

COVID-19 პანდემიის ეკოლოგიური გავლენა: ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის ცვლილება საქართველოს დიდ ქალაქებში

ნინო ვეფხვაძე, მანანა ხორბალაძე, ნინო კილაძე, ნანა ცხოვრებაძე, ირმა ცხოვრებაძე, თეა ქოჩორაძე-მარდიშვილი, ივანე კუგოტი

თსუ-ის ჰიგიენის, სამედიცინო ეკოლოგიის და ჯანმრთელობის ხელშეწყობის დეპარტამენტი

რეზიუმე

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს დიდ ქალაქებში (თბილისი, რუსთავი, ბათუმი) ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მაჩვენებლების (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , CO , O_3 , SO_2) კონცენტრაციის შესწავლა პრე- და პოსტკოვიდურ - 2019-2023, წლებში. მიღებული მონაცემები დამუშავდა Microsoft Excel პროგრამით.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოში დიდი ქალაქების ჰაერის დაბინძურება საკმაოდ სერიოზული პრობლემაა, რომლის მოგვარებაც სამთავრობო უწყებების, სამოქალაქო და სამეცნიერო საზოგადოების ჩართულობას და კოორდინირებულ ქმედებებს მოითხოვს.

მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით საჭიროა ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის სადგურების რაოდენობის გაზრდა, მოძველებული სატრანსპორტო საშუალებების თანამედროვე ელექტრო- და ჰიბრიდული ტრანსპორტით ჩანაცვლება, დიზელის ძრავიანი სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვის კონტროლი, დიდი ქალაქების ტერიტორიაზე მწვანე ნარგავების ფართობის გაზრდა, ენერგიის ალტერნატიული წყაროების მოძიება და მშენებლობის ენერგოეფექტური მეთოდების გამოყენება.

სავარაუდოდ, ეფექტური იქნება შემდგომი კვლევის ჩატარება ქვეყნის ყველაზე მეტად დაბინძურებულ რეგიონებში, ქრონიკული არაინფექციური დაავადებების, მათ შორის ფილტვის და სასუნთქი გზების სხვადასხვა პათოლოგიით ავადობის შესწავლის პარალელურად.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, მთელ მსოფლიოში 4,2 მილიონი სიკვდილის შემთხვევა ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას უკავშირდება. მსოფლიო მოსახლეობის დაახლოებით 99% ექვემდებარება ისეთი ჰაერის ზემოქმედებას, რომელშიც წვრილდისპერსიული ნაწილაკების ($PM_{2.5}$) შემცველობა მნიშვნელოვნად აღემატება ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ დადგენილ $PM_{2.5}$ -ის უსაფრთხო დონეს. დაბალი და

საშუალო შემოსავლების მქონე ქვეყნებში ჰაერის დაბინძურების ხარისხი გაცილებით მაღალია განვითარებულ ქვეყნებთან შედარებით [4, 5, 13].

მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვე, აქტიური ინდუსტრიალიზაცია, წიაღისეული საწვავის წვა და გადატვირთული საავტომობილო მოძრაობა დიდი ქალაქების ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების უმთავრეს მიზეზებს წარმოადგენს [5, 6, 12].

ევროპის რეგიონსა და ამერიკის შეერთებულ შტატებში მავნე ნაწილაკების გავრცელება ხდება მრავალი მობილური და სტაციონარული წყაროს მეშვეობით. მსუბუქი და სატვირთო მანქანების გადაადგილებისას ხდება გამონაბოლქვისა და მტვრის ნაწილაკების ემისია, რომელიც დაბინძურების მთავარი წყაროა. ამას ემატება მასშტაბური ხანძრები, ქარიშხალი და სხვა ბუნებრივი თუ ხელოვნური კატასტროფები [5, 8, 9, 10, 11].

ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, ჰაერის მაღალი დაბინძურების მქონე ქალაქებში სიკვდილიანობის ზოგადი მაჩვენებელი 15-20%-ით აჭარბებს შედარებით „სუფთა“ ქალაქების მოსახლეობის სიკვდილიანობის მაჩვენებელს. სუფთა და ჯანსაღი ჰაერით გამოირჩევა სკანდინავიის ქვეყნების (შვედეთი, ნორვეგია, ფინეთი) დიდი ქალაქები, ხოლო ყველაზე საშიში და არაჯანსაღი ჰაერი ჩინეთის რეგიონებშია [4, 6, 7, 12].

