



ელექტრომაგნიტური დაბინძურება, როგორც აქტუალური პრობლემა

თამარ ნოზაძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

Tamar.nozadze@tsu.ge

აბსტრაქტი

კვლევები ადასტურებს, რომ მობილური ტელეფონებისა და სხვა ელექტრომაგნიტური წყაროების მიერ გამოსხივებული ველები შეიძლება იწვევდნენ სითბურ და არასითბურ ეფექტებს, რომლებსაც შესაძლოა ქონდეთ უარყოფითი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე. განსაკუთრებით მგრძნობიარე ჯგუფები არიან ბავშვები, ორსულები და ადამიანები, რომლებიც სუსტი ჯანმრთელობის არიან. ბოლო წლებში ჩატარებული კვლევები ადასტურებს, რომ ელექტრომაგნიტურმა გამოსხივებამ შეიძლება გაზარდოს ონკოლოგიური დაავადებების, ჰორმონული ცვლილებების, სისხლის შედედების დარღვევებისა და სხვა პათოლოგიების რისკები.

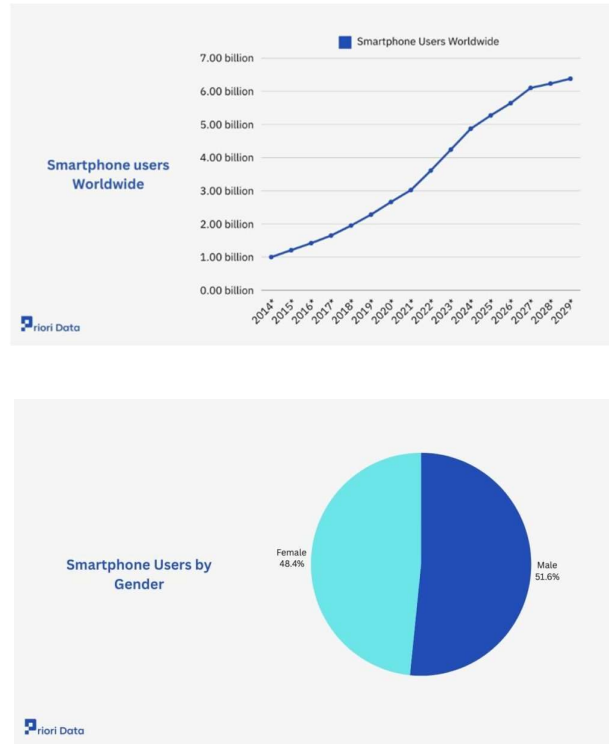
ზოგიერთი კვლევა ფლორასა და ფაუნაზე ემ გამოსხივების მავნე გავლენას აჩვენებს, განსაკუთრებით საგანგაშოა მწერების პოპულაციის შემცირება, რომელიც შეიძლება იყოს კასკადური ეფექტების მიზეზი.

მიუხედავად იმისა, რომ საერთაშორისო ორგანიზაციები ემ გამოსხივების მავნე გავლენისგან დაცვისთვის სტანდარტებს აწესებენ, სრული დაცვა ცოცხალი ორგანიზმების ემ ველების მავნე ზემოქმედებისგან ჯერ კიდევ არ არის მიღწეული. ამ თვალსაზრისით აუცილებელია კვლევების გაგრძელება.

მხარდაჭერილია შოთა რუსთველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (SRNSFG) მიერ [გრანტის ნომერი YS-23-131].

ელექტრომაგნიტური დაბინძურება

მობილური ტექნოლოგია, რომლის მოხმარების მაჩვენებელი ყოველდღიურად იზრდება, გახდა ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელი ნაწილი, რასაც მნიშვნელოვნად ხელი შეუწყო ბოლო პერიოდში მსოფლიოში არსებულმა ეპიდემიოლოგიურმა მდგომარეობამაც. უნდა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერმა ტექნოლოგიურმა პროგრესმა დადებითთან ერთად შეიძლება გამოიწვიოს უარყოფითი შედეგები. სწორედ ამიტომ გაჩნდა შემფოთება ემ ველები ხანგრძლივი დროით ზემოქმედებასთან დაკავშირებული ჯანმრთელობის შესაძლო უარყოფითი შედეგების შესახებ. 2025 წლისათვის მსოფლიოში მობილური ტელეფონების მომხმარებელთა რაოდენობა თითქმის 5 მილიარდს შეადგენს (ნახ.1.).



