობის შესაფასებლად და განვითარების საჭიროებების განსასაზღვრად. ქვემოთ მოცემულია თითოეული მიმართულებისათვის ტიპური KPI-ების ჯგუფების ჩამონათვალი:

1. ფინანსური მაჩვენებლები (Financial Perspective):

მოგება (Profitability); შემოსავალი (Revenue); წარმოების კაპიტალის გამოყენება (Capital Utilization); ღირებულება და ხარჯები (Cost and Expenses); ფინანსური სტაბილურობა (Financial Stability);

2. მომხმარებლები/ბაზარი (Customer Perspective):

მომხმარებლის კმაყოფილება (Customer Satisfaction); მომხმარებლის შენარჩუნება (Customer Retention); ბაზრის წილი (Market Share); მომხმარებლის მოლოდინი (Customer Expectations);

3. შიდა ბიზნეს-პროცესები (Internal Business Processes):

პროცესების ეფექტიანობა (Process Efficiency); ხარისხი (Quality); ინოვაცია (Innovation); პროცესის ოპტიმიზაცია (Process Optimization);

4. სტრატეგიული სწავლა და განვითარება (Learning and Growth):

თანამშრომელთა კმაყოფილება და მოტივაცია (Employee Satisfaction and Motivation); მოცემული ცოდნა და უნარები (Skills and Knowledge); ინოვაციური კულტურა (Innovative Culture); ტექნოლოგიური განვითარება (Technology Development).

შემდეგ მოყვანილია ის KPI-ები, რომელიც შეიძლება იყოს გამოყენებული შიდა პროცესების შესაფასებლად ჩვენს მიერ შემუშავებული და შეფასებული ბიზნეს-პროცესების შემთხვევაში:

ხარჯების შემცირება (Cost Reduction),
საბანკო პროდუქტის ან მომსახურების მიწოდების დრო (Cycle Time),
სამუშაო პროცესების გაუმჯობესება,
ინოვაციური იდეების განსახორციელებლად საჭირო რესურსები;
საბანკო პროდუქტის ან მომსახურების განხორციელების ეფექტურობის ზრდა;
რესურსების მაქსიმალური გამოყენება.

ყველაზე მნიშვნელოვანი წარმოდგენილ ნაშომში კი არის ის, რომ შემუშავებული ბიზნეს-პროცესები, მათი მოდელები და სიმულაცია იძლევა საშუალებას პირდაპირ შეფასდეს მოყვანილი KPI-ები. ყოველივე აღნიშნული კი, თავის მხრივ, უკუკავშირით ხელს უწყობს ბანკის ბიზნეს-პროცესების საუკეთესო სახით დაპროექტებას.

დასკვნა

ინფორმაციული სისტემის და ტექნოლოგიების ეფექტიანობის შეფასების სხვადასხვა მეთოდები ვერ ქმნიან სრულ სურათს სისტემის წარმატების ან წარუმატებლობის შესახებ. ეს მეთოდები ეხმარება ორგანიზაციებს, შეაფასონ ცალ-ცალკე სხვადასხვა მიმართულებებით მიღებული შედეგები.

მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემა (Balanced Scorecard) საბანკო სფეროში შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც სტრატეგიული მართვის ინსტრუმენტი, რომელიც ხელს უწყობს ბანკს მოკლევადიანი და გრძელვადიანი მიზნების შესრულებას, რომელიც

მოიცავს ფინანსურ და მრავალ სხვა მაჩვენებლებს. ამ სისტემის გამოყენებით ბანკი შეძლებს არა მხოლოდ ფინანსური წარმატების გაზრდას, არამედ გაუმჯობესებს კლიენტთა მომსახურების ხარისხს, ჩაატაროს შიდა პროცესების ოპტიმიზაცია და განახორციელოს თანამშრომლების განვითარების სტრატეგიები.

ბანკებისათვის „მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემა“ წარმოადგენს შესანიშნავ ინსტრუმენტს, რომელიც ხელს უწყობს სტრატეგიული მიზნების მიღწევას. ამ სისტემის დახმარებით ბანკები შეძლებენ:

1. **ფინანსური მაჩვენებლების გაძლიერებას:** შესაძლებელი იქნება შემოსავლის, ხარჯების და მოგების მაჩვენებლების ეფექტურად მართვა, რაც უზრუნველყოფს კონკურენტული უპირატესობის შენარჩუნებას ბაზარზე;
2. **კლიენტების კმაყოფილების ამაღლებას:** დაბალანსებული სისტემა საშუალებას აძლევს ბანკებს მუდმივად მოარგონ თავიანთი სერვისები კლიენტთა მოთხოვნებს და მოახდინონ მომხმარებლის უკეთესი მომსახურების სტრატეგიის განვითარება;
3. **შიდა პროცესების გაუმჯობესებას:** შესაძლებელი ხდება ოპერაციების ოპტიმიზაცია და რისკების მართვა, რაც განაპირობებს ბანკის ოპერაციულ ეფექტიანობას და სტაბილურობას;
4. **თანამშრომლების განვითარებას:** სისტემის ფარგლებში ბანკი დიდ ყურადღებას უთმობს თანამშრომლების უნარ-ჩვევების განვითარებას, რაც ზრდის გუნდური მუშაობის შესაძლებლობებს და ორგანიზაციული კულტურის გაუმჯობესებას.

შიდა პროცესებთან მიმართებაში ხაზი უნდა გაესვას იტ-ის თანამედროვე ინოვაციური მიღწევების გამოყენების შეფასების შესაძლებლობას და ბანკის საქმიანობაზე მათი ზეგავლენის შესწავლას.

ამგვარად, „მაჩვენებლების დაბალანსებული სისტემა“ წარმოადგენს არამარტო ფინანსური მიზნების მიღწევის ხელსაწყოს, არამედ ხელს უწყობს ყველა მნიშვნელოვანი კომპონენტის გაწონასწორებას, რაც გარდაუვალი ხდება ბანკის წარმატებული ფუნქციონირებისთვის გრძელვადიან პერიოდში.

ლიტერატურა

1. მ.თევდორაძე, ნ.წულუკიძე, ე.დადიანი, მ.სალთხუციშვილი. თ.რუხაძე, მ.ნებიერიძე. ინფორმაციული ტექნოლოგიების სტრატეგია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, გამოცემა 2, 2019 (2021), სტუ-ს ბიბლიოთეკა CD – 6155, 250გვ.
2. მ.თევდორაძე, მ.სალთხუციშვილი, ს.გოგოლაძე, თ.რუხაძე. ბიზნეს-პროცესების მართვის ინფორმაციული სისტემებისა და ტექნოლოგიების ეფექტიანობა და მისი გავლენა ორგანიზაციის საქმიანობაზე ბანკების მაგალითზე. მონოგრაფია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სტუ, თბილისი, 2017. სტუ-ს ბიბლიოთეკა, CD 3792, 181 გვ.
3. მ.თევდორაძე, ნ.ლოლაშვილი. საბანკო-საფინანსო ინფორმაციული სისტემები და ტექნოლოგიები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2019. სტუ-ს ბიბლიოთეკა CD-6155, 280 გვ.
4. Nona Otkhozoria, Taliko Zhvania, Nino Lortkipanidze The Critical Role of Information Technology Service Management Using ITIL Best Practices to Improve Business Management Computer Science <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2024-2-171-176>
5. მ.თევდორაძე, ნ.მელიქიძე, ნ.ლუდუშაური. ბანკში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების ეფექტიანობის შეფასება. შრომათა კრებული "თანამედროვე გამოწვევები და მიღწევები ინფორმაციულ და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებში - 2024 © საგამომცემლო სახლი "ტექნიკური უნივერსიტეტი", 2024. <http://www.gtu.ge>. ISBN 978-9941-512-80-3, გვ.42-48
6. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/ROI>
7. <https://www.neomind.com.br/en/blog/tco-total-cost-of-ownership-what-it-is-and-how-to-calculate-it/>
8. Aleksandra Bošković, Ana Krstić The Combined Use of Balanced Scorecard and Data Envelopment Analysis in the Banking Industry / Business Systems Research | Vol. 11 No. 1 |2020
9. <https://www.ncino.com/>
10. მ.თევდორაძე, მ.სალთხუციშვილი, თ.ჭილაძე, თ.რუხაძე, მოდელირების როლი ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებასა და ოპტიმიზაციაში. მონოგრაფია, სტუ, თბილისი, 2017, სტუ-ს ბიბლიოთეკა, CD 3792, 137 გვ.

Estimation of Effectiveness of Modern Information Systems and Technologies in Banks By Balances Scorecard (BSC) Method

Nino Melikidze

Resume

Today, it is relevant for banks to use modern advancements in information technology (IT) such as blockchain, artificial intelligence, and modern specialized systems. However, before their implementation, it is necessary to assess the impact of modern technologies on the bank's operations and the effectiveness of their use, which can be quite challenging. There are various methods, but one of the best approaches is the development and evaluation of business processes within the bank, considering the use of modern technologies. Business processes, through their modeling, allow the effectiveness of using certain tools to be assessed.

The paper describes modern IT systems and technologies used in leading institutions of the banking sector. As example there are provided operations related to working with loans. The business processes have been developed using traditional bank information system, as well as a business processes with using one of the innovative specialized systems in credit activities. Business processes models, their simulation, and the simulation results are presented. Based on the results, the advantages of using specialized systems can be assessed. The approach of evaluating business processes can also be used to assess the effectiveness of other any new tools. However, this would only be an evaluation of one specific direction. The relevant issue, however, is the comprehensive evaluation of the bank's operations and of the use of modern IT achievements within it.

In general, various methods are used to assess the effectiveness of the bank's operations and of its use of IT and information systems (IS), such as Return on Investment (ROI), Total Cost of Ownership, System Usability Scale, and others. However, only the Balanced Scorecard (BSC) provides the opportunity to evaluate the bank's operations comprehensively, and importantly, considering the business processes in which modern IT achievements are applied.

The history of the Balanced Scorecard (BSC) – a system of balanced indicators – is connected with the formation of the Balanced Scorecard concept in 1990 when the well-known auditing and consulting company "KPMG Peat Marwick" began researching tools and possibilities for increasing management efficiency at its research center.

In general, at the level of business processes, strategic activities are controlled through Key Performance Indicators (KPIs), which represent measures of goal achievement and also indicate the effectiveness of business processes and each employee's performance. Therefore, the balanced system of indicators (BSI), which is focused on the evaluation of KPIs, serves as not only a strategic but also an operational management tool. The advantage of BSI is that an organization implementing this system obtains a coordinated system of actions that aligns with the strategy at all levels of management and integrates various functional areas, such as: personnel management, finance, IT, and others.

This paper proposes an approach to evaluating the effectiveness of bank operations based on the Balanced Scorecard method. The key steps are outlined, and KPIs that could be used to evaluate the bank's business processes and the application of modern IT in them are suggested.

Key Words: Evaluating the effectiveness of information technology in banking, KPI (key performance indicators), Balanced Scorecard Method

The article discusses the issues of ensuring the safety and preservation of the biological activity of food products during processing and storage.

Undesirable Transformations of Certain Nutrients during Pre- processing and Protection against Them

George Madzgarashvili

Doctor of Agric. Sci., LLC “Demetra”, Experimental Laboratory of Food Products Processing

E-mail: gmadzgarashvili@yahoo.com Tel.: (+995) 555 39 07 56

ORCID-ID: 0009-0007-1836-8523

Abstract

This paper examines one of the most relevant aspects of food production in modern conditions – the issues of their processing and quality preservation, namely, the creation of high-quality feed for bees using inexpensive, non-traditional raw materials. When solving this problem, it turned out that previous technologies cannot ensure the production of safe products: compounds harmful to both humans and bees are formed: oxidized flavonoids, 5-hydroxymethylfurfural. At the same time, the organoleptic properties (color, odour, taste) of fruit-based products have sharply deteriorated. Moreover, these substances have pronounced toxic properties. To prevent these undesirable phenomena, the author has developed a new method for concentrating solutions and liquid mechanical mixtures at low temperatures ($<70^{\circ}\text{C}$) (Madzgarashvili, 6), which made it possible to avoid the formation of the above substances;

-Using modern biotechnological methods, in particular, through enzyme preparations, it was decided to create a fundamentally different way of producing one of the promising bee products – bee bread: It was obtained directly from pollen, by lactic acid fermentation in laboratory or industrial conditions, which eliminated of bee hive impurities, honeycomb damage, risk of residues of the embryo feed getting into finished products, and expanded the possibilities of bee bread production and export.

Key Words: Honey; Pollen; Bee Bread; Ferments; Fruit Concentrates; 5-Hydroxymethylfurfural; Flavonoids.

Introduction

Such transformations occur in the content of protein, simple carbohydrates, vitamins and other substances. The main reasons for them include improper thermal regime, atmospheric oxygen, various types of microbes, high water content, hydrogen ion concentration, sunlight, composition of packaging

material, etc., and the consequence is a change in the quality of food and the appearance of undesirable, and sometimes harmful substances. Such a wide variety of factors and completely different chemical composition of food make the researcher look for optimal solutions for processing and storing certain types of food. Based on the above, we approached this issue primarily taking into account their chemical composition, in particular, understanding the possible reaction of the factors listed above to the substances (protein, carbohydrates, excess moisture, etc.) included in their composition.

Materials used: dried pollen, with a residual moisture content of 10-12%; natural honey with excess water and acetic acid; natural fruits, with the possibility of canning; natural grape juice (Badagi), with a sugar content of 20-22% by weight; wheat flour, with residual moisture 12-13%; Potassium pyrosulfite, commercial preparation; carbon dioxide gas; enzyme preparations: α -amylase, β -fructofuranosidase.