2014 წელს ევროკავშირსა და საქართველოს შორის გაფორმდა ასოცირების ხელშეკრულება, რომელიც, ქვეყნის პოლიტიკურ, სოციალურ და ეკონომიკურ პრობლემებთან ერთად, გარემოს დაცვის საკითხებსაც ეხება - მათ შორის ატმოსფერული ჰაერის ხარისხს და მასთან დაკავშირებულ ჯანმრთელობის პრობლემებს. ასოცირების ხელშეკრულება მიზნად ისახავს გარემოს ხარისხის შენარჩუნებას, გაუმჯობესებას და რეაბილიტაციას ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის მიზნით. ასევე ითვალისწინებს საერთაშორისო დონეზე მხარდაჭერას გარემოს დაცვის რეგიონულ ან/და გლობალურ პრობლემებთან გასამკლავებლად (მუხლი 302).

ჰაერში დამაბინძურებლების კონცენტრაციის შემცირებით შესაძლებელია სიკვდილიანობის მაჩვენებლების მნიშვნელოვანი შემცირება. მაგალითად, შეწონილი მყარი ნაწილაკების კონცენტრაციის 70 მკგ/მ³-დან 20 მკგ/მ³-მდე შემცირებით სიკვდილიანობა შეიძლება შემცირდეს 15%-ით [6, 11, 12].

შეწონილი მყარი ნაწილაკების ყველაზე აგრესიულ ნაწილს შეადგენს სულფატები, ნიტრატები, ნახშირბადი, მინერალური არაორგანული მტვერი, რომელიც ჰაერში შეწონილ წყალთან და ორგანულ ნივთიერებებთან ქმნის მყარი და თხევადი ნაწილაკების რთულ ნარევს [4, 6, 8, 9, 10].

ორგანიზმზე ზემოქმედების შეფასებისას მტვრის მყარი ნაწილაკების ფრაქცია იყოფა ორ ჯგუფად: PM₁₀ (ნაწილაკები- აეროდინამიური დიამეტრით 10 მკმ) და PM_{2.5} (ნაწილაკები დიამეტრით 2,5 მკმ). სწორედ ეს უკანასკნელი ითვლება ძლიერ დამაზიანებლად და საშიშად ჯანმრთელობისათვის, რადგან მათ შესწევთ უნარი შეაღწიონ ბრონქიოლების პერიფერიულ უბნებზე და ხელი შეუშალონ აირცვლას [4, 6, 7, 12].

დიდი ქალაქებში დამაბინძურებლები უარყოფითად ზემოქმედებენ საზოგადოებრივ ჯანმრთელობასა და გარემოზე. საქართველოში მსხვილი ურბანული ცენტრები, როგორიცაა თბილისი, ბათუმი, ქუთაისი და რუსთავი, წლების განმავლობაში ებრძვიან ჰაერის ხარისხის პრობლემებს. ამ ქალაქებში დღეისათვის დაბინძურების ძირითად წყაროდ ითვლება შიგაწვის

ძრავიანი ავტომანქანების გამონაბოლქვი, რასაც ინდუსტრიულ ცენტრებში ემატება სამრეწველო დაბინძურება [1, 2, 3].

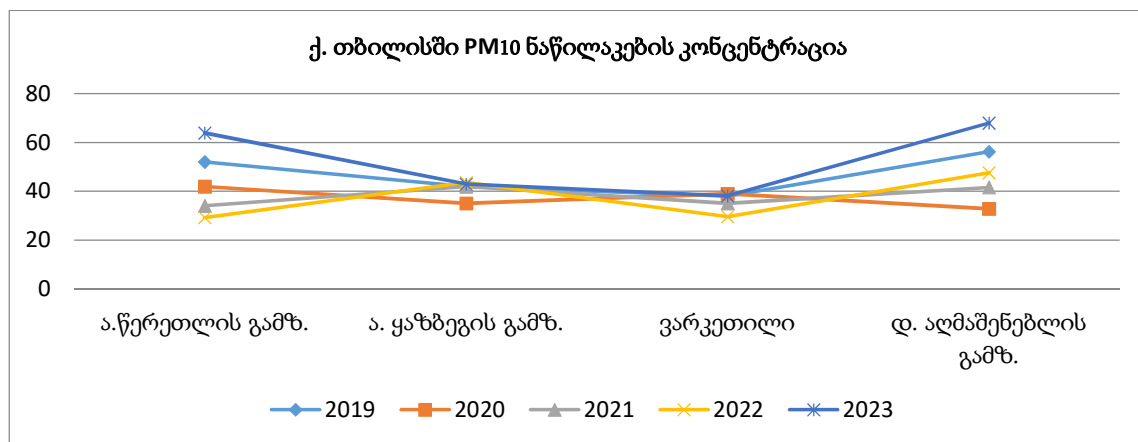
კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჩვენი ქვეყნის დიდ ქალაქებში (თბილისი, რუსთავი, ბათუმი) ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მაჩვენებლების (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , CO , O_3 , SO_2) კონცენტრაციის შესწავლა პრე- და პოსტკოვიდური - 2019-2023, წლების განმავლობაში.