ნახ.1. სმარტფონების მომხმარებლები მთელ მსოფლიოში.

მობილური ტელეფონების ფუნქციონირება დაკავშირებულია საბაზო სადგურებთან, რომელთა რაოდენობაც ბოლო პერიოდში მკვეთრად გაიზარდა. საკომუნიკაციო და სხვა ელექტრული მოწყობილობები წარმოადგენენ ელექტრომაგნიტური (ემ) გამოსხივების ხელოვნურ წყაროებს.

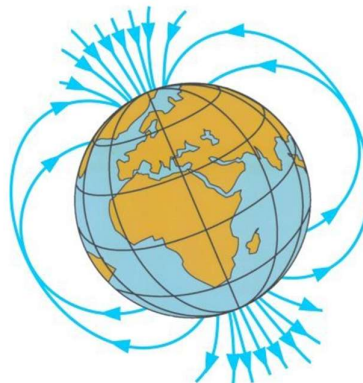
ბუნებრივი სტატიკური ველები

ელექტრომაგნიტური ველები დედამიწაზე ყოველთვის არსებობდა. ბუნებრივი ელექტრომაგნიტური ველები ძირითადად მზის თერმული გამოსხივების (ინფრაწითელი),

ხილული სინათლის ან ულტრაიისფერი გამოსხივების სახით წარმოიქმნება. ცეცხლი და ელვა ასევე ელექტრომაგნიტური ველების წყაროა.

დედამიწის მაგნიტური ველი, ასევე ცნობილი როგორც გეომაგნიტური ველი (GMF), არის კვაზისტატიკური მაგნიტური ველი, რომელიც აკრავს ჩვენს დედამიწას სამხრეთ პოლუსიდან ჩრდილოეთ პოლუსამდე. ის ძირითადად გამოწვეულია დედამიწის ბირთვის თხევად ნაწილში ელექტრული დენებით. პოლუსებზე მაგნიტური ველი ორჯერ ძლიერია, ვიდრე ეკვატორზე. ველის ხაზები ეკვატორზე ჰორიზონტალურად გადის, ხოლო პოლუსებზე პერპენდიკულარულად. ცენტრალურ ევროპაში ველის ხაზები დიაგონალურად შედის მიწაში. მიწის ჰორიზონტალურ ზედაპირსა და ველის ხაზებს შორის კუთხეს დახრილობა ეწოდება.

ბუნებრივ ემ ფონს ადამიანის და ზოგადად ცოცხალი ორგანიზმები ადაპტირებულია. ცოცხალ ორგანიზმებს გააჩნიათ უნარი დროთა განმავლობაში გამოიმუშაონ იმუნიტეტი გარკვეული ცვლილებების წინააღმდეგ. მსგავსი მექანიზმი ჯერ-ჯერობით არ არსებობს ემ ველის გავლენით გამოწვეული ცვლილებების მიმართ. ელექტრონული მოწყობილობების მიერ გამოსხივებული ემ ველები იწვევენ ამ ბუნებრივი ემ ფონის „დაბინძურებას“. ემ დაბინძურების წარმოქმნა შექმნის საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის და არა მარტო ადამიანისათვის ზოგადად სამყაროში.



დედამიწის მაგნიტური ველი

ცნობილია, ემ გამოსხივების გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე ვლინდება პირდაპირი და ირიბი სითბური, ასევე არასითბური ეფექტების სახით. ცოცხალ ორგანიზმებს აქვთ უნარი მოახდინონ გარე ზემოქმედებით გამოწვეული შედეგების კომპენსირება. კერძოდ, ფიზიოლოგიური კომპენსაცია ნიშნავს, რომ ორგანიზმს შეუძლია განაგრძოს ნორმალური ფუნქციონირება. პათოლოგიური კომპენსაცია ნიშნავს, რომ გარე ზემოქმედება იწვევენ ცვლილებებს/დარღვევებს ორგანიზმში, რასაც შეიძლება მნიშვნელოვანი ცვლილებებიც მოჰყვეს. საზღვარი ამ ორი ტიპის კომპენსაციას შორის მეტად რთული დასადგენია. აღსანიშნავია, რომ 2011 წელს ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ და კიბოს კვლევის საერთაშორისო სააგენტომ არსებული კვლევებით მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით ემ ველები დაასახელა, როგორც ადამიანისათვის შესაძლო კანცეროგენები [1-3]. ადამიანს არ შეუძლია ფიზიკურად შეიგრძნოს მის გარშემო არსებული ემ ველი. განსაკუთრებით საშიშია

