

## PM2.5 და PM10 დროში ცვლილება ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის მონაცემების მიხედვით

ა. სურმავა ა., გიგაური ნ., კუხალაშვილი ვ., ინჭირველი ლ.

*\*ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, სტუ, თბილისი, საქართველო  
\* მიხეილ ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ, თბილისი, საქართველო  
aasurmava@yahoo.com*

*ანოტაცია. ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგის მონაცემების ანალიზის საშუალებით შესწავლილია ქ. ქუთაისის ატმოსფერული ჰაერის PM2.5 და PM10-ით დაბინძურების თავისებურება. განსაზღვრულია მიკროაეროზოლების 2018 -2020 წლების საშუალო წლიური კონცენტრაციები და 2022 წლის მარტი-მაისის თვეების საშუალო თვიური კონცენტრაციები. განსაზღვრულია დღეთა და დაკვირვებათა რაოდენობები, როდესაც საშუალო დღიური კონცენტრაცია აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს.*

*საკვანძო სიტყვები: ქ. ქუთაისი, ატმოსფერული ჰაერი, PM2.5 და PM10 კონცენტრაცია.*

შესავალი. XX საუკუნეში, განსაკუთრებით მის მეორე ნახევარში, მრეწველობისა და ტრანსპორტის ინტენსიურმა განვითარებამ, მასთან დაკავშირებულმა ატმოსფეროს ანთროპოგენული დატვირთვის ზრდამ მეტად საშიში კლიმატური, გარემოს დაცვისა და ადამიანთა ჯანმრთელობის შენარჩუნების პრობლემები შექმნა. მათი დაძლევა გადაიქცა საერთაშორისო-პრაქტიკულ, სამეცნიერო და კონკრეტულ სახელმწიფოებრივ ამოცანად.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ადამიანთა ჯანმრთელობის შენარჩუნების პრობლემა, რომელიც მეტად მგრძობიარეა გარემოს სისუფთავის ხარისზე [1-4]. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით 2016 წელს მოსახლეობის სიკვდილიანობის 7.6% გამოწვეული იყო ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებით [5]. შესაბამისად, გარემოს დაბინძურების შესწავლა, მისი შემცირების ღონისძიებების დამუშავება მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ და საზოგადოების ჯანმრთელობის დაცვის ამოცანას წარმოადგენს. ეს პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია ინდუსტრიული სახელმწიფოების და დიდი ქალაქებისთვის, რომლებიც დაბინძურების წყაროების სიმრავლით, ინგრედიენტთა მრავალფეროვნებით და დაბინძურების მაღალი დონეებით გამოირჩევიან.

PM2.5 და PM10 ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთი ძირითადი დამაბინძურებელი ინგრედიენტებია, რომლებიც ძლიერ ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენენ ადამიანთა ჯანმრთელობაზე: იწვევენ გულის დაავადებას, ფილტვის კიბოს, ინსულტს და სხვა დაავადებებს, ხშირად სიკვდილსაც კი [6-8]. ზემოქმედება, რომელიც მოსალოდნელია გამოიწვევს ატმოსფერულ ჰაერში PM-ის არსებობამ, მოახდინოს ზეგავლენა ადამიანთა ჯანმრთელობაზე და სასიცოცხლო პირობებზე გაანალიზებულია [4]-ში. მასში ასახულია იურიდიული, ეკოლოგიური, სოციალური და სხვა ამოცანები, რომლებიც არსებობს ამერიკის შეერთებულ შტატებში გარემოს უმცირესი ნაწილაკებით (PM) დაბინძურების პრობლემის შესასწავლად და გადასაწყვეტად.

განსაკუთრებით მაღალია PM2.5 და PM10 კონცენტრაციები აზიის სახელმწიფოების ინდუსტრიულ ცენტრებში და მეგაპოლისებში [10, 11], სადაც მათი შემცველობა ჰაერში ხშირად რამდენიმე ათეულჯერ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ საშუალო დღეღამურ კონცენტრაციის მნიშვნელობებს. საყურადღებოა ასევე ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება მცირე ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში [5-7].