ჰაეროვანი გარემოს მონიტორინგი წარმოებს ხუთ დიდ ქალაქში - თბილისში, რუსთავში, ქუთაისში, ზესტაფონსა და ბათუმში. აქედან ავტომატური სადგურები უწყვეტ რეჟიმში მუშაობენ ქ.თბილისის ხუთ, ქ. რუსთავის ერთ, ქ. ქუთაისის ერთ და ქ. ბათუმის ერთ ლოკაციაზე.

ქ. თბილისში ჰაერის ხარისხზე დაკვირვება მიმდინარეობს ვარკეთილში, აკ.წერეთლის, ალ.ყაზბეგის, დავით აღმაშენებლის და მარშალ გელოვანის გამზირებზე (მობილური სადგური).

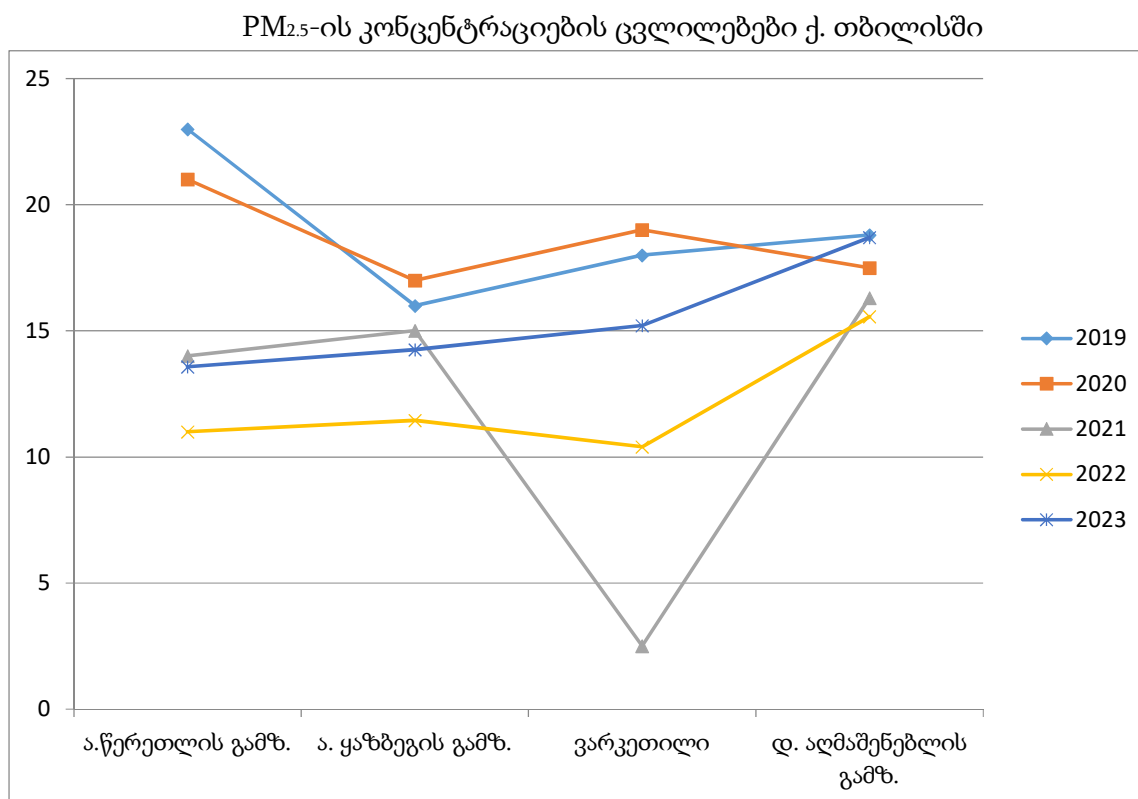
მიღებული შედეგები. კვლევით დადგინდა, რომ აკ. წერეთლის გამზირზე 2022 წელს შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაციის საშუალო მაჩვენებელი არ აღემატებოდა ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს - PM_{10} - 35 მკგ/მ³ და $PM_{2.5}$ - 17მკგ/მ³, ხოლო 2023 წელს PM_{10} -ის საშუალო წლიური მაჩვენებელი გაიზარდა და 63.9 მკგ/მ³ მიაღწია (დიაგრამა №1).

დიაგრამა #1



აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ღრმა ყოველდღიური კვლევის მიხედვით ფიქსირდება PM_{10} -ის კონცენტრაციის ეპიზოდური მატება (2 აპრილის მონაცემებით PM_{10} -ის კონცენტრაცია 329.3 მკგ/მ³-ს შეადგენდა, რაც ნორმაზე 6-ჯერ მეტია).