ემ გამოსხივების გავლენა ბავშვებზე, მოზარდებზე, ორსულებზე და სუსტი ჯანმრთელობის მქონე ადამიანებზე. პირველ რიგში, ორგანიზმის რეაქცია ხანგძლივად ზემოქმედ ემ ველზე შეიძლება გამოიხატოს ქცევის ცვლილებებში და განვითარების ანომალიების მატებაში. ემ ველების ზემოქმედების თავიდან აცილება საკმაოდ რთულია, მაგრამ არსებობს შესაძლებლობა, რომ შევეცადოთ შევამციროთ ასეთი ზემოქმედების ინტენსივობა, შევეცადოთ შევამციროთ გამომსხივებელი მოწყობილობების გამოყენება იმ შემთხვევებში, როდესაც ამის გაკეთება შესაძლებელია. მიღებული გამოსხივების დოზის შემცირებით შესაძლებელია დავიცვათ ორგანიზმი და ვიზრუნოთ ჯანმრთელობაზე [1-3].

არსებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ემ ველი შეიძლება იყოს ადამიანში ონკოლოგიური დაავადებების განვითარების, ჰორმონული ცვლილებების, სისხლის შემადგენლობის დარღვევის მიზეზი. ცხოველებზე ემ დასხივების კვლევებმა აჩვენა ტვინის კიბოს ეფექტები იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც დოზა დადგენილ ფარგლებში იყო. გარე ემ ველის ზემოქმედებამ შეიძლება შეაფერხოს ელექტრო მოწყობილობების შესაფერისი ფუნქციონირება. მაღალი მნიშვნელობის ემ ველმა შეიძლება ხელი შეუშალოს იმპლანტირებული კარდიოსტიმულატორების მუშაობას და რეგულარულად შეაფერხოს იმპულსების მიწოდება ან შექმნა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პაციენტის სიკვდილი [1-5].

ყველასათვის საყურადღებო ჯგუფია მცირე ასაკის ბავშვები. ბავშვების ორგანიზმი ჩამოუყალიბებელია/განვითარებადია და ადვილად შეღწევადია ემ გამოსხივების მიმართ, ამიტომ ემ ზემოქმედებით გამოწვეული შესაძლო უარყოფითი შედეგები შეიძლება უფრო სერიოზული იყოს ვიდრე მოზრდილებში [1-3].

არსებული უსაფრთხოების სტანდარტები/ რეკომენდაციები ძირითადად ეფუძნება ჯანმრთელობის მსოფლიოს ორგანიზაციის რეკომენდაციებს, რომლის რეკომენდაციებიც თავის მხრივ დაფუძნებულია არამაიონიზირებელი რადიაციისგან დაცვის საერთაშორისო კომისიის რეკომენდაციებზე და IEEE სტანდარტებზე [1-2].

Table 1: ICNIRP Reference Limits

Type of Exposure	Frequency range (GHz)	E-field strength (V/m)	H-Field strength (A/m)	Power density (mW/m ²)
General	0.4-2	$1.375f^{0.2}$	$0.0037f^{0.5}$	$f/200$
Public	2-300	61	0.16	10
Occupational	0.4-2	$3f^{0.2}$	$0.008f^{0.5}$	$f/40$
	2-300	137	0.36	50

Table 2: EMF Level Non- Thermal Limits

Power density/ Signal strength	No concern	Slightly concern	Severe concern	Extreme concern
$\mu\text{W}/\text{m}^2$	<0.1	0.1 – 10	10 - 1000	>1000
mW/m^2	<0.0001	0.0001 - 0.01	0.01 – 1	> 1
Volts per meter (V/m)	< 0.00614	0.00614 – 0.0614	0.0614 – 0.614	> 0.614

ნახ.2. საერთაშორისოდ აღიარებული უსაფრთხოების ნორმები.