2022 წლის მონაცემებით [11] PM2.5 - ით მსოფლიოს 10 ყველაზე მეტად დაბინძურებულ სახელმწიფოებს მიეკუთვნებიან: ჩადი, ერაყი, პაკისტანი, ბანგლადეჟი, ბურკინა ფასო, კუვეიტი, ინდოეთი, ეგვიპტე და ტაჯიკეთი. ამ სახელმწიფოების ჰაერის ხარისხის საშუალო წლიური ინდექსი (ჰბი) იცვლება 89.7-დან 46-მდე.

ქალაქების მიხედვით ყველაზე მეტად დაბინძურებულია პაკისტანის ქალაქი ლაჰორი, რომლის ჰბი 97.7-ია, ხოლო 10 ყველაზე მეტად დაბინძურებულ ქალაქებს შორისაა: ჩინეთის, ინდოეთის, პაკისტანის და ჩადის ქალაქები. მათი ჰბი 89.7- 88.9-ის ფარგლებშია.

ევროპის 50 ყველაზე მეტად დაბინძურებულ სახელმწიფოების სიაში შედიან: ბოსნია ჰერცეგოვინა (ჰბი - 33.6), ჩრდილოეთ მაკედონია (ჰბი-25.6), სერბია (ჰბი-24.7), ხორვატია (ჰბი-23.5), მოლდავეთი (ჰბი-22.6) საბერძნეთი (ჰბი-19) [11] და სხვა.

საქართველოს ქალაქებიდან ატმოსფეროში PM2.5 და PM10-ზე რეგულარული დაკვირვებები მიმდინარეობს ქალაქებში: თბილისი, რუსთავი და ბათუმი. 2022 წლის მონაცემების მიხედვით, მათი ჰბი შესაბამისად 16.3, 26.5 და 14.1-ის ტოლია.

ქ. ქუთაისი საქართველოს უძველესი და სიდიდით მეორე ქალაქია. იგი საქართველოს იმერეთის რეგიონის ადმინისტრაციული ცენტრია. მისი მოსახლეობა 147 ათას ადამიანზე მეტია. ერთ დროს ინდუსტრიული ცენტრი დღეისათვის ტურისტული და კულტურულ-რეკრეაციული დანიშნულების ქალაქია. ქალაქში და მის უახლოეს შემოგარენში განლაგებულია საერთაშორისო მნიშვნელობის საკურორტო ქალაქი წყალტუბო, ისტორიული ძეგლები: ბაგრატის ტაძარი, იუნესკოს კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლი-გელათის სამონასტრო კომპლექსი, გეგუთის სასახლე, მარტვილის და მოწამეთას მონასტრები; ტურისტული ობიექტები - სათაფლიის და პრომეთეს მღვიმეები, კინჩხის, მარტვილის და ბალდის კანიონები და სხვა.

ქუთაისი, ასევე, მსხვილი სატრანსპორტო კვანძია, მის მახლობლად გადის დიდი აბრეშუმის გზა და მდებარეობს საერთაშორისო მნიშვნელობის აეროპორტი. ქალაქის ვიწრო გზებზე მოძრაობს ათასობით ავტომობილი. ავტოტრანსპორტის მოძრაობა განსაკუთრებით ინტენსიურია ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონში. შედარებით სუსტადაა წარმოდგენილი ინდუსტრიული საწარმოები. ისინი შემოიფარგლებიან საამშენებლო, ასფალტ-ბეტონის და ცალკეული შემკეთებელი და ავტოსატრანსპორტო საწარმოოებით. ქალაქის სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქცია, ფიზიკო-გეოგრაფიული მდებარეობა, კლიმატი და ინფრასტრუქტურა განსაზღვრავს ქუთაისის ეკოლოგიურ მდგომარეობი შესწავლის აუცილებლობას.

ქ. ქუთაისი ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგი ხორციელდება 20-ე საუკუნის 70 წლებიდან. დღეისათვის გაზომვები წარმოებს ჭავჭავაძის გამზირისა და ასათიანის ქუჩის გადაკვეთაზე მდებარე გარემოს ეროვნული სააგენტოს ერთ სადამკვირებლო პუნქტზე (ი. ასათიანის ქ. 98). განისაზღვრება ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი 4 ძირითადი ნივთიერება, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> და CO. PM2.5 და PM10- ს მათი კონცენტრაციები განისაზღვრება 2018. წლიდან.