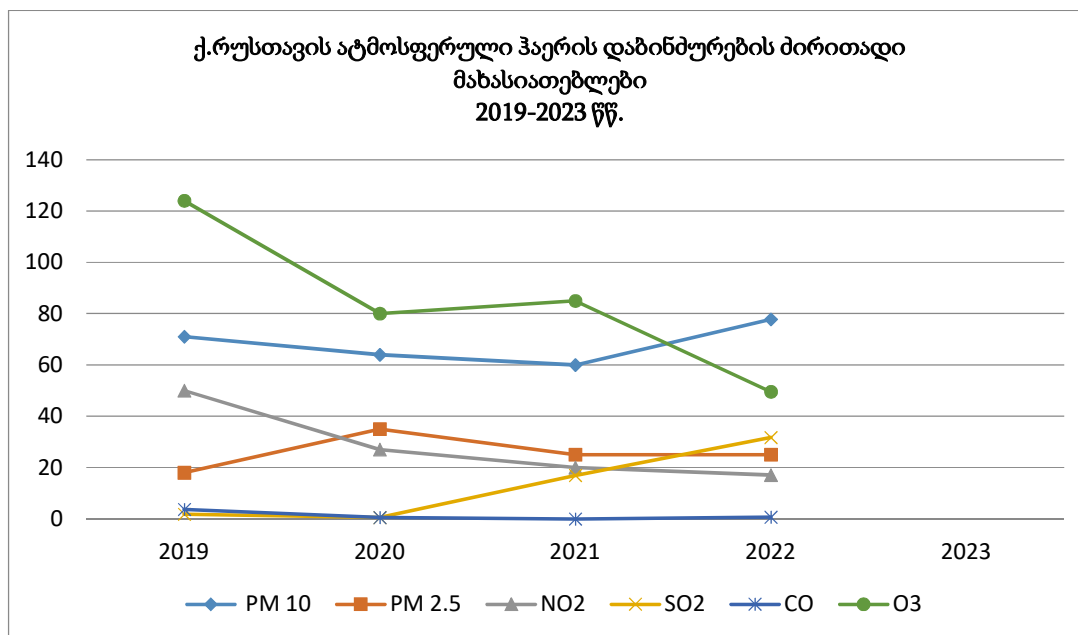
ქ. თბილისის ოთხ წერტილში გამოსაკვლევ პერიოდში $PM_{2.5}$ -ის კონცენტრაციების ცვლილებები გამოხატულია დიაგრამაზე #2.



PM_{2.5}-ის, ისევე როგორც PM₁₀-ის, შემთხვევაში დედაქალაქის სხვადასხვა უბანში გვხვდება მათი პერიოდული მატების და კლების ტენდენცია, რაც აიხსნება გარემოში მიმდინარე პროცესებით. მიუხედავად ამ გრადაციისა, უნდა აღინიშნოს, რომ საკვლევ ინტერვალში PM_{2.5}-ის კონცენტრაცია ძირითადად ნორმის ფარგლებშია, ხოლო PM₁₀-ის კონცენტრაცია 2019 წელს, ისევე როგორც 2023 წელს, ნორმას აღემატება და, მასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის პოტენციური რისკებიდან გამომდინარე, საჭიროებს დამატებითი პრევენციული ღონისძიებების შემუშავებას.

ჰაეროვანი გარემოს სხვა დამაბინძურებლების (NO₂, SO₂, CO, O₃) კონცენტრაციების შეფასების შედეგად დადგინდა, რომ წლების მიხედვით, როგორც მყარი ნაწილაკების შემთხვევაში, კორონავირუსის საწინააღმდეგო რეგულაციებიდან გამომდინარე, შესაბამის პერიოდში მათ კონცენტრაციას ახასიათებს კლების და შემდეგ ისევ მატების ტენდენცია, თუმცა აღნიშნული ნორმას არ აღემატება არცერთ ეპიზოდში.