Research methods

1. Technology of Drying of Pollen (Madzgarashvili, 2, Rus)
2. Preservation of Pollen in Bee Colony (in Honeycombs) (Tunikow et al , 11, Rus)
3. Method of Preparing of Bee Bread without Bee Colony (Honeycombs) (Madzgarashvili, 3, Geo)
4. Kirby-Bauer Disk-Diffusion Susceptibility Test Protocol. (Hudziki, 10, Eng)
5. Determination of HMF by Fiehe's Test. TU Latv. SSR 290-60 (9, Rus)
6. Method of Hydrolysis of Food Sugar in Concentrated Solutions. Patent of Former USSR # 578 341 C 13K 3/00, 1977 (Madzgarashvili G. et al, Rus).

Results of the research and discussion

Development of a safe technology for enzymatic hydrolysis of sugar syrup and removal of excess water from the solution. According to Hertzfeld (1), 5-hydroxymethylfurfural, produced during acid hydrolysis of sugar, even at its low concentration in solution (3 mg/%) negatively affects the life expectancy of bees. For this reason, our research (Madzgarashvili, 2) has for the first time determined the minimum temperature required for this substance to produce (70°C). Under normal conditions it significantly prolongs the evaporation of excess water from the hydrolysate. In the course of subsequent research, a simple and effective method of solvent evaporation from solutions and liquid mechanical mixtures was developed. It is carried out at atmospheric pressure, temperature 40-65°C, with high condensation intensity, depending on the type of substrate. In particular, in one series of experiments, the initial concentration of the solution was 12-23wt%, and the evaporation rate (decrease in water content) per hour was 11-12%. In the subsequent period (concentration 24-65%), the evaporation rate reached 16-17%. At the final stage (concentration 66-81 wt%), the evaporation rate decreased to 8-10%. In the next experiment, at an initial solution concentration of 67-68%, 90-100 minutes were enough to prepare the optimal composition of invert syrup for bees (78-81wt%). The content of 5-hydroxymethylfurfural in this product did not exceed 5 mg/kg (laboratory "Multitest", Tbilisi, 2017). This figure is significantly lower than the data for honey of the highest quality. This effect was achieved by using the microbial β -fructofuranosidase (Madzgarashvili, 4). Subsequently, the production and use

of invert syrup in this way became the basis for the development of safe technologies for the production of other products (bee bread, fruit concentrates, dried fruits).



Fig. I. Invert syrup additions



Fig. II. Candy (paste food) consists of: only simple sugars



with protein

Features of processing and storage of high-protein foods. In this case, the subject of our research was pollen - pollen grains, that bees collect as a source of basic nutrients (except carbohydrates), a product with high biological activity, perishable under natural conditions, with moderate (20-30%) moisture content and abundantly infected with yeast fungi. The bee itself solved this issue in the process of evolution by carrying out lactic acid fermentation in a product placed in honeycombs, but it is quite difficult for a person to remove the product stored in a honeycomb and already turned into bee bread, not to mention its ecological purity, the volume of a marketable product is reduced due to the sharp seasonality of work. Man has developed simple methods to collect raw pollen from bees and dry it (Fig. III). For the last operation, it is recommended to use a simple drying cabinet with a thermal regime of 35-40°C. Obviously, this regime makes the drying process much longer (20-48 hours, taking into account its initial humidity). A negative consequence of this process is the low stability of labile ingredients, especially in terms of preservation of carotene and amino acids (lysine, phenylalanine, arginine).



Fig. III. Pollen dryer



Pollen



Bee bread

During the comparative testing of drying units of different designs, we preferred a vacuum dryer. In addition, it was observed that: if the residual pressure does not exceed 0.05 kg/cm², and the temperature ranges from 60-65°C, then the drying process lasts 75-90 minutes, and the residual moisture content is

4 wt.% on average. It should be noted that under these conditions, the temperature in the material to be dried does not rise above 45°C, which is explained by the increased release of heat and water vapor from the vacuum dryer (Madzgarashvili, 2). The fact that the negative effect of atmospheric oxygen on the preservation of carotene and amino acids is significantly weakened in vacuum conditions can not be regarded as a factor contributing to the improvement of drying, in particular, the carotene content in the test sample of pollen (drying in vacuum) was 8.5 mg%, in the control of the sample (drying in a conventional drying cabinet 40-45°C) this indicator was 7.94 mg%, of Lysine- 3.23 and 2.55 mg%, respectively; of Arginine -4.21 and 1.27; of Phenylalanine -1.94 and 1.35. In the test group of bee colonies, which were given vacuum-dried pollen mixed with candy, the area of an adult brood at the end of the experiment was 29.4 dm², the same indicator of the control group was 25.5 dm². Furthermore, it should be noted that volatile essential oils - an important biologically active substance - are much more intensively lost in vacuum, which can be considered a disadvantage of this method.

At the next stage of the work, we made bee bread from dry pollen without a bee colony (honeycombs, Madzgarashvili, 3). The advantages of this step include: clearly the best ecological purity of the pollen, the opportunity to do work literally all year round, and for the collection of pollen - during 5-7 months of the active season, reduction of labor costs by almost 40%, the duration of conservation of bee bread has been reduced from 2.5 weeks to 50 hours, using selective strain of lactic acid bacteria. This was also due to the fact that the mixture created the necessary minimum of simple sugars (invert syrup by Madzgarashvili et al, 4) for the functioning of lactic acid bacteria, and also used a neutral gas-carbon dioxide was used both during incubation and storage of the finished product. Accordingly, the market price of finished bee bread has decreased from \$100 to \$64 per kg, which will significantly increase the consumption of the product by the population with the results obtained.

To determine the biological activity of the bee bread made by the above technology, the sample was incubated with *Clostridium botulinum* spores, placed in a thermostat at 37°C for 10 days, after which a sample of bee bread was given together with the main feed to an experimental group of white mice. The control group received regular food (without bee bread). During the experiment, all numbers of mice were maintained, i.e. the bee bread inhibited the ability of *Clostridium botulinum* to multiply and produce toxin (L. Malania, personal report from R.Lugar laboratory, Tbilisi, 2019).

This product was also tested in the Microbiological Laboratory of "Biotexi" LLC by including it in a meat-peptone agar (Hudziki, 10) on which strains of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were incubated. Within 24 hours, the diameter of their inhibition zones was 33 and 31 mm, respectively. Unfortunately, we did not have the opportunity to determine the effect of bee bread made in this way on the condition of patients with the Covid-19. Due to technical difficulties, we were also unable to determine the level of carotene retention compared to the initial product using an improved research method (Biehler et al, 7). In addition, it would be very interesting to implement the entire process of product preparation (including final humidity conditioning) in the neutral gas zone.

Processing and storage of foods rich in simple carbohydrates. Such products include fruits and honey. The water content in fruits is very high, and the fructose-rich raw materials almost do not emit water

at low temperatures ($<45^{\circ}\text{C}$) during the drying process. Prolonged low-temperature drying and the same process in short-term, but high-temperature conditions dramatically worsen the appearance of the product; Due to the oxidation of phenolic compounds, Badagi (grape juice) darkens, and 5-hydroxymethylfurfural, harmful to health, is formed. Under these conditions, it is very difficult to produce high-quality canned fruits, and conditioning of unripe honey (concentration 75-79 wt.%) takes several hours (Tew, 5), which leads to a further increase in the above-mentioned harmful substances.



Fig. IV. Results of analysis (Fiehe's test) of churchkhela technology made: by new (left) and traditional (right) methods



Fig. V. Peach jam prepared by new (4) and initial material (5)



Fig. VI. White cherry jam by new (2) and the same to the traditional technologies (3)



Fig. VII. Quince puree by new (8) and by industrial technologies (9)

According to our observational data (certificate #5870, 6), the intensity of thickening of solutions or liquid mechanical mixtures increases dramatically due to an increase in the surface area of liquid evaporation (a decrease in water content by 16-17% every hour). In this case, the intrinsic temperature of the solution becomes a secondary factor, due to the installation of a special device in a standard-sized boiler, this area can be increased several times, which allows to achieve intensive evaporation of the solvent at a temperature of $40-65^{\circ}\text{C}$. Following this regime, at the beginning of the research, we developed a technology for the production of honey substitute - invert sugar for bees (Madzgarashvili et al, 3), in which the temperature required for concentration starts from 62°C and ends at 68°C , reaching a concentration of 82-83 wt.%. According to the testing laboratory "Multitest" (Georgia), the

content of 5-hydroxymethylfurfural in invert syrup made using this technology did not exceed 5 mg/kg. The same indicator ranged from 83 to 713 mg/kg in canned fruit brought from the International Food Exhibition in Istanbul (2017 y.), as well as from Georgian enterprises. Here are photos of jams and purees prepared using these technologies, clearly indicating a sharp increase the formation of 5-HMF (Fig. IV). Relatively low temperature used for canning (<70°C) excludes the possibility of the formation of caramelans.



12



13

Fig VIII. Semi-dry Jams from: Quince (12) and musk strawberry (13)



Fig. IX. Pear Jam



Fig. X. Apple Jam

Grape juice processing. When using grape juice in production of Churchkhela, Georgian delicacy, by traditional technology, a radical change in its color is observed- intensive oxidation of phenolic compounds above a temperature of 50°C, which indicates a high content of these substances in juice. Below a number of substances successfully are used as antioxidants by various authors: sulfuric anhydride, polyacrylamide and others (Shatirishvili, 8), protected this product from darkening. Sulfuric anhydride, used by us for a similar purpose, effectively purified juice from sediment for 36 hours, although sometimes granular clinoptilolite (3-5 mm in size) had to be used for the same purpose. At the completion of this process, grape juice thickened to 82-83 wt.% at a temperature of 52-57°C was characterized by sufficient transparency and crystallized in a short time (2 weeks) (the result of excess

glucose) to form a gray-white, fairly dense dough (fig. XI left). This gives us an opportunity to make the Churchkhela production process permanent, that is, to get rid of seasonality (more equal provision of the market), while hydrogen ion concentration in juice before treatment and after concentration was almost the same and was pH 4,0- 3.9. This indicates that SO₂ is removed along with water vapor during the concentration of juice. As for 5-hydroxymethylfurfural, we conducted a qualitative analysis of it by the effect of hydrochloric acid resorcinol on diethyl ether extract (after evaporation of the ether) (Fiehe's test, 9)). The control sample was presented by the Churchkhela dough prepared in the traditional way (50% juice+ a mixture of wheat flour as a result of prolonged cooking). The results of the analysis are given above (Fig. IV).



Fig XI. Grape juice processed by new (left) and traditional (oxidated) methods

In the production of Churchkhela, it is worth noting that the product made in the traditional way, after drying in natural conditions, becomes very dense, which negatively affects its commercial qualities. It can be seen that there is no substance in grape juice that can break down starch, which is present in large quantities (48-57%) in wheat flour. The enzyme α -amylase was used to correct the condition. As a result of carrying out a certain amount of experimental works, we achieved the formation of saccharides of a simpler structure in the required amount in the flour suspension maintaining sufficient elasticity of the dough in the finished product without violating the integrity of the surface: The internal rotation angle of the product was reduced from 180° to 146°, which turned out to be a satisfactory indicator in terms of increasing the attractiveness of the product for the consumer.

Reducing the content of simple sugars in canned fruits has become very relevant in the current century, because their excess in the human body is accompanied by undesirable complications, especially when using folk methods: as a rule, the proportion of food sugar in the finished product significantly exceeds the amount of dry matter of the main raw material. In our research, we focused on the use of invert syrup (>67 wt.%) instead of crystal sugar, given that invert syrup penetrates more easily into the product to be processed, thereby contributing to the removal of excess water from the fruit. Immediately after the initial processing of the fruits, they were carefully put into a heated (> 40°C) syrup, to which the antioxidant SO₂ was previously added, the mixture placed in a container was kept in a thermostat at $65 \pm 2^\circ\text{C}$ for 2 hours, after which the syrup concentration was reduced to 50-54 wt.%. The syrup drained from the container was condensed to 70-72% and poured back onto the fruit

in the container. Through such step-by-step processing (with an increase in the concentration of syrup in the intervals up to 83-84%), the total concentration of jam increases to 81-82 wt.%, not accompanied by a decrease in the quality of jam during the shelf life. At the end of the process, the fruits were separated from the syrup and dried by enhanced aeration, and after transfer to the commercial vessel, the atmospheric air was replaced by carbon dioxide, providing complete preservation of the appearance, taste properties, absence of 5-HMF (fig. IV left) and excessive sweetness) of the finished products.

For our part, we will ensure the unhindered use of the proposed technologies at interested enterprises. To get more information contact the author at: G. Saakadze str. 45, 0180, Tbilisi, Georgia. E-mail: gmadzgarashvili@yahoo.com; Tel.: (+995) 555 39 07 56.