დღეისათვის არცერთი რადიოსიხშირული გამოსხივებისაგან დაცვის გაიდლაინები არ ითვალისწინებს ადამიანისგან განსხვავებულ ცოცხალ ორგანიზმებს. მეცნიერულად რთულია ითქვას, რომ ემ ველის ზღვრული მნიშვნელობების დაცვამ შეიძლება სრულად თავიდან აგვაცილოს შესაძლო ზიანი გრძელვადიან პერსპექტივაში. თუმცა, ემ ველის მნიშვნელობების ზღვრულ მნიშვნელობებზე ქვემოთ შენარჩუნება ხელს შეუწყობს ჯანმრთელობის რისკების თავიდან აცილებას. ზოგადად ვარაუდობენ, რომ ცხოველები, მცენარეები და ეკოსისტემები დაცულია, თუ ადამიანი დაცულია, მაგრამ ემ დასხივების სხვადასხვა პირობებმა და

ურთიერთქმედების მექანიზმებმა შეიძლება გამოიწვიოს სპეციფიკური ზემოქმედება ფლორასა და ფაუნაზე [6-15].

ემ ზემოქმედებით მწერების პოპულაციები განსაკუთრებით დაზარალებიან ვიდრე ძუძუმწოვრები, ფრინველები და ქვეწარმავლები. მწერების მთლიანი მასა წელიწადში დაახლოებით 2,5%-ით მცირდება, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ისინი შეიძლება გაქრეს მომდევნო საუკუნეში. მწერების მრავალფეროვნებისა და სიმრავლის დაკარგვამ შეიძლება გამოიწვიოს დამანგრეველი ეფექტები კვებით ჯაჭვში და საფრთხე შეუქმნას მთელ ეკოსისტემებს. მკვლევარებმა აღნიშნეს, რომ სტაბილურად მზარდი ემ ველები პირდაპირ დაკავშირებულია აღნიშნულ პრობლემასთან. 5G სიხშირეები ის სიხშირეებია, რომელსაც შეუძლია განსაკუთრებით იმოქმედონ მწერების პოპულაციაზე. მწერების სხეულის მცირე ზომების გამო, ენერგიის შთანთქმის ეფექტურობა მაღალსიხშირულ დიაპაზონში ადამიანებთან შედარებით უფრო მაღალია. ამჟამინდელი რეალობა ისაა, რომ მწერები, ფრინველები და სხვა სახეობები, რომლებიც ბინადრობენ ფიჭური ანტენების სიახლოვეს, დაუცველები არიან, რადგან ემ რეგულაციები არ ვრცელდება ველურ ბუნებაზე. მეცნიერები თვლიან, რომ ემ ველის ზემოქმედების შედეგად ფუტკრების და სხვა დამამტკვრიანებლების თანდათანობით შემცირებამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული პრობლემები უფრო მასშტაბური და მყისიერი, ვიდრე გლობალური დათბობა. ყოველივე ზემოხსენებული არის საგანგაშო სიგნალი იმისა, რომ ჯანსაღი ეკოსისტემა განიცდის არასასურველ ცვლილებებს, რაც გამოვლინდება უახლოეს მომავალში და ადამიანის ჯანმრთელობაზე/ ცხოვრების ხარისხზე აუცილებლად ჰპოვებს არასასურველ ასახვას [6-15].