კვლევის შედეგები. ცხრ. 1-ში მოცემულია მიკრონაწილაკების საშუალო წლიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები და საშუალო დღიური კონცენტრაციების ზღვ-ზე გადამეტების რაოდენობები (N) 2018-2019 წლებში, მიღებული ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის ქსელის სადგურზე ჩატარებული რეგულალური გაზომვებით [12]. ცხრ. 1-დან ჩანს, რომ აღნიშნულ წლებში PM2.5 -ის საშუალო წლიური კონცენტრაციები ნაკლებია ზღვ-ზე (25 მკგ/მ<sup>3</sup>), ის მინიმალურია 2020 წელს და მაქსიმალურია 2019 წელს. თვისობრივად ანალოგიურ განაწილებას აქვს ადგილი PM10-თვის. მისი საშუალო წლიური კონცენტრაციები ნაკლებია ზღვ-ზე (59 მკგ/მ<sup>3</sup>), მინიმალურია 2020 წელს (30 მკგ/მ<sup>3</sup>) და მაქსიმალურია 2019 წ (49 მკგ/მ<sup>3</sup>). შესაბამისად, 2019 წელი ხასიათდება ზღვ-ზე მაქსიმალური გადაჭარბებების რაოდენობით - 115 დაკვირვება. ცხრილი 1-ში მოცემულია PM2.5 და PM10-ის საშუალო წლიური კონცენტრაციები და PM10-ის საშუალო დღიური კონცენტრაციის ზღვ-ზე გადამეტებათა რიცხვი (N).

ცხრილი 1. PM2.5 და PM10-ის საშუალო წლიური კონცენტრაციები და PM10-ის საშუალო დღიური კონცენტრაციის ზღვ-ზე გადამეტებათა რიცხვი (N)

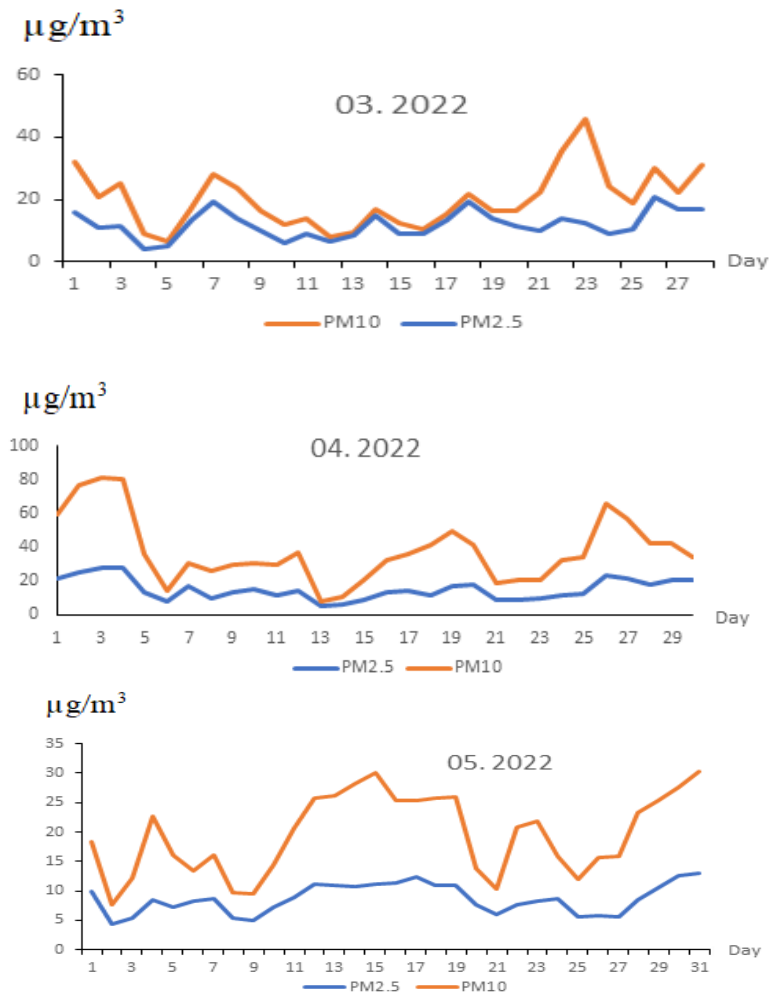
წელი	2018	2019	2020
PM2.5 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	16	18	14
PM10 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	40	49	30
N	68	115	25