Conclusions

1. The use of the microbial β -fructofuranosidase for the preparation of invert syrups for various purposes made it possible to avoid the formation of the harmful 5-hydroxymethylfurfural, and temperatures from 40 to 65°C are sufficient for effective thickening of solutions of various concentrations, providing an increased evaporation surface area in batch / preparation vessels. Inverted syrup made in this way is much more environmentally friendly than high-quality honey, and, in addition to feeding bees, it can be used to make fruit concentrates (jam, fruit puree, dried fruits);
2. To remove excess moisture from a food product with low heat resistance, solid, granular structure, it is preferable to limit the drying process to vacuum drying, with a residual pressure of no more than 0.05 kg/cm² in a mode that provides the desired temperature within 45-50°C and a duration of 75-90 minutes. This makes it possible to preserve biologically active substances (carotene, amino acids), antimicrobial properties of the product as much as possible, to use neutral gas (for example, CO₂) for the incubation of anaerobic microbes for the same purpose, during the drying and storage of the finished product;
3. To process liquid low-concentrated fruit juices containing simple sugars and phenolic compounds, it is advisable to use an antioxidant (sulfur anhydride), for concentration - innovative technology based on an increased evaporation surface area that prevents the formation of substances harmful to health (5-hydroxymethylfurfural, oxidized flavonoids, caramelans);
4. To preserve a product with a high protein content and a relatively low water content while maintaining its biological activity, it is advisable to use lactic acid fermentation by specific bacteria, with the necessary minimum of simple sugars, with their further conversion into organic acids, which makes it possible to create the necessary amount of hydrogen ions (pH) in the product to be canned to avoid the process of protein decomposition.
5. Making jams from various fruits with minimal consumption of food sugar is facilitated by using concentrated (>67% by weight) invert syrup, which more easily replaces the water in the fruit. By gradually concentrating the syrup used, the total concentration of jam increases to 81-82 wt.%, which ensures the shelf life of fruits by preserving their presentation without syrup and is enhanced by placing fruits in an oxygen-free vessel.

Compliance with ethical standards

Acknowledgements

The author would like to express his sincere gratitude to P. Imnadze and L. Malania, the employees of National Center for Disease Control and Public Health of Georgia, as well as D. Kazarov and M. Zhvania, an employees of the NNLE “Biotexi” for their technical assistance in conducting researches.

Disclosure of conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

1. Root A. et al. A, B, C and X, W, Z of Bee Culture. Tbilisi, 1982 (Geo);
2. Madzgarashvili G. Perfection of Technologies of the Bee Products Processing, Preparing and Using of their Substitutes for Honeybees. M., Thesis ,1988 (Rus);
3. Madzgarashvili G. Making Bee Bread from Pollen without Bee Colonies. Saqpatenti, copyright #8123, 2020 (Geo);
4. Madzgarashvili G., Zarqua Ts., Iarovenco V., Dobrolinskaia G., Serova U., Jak G. Method of Hydrolysis of Food Sugar. Patent of Former USSR # 578 341C 13 K 3/00, 1977 (Rus);
5. Tew J. Honey and Wax- Consideration of Production... Manual “The Hive and The Honey Bee”, 2010, p. 657;
6. Madzgarashvili G. Technology of Thickening of Solutions and Liquid Mechanical Mixtures at Low Temperature. Saqpatenti, copyright #5870, 2014 (Geo);
7. Biehler E. et al For Carotenoid Determination in Frequently Consumed Fruits and Vegetables. Journ. Of Food Sci., 2010, vol. 00, C1-C7;
8. Shatirishvili Sh. Winemaking, 2005, Thesis, Tbilisi (Geo);
9. Natural Honey. Specifications of Former Latv. SSR TU 290-60, H 41. Determination of Hydroxymethylfurfural, 1967, p. 10 (Rus);
10. Hudziki J. Kirby- Bauer disk Diffusion Susceptibility Test Protocol. Amer. Soc. for Microbiol. 2016, p. 1-23;
11. Tunikov g., Lebedev V., Kirianov I. The Technologies of Bee Products Production and Processing. M., Colossus, 2001 (Rus).

საზრდო ნივთიერებების არასასურველი გარდაქმნები კვებისწინა სითბური გადამუშავების პროცესში და მათი თავიდან აცილება

გიორგი მაძლარაშვილი

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, შპს „დემეტრას“ დირექტორი

ნაშრომი ეხება თანამედროვე პირობებში საკვები პროდუქტების წარმოების ერთ-ერთ აქტუალურ მხარეს- მათი გადამუშავებისა და ხარისხის შენარჩუნების საკითხებს, კერძოდ: იაფი, არატრადიციული ნედლეულიდან ფუტკრისათვის მაღალხარისხიანი საკვები საშუალებების შექმნას. ამ პრობლემის გადაჭრის დროს აღმოჩნდა, რომ ადრე შექმნილი ტექნოლოგიები ვერ უზრუნველყოფენ უსაფრთხო პროდუქტების მიღებას: წარმოიქმნება როგორც ადამიანისათვის, ისე ფუტკრისათვის მავნე ნაერთები: დაჟანგული ფლავონოიდები, 5-ჰიდროქსიმეთილფურფურალი. გარდა ზემოაღნიშნულისა, მკვეთრად გაუარესებულია ხილეულიდან მიღებული პროდუქტების ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები (ფერი, სუნი, გემო). უფრო მეტიც, ეს ნივთიერებები ამჟღავნებენ აშკარად გამოკვეთილ ტოქსიკურ თვისებებს. ამ არასასურველი მოვლენების აღსაკვეთად ავტორის მიერ შემუშავებულ იქნა დაბალ ტემპერატურაზე ($<70^{\circ}\text{C}$) ხსნარებისა და თხევადი მექანიკური ნარევების კონცენტრირების ახალი ხერხი (საქპატენტი, საავტორო უფლება # 5870, 2014), რამაც საშუალება მოგვცა, თავიდან აგვეცილებინა ზემოაღნიშნული ნივთიერებების წარმოქმნა;

-თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური ხერხების გამოყენებით, კერძოდ, ფერმენტული პრეპარატების მეშვეობით გადაწყდა ფუტკრის ერთ-ერთი პერსპექტიული პროდუქტის-ჭეოს წარმოების პრინციპულად განსხვავებული ხერხის შექმნა: იგი მიღებულ იქნა უშუალოდ ყვავილის მტვრიდან, ლაბორატორიულ ან საწარმოო პირობებში რძემჟავა დუღილის განხორციელებით, რამაც თავიდან აგვაცილა ფუტკრის ბუდეში არსებული უსუფთაობანი, ფიჭების დაზიანებისა და მზა პროდუქტში ფუტკრის სამკურნალო პრეპარატების მოხვედრის საფრთხე, გაზარდა ჭეოს წარმოებისა და ექსპორტირების შესაძლებლობანი.

საკვანძო სიტყვები: თაფლი; ყვავილის მტვერი; ჭეო; ფერმენტები; ხილის კონცენტრატები; ფლავონოიდები; 5-ჰიდროქსიმეთილფურფურალი (5-ჰმფ).

ქანების წანაცვლების კონტროლი ინდუქციური

¹ტოლია კილასონია, აკაკი გიგინეიშვილი², მარეხ მაზანაშვილი³

¹ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის
საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, tkilasonia1989@gmail.com

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის
საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის უფროსი, პროფესორი, gigineishviliakaki08@gtu.ge

³ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის
საინჟინრო ფიზიკის დეპარტამენტის დოქტორანტი, marekhi1978@gmail.com

აბსტრაქტი

მოცემული დოკუმენტი წარმოადგენს სიღრმისეულ ანალიზს ინტელექტუალური სისტემის შემუშავებისა, რომელიც მიზნად ისახავს მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგს და პრევენციას. ნაშრომი ხაზს უსვამს ინფორმაციის გადამუშავების მნიშვნელობას თანამედროვე ტექნოლოგიებში, განსაკუთრებით ანალიტიკური ტექნოლოგიების როლს გადაწყვეტილების მიღების პროცესში, რაც კრიტიკულია ისეთი სისტემებისთვის, როგორიცაა უსაფრთხოების სისტემები.

კვლევა ფოკუსირებულია სამი ინოვაციური სენსორის შექმნაზე, რომლებიც სპეციალურად მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგისთვის არის განკუთვნილი. ესენია:

- ჰოლის ეფექტზე მომუშავე სისტემა: ეს სისტემა ზომავს გრუნტის წანაცვლებას და დეფორმაციას, რაც უზრუნველყოფს მეწყრის მოახლოების ადრეულ გამოვლენას.
- ახალი ტიპის დახრილობის მზომი სენსორი: ეს სენსორი იყენებს სითხეში ელექტროდების ჩაშვების პრინციპს და ზომავს ქანების დახრილობის ცვლილებებს მაღალი სიზუსტით.
- ახალი ტიპის სენსორი ნალექიანობის გასაზომად: ეს სენსორი იყენებს ვერცხლისწყლის სენსორს და ზომავს ნალექების რაოდენობას, რაც მნიშვნელოვანი ფაქტორია მეწყრული პროცესების გააქტიურებისთვის.

დოკუმენტში დეტალურად არის განხილული არსებული მონიტორინგის სისტემების შედარებითი ანალიზი, როგორიცაა GPS სენსორები, ინკლინომეტრები, ლაზერული დისტანციომეტრები და სხვა. თითოეული სისტემის დადებითი და უარყოფითი მხარეების გაანალიზების შემდეგ, კვლევა წარმოადგენს ახალ ინდუქციურ მეთოდს ქანების წანაცვლების კონტროლისთვის, რომელიც ეფუძნება ელექტრომაგნიტურ ინდუქციას და იყენებს ბრტყელ კოჭებს. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს ქანების გადაადგილების მიმართულებისა და სიდიდის ზუსტ განსაზღვრას.

კვლევის შედეგები ხაზს უსვამს შექმნილი სისტემის სიზუსტეს, ეფექტურობასა და საიმედოობას, რაც მას ღირებულ ინსტრუმენტად აქცევს მეწყერული პროცესების მონიტორინგისა და პრევენციისთვის. სისტემის გამოყენება ხელს შეუწყობს ბუნებრივი კატასტროფების რისკის შემცირებას და ადამიანების სიცოცხლის დაცვას.

საკვანძო სიტყვები: მეწყერსაშიში ზონები, მართვის სისტემა, კონტროლის სისტემა, მეწყერის წარმოშობა, მეწყერის აღმოჩენა, ადრეული შეტყობინების სისტემა, ჰოლის სენსორი, ჰოლის ეფექტი.

შესავალი

ინფორმაციის გადამუშავების მთავარი ამოცანა არსებული გამოცდილების საფუძველზე მომავლის პროგნოზირებაა, რაც იმთავითვე ინტელექტუალური სისტემების გამოყენებით ხორციელდება. აღნიშნული სისტემები საზოგადოებასთან და იმ ამოცანებთან ერთად ვითარდება, რომლებიც ამ საზოგადოების წინაშე კონკრეტულ ვითარებაში წამოიჭრება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები, ინფორმაციული ტექნოლოგიების მეტად მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ და მათ გარეშე ინფორმაციზაცია აზრს დაკარგავდა. ინტელექტუალური სისტემები ფუნქციებს ადამიანის პროგრამულ-გამომთვლელი და აპარატიული კომპლექსის ძალისხმევით ასრულებენ. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები შეიძლება ინტელექტუალური სისტემების შემადგენელ ნაწილად იქნას განხილული. ისინი, არსებითად, მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების იმ ერთობლიობას წარმოადგენენ, რომელთა მეშვეობითაც, სათანადო ალგორითმისა და პროგრამების საფუძველზე, ავტონომიურ რეჟიმში ადამიანის ინტელექტის მოდელირება ხდება. ინტელექტუალური ტექნოლოგიები ანალიტიკური ტექნოლოგიების განვითარების ერთ-ერთი ბოლო ეტაპია. ანალიტიკურ ტექნოლოგიებს უწოდებენ მეთოდიკებს, რომლებიც ცნობილ მონაცემებზე დაყრდნობით უცნობი მახასიათებლებისა და პარამეტრების მნიშვნელობის განსაზღვრის შესაძლებლობას მოძელების, ალგორითმებისა და მათემატიკური თეორემების საფუძველზე იძლევიან. ანალიტიკური ტექნოლოგიები, პირველ რიგში, იმ ადამიანებს ესაჭიროებათ, რომლებიც გადაწყვეტილებებს იღებენ: ხელმძღვანელებს, ანალიტიკოსებს, ექსპერტებს, კონსულტანტებს. შედეგებს დიდად განაპირობებს გადაწყვეტილების ხარისხი - პროგნოზების სიზუსტე, ამორჩეული სტრატეგიის ოპტიმალურობა. თანამედროვე ანალიტიკური ტექნოლოგიების საშუალებით აგებული სისტემები გადაწყვეტილებების ეფექტიანობას არსებითად ამაღლებენ. გავანალიზოთ სხვადასხვა პრაქტიკული შემთხვევისათვის ინტელექტუალური ტექნოლოგიებისადმი წყენებული მოთხოვნები. შევჩედეთ რამდენიმე შემთხვევაზე. მაგალითად, უსაფრთხოების სისტემები. რომლებიც ტექნოგენური, ეკოლოგიური, ეპიდემიოლოგიური და სხვა ანალოგიური ფაქტორებისგან გვიცავენ, უკიდურეს შემთხვევაში, ასეთი ფაქტორების ზემოქმედების მინიმიზაციას ახდენენ. ასეთი უსაფრთხოების სისტემების ფუნქციონირება დაკავშირებულია მართვის მრავალი მიზნის ანალიზთან, მხარდაჭერის სისტემების სტრუქტურულ-ფუნქციურ სინთეზთან, გადაწყვეტილებების მიღებასთან, უკუკავშირთან, ადაპტაციასა და ოპტიმიზაციასთან, ფუნქციონირებასა და გარე პირობების ინტელექტუალურ

მონიტორინგთან, მართვის სისტემის რესტრუქტურისაგან, მის სრულ რეინჟინერინგამდე.

იმისათვის, რომ შეგვექმნა სისტემა, მოწყობილობა, რომელიც გააკონტროლებდა და მეწყერსაშიშ ზონებს, აუცილებელი იყო ამ სფეროში ცოდნის ამოღება ექსპერტებისაგან. კერძოდ, ექსპერტული სისტემის შემუშავებისთვის აუცილებლობას წარმოადგენს დარგში ცოდნის მიღება, მოცემული სფეროს ექსპერტებთან ერთად მუშაობა, პრობლემის იდენტიფიცირება, ცოდნის ინჟინერიაზე მუშაობის გაწევა, საკითხის ფორმულირება. რის შემდეგ ხდება პროტოტიპირ რეალიზაცია, პროგრამისტების ჩართვა, ტესტირება და სხვა მნიშვნელოვანი ეტაპების რეალიზაცია იმისათვის რომ გამზადებული პროექტი მომხმარებელამდე მივიტანოთ.