თანამედროვე ტექნოლოგიების ეპოქაში ადამიანი და ზოგადად, ცოცხალი ორგანიზმები მუდმივად იმყოფებიან ელექტრომაგნიტურ ველების და/ან ელექტრომაგნიტურ გამოსხივების ზეგავლენის ქვეშ. ამიტომ გასაკვირი არ არის, რომ ამ ტიპის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების პოტენციური საფრთხე ცოცხალ ორგანიზმებზე ძალიან დიდ ინტერესს იწვევს. ფლორისა და ფაუნის მრავალი სახეობა მგრძნობიარეა ხელოვნური/ადამიანის მიერ შექმნილი ემ ველების მიმართ და არის შესაძლო ხელშემწყობი ფაქტორი სახეობების გადაშენებაში. ემ ველები ზეგავლენას ახდენს ველური ბუნების ჯანმრთელობასა და სიცოცხლისუნარიანობაზე. ხელოვნურ ემ ველებს შეიძლება ქონდეთ უფრო მეტი წვლილი, ვიდრე ჩვენ ამჟამად ვაცნობიერებთ, სახეობების შემცირებასა და გადაშენებაში [6-15]. რამაც შეიძლება გამოიწვიოს კასკადური ეფექტი, რადგან ბუნებაში ყველაფერი ერთმანეთთან დაკავშირებულია და აუცილებლად ჰპოვებს ასახვას ადამიანის ცხოვრებასა და სიცოცხლის ხარისხზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. <https://www.who.int/>
2. https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf
3. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/radiation/cell-phones-fact-sheet>
4. Erdogan O. Electromagnetic interference on pacemakers. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2002 Jul 1;2(3):74-8. PMID: 17006562; PMCID: PMC1564060.
5. <https://forhearts.org/pacemakers-and-electromagnetic-interference-what-you-need-to-know/>
6. Mevissen M, Ducray A, Ward JM, Kopp-Schneider A, McNamee JP, Wood AW, Rivero TM, Straif K. Effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on cancer in laboratory animal studies, a systematic review. *Environ Int.* 2025 May;199:109482. doi: 10.1016/j.envint.2025.109482. Epub 2025 Apr 25. PMID: 40339346.
7. Lázaro, A. Chroni, T. Tscheulin, J. Devalez, C. Matsoukas, & T. Petanidou. (2016). Electromagnetic radiation of mobile telecommunication antennas affects the abundance and composition of wild pollinators. *Journal of Insect Conservation*, 20(2), 315–324. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9868-8>
8. Adelaja, O. J., Ande, A. T., Abdulraheem, G. D., Oluwakorode, I. A., Oladipo, O. A., & Oluwajobi, A. O.). Distribution, diversity and abundance of some insects around a telecommunication mast in Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 222.
9. Balmori, A. . The incidence of electromagnetic pollution on the amphibian decline: Is this an important piece of the puzzle? *Toxicological & Environmental Chemistry*, 88(2), 287–299.
10. Balmori, A.. Anthropogenic radiofrequency electromagnetic fields as an emerging threat to wildlife orientation. *Science of The Total Environment*, 518–519, 58–60.
11. Balmori A. Electrosmog and species conservation. *Science of The Total Environment*, 496:314–316
12. Balmori A. Electromagnetic radiation as an emerging driver factor for the decline of insects. *Science of the Total Environment*. 767: 144913
13. Cucurachi, S., Tamis, W. L. M., Vijver, M. G., Peijnenburg, W. J. G. M., Bolte, J. F. B., & de Snoo, G. R. (2013). A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). *Environment International*, 51, 116–140.
14. Favre, D. Mobile phone-induced honeybee worker piping. *Apidologie*, 42(3), 270–279.

15. Levitt BB, Lai HC and Manville AM II Low-level EMF effects on wildlife and plants: What research tells us about an ecosystem approach. *Front. Public Health* 10:1000840. doi: 10.3389/fpubh.2022.1000840

Electromagnetic Pollution as a Current Issue

Tamar Nozadze

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Tamar.nozadze@tsu.ge

Abstract

Research confirms that the fields emitted by mobile phones and other electronic devices can cause both thermal and non-thermal effects, which may have a negative impact on human health. Particularly vulnerable groups include children, pregnant women, and individuals with weak health. Recent studies show that electromagnetic radiation may increase the risks of oncological diseases, hormonal changes, blood clotting disorders, and other pathologies.

Some studies demonstrate the harmful effects of electromagnetic radiation on flora and fauna, with the decline in insect populations being particularly alarming, as it could lead to cascading effects.

Although international organizations have set standards to protect against the harmful effects of electromagnetic radiation, full protection for living organisms has yet to be achieved. In this regard, further research is essential.

Financially supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (SRNSFG) [grant number YS-23-131].