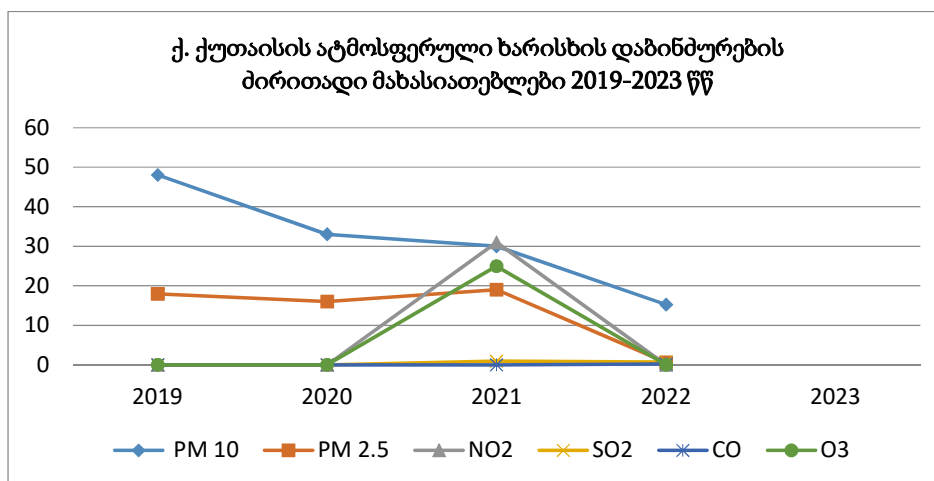
რაც შეეხება ქ. რუსთავს, აქ საგანგაშო მდგომარეობაა შეწონილი ნაწილაკების მიმართულებით. მაღალია როგორც PM_{2.5}-ის, ასევე, PM₁₀-ის ზომის ნაწილაკების კონცენტრაციის საშუალო დღეღამური მაჩვენებელი (დიაგრამა #3).



ღრმა კვლევის მიხედვით, მიმდინარე წლის განმავლობაში შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია მაღალი იყო 2024 წლის 7 მარტს. მაღალი იყო როგორც PM_{2.5}-ის, ასევე, PM₁₀-ის ნაწილაკების კონცენტრაცია. PM_{2.5}-ის ზომის ნაწილაკების კონცენტრაციის საშუალო დღიური მაჩვენებელი 63.09 მკგ/მ³ შეადგენდა, რაც 3-ჯერ აღემატება ნორმას. ამ ლოკაციაზე აღინიშნება O₃-ის მაღალი კონცენტრაცია, რომელიც ხშირად მაქსიმუმს აღწევს, მაგრამ ნორმის ფარგლებს არ სცილდება.

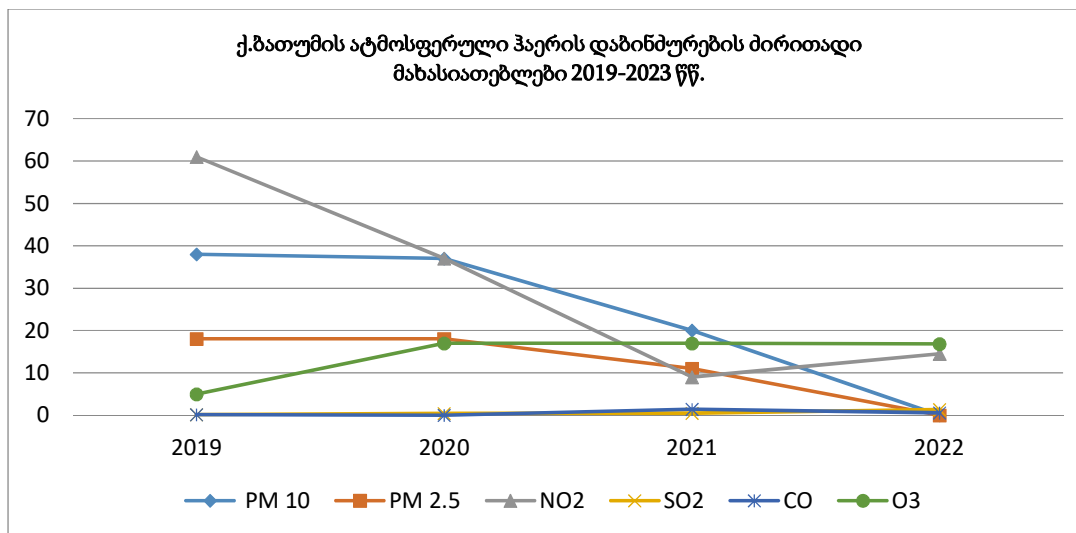
ქ. ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში შეწონილი ნაწილაკების - PM_{2.5} და PM₁₀-ის, წლიური საშუალო მაჩვენებელი პოსტკოვიდურ პერიოდში ნორმის ფარგლებშია, მაგრამ 2024 წლის აპრილში ჩატარებული ღრმა კვლევის მონაცემებით საშუალო დღიური კონცენტრაცია PM₁₀-ის მიხედვით 91.04 მკგ/მ³ შეადგენდა, რაც ნორმას აღემატებოდა 2-ჯერ და ეს გრძელდებოდა 3 საათის განმავლობაში. ასევე არის შემთხვევები, როდესაც PM₁₀ -ის კონცენტრაცია უფრო ხანგრძლივად არის მაღალი (დიაგრამა #4).