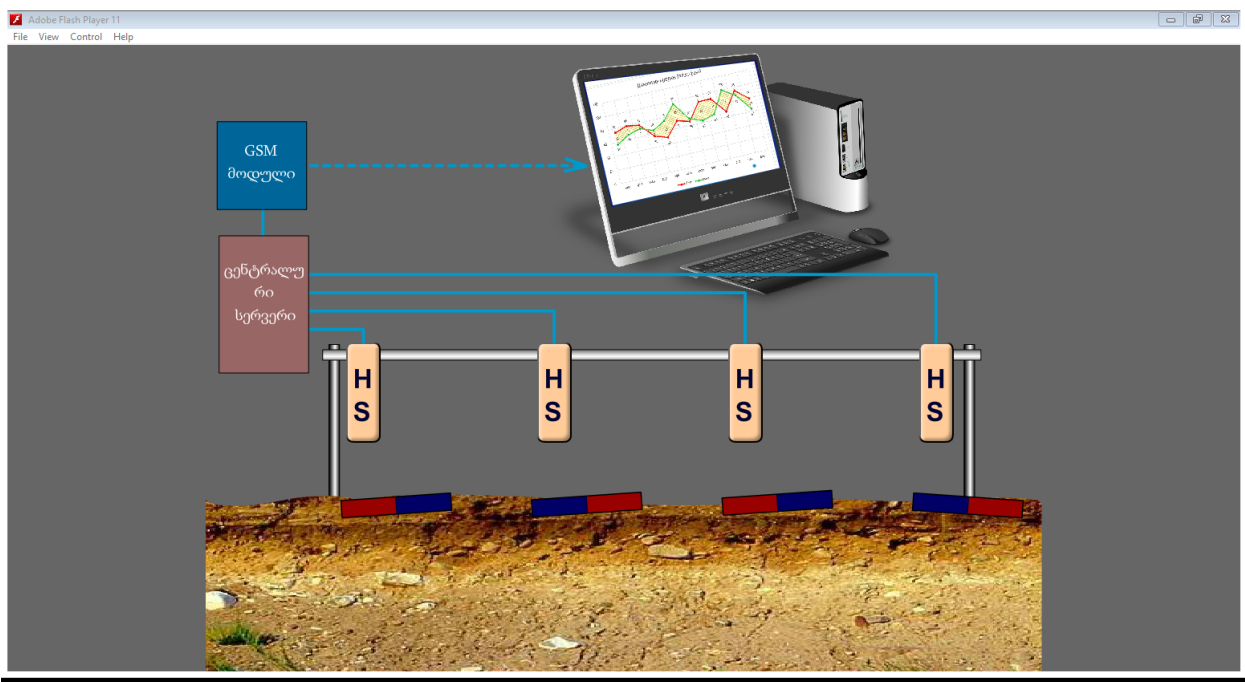
მეწყერსაშიში ზონის მონიტორინგისთვის ჩვენ შევექმენით რამოდენიმე სისტემა რომელიც უზრუნველყოფს მეწყერაშიში ზონის უწყვეტ მონიტორინგს და თავსებადია ნებისმიერი ტიპის რელიეფისთვის

1. ჰოლის ეფექტზე მომუშავე სისტემა

ჩვენ მიერ შემუშავებული შეტყობინების სისტემა მეწყერსაშიში ზონებისათვის უზრუნველყოფს:

1. გრუნტის წანაცვლების ამ ფარდობითი დახრილობის გაზომვას;
2. კონსტრუქციის დეფორმაციის ამ ამოზურცვის გაზომვას;
3. ინფორმაციის ცენტრში გადაცემას ამ ვიზუალიზაციას.

სენსორების გრუნტში დამონტაჟებისას მათი ჩვენება მიიღება საწყისად (საყრდენად). სხვაგვარად, რომ ვთქვათ, ჩვენ გვაინტერესებს ცვლილება საწყისი მდგომარეობის მიმართ. სადაც X_0 საწყისი მნიშვნელობებია. ხოლო X , მიმდინარე მნიშვნელობები, ხოლო dx , მათი ცვლილების აბსოლუტური მნიშვნელობებია. პროგრამაში გათვალისწინებულია ცვლილებების მაქსიმალური ზღვრული მნიშვნელობის რეგულირება. რადგან ნიადაგში ყოველთვის შეინიშნება ფლუქტუაციები, უგულებელყოფილი უნდა იყოს სისტემის მიერ, ხოლო თუ ცვლილება გადააჭარბებს დადგენილ საზღვარს, სისტემა ამ შემთხვევაში იძლევა საგანგაშო შეტყობინებას, რომელსაც, მიიღებს როგორც ცენტრალური სერვერი, ასევე მიმდებარე ტერიტორიაზე დარეგისტრირებული მოსახლეობა. ინფორმაცია გადაიცემა სისტემის საშუალებით. აღნიშნული შეტყობინების სისტემა მოითხოვს ძალიან მცირე ენერგიას. გრუნტის ზედაპირზე (მცირე სიღრმის თხრილში) განლაგებულია მაგნიტები. მაგნიტების ზემოთ რამოდენიმე მილიმეტრის დაშორებით მაგრდება ჰოლის სენსორები. გრუნტის ზედაპირის ცვლილება იწვევს მაგნიტური ველის ცვლილებას რასაც აღითქვამს სენსორი. ჰოლის სენსორი თავისუფალია ყოველგვარი მავნე ფლუქტუაციებისაგან, გამოირჩევა მაღალი საიმედოობით და სიზუსტით. თუ გარკვეული ინდუქციის მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ ნახევარგამტარის ან გამტარის ფირიტას, რომელშიც გადის დენი, მაშინ მოძრავი დამუხტული ნაწილაკები, ლორენცის ძალის გავლენით გადაადგილდებიან მოძრაობის მართობულად, რის შედეგადაც ფირფიტის მართობულ ბოლოებზე გაჩნდება ძაბვა.



სურათი 1. მოწყობილობის დამონტაჟება მეწყერსაშიშ უბანზე

2. ახალი ტიპის დახრილობის მზომი სენსორი

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ბევრი კლდე შეიცავს მაგნიტური თვისებების მქონე მინერალებს, კლდის საერთო მაგნიტური ქცევა დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, მათ შორის მაგნიტური მინერალების ტიპებსა და რაოდენობაზე, მინერალის მარცვლის ზომაზე და კლდის ტემპერატურისა და წნევის პირობებზე. მოკლედ, ქანებს, რომლებიც შეიცავენ მაგნიტიტს და სხვა მაგნიტურ მინერალებს, შეუძლიათ გამოიჩინონ მაგნიტური თვისებები.

სწორედ ამ კვლევებმა მიმიყვანა სრულიად ახალი მიდგომით შეგვექმნა ახალი ტიპის დახრილობის სენსორი, რომელიც იქნებოდა ბევრად უფრო მოქნილი და ზუსტი. ამ ეტაპზე ვანხორციელებ აღნიშნული სენსორის კვლევას ლაბორატორიულ პირობებში. მიმდინარე კვლევები მაძლევს იმის თქმის შესაძლებლობას რომ ეს სენსორი ჩვენს მიერ უკვე დანერგილ სენსორთან ერთად ბევრად საიმედოს გახდის სისტემას.

სენსორის მუშაობის პრინციპი:

სენსორი წარმოადგენს სითხიან ჭურჭელს რომელშიც ჩაშვებულია ოთხი წყვილი ელექტროდი წყვილებს შორის წრედი იკვრება სითხის საშუალებით, წრედის შეკვრისას წარმოიქმნება ელექტრული იმპულსი, რომლის რაოდენობრივი მნიშვნელობა დამოკიდებულია იმაზე თუ ელექტროდის რა ფართობია მოთავსებული სითხეში. სითხეში ჩაშვებული ელექტროდზე შემხები ფართობი იცვლება დახრილობის მიხედვით და ოთხი წყვილი ელექტროდიდან ხდება ინფორმაციის მიღება და დამუშავება და ეს ყველაფერი გვაძლევს დახრილობის მიმართულებას და კუთხეს.

3. ახალი ტიპის სენსორი ნალექიანობის გასაზომად

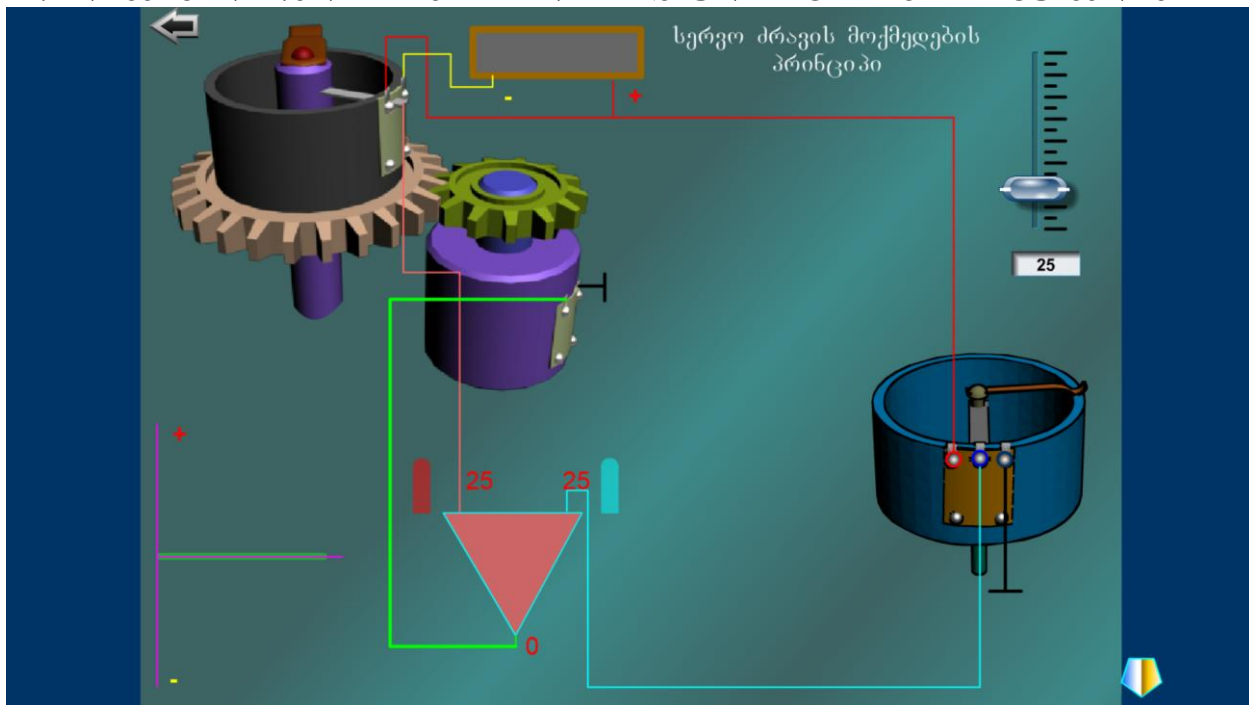
ატმოსფერული ნალექი არის წყალი თხევადი და მყარი სახით, რომელიც ღრუბლებიდან ცვივა ან პირდაპირ ჰაერიდან ჩამოდის. ღრუბლებიდან ჩამოვარდნილ ნალექებს შორის ყველაზე გავრცელებულია: წვიმა, თოვლი, ყინულის მარცვლები, თოვლის მარცვლები, სეტყვა, მოყინული წვიმა .

მეწყურულ პროცესებსა და ნალექიანობას შორის არის მჭიდრო კავშირი.ნალექს შეუძლია იყოს მეწყერის გააქტიურების პირველადი გამომწვევი ფაქტორი, რაც გავლენას მოახდენს ფერდობების როგორც უშუალო, ისე გრძელვადიან სტაბილურობაზე.

ჩვენ გნვიხილეთ სხვადასხვა ტიპის ნალექიანობის მზომი მოწყობილობები, რომლებიც დღეისთვის არსებობს, მაგრამ გამოიკვეთა, რომ თითქმის ყველას აქვს ნაკლოვანება, როგორიცაა მტვერი ამ ნარჩენების მიმართ ნაკლები მედეგობა ან ფასის და ინსტალაციის გამოწვევები.

მივიღე გადაწყვეტილება შემექმნა სრულიად ახალი ტიპის ნალექიანობის მზომი, რომელიც არსებულ მოწყობილობებში წარმოდგენილ გამოწვევებს მოაგვარებდა იქნებოდა უფრო მოქნილი და იაფი .

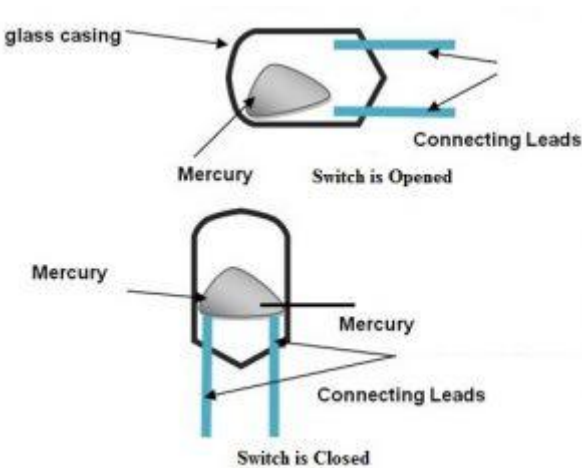
ჩვენი მოწყობილობა წარმოადგენს მართკუთხა ჭურჭელს, დამაგრებულს სპეციალურ ღერძზე და ღერძი თავის მხრივ დაკავშირებულია სერვო ძრავთან, სერვო ძრავი თავის მხრივ დაკავშირებულია მიკროკონტროლერთან, რომელიც წარმოადგენს მოწყობილობის მართვის ნაწილს ვერცხლისწყლიანი სენსორიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე.