2020-2023 წლებში ქ. ქუთაისში ატმოსფერულ ჰაერში მიკროაეროზოლების შემცველობის მონაცემები (ტექნიკური მიზეზებით) გამოქვეყნებულია მხოლოდ 2023 წლის მარტი-მაისის თვეებისათვის. არსებული მონაცემების ანალიზი ასახულია ცხრ. 2, ნახ. 1 და ნახ. 2-ზე.

ცხრილი 2. PM2.5 და PM10-ის საშუალო თვიური კონცენტრაციები და PM10-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციის ზღვ-ზე გადამეტებათა რიცხვი (M)

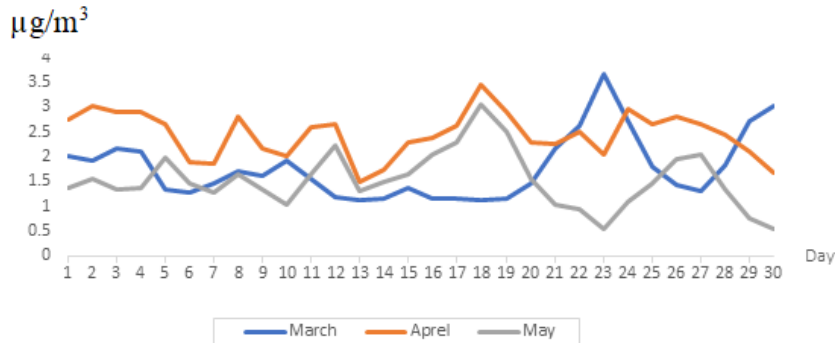
თვე	მარტი	აპრილი	მაისი
PM2.5 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	12	15	9
PM10 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	22	38	20
M	34	176	7

ცხრ. 2-დან ჩანს, რომ აღნიშნული თვეების განმავლობაში მიკროაეროზოლების შემცველობა ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ საშუალო დღე-ღამურ კონცენტრაციებს. PM2.5 -ის საშუალო თვიური კონცენტრაცია მაქსიმალურია აპრილის და მინიმალურია მაისის თვეში. თვისობრივად ანალოგიურ განაწილებას აქვს ადგილი PM10-ის შემთხვევაში. მისი საშუალო თვიური კონცენტრაცია შედარებით მაღალია აპრილის თვეში (38 მკგ/მ<sup>3</sup>). განსაკუთრებით მაღალია აპრილში ასევე იმ დაკვირვებათა რიცხვი, რომლის დროსაც PM10-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაცია აღემატებოდა საშუალო დღე-ღამურ კონცენტრაციას. ნახ.1 ზე ნაჩვენებია ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის პუნქტში 2022 წლის მარტი, აპრილის და მაისის თვეებში მიკროაეროზოლების საშუალო დღიური კონცენტრაციების ცვლილების გრაფიკი.



ნახ. 1. 2022 წლის მარტი, აპრილისა და მაისის თვეებში PM2.5 და PM10 -ი საშუალო დღიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის პუნქტში

ნახ.1-დან ჩანს, რომ PM2.5 და PM10-ის საშუალო დღე-ღამური კონცენტრაციების დროში ცვლილება თვისობრივად ერთნაირია. მათი ლოკალური მაქსიმალური მნიშვნელობები დაიკვირვება თვეში 3-4-ჯერ. PM10-ის კონცენტრაცია ყოველთვის აღემატება PM 2.5-ის კონცენტრაციას (ნახ. 1) და შეფარდება PM10/PM2.5 0- 3.8 ინტერვალის ფარგლებშია (ნახ.2). ის შედარებით მაღალია აპრილის თვეში, ხოლო მარტის და მაისის თვეებში იცვლება პრაქტიკულად ერთი და იგივე ინტერვალში.