დიაგრამა #4



ქ. ბათუმის მონაცემების მიხედვით, პოსტკოვიდურ პერიოდში ქალაქის ჰაეროვან გარემოში შეწონილი ნაწილაკების PM_{2.5} და PM₁₀-ის საშუალო წლიური კონცენტრაცია ნორმის ფარგლებშია (დიაგრამა #5).

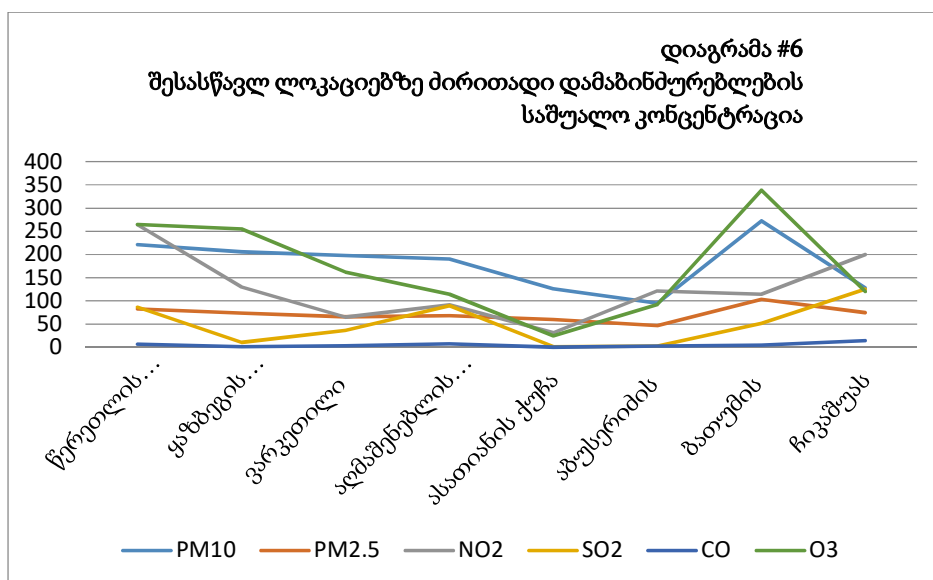
დიაგრამა #5

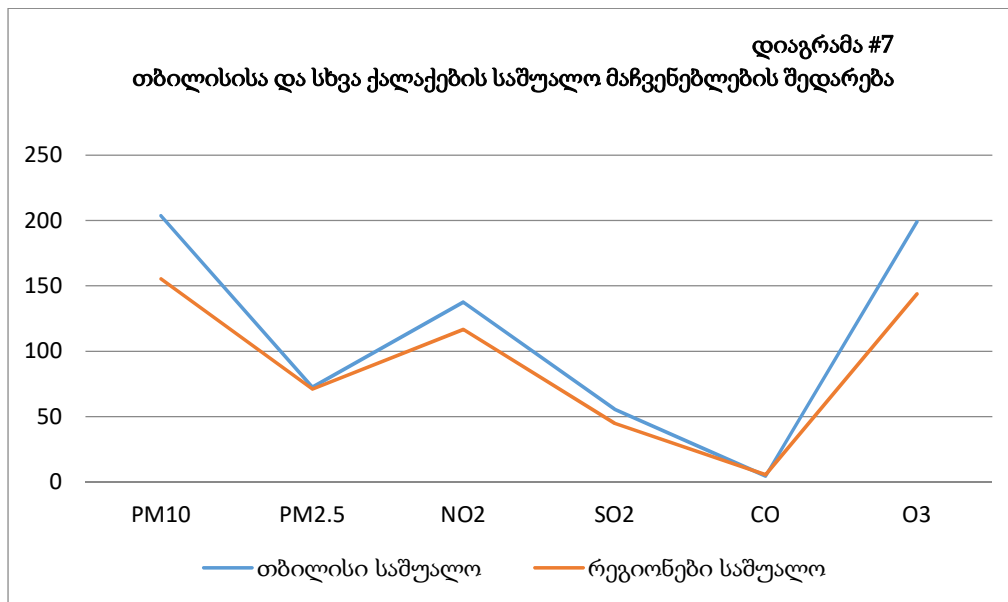


მიუხედავად ამისა, ღრმა კვლევის ყოველდღიური მონაცემებით, პერიოდულად მაღალია შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია. მაგალითად, 2024 წლის 31 მარტის მონაცემებით PM₁₀ -ის ნაწილაკების დღიური კონცენტრაცია 67.9 მკგ/მ³-ს შეადგენს, ხოლო PM_{2.5}-ის კონცენტრაცია - 28.84 მკგ/მ³-ს. ორივე მონაცემი აღემატება ნორმით დაშვებულს 1.5-ჯერ. არის დღეები, როდესაც მაღალი კონცენტრაციის დონე გრძელდება საათების განმავლობაში და შემდეგ უბრუნდება ნორმას.