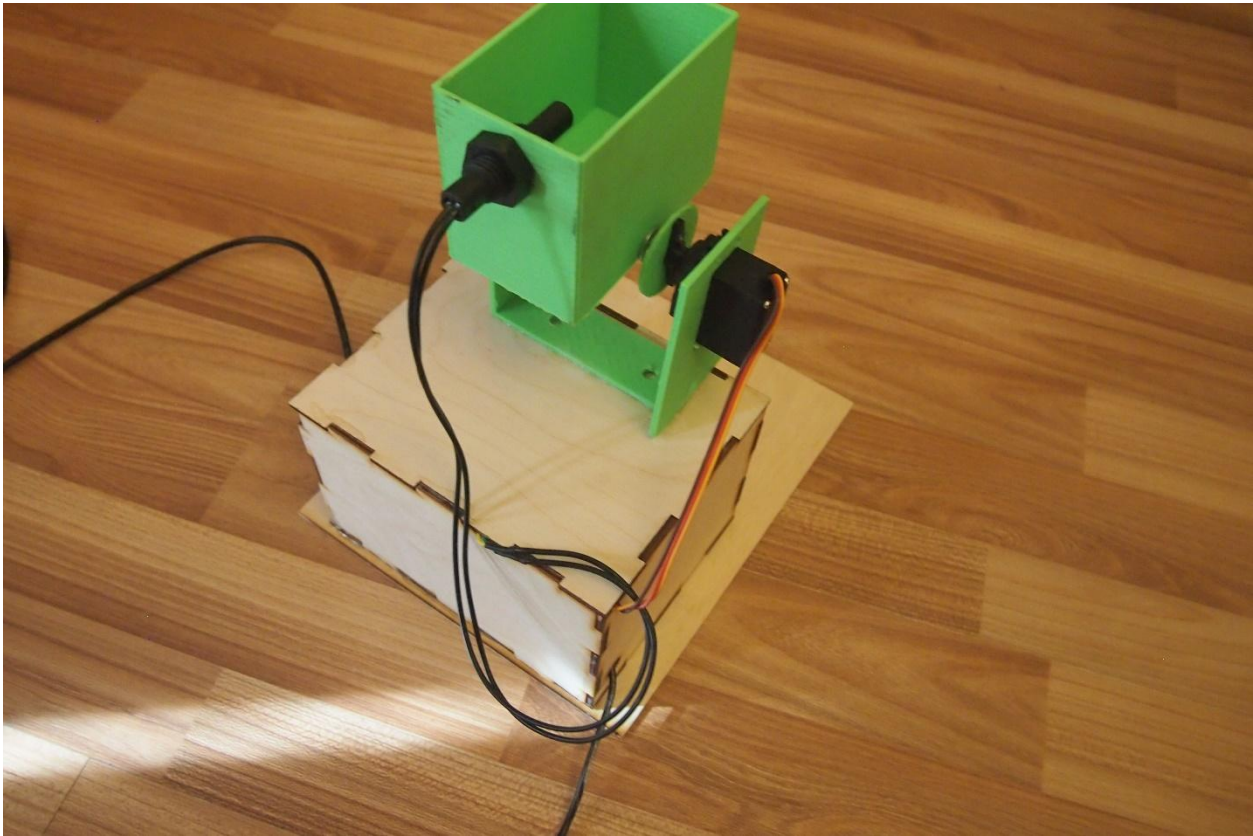
სურათი 2 სერვო ძრავის მუშაობის პრინციპი

ვერცხილსწყლის სენსორი არის გადამრთველი, რომელიც გამოიყენება ელექტრული წრედის გასახსნელად და დახურვისთვის ვერცხილსწყლის მცირე რაოდენობით.

გადამრთველს ასევე უწოდებენ ვერცხლისწყლის დახრის შეცვლას. ვერცხლისწყლის გადამრთველი ნახაზი ნაჩვენებია ქვემოთ.



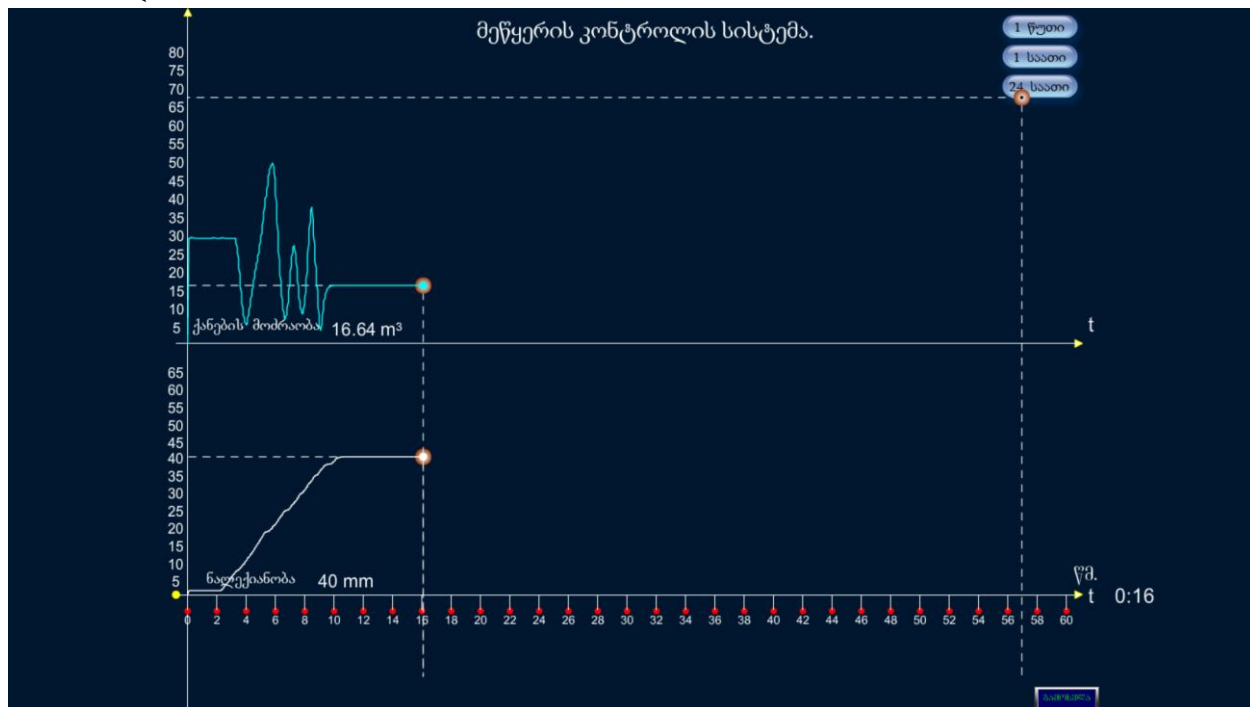
სურათი 3: ვერცხლისწყლის სენსორი



სურათი 4:პროექტის ფოტო სურათი

მოწყობილობა უნდა დამონტაჟდეს ღია სივრცეში, სადაც მოხდება ნალექიანობის გაზომვა. მოწყობილობა ინფორმაციას ნალექიანობის შესახებ აგზავნის სერვერთან სადაც მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე ხდება დიაგრამის აგება. კიდევ ერთი დიდი სიახლე აღნიშნულ პროექტში არის ის, რომ ხდება დაკვირვება და ანალიზი ნიადაგში მიმდინარე პროცესების დამოკიდებულებაზე ნალექიანობასთან, ვინაიდან ეს ორი

პროცესი ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული. ჭარბი ნალექიანობა არის მთავარი გამომწვევი მიზეზი მეწყრული პროცესების გააქტიურებისა და ჩვენი მოწყობილობა ახდენს ამის ანალიზს.



სურათი 5: ნალექიანობის და ქანების დადადგილების ურთიერთკავშირი

ჩვენს მიერ შექმნილ მოწყობილობებზე ჩატარებული კვლევის შედეგად გამოიკვეთა, რომ ჩვენი სისტემა ბევრად უფრო მოქნილი იქნებოდა, თუ მასში დავამატებდით ქანების დახრილობის შესახებ ზუსტ ინფორმაციას. კერძოდ, უფრო დეტალურად მოვახდენდით ქანების დახრილობის განსაზღვრას და შევექმნიდით ისეთ მოწყობილობას, რომელიც დიდი სიზუსტით მოახდენდა დახრილობის დადგენას. სწორედ აქედან გამომდინარე, ჩვენს სისტემას დავამატეთ ახალი ტიპის ქანების დახრილობის მონიტორინგის სენსორი, რომელიც არის კიდევ უფრო ინოვაციური, ვიდრე არსებული ქანების დახრილობის მზომი სენსორები. ეს ახალი ტიპის სენსორი კიდევ უფრო მოქნილს გახდის ერთიანობაში ჩვენს სისტემას.

საწყის ეტაპზე მიმოვიხილოთ მსოფლიოში არსებული მსგავსი სისტემები და განვიხილოთ მათი დადებითი და უარყოფითი თვისებები:

1. გეოდეზიური GPS სენსორები

ეს სენსორები იყენებენ გლობალურ პოზიციონირების სისტემას (GPS) ქანების გადაადგილების მონიტორინგისთვის.

დადებითი მხარეები:

- უზრუნველყოფს ქანების გადაადგილების ფართომასშტაბიან მონიტორინგს.
- მაღალი სიზუსტე (<1 სმ).
- რეალურ დროში მონაცემების მიწოდების შესაძლებლობა.
- არ საჭიროებს ადგილობრივი სენსორების ქსელს.

უარყოფითი მხარეები:

- დამოკიდებულია GPS სიგნალზე, რაც შეიძლება შეიზღუდოს მთიან ან ტყიან რეგიონებში.
- შედარებით მაღალი ფასი.
- მოითხოვს რეგულარულ ტექნიკურ მომსახურებას.

2. ინკლინომეტრები (დახრილობის სენსორები)

ინკლინომეტრები გამოიყენება ქანების გადაადგილებისგან გამოწვეული დახრილობის ცვლილებების დასაფიქსირებლად.

დადებითი მხარეები:

- მაღალი მგრძნობელობა დახრილობის მცირე ცვლილებების მიმართ.
- კომპაქტური და მარტივი მონტაჟი.
- დაბალი ენერგომოხმარება.

უარყოფითი მხარეები:

- შეზღუდულია მხოლოდ დახრილობის მონიტორინგით, ქანების მთლიან გადაადგილებას არ განსაზღვრავს.
- მგრძნობიარეა ვიბრაციისა და ელექტრომაგნიტური ინტერფერენციის მიმართ.

3. სტრენგეიჯები (Strain gauge) (მაბვის გაზომვის სენსორები)

ეს სენსორები ზომავენ ქანებში ან სტრუქტურებში არსებული მექანიკური სტრესის ცვლილებებს.

დადებითი მხარეები:

- მაღალი სიზუსტე მცირე გადაადგილებების დასაფიქსირებლად.
- გამძლეა გარემო პირობების მიმართ.
- იძლევა დეტალურ ინფორმაციას სტრუქტურაში სტრესის შესახებ.

უარყოფითი მხარეები:

- მხოლოდ ლოკალური მონიტორინგისთვის გამოდგება.
- რთული მონტაჟი და ტექნიკური მომსახურება.
- საჭიროებს სპეციალურ კალიბრაციას.

4. ლაზერული დისტანციომეტრები

ლაზერული სენსორები ზომავენ ქანების გადაადგილებას მანძილის ცვლილების მიხედვით. ლაზერული დისტანციომეტრი უშვებს ლაზერის სხივს მიზნისკენ და ზომავს ლაზერის დაბრუნების დროს ან ფაზას, რათა დადგინდეს მანძილი.

დადებითი მხარეები:

- უმაღლესი სიზუსტე (<0.01 მმ).
- საშუალებას იძლევა დიდ დისტანციებზე მონიტორინგისთვის.
- მარტივი მონაცემების აღქმა და ანალიზი.

უარყოფითი მხარეები:

- შედარებით მაღალი ფასი.
- მგრძნობიარეა მტვრის, ტენიანობის და სხვა გარემო პირობების მიმართ.

- საჭიროებს ზუსტ დამონტაჟებას და რეგულირებას.

5. აკუსტიკური სენსორები

აკუსტიკური სენსორები იყენებენ ხმის ტალღებს ქანების გადაადგილების დასაფიქსირებლად.

დადებითი მხარეები:

- სწრაფი რეაგირება გადაადგილებაზე.
- გარემოს პირობებზე ნაკლებად მგრძნობიარე.
- ეფექტურია მიწისქვეშა მონიტორინგისთვის.

უარყოფითი მხარეები:

- შედარებით დაბალი სიზუსტე.
- მოითხოვს რთულ დამონტაჟებას და ქსელის ინფრასტრუქტურას.
- შეზღუდულია გამოყენება მცირე მასშტაბის მონიტორინგში.

6. რადარული სენსორები (InSAR)

ეს სენსორები იყენებენ სარადარო სიგნალებს ქანების გადაადგილების დასაფიქსირებლად.

დადებითი მხარეები:

- საშუალებას იძლევა ფართო ტერიტორიების მონიტორინგისთვის (სატელიტებიდან).
- ძალიან მაღალი სიზუსტე (<1 მმ).
- მუშაობს ყველა ტიპის გარემო პირობებში.