ნახ.2. PM10/PM2.5 კონცენტრაციათა შეფარდება 2022 წლის მარტის, აპრილის და მაისის თვეებში.

დასკვნა. გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის ქსელის მონაცემების გამოყენებით გაანალიზირებულია ქ. ქუთაისის ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5 და PM10 - ის დროში ცვლილება. მონაცემები მიღებულია ქალაქის ერთ-ერთ მეტად ინტენსიური საავტომობილო მოძრაობის პუნქტში - ი. ასათიანის ქ. No. 98. განსაზღვრულია 2018-2020 წლების საშუალო წლიური კონცენტრაციები და 2022 წლის მარტი-მაისის თვეების საშუალო თვიური კონცენტრაციები. დადგენილია დღეების რაოდენობა, როდესაც PM10 - ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაცია აჭარბებს საშუალო სადღეღამისო კონცენტრაციას.

მაღლიერების გამოხატვა: ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფუნდამენტალური კვლევების გრანტის FR-22-4765 ფინანსური მხარდაჭერით.

## ლიტერატურა

- [1] Samet J.M., Zeger S.L., Dominic F., Curriero F., et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and Mortality from Air Pollution in the United States // Research Report, 94, Health Effects Institute: Cambridge, MA, USA, 2000.
- [2] Pope C.A., Burnett R.T., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. // J. Am. Med. Assoc, 287, 2002, pp. 1132-1141.
- [3] Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: Results from time series data from the APHEA project. // BMJ, 314, 1997, pp.1658-1663.
- [4] World Health Organization. Regional Office for Europe. // Review of evidence on health aspects of air – REVIHAAP Project, First result. <https://media.xpair.com › pdf › REVIHAAP PDF>
- [5] Mortality and burden of disease from ambient air pollution. // WHO, [https://www.who.int/gho/phe/outdoor\\_air\\_pollution/burden/en/](https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden/en/).
- [6] Apte J.S., Marshall J.D., Cohen A.J., Brauer M. Addressing Global Mortality from Ambient PM2.5. // Environ. Sci. Technol, 49, 13, 2015, pp. 8057-8066. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01236>.
- [7] Lefler J.S., Higbee J.D., Burnett R.T., Ezzati M., Coleman N.C., Mann D.D., Marshall J.D., Bechle M., Wang Y., Robinson A.L., Pope C.A. Air pollution and mortality in a large, representative U.S. cohort: multiple pollutant analyses, and spatial and temporal decompositions. // Environmental Health, volume 18, Article number: 101, 2019.
- [8] Dockery D.W., C. Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. // The New England Journals of Medicine. Volume 329, Number 24, December 9, 1993, pp. 1753-1759.
- [9] United States Environmental Agency. Integrated Science Assessment for Particulate Matter. // EPA/600/R-19/188 December 2019 [www.epa.gov/isa](http://www.epa.gov/isa)
- [10] World's most polluted cities (historical data 2017-2022). // <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities>
- [11] World's Most Polluted Cities in 2022 - PM2.5 Ranking. IQAir. // <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities> IQAir
- [12] ჰაერის ხარისხი. // [https://air.gov.ge/reports\\_page](https://air.gov.ge/reports_page)

## A TIME VARIATION OF THE PM<sub>2.5</sub> AND PM<sub>10</sub> CONCENTRATIONS ACCORDING TO THE KUTAISI ATMOSPHERIC AIR POLLUTION MONITORING NETWORK DATA

**\*\*Surmava A., \*Gigauri N., \*\*Kukhalashvili V., \*Intskirveli L.**

*\*Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

*\*\* Mikheil Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia  
aasurmava@yahoo.com*

*Abstract. Through the analysis of the atmospheric air monitoring data the features of atmospheric air pollution in Kutaisi with PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> microaerosols were studied. The average annual concentrations of microaerosols for the years 2018-2020 and the average monthly concentrations for the months of March-May 2022 have been determined. The number of days and observations when the average daily concentration exceeds the respective maximum allowable concentrations is defined.*

*Key words: c.Kutaisi, Atmospha, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> concentration*