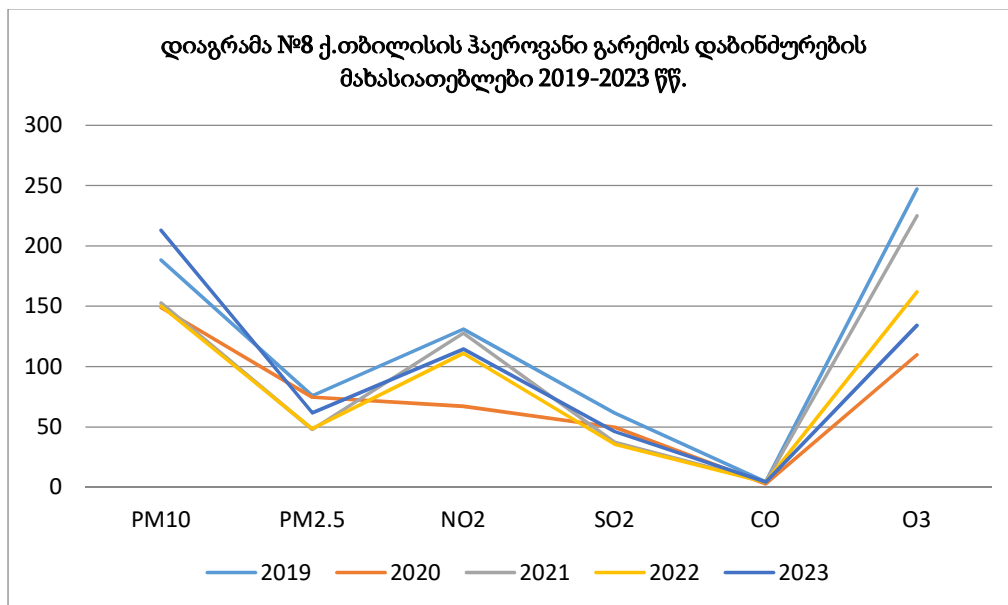
მონაცემები არ მოიძებნა ქ. ზესტაფონის ჰაეროვანი გარემოს შემადგენლობის შესახებ.

გარემოს ეროვნული სააგენტოდან აღებული მონაცემები დამუშავდა Microsoft Excel პროგრამაში; შედარდა სხვადასხვა ქალაქების მონაცემები. შესაბამისი შედეგები ასახულია დიაგრამებზე #6-7-8.





დიაგრამაზე №8 ასახულია მოცემული ინდიკატორების მნიშვნელობების ჩაშლა თბილისში წლების მიხედვით 2019-2023 წლების ჭრილში.



კვლევის მონაცემების ანალიზით აღმოჩნდა, რომ შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია შედარებით მაღალია ზამთრის პერიოდში. განსაკუთრებით - მშრალ პერიოდში, რაც, სავარაუდოდ, შიგაწვის ძრავების მუშაობას და საცობების არსებობას უკავშირდება. ასევე, ამ პერიოდში აქტიურია გათბობის სეზონი, როდესაც მრავალპროფილურ გათბობის ქსელში არსებული სხვადასხვა დამაბინძურებლები ჭარბად გამოიყოფა ატმოსფეროში. ყოველდღიურმა ღრმა კვლევამ აჩვენა, რომ ძალიან ხშირია დღეები, როდესაც შეწონილი ნაწილაკების, კერძოდ PM_{2.5}-ის კონცენტრაცია საათების განმავლობაში აჭარბებს ნორმას. ასეთი შემთხვევები ყველა ლოკაციაზე ფიქსირდებოდა, თუმცა ყველაზე ხშირად ეს გამოვლინდა ქ.რუსთავის ჰაეროვანი გარემოს შესწავლისას.

ჩვენი კვლევის შედეგები მიუთითებს, რომ საქართველოში დიდი ქალაქების ჰაერის დაბინძურება საკმაოდ სერიოზული პრობლემაა და სამთავრობო უწყებების, სამოქალაქო და სამეცნიერო საზოგადოების ჩართულობას და კოორდინირებულ ქმედებებს მოითხოვს.

მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით საჭიროა ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის სადგურების რაოდენობის გაზრდა, მოძველებული სატრანსპორტო საშუალებების თანამედროვე ელექტრო- და ჰიბრიდული ტრანსპორტით ჩანაცვლება, დიზელის ძრავიანი სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვის კონტროლი, დიდი ქალაქების ტერიტორიაზე მწვანე ნარგავების ფართობის გაზრდა, ენერგიის ალტერნატიული წყაროების მოძიება და მშენებლობის ენერგოეფექტური მეთოდების გამოყენება.