უარყოფითი მხარეები:

- ძალიან მაღალი ღირებულება.
- მონაცემების დამუშავებისთვის საჭიროა კომპლექსური პროგრამული უზრუნველყოფა.
- შეზღუდული რეალურ დროში მონიტორინგისთვის.

ჩვენი მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება ელექტრომაგნიტურ ინდუქციის მოვლენას. ეს არის ფიზიკური მოვლენა, როდესაც ცვლადი მაგნიტური ველი გამტარში (მაგალითად, კოჭაში) წარმოქმნის ელექტრულ დენს, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, როდესაც მაგნიტური ველი, რომელიც კოჭის ირგვლივაა, იცვლება, კოჭაში წარმოიქმნება ელექტრული დენი. ამ დენს ინდუქციური დენი ეწოდება.

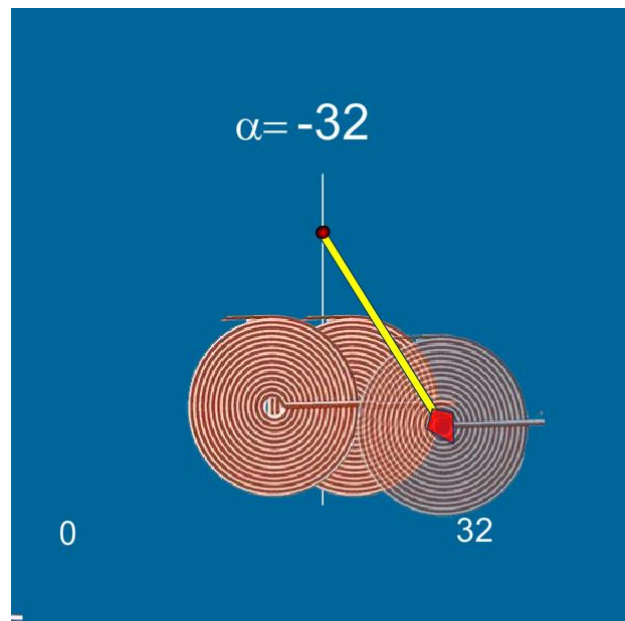
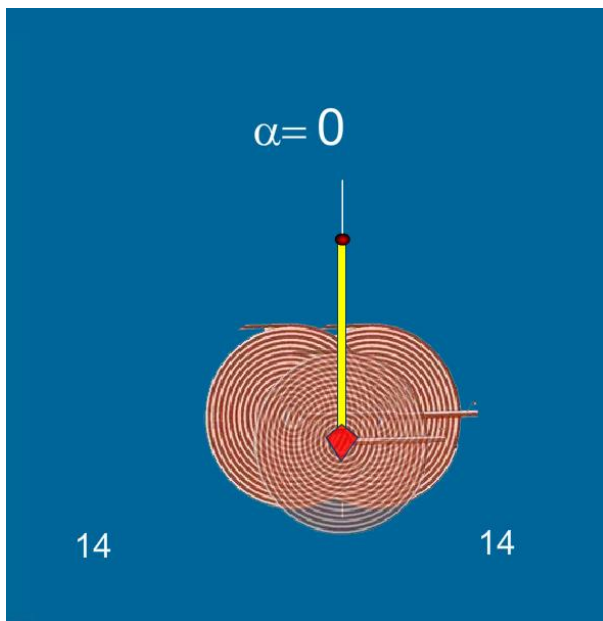
კოჭა არის ლითონის ხვია. ელექტრომაგნიტური ინდუქცია ყველაზე ეფექტურად სწორედ კოჭაში ხდება, რადგან ხვია აძლიერებს მაგნიტურ ველს. როდესაც მაგნიტური ველი იცვლება კოჭის შიგნით ან მის გარშემო, კოჭაში წარმოიქმნება ელექტრული დენი - ეს არის ინდუქციის შედეგი. ამრიგად, კოჭა არის ინდუქციის პროცესის განხორციელების ძირითადი ელემენტი.

წარმოდგენილი მოწყობილობა იყენებს სამ ბრტყელ კოჭას. ერთი კოჭა, რომელიც მაგნიტური ველის წყაროა, ჰორიზონტალურად მოძრაობს ორი მიმღები კოჭის ზემოთ. მიმღები კოჭები განლაგებულია ისე, რომ ერთის რადიუსის ბოლო ემთხვევა მეორის ცენტრს და პირიქით, ანუ ცენტრებს შორის მანძილი ტოლია კოჭის რადიუსის. მაგნიტურველიანი კოჭის

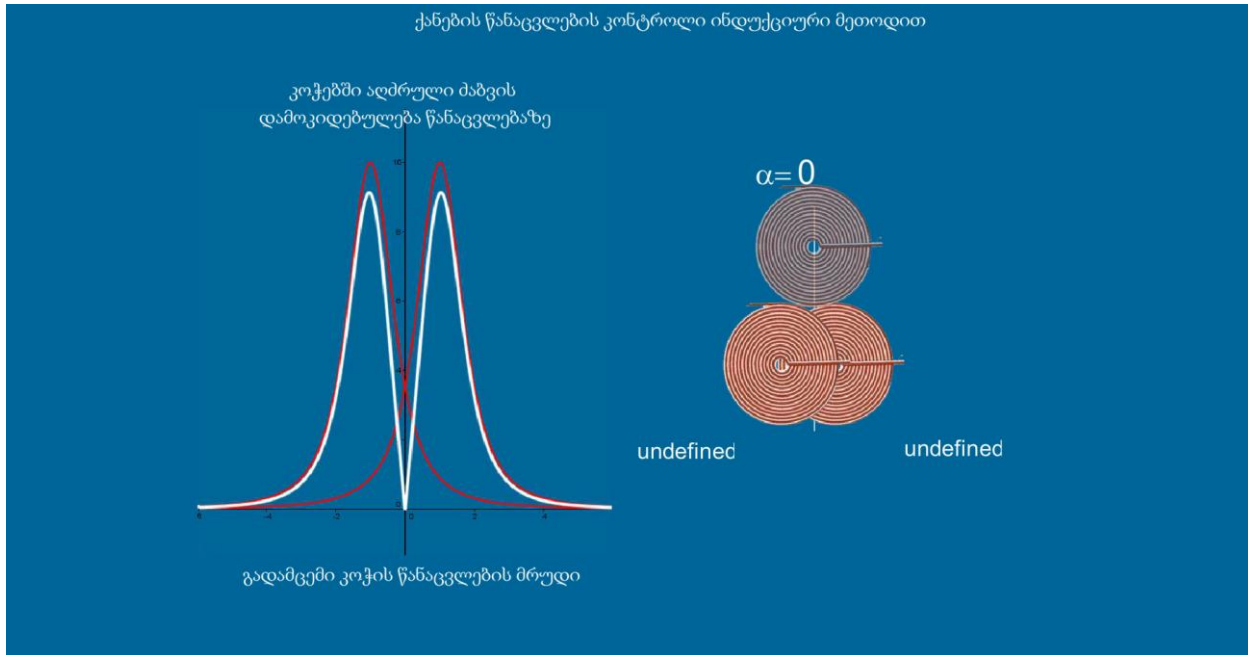
მოძრაობისას, მიმღებ კოჭებზე ინდუცირდება ცვლადი დენი მუდმივი სიხშირით 100 კილოჰერცი. ამ დენის სიდიდე დამოკიდებულია :

- კოჭებს შორის მანძილზე (რაც უფრო ახლოსაა გადამცემი კოჭა მიმღებებთან, მით უფრო ძლიერია ინდუცირებული დენი)
- ხვიათა რიცხვზე (რაც მეტია ხვიათა რიცხვი, მით უფრო ძლიერია ინდუცირებული დენი)
- კოჭების ურთიერთგანლაგებაზე (მიმღები კოჭების კონკრეტული განლაგება განსაზღვრავს მაგნიტური ველის ურთიერთქმედების ეფექტურობას).

ეს მოწყობილობა განთავსებულია მეწყერსაშიშ ზონაში, ნიადაგის სიღრმეში. მიმღები კოჭები მოთავსებულია ყუთში და სპეციალური სამაგრით უძრავადაა დაფიქსირებული, ხოლო გამომსხივებელი კოჭა მოთავსებულია ცალკე ყუთში და მოთავსებულია მიმღები კოჭების ზემოთ ქანებში ისე, რომ შეუძლია თავისუფლად გადაადგილება მიმღები კოჭების მიმართ ჰორიზონტალურად. ქანების გადაადგილება აუცილებლად გამოიწვევს გადამცემი კოჭის გადაადგილებას მიმღები კოჭების მიმართ გარკვეული კუთხით, რაც თავის მხრივ წარმოქმნის ძაბვათა სხვაობას მიმღებ კოჭებზე, ამ გადაადგილების შესაბამისად. სწორედ ამ ძაბვათა სხვაობის ანალიზის საფუძველზეა შესაძლებელი ქანების გადაადგილების მიმართულების დადგენა საწყისი წერტილიდან.



სურათი 6: ქანების წანაცვლების კონტროლი ინდუქციური მეთოდით, კოჭების ურთიერთქმედება.



სურათი 7: ქანების წანაცვლების კონტროლი ინდუქციური მეთოდით(დიაგრამა)

ნახაზზე წარმოდგენილია კოჭების ურთიერთდამოკიდებულება ქანების გადაადგილებისას სადაც a წარმოადგენს წანაცვლების კუთხეს ხოლო რიცხვითი მნიშვნელობები გვიჩვენებს წანაცვლების დონეს, მათ შორის სხვაობის ვიზუალიზაცია ხდება დიაგრამით, რომელიც გვიჩვენებს გადამცემი კოჭის ჰორიზონტალურ წანაცვლებას და აღწერს ძაბვის ამპლიტუდური მნიშვნელობის დამოკიდებულებას წანაცვლებაზე. დიაგრამაზე წითელი მრუდი წარმოადგენს თითოეული კოჭის რეზონანსულ მრუდებს, ხოლო თეთრი ფერის მრუდი წარმოადგენს რეზულტირებულ მრუდს. ნახაზზე ჩანს, რომ როცა სხვაობა, კოჭის ორ მნიშვნელობას შორის არის ნულის ტოლი, გრაფიკული მნიშვნელობა ემთხვევა კორდინატთა ღერძის სათავეს. სხვა შემთხვევაში ვექცევით ან მარჯვენა (დადებითი ნახევარი) რეზულტირებული მრუდის არეში, ან მარცხენა (უარყოფითი ნახევარი) რეზულტირებული მრუდის არეში.

ეს ყველაფერი დაფუძნებულია შემდეგ საკითხებზე:

1. კოჭის ინდუქტივობის (L) გამოთვლა

$$L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l_{\text{eff}}}$$

სურათი 8: კოჭის ინდუქტივობის (L) გამოთვლის ფორმულა

ეს ფორმულა გამოიყენება სოლენოიდის ინდუქტივობის განსასაზღვრად. ინდუქტივობა (L) ზომავს, რამდენად კარგად შეუძლია კოჭს ელექტრომაგნიტური ენერგიის დაგროვება, რაც დამოკიდებულია ზემოთ აღნიშნულ პარამეტრებზე.

2. ტრანსფორმატორების კოეფიციენტი k

$$L_1 \quad L_2$$

ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი $k = \frac{M}{L_1 L_2}$

კავშირის კოეფიციენტი $0 \leq k \leq 1$

ურთიერთ ინდუქცია
 $M = k \sqrt{L_1 L_2}$

სურათი 9: კოჭის ინდუქტივობის (L) გამოთვლის ფორმულა

K კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რამდენად კარგად არის დაკავშირებული ორი კოჭა ერთმანეთთან. იგი გამოითვლება ურთიერთინდუქტიურობის M და კოჭების ინდივიდუალური ინდუქტიურობის (L_1 და L_2) მიხედვით.

K_c არის კავშირი, რომელიც აღწერს კოჭებს შორის მაგნიტური კავშირის ხარისხს.

- თუ $K_c=1$ ეს ნიშნავს, რომ კოჭები სრულად არის დაკავშირებული (იდეალური კავშირი).
- თუ $K_c=0$, ეს ნიშნავს, რომ კოჭებს შორის კავშირი არ არსებობს.
- რეალურ ტრანსფორმატორებში ეს კოეფიციენტი 0-დან 1-მდეა.

ურთიერთ ინდუქტივობა M გვიჩვენებს, რომ ორი კოჭის ურთიერთ ინდუქტიურობა დამოკიდებულია მათ ინდივიდუალურ ინდუქტიურობაზე L_1 და L_2 , ასევე კავშირის კოეფიციენტზე K_c .

ეს ფორმულები მნიშვნელოვანია ტრანსფორმატორების, ელექტრომაგნიტური კავშირების და რეზონანსული წრედების ანალიზისთვის.

- მაღალი K_c ნიშნავს შესაძლო მაქსიმალური ენერგიის გადაცემას.
- ურთიერთ ინდუქტივობა M გვიჩვენებს, რამდენად ძლიერია ინდუქციური კავშირი ორ კოჭს შორის.

გრაფიკის აგება

$$M(x) = \mu_0 \frac{\pi R^4}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

R რადიუსი

$$E(x) = \frac{C}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

x მანძილი

სურათი 10: მაგნიტური მომენტი გარკვეულ წერტილში (გრაფიკის აგება)

ეს ფორმულა გამოხატავს მაგნიტურ მომენტს გარკვეულ X წერტილში:

- μ_0 ვაკუუმის მაგნიტური განვლადობა
- R – რადიუსი
- X – მანძილი

- მრიცხველში არის πR^4 , რაც მიუთითებს, რომ რადიუსის გაზრდა მნიშვნელოვნად ზრდის მაგნიტურ მომენტს.
- მნიშვნელში არის $(R^2 + X^2)^{3/2}$ რაც ნიშნავს, რომ მაგნიტური ველი სწრაფად იკლებს მანძილის გაზრდასთან ერთად

მაღალი სიხშირის (100 კ.ჰც) გენერატორის გამოსასვლელზე მიერთებულია გადამცემი კოჭა, რომლის მაგნიტური ველი ახდენს გავლენას მიმღებ კოჭებზე, ხოლო მიმღები კოჭების გამოსული მიერთებულია ცვლადი დენის გამმართველთან, ცვლადი დენის გამმართველიდან გამოსული სიგნალები მიეწოდება მიკროპროცესორს, მიკროპროცესორის პროგრამა გამოიმუშავებს ინფორმაციას კოჭებზე ძაბვის შესახებ.