სასურველია და, სავარაუდოდ, ძალზე ეფექტური იქნება შემდგომი კვლევების წარმოება ქვეყნის ყველაზე მეტად დაბინძურებულ რეგიონებში, ქრონიკული არაინფექციური დაავადებების, განსაკუთრებით კი სასუნთქი გზების, მათ შორის - ფილტვის სხვადასხვა პათოლოგიით ავადობის შესწავლის პარალელურად.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ნ. ვეფხვაძე, მ.ხორბალაძე, ი. კუგოტი, ნ. ცხოვრებაძე, თ. ქოჩორაძე-მარდიშვილი, ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შეფასება საქართველოს დიდ ქალაქებში (2019-2021 წწ.), თსუ სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2022, ტ. 56, გვ. 76-79.
2. ნ. ვეფხვაძე, მ. ხორბალაძე, ნ. კილაძე, ნ. ცხოვრებაძე, ი. ცხოვრებაძე, თ. ქოჩორაძე-მარდიშვილი, ი. კუგოტი, საქართველოს დიდი ქალაქების ატმოსფერული ჰაერის ზოგადი დახასიათება პრეკოვიდურ, კოვიდურ და პოსტკოვიდურ პერიოდში (2019-2023 წწ.), ექსპერიმენტული და კლინიკური მედიცინა, №4, 2023, გვ. 19-23
3. Annual Air Quality Reports (2019-2023) - National Environmental Agency of Georgia.
4. Dasandi N, Jankin S, Pantera DK, Romanello M. Public engagement with health and climate change around the world: a Google Trends analysis. Lancet Planet Health 2025; 9: e. 236–44
5. European Environmental Agency. Air Quality in Europe—2019 Report. Report № 10/2019. Available online: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019> (accessed on 7 April 2022).
6. European Environment Agency (EEA). Air Quality in Europe – 2020 Report. EEA09/2020 (published 23 November 2020)
7. European Commission. Directive 2008/50/EC on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe. European Parliament and of the Council. 21 May 2008. Available online: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/directive-2008-50-ec-of> (accessed on 7 April 2022).
8. Lorenzo-Saez E., Coll-Aliaga E., Oliver-Villanueva J., Prieto del Campo F., Lerma-Arce V., Analysis of the COVID-19 Lockdown's Impact on Air Quality in the Langer Cities of Spain, Sustainability 2022, 14(9), 5613.
9. . Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Front Public Health. 2020 Feb
doi: 10.3389/ fpubh.2020.00014
10. United States Environmental Protection Agency (EPA). "The Clean Air Act." EPA, 2020.

11. World Health Organization (WHO). "Air Pollution." WHO, 2025
12. World Health Organization. WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulphur Dioxide and Carbon Monoxide; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2021; Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228> (accessed on 7 April 2022).
13. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health/health-impacts/exposure-air-pollution>

Ecological Impact of COVID-19 Pandemic: Changes in Ambient Air Quality in Major Cities of Georgia

Nino Vepkhvadze, Manana Khorbaladze, Nino Kiladze, Nana Tskhovrebadze, Irma Tskhovrebadze, Tea Kochoradze-Margishvili, Ivane Kugoti

Department of Hygiene, Medical Ecology and Health Promotion, Tbilisi State Medical University

Abstract

This study aims to evaluate the changes in ambient air quality in major urban centres of Georgia- Tbilisi, Rustavi, and Batumi - during the period 2019 to 2023, encompassing the pre- and post-COVID-19 pandemic phases. The research focused on key atmospheric pollutants, including particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), ozone (O₃), and sulfur dioxide (SO₂). The collected data were processed and analysed using Microsoft Excel.

The findings indicate that air pollution remains a significant environmental and public health issue in the studied cities. Addressing this challenge necessitates the coordinated involvement of governmental bodies, the scientific community, and civil society.

To mitigate air pollution and improve air quality, the following measures are recommended: expansion of the national air quality monitoring network, gradual replacement of aging vehicle with electric and hybrid alternatives, strengthened regulatory control over emissions from diesel-powered vehicles, development and maintenance of urban green spaces promotion and integration of renewable energy sources, adoption of energy-efficient construction technologies and practices.

Further research is recommended, particularly in regions with the highest pollution levels. Such studies should be conducted in parallel with epidemiological investigations into chronic non-communicable diseases, especially those affecting the respiratory system, in order to better understand the public health implications of long-term exposure to air pollutants.