კვლევა:

თავდაპირველად ქანების მიმართულების დასადგენად გამოვიყენეთ ცილინდრული კოჭები. რომელიც ზომავდა გადაადგილებას მხოლოდ ერთი მიმართულებით. ამიტომ გადავწყვიტეთ გამოგვეყენებინა ბრტყელი კოჭა რომლის გადაადგილება არც ერთი მართულებით არ არის შეზღუდული, სწორედ ეს მიდგომა დაედო საფუძვლად ჩვენს სენსორს. ყველა სხვა მოწყობილობებში გამოყენებულია კოჭის და გულანის ურთიერთქმედება ჩვენ კი ვიყენებთ ბრტყელი კოჭების ურთიერთქმედებას რომელიც გვაძლევს შესაძლებლობას დავაფიქსიროთ ქანების გადაადგილება ნებისმიერი მიმართულებით და დიდი სიზუსტით.

დასკვნა:

წარმოდგენილი მოწყობილობა ეფუძნება ელექტრომაგნიტურ ინდუქციას და გამოიყენება მეწყერსაშიში ზონების მონიტორინგისთვის. მისი ძირითადი ელემენტები მოიცავს სამ კოჭას: ერთ გადამცემსა და ორ მიმღებს. გადამცემი კოჭა ჰორიზონტალურად გადაადგილდება მიმღებ კოჭებთან მიმართებაში, რაც იწვევს ინდუქციური დენის ცვლილებას.

ქანების გადაადგილებისას, გადამცემი კოჭის პოზიციის ცვლილება იწვევს ძაბვითა სხვაობას მიმღებ კოჭებზე. ეს სიგნალი მუშავდება მიკროპროცესორის მიერ, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ქანების წანაცვლების მიმართულება და სიდიდე.

აღნიშნული მეთოდი ეფუძნება ინდუქტივობისა და ურთიერთინდუქციურობის პრინციპებს, რაც უზრუნველყოფს მოწყობილობის მაღალ სიზუსტეს. მიღებული მონაცემების ანალიზი შესაძლებელია მიკროპროცესორში ჩატვირთული პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით, რაც ზრდის სისტემის ეფექტურობას და სანდოობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Fraden, Jacob. *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. 5th ed. Cham: Springer, 2016.
2. Abelashvili, N., Otkhazia, N., Otkhazia, V., & Akhlouri, E. (2024). Diagnosing the stability of large-scale processes using fractal structure analysis of time series. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(4), 30–37. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240304.03>
3. Nona Otkhazia, Vano Otkhazia, & Shorena Khorava. (2022). Search for an extremum using the steepest descent method under the conditions of experimental errors. World Science, (2(74). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7785
4. Nona Otkhazia, Nino Tsiklauri, Vano Otkhazia. (2024) Selection of Mathematical Optimization Methods for Solving Engineering Practice Problems . *Georgian Scientists*, 6(2), 286–293. <https://doi.org/10.52340/gi.2024.06.02.30>

Rock displacement control

Abstract:

This paper presents an in-depth analysis of the development of an intelligent system aimed at monitoring and preventing landslide-prone areas. The paper highlights the importance of information processing in modern technologies, especially the role of analytical technologies in decision-making, which is critical for systems such as security systems.

The research focuses on the development of three innovative sensors specifically designed for monitoring landslide-prone areas. These are:

- Hall effect sensor: This system measures ground displacement and deformation, which provides early detection of approaching landslides.
- New type of tilt sensor: This sensor uses the principle of immersing electrodes in a liquid and measures changes in the tilt of rocks with high accuracy.
- A new type of sensor for measuring precipitation: This sensor uses a mercury sensor and measures the amount of precipitation, which is an important factor in the activation of landslide processes.

The document discusses in detail a comparative analysis of existing monitoring systems, such as GPS sensors, inclinometers, laser rangefinders, etc. After analyzing the advantages and disadvantages of each system, the study presents a new inductive method for controlling rock displacement, which is based on electromagnetic induction and uses flat coils. This method provides accurate determination of the direction and magnitude of rock movement.

The results of the study highlight the accuracy, efficiency and reliability of the created system, which makes it a valuable tool for monitoring and preventing landslide processes. The use of the system will contribute to reducing the risk of natural disasters and protecting human lives.

Keywords: landslide-prone zones, management system, control system, landslide occurrence, landslide detection, early warning system, Hall sensor, Hall effect.

ხმის ტალღების სწავლის ეფექტი EMG სიგნალებზე ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით

უზომა დივინელოვა მოსეს ოზუომბა, ზვიად ღურჯკაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

ხმა არის ენერგია (Raghu, 2018; Choi, Jung, & Kang, 2019) ან ვიბრაცია, რომელსაც შეუძლია ადამიანის სხეულში გავრცელება ხმის ტალღების სახით, და ამ ხმის ტალღებს აქვს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი გავლენა ადამიანების ფიზიკურ და გონებრივ კეთილდღეობაზე (Bass & Clark, 2003; World Health Organization, 2018, 2018; ხმის ტალღების ამ პოზიტიურმა ან უარყოფითმა ეფექტებმა შეიძლება გამოიწვიოს თერაპიული ან პათოლოგიური ეფექტები, ამიტომ ჩვენი მიზანია შევქმნათ AI-ზე დაფუძნებული მოდელი, რათა გამოავლინოს და წინასწარ განსაზღვროს თერაპიული ხმის სიხშირეები და ამპლიტუდები ჯანმრთელობის ინდივიდუალური საჭიროებიდან გამომდინარე. ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავს ხელოვნური ინტელექტის (AI) დაფუძნებული მოდელის შემუშავებას, რათა აღმოაჩინოს ადამიანის კუნთების რეაქცია სხვადასხვა ხმის სიხშირეზე და ამპლიტუდაზე. ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით, ჩვენ შევძელით დამედგინა განსხვავება EMG სიგნალებს შორის, რომლებიც ჩაწერილია მოხალისეებისგან ხმის ტალღების სხვადასხვა გამოყენების დროს. ეს ნიშნავს, რომ ადამიანის კუნთები რეაგირებენ სხვადასხვა ხმოვან სიგნალებზე და განსხვავებულად რეაგირებენ.

საკვანძო სიტყვები: ხმის ტალღები, ხმის თერაპია, ხმით მკურნალობა, ხმის სიხშირის გენერატორი, სიხშირე, ამპლიტუდა, 432Hz, 440Hz, 880Hz, 1320Hz, 30dB, 60dB, 90dB, რთული ტონალობა, ჰარმონიული ტონები, ოქტავა, CleveLab-ის ლაბორატორია, მანქანური სწავლება, Matlab.

შესავალი

ხმის ტალღა აღწერილია თანაბრად მისი სიხშირეებითა და ამპლიტუდებით (Katz, Clavijo, Rizk, & Ramasamy, 2019). სიხშირის დიაპაზონი, რომელშიც ზრდასრულ ადამიანებს შეუძლიათ ბგერების ამოცნობა და მოსმენა, არის 20 ჰც-დან 20 000 ჰც-მდე (20 ჰც-დან 20 კჰც-მდე), განსხვავებით ჩვილებისგან, რომელთა სიხშირე ოდნავ აღემატება 20 კჰც-ს და როდესაც ეს

ჩვილები იზრდებიან, ისინი კარგავენ გარკვეულ მგრძნობელობას მაღალი სიხშირის მიმართ (Naz & Friedman, 2020; Luengrungrus, Thanawirattananit, & Teeramatwanich, 2024; Prell, Spankovich, Lobarinas, & Griffiths, 2014). ხმის ამპლიტუდის დონე 70 dB ან ნაკლები წელიწადში ოცდაოთხი საათის განმავლობაში უსაფრთხოა ადამიანისთვის (Fink, 2017), და ადამიანს შეუძლია უსაფრთხოდ მოუსმინოს 80 dB ხმის ამპლიტუდას კვირაში 40 საათის განმავლობაში, მაგრამ თუ ხმის ამპლიტუდის დონეა 90 dB, უსაფრთხოების დონე 4 საათამდე მცირდება (WHO, 2024); გარდა ამისა, 80 dB ამპლიტუდის ზემოქმედება ბევრ ადამიანს არ უქმნის რისკს, მაგრამ 85 dB წარმოადგენს ჯანმრთელობის უმნიშვნელო რისკს, ხოლო 90 dB და ზემოთ წარმოადგენს ჯანმრთელობის მნიშვნელოვან რისკს, როგორცაა სმენის დაკარგვა (Lutman, 2000).

440 ჰც სიხშირე გამოცხადდა სტანდარტული სიმაღლის ან საცნობარო სიხშირედ, რომელზედაც მუსიკალურ ინსტრუმენტებს აყენებდნენ 1939 წელს (Gribenski, 2023; Piilonen, 2024). მიუხედავად ამ მტკიცებისა, ზოგიერთ მეცნიერს და თეორეტიკოსს მაინც ურჩევნია 432 Hz სიხშირე მისი თერაპიული ეფექტის გამო, რაც უფრო დამაკმაყოფილებელია მოხალისე სუბიექტებისათვის, იწვევს მათ ფოკუსირებას, უკეთ მართავს მათ შფოთვას და სტრესს და ოდნავ ამცირებს მათ საშუალო სისტოლურ და დიასტოლურ არტერიულ წნევას, საშუალო გულისცემას და საშუალო სუნთქვის სიხშირეს 440 Hz -თან შედარებით (Calamassi & Pomponi, 2019; Calamassi, et al., 2022). რადგან სიხშირეები 880 Hz და 1320 Hz არის ფუნდამენტური "A" ტონის ჰარმონიული ზეტონი, 440 Hz -ამ ფუნდამენტური ტონის ჯერადია (Franken, 2024), კერძოდ 880 Hz არის არა მხოლოდ ოქტავა, არამედ უფრო მაღალია ვიდრე 440 Hz (Chasin, 2014; StackExchange, 2016), ის A5 მუსიკალური ნოტია, რომელიც ადამიანებზე მოქმედებს როგორც დეტოქსი, აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას და ასტიმულირებს იმუნურ თავდაცვის მექანიზმებს ინფექციებისგან, რითაც ხელს უწყობს ჭრილობების შეხორცებას ფილტვებში და მთელ სხეულში (Tucker, 2025). გარდა იმისა, რომ ეს სიხშირეები 440 Hz - ფუნდამენტური სიხშირის ჯერადებია, (Fishman, Micheyl and Steinschneider 2013), 880 Hz და 1320 Hz სიხშირეებს, 440 Hz-თან ერთად უწოდებენ კომპლექსურ ტონს.

მიზანი

ჩვენი კვლევა მიზნად ისახავს ხელოვნური ინტელექტის (AI) მოდელის დიზაინის შექმნას, რომელიც დაფუძნებული იქნება ადამიანის კუნთების რეაქციების გამოვლენაზე, სხვადასხვა ხმის სიხშირისა და ამპლიტუდის შემთხვევაში.

მასალები და მეთოდები

ჯანსაღმა მოხალისეებმა გაიარეს ელექტრომოგრაფიის (EMG) კვლევები ოთახში, სადაც იყო სიჩუმე და ხმის ტალღები სხვადასხვა სიხშირითა და ამპლიტუდით. EMG მონაცემების შესაგროვებლად გამოვიყენეთ CleveLab სისტემა ხუთი ელექტროდით, ხმის სიხშირის გენერატორის აპლიკაცია ჩაშენებული ამპლიტუდის მრიცხველით და გამამლიერებლით. CleveLab სისტემა გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ მონაცემები როგორც გრაფიკული, ასევე რიცხვითი ფორმით. AI მოდელის შესაქმნელად გამოვიყენეთ რიცხვითი მონაცემები.

თითოეულ მოხალისეს იდაყვის ძვალზე და ბიცეპსზე და მაჯის გამშლელ კუნთებზე დავუმაგრეთ ელექტროდები. ჩანაწერები გაკეთდა დუმილის დროს (3-ჯერ) და ოთხი განსხვავებული სიხშირით: 432 ჰც, 440 ჰც, 880 ჰც, 1320 ჰც თითოეული სამი განსხვავებული ამპლიტუდით: 30 დეციბელი, 60 დეციბელი, 90 დეციბელი. (ცხრილი 1). ჩანაწერების ხანგრძლივობა იყო 5 წამი.

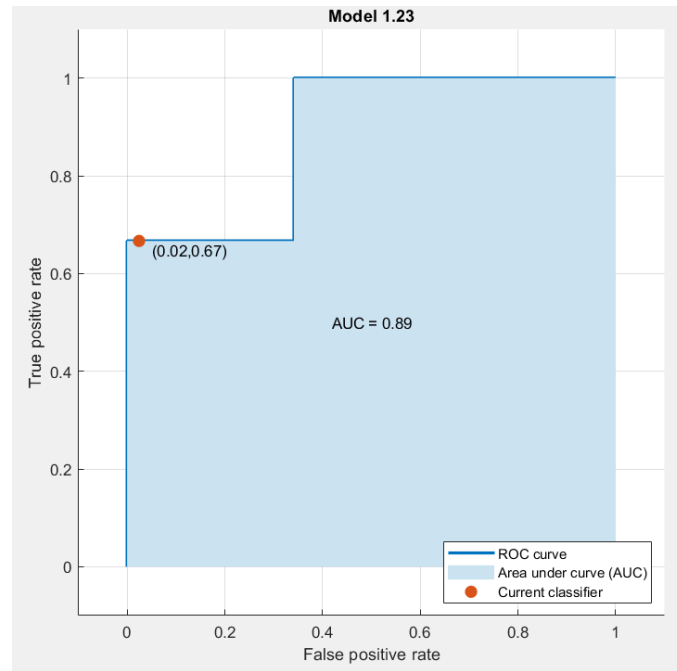
ცხრილი 1

Frequency (Hz)	432			440			880			1320		
Amplitude (dB)	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90

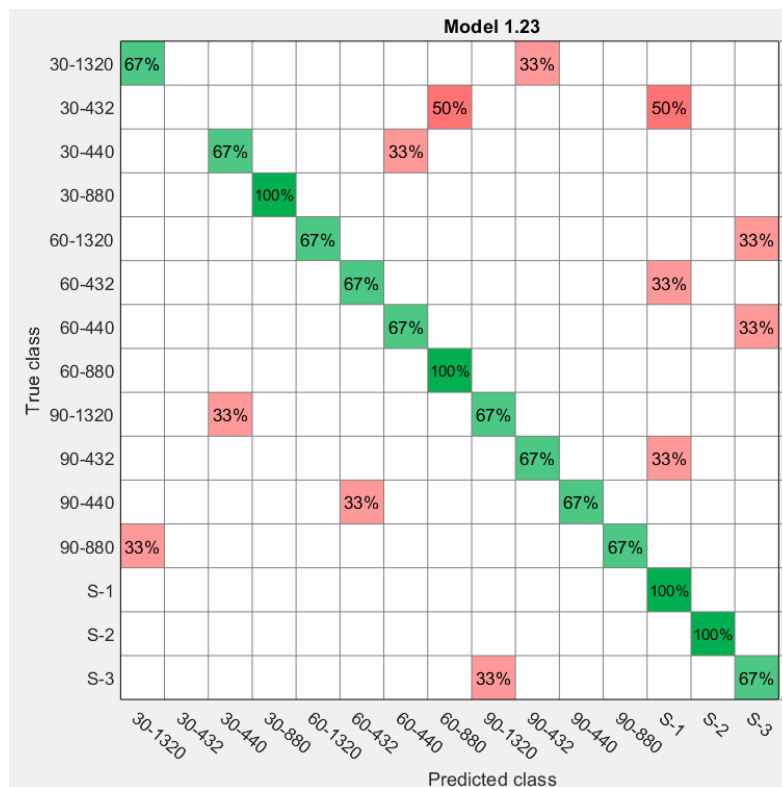
თითოეული ჩანაწერი შეიცავდა გრაფიკულ და ციფრულ EMG მონაცემებს. ჯანდაცვის პროფესიონალმა შეისწავლა გრაფიკის მონაცემები, რათა ეპოვა განსხვავებები EMG გრაფიკებს შორის. მანქანური სწავლების მოდელი გაკეთდა Matlab პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. ვინაიდან ჩვენ გვქონდა მარკირებული მონაცემები, გამოვიყენეთ კლასიფიკაციის მეთოდი Matlab Tools-Classification Learner-ის გამოყენებით. მონაცემების წინასწარი დამუშავების შემდეგ ჩვენ მოვამზადეთ მოდელი სხვადასხვა სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით.

შედეგები

მონაცემების ჩაწერის შემდეგ დუმილის რეჟიმში და სხვადასხვა სიხშირეებისა და ამპლიტუდების გამოყენების შემდეგ შევავსოვეთ რიცხვითი და გრაფიკული მონაცემები. ჯანდაცვის პროფესიონალს არ აღმოუჩენია განსხვავება გრაფიკულ EMG მონაცემებს შორის. ჩვენ ავაგეთ ხელოვნური ინტელექტის მოდელი რიცხვითი მონაცემების გამოყენებით და მოვამზადეთ იგი სხვადასხვა სტატისტიკური მეთოდებით. სხვადასხვა მოდელებმა აჩვენეს განსხვავებული სიზუსტე. საუკეთესო შედეგები მიღწეული იქნა **Subspace KNN**-ით შემსწავლელი ტიპით: **Nearest |Neighbors (72%)**. მოდელს შეუძლია უკეთ ამოიცნოს კუნთოვანი EMG სიგნალი, როდესაც ის ჩაწერილია დუმილის რეჟიმში (100%) და განსხვავებული ამპლიტუდების მქონე, კუნთოვანი რეაქცია 880 Hz სიხშირის სიგნალისათვის (100%).



სურათი 1. ჭეშმარიტი დადებითი და მცდარი დადებითი მაჩვენებლები.



სურათი 2. ჭეშმარიტი დადებითი და მცდარი უარყოფითი მაჩვენებლები.

დასკვნა:

ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით შესაძლებელია ფარული ინფორმაციის გამოვლენა, რომელიც ხშირად პროფესიონალებისთვისაც კი მიუწვდომელია. ჩვენმა კვლევამ აჩვენა, რომ ჯანდაცვის პროფესიონალსაც კი არ შეუძლია აღმოაჩინოს შაბლონები EMG სურათებს შორის,

რომლებიც ჩაწერილია სხვადასხვა ხმის სიხშირეზე ზემოქმედების დროს, რადგან ასეთი ცვლილებები მინიმალურია. ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით ჩვენ შევძელით ამ სიგნალებს შორის სხვაობის პოვნა. ეს ნიშნავს, რომ ადამიანის კუნთები რეაგირებენ სხვადასხვა ხმოვან სიგნალებზე და განსხვავებულად რეაგირებენ. პასუხი 880 ჰც-ზე წარმოუდგენლად მაღალი იყო.

კუნთოვანი ქსოვილი გულის, სისხლძარღვების და საჭმლის მომნელებელი სისტემის მნიშვნელოვანი ნაწილია. კუნთოვანი სისტემა მთლიანობაში მოიცავს გლუვ, გულის და ჩონჩხის კუნთებს და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ენერგიის მეტაბოლიზმში, მხედველობაში, ორგანოთა დაცვაში, იმუნიტეტში, ენდოკრინულ და რეპროდუქციულ ფუნქციაში, გულ-სისხლძარღვთა და რესპირატორულ ფუნქციებში, მობილურობაში, სტაბილურობაში, სხეულის ტემპერატურის რეგულირებაში და ჰომეოსტაზში. ადამიანის კუნთების ყველა ამ სასიცოცხლო როლის და, საბოლოო ჯამში, მათი რეაგირებისა და სხვადასხვა ხმოვანი სიგნალების მიმართ განსხვავებული რეაქციების გამო, ჩვენ მტკიცედ გვჯერა, რომ მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს ხმოვანი სიგნალების გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

References

- Bass, A. H., & Clark, C. W. (2003). *The Physical Acoustic of Underwater Sound Communication*. Retrieved from Springer Handbook of Auditory Research DOI https://doi.org/10.1007/0-387-22762-8_2 : https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-22762-8_2
- Calamassi, D., & Pomponi, G. P. (2019). Music Tuned to 440 Hz Versus 432 Hz and the Health Effects: A Double-blind Cross-over Pilot Study. *PubMed PMID: 31031095 DOI: 10.1016/j.explore.2019.04.001*.
- Calamassi, D., Vigni, M. L., Fumagalli, C., Gheri, F., Pomponi, G. P., & Bambi, S. (2022). Listening to music tuned to 440 hz versus 432 hz to reduce anxiety and stress in emergency nurses during the Covid-19 pandemic: a double-blind, randomized controlled pilot study. *PMC PubMed Central PMID: PMC9534204 PMID: 35545982 doi: 10.23750/abm.v93iS2.12915*.
- Chasin, M. (2014, July 22). *The Importance of 1.059 in Music (and Audiology)*. Retrieved from hearingreview: <https://hearingreview.com/practice-building/practice-management/continuing-education/importance-1-059-music-audiology>
- Choi, J., Jung, I., & Kang, C.-Y. (2019). A brief review of sound energy harvesting. *ScienceDirect https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.11.036*.
- Fink, D. J. (2017). What Is a Safe Noise Level for the Public? *PMC PubMed Central PMID: PMC5308171 PMID: 27925831 editorial Am J Public Health. 2017 Jan;107(1):44–45. doi: 10.2105/AJPH.2016.303527*.
- Fishman, Y. I., Micheyl, C., & Steinschneider, M. (2013). Neural Representation of Harmonic Complex Tones in Primary Auditory Cortex of the Awake Monkey. *PMC PubMed Central*

PMC3685833 PMID: 23785145 J Neurosci. 2013 Jun 19;33(25):10312–10323. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0020-13.2013.

- Franken, E. (2024, November 6). *Overtones and undertones in guitar sound*. Retrieved from chickenpicks: <https://www.chickenpicks.com/overtones-and-undertones-in-guitar-sound/?srsltid=AfmBOoqCBRA2XH1mcFKRzOPRe5AHUcryqOWPArmm2XwI4gFiNLmkwHGE>
- Gribenski, F. (2023). *Tuning the World The Rise of 440 Hertz in Music, Science, and Politics, 1859–1955*. The University of Chicago Press.
- Katz, J. E., Clavijo, R. I., Rizk, P., & Ramasamy, R. (2019). The Basic Physics of Waves, Soundwaves, and Shockwaves for Erectile Dysfunction. *PMC PubMed Central* doi: 10.1016/j.sxm.2019.09.004.
- Luengrungrus, K., Thanawirattananit, P., & Teeramatwanich, W. (2024). Normative Data of Extended High Frequency Audiometry in Normal Hearing Subjects with Different Aged Groups. *PubMed* PMID: 39727612 PMCID: PMC11674001 DOI: 10.3390/audiolres14060089.
- Lutman, M. E. (2000). What is the risk of noise-induced hearing loss at 80, 85, 90 dB(A) and above? *PubMed* PMID: 10912379 DOI: 10.1093/occmed/50.4.274.
- Naz, S., & Friedman, T. B. (2020). Growth factor and receptor malfunctions associated with human genetic deafness. *PubMed Epub 2019 Oct 23*. PMID: 31506927 PMCID: PMC8232520 DOI: 10.1111/cge.13641.
- Piilonen, M. (2024). *Tuning the World: The Rise of 440 Hertz in Music, Science, and Politics (1859–1955)*. *ResearchGate Journal of Music Theory* 68(1):194-199 DOI:10.1215/00222909-10974848.
- Prell, C. L., Spankovich, C., Lobarinas, E., & Griffiths, S. K. (2014). Extended High Frequency Thresholds in College Students: Effects of Recreational Noise. *PMC PubMed Central* doi: 10.3766/jaaa.24.8.9.
- Raghu, M. (2018). *A Study to Explore the Effects of Sound Vibrations on Consciousness*. *Horizontal Research Publishing Corporation* DOI: 10.13189/ijrh.2018.060302.
- Reybrouck, M., Podlipniak, P., & Welch, D. (2019). Music and Noise: Same or Different? What Our Body Tells Us. *PMC PubMed Central* doi: 10.3389/fpsyg.2019.01153.
- StackExchange. (2016, April 7). *A (440 Hz) and A (880 Hz) are completely different sounds to me. Does this mean I'm tone deaf?* Retrieved from Music Practice and Theory: <https://music.stackexchange.com/questions/43335/a-440-hz-and-a-880-hz-are-completely-different-sounds-to-me-does-this-mean>

- Tucker, M. (2025, January 22). *880 Hz for Healing Complete Guide*. Retrieved from Altered Mind Waves: <https://alteredmindwaves.com/880-hz-complete-guide/>
- WHO. (2024, May 29). *Deafness and hearing loss: Safe listening*. Retrieved from who.int/news-room/questions-and-answers: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/deafness-and-hearing-loss-safe-listening>
- World Health Organization. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European region - Executive Summary*. WHO Regional Office for Europe UN City, Marmorvej 51 DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark: World Health Organization Document number: WHO/EURO:2018-3287-43046-60243 WHO-EURO-2018-3287-43046-60243-eng .

Learning Sound Waves' Effects On EMG Signals Using Artificial Intelligence

Uzoma Divinelove Moses Ozuomba¹, Zviad Gurtskaia²

¹MD, MSc, and PhD (in view), Georgian Technical University, Georgia. Email: muozin3@gmail.com;

²MD, PhD, Professor. Georgian Technical University. Email: z.gurtskaia@gtu.ge

Abstract

Sound is an energy (Raghu , 2018; Choi, Jung, & Kang, 2019) or a vibration that can be propagated into human bodies as sound waves and these sound waves have either positive or negative effects on both physical and mental well-being of people (Bass & Clark, 2003; World Health Organization, 2018; Reybrouck , Podlipniak, & Welch, 2019). These positive or negative sound wave effects can culminate into therapeutic or pathologic effects, hence our aim of creating an artificial intelligence-based model for detecting and predicting therapeutic sound frequencies and amplitudes based on individual health needs. Our research aims to design an artificial intelligence-based (AI) model for detecting human muscle response to different sound frequencies and amplitudes. Using artificial intelligence, we were able to find the difference between the EMG signals recorded from the volunteers during different sound wave applications. This means that human muscle responds to different sound signals and reacts differently.

KEYWORDS: Sound waves, sound therapy, sound healing, sound frequency generator, Frequency, Amplitude, 432 Hz, 440 Hz, 880 Hz, 1320 Hz, 30 dB, 60 Db, 90 Db, complex tone, harmonic overtones, octave, CleveLab kit, machine learning, MatLab.