

PM-ნაწილაკებითა და მტვრით ქ. თბილისის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების გამოკვლევა

*ინწიკირველი ლ., *გიგაური ნ., *სურმავა ა., **კუხალაშვილი ვ.,*მდივანი ს.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
**ივ. ჯავახიშვილის მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი*

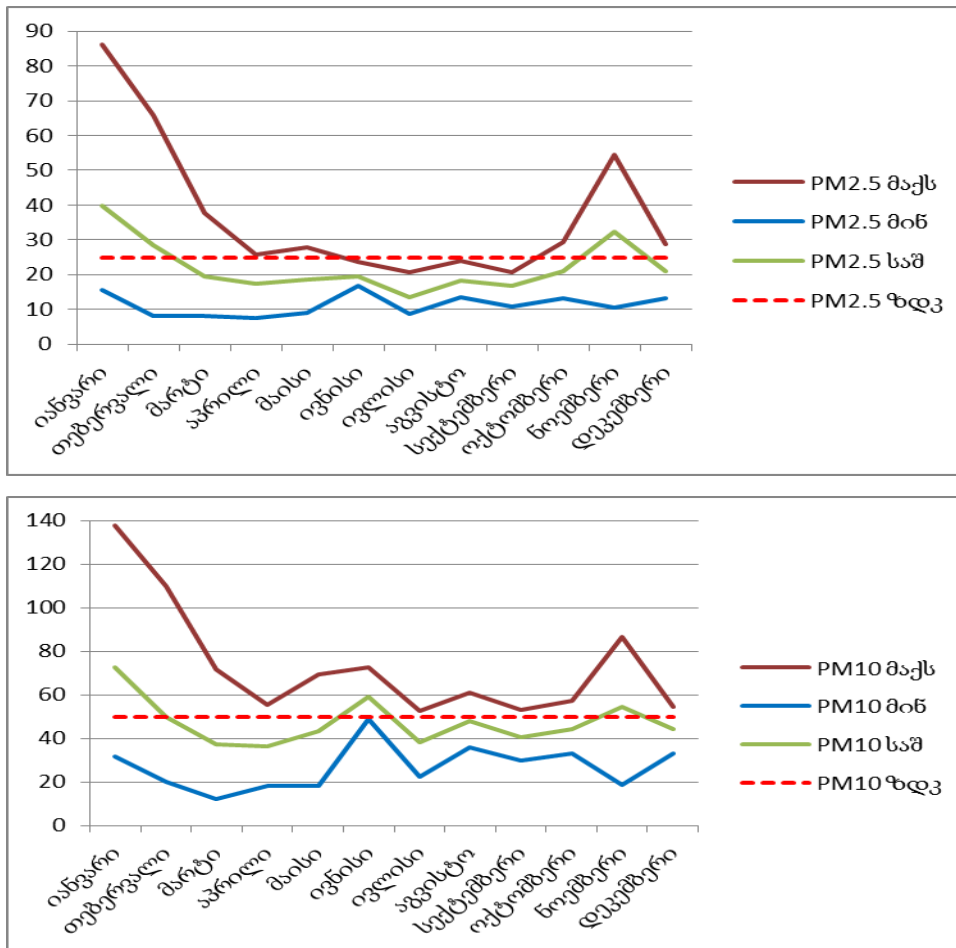
ანოტაცია: განსაზღვრულია ქ. თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM-ნაწილაკებისა და მტვრის კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები. მოდელირებულია მტვრის გავრცელების პროცესი ფონური სტაციონალური დასავლეთის ქარის შემთხვევაში. დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს ქალაქში წარმოქმნილი მტვერი. მიღებულია ვიზუალური სურათები მტვრის გავრცელების არეალისა და კონცენტრაციების შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფერული ჰაერი, PM-ნაწილაკები, მტვერი.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებისაგან დაცვა თანამედროვე მსოფლიოს ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის თანახმად, ყოველწლიურად 6,4 მილიონ ადამიანზე მეტი იღუპება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შედეგად [1]. დამაბინძურებელ ინგრედიენტებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ მტვერსა და PM-ნაწილაკებს, რომლებიც განაპირობებენ მეგაპოლისებისა და დიდი ქალაქების ატმოსფეროს მაღალ დაბინძურებას. დაკვირვების მონაცემების ანალიზის და მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის დასკვნის თანახმად, ქ. თბილისი მიეკუთვნება იმ ქალაქების რიცხვს, სადაც დაბინძურების დონე ზღვრულად დასაშვებ მნიშვნელობებს აღემატება 2-ჯერ და უფრო მეტად [1].

ქ.თბილისში ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურებაზე რეგულარული კონტროლი მიმდინარეობდა 2017 წლამდე, მას შემდეგ მონიტორინგი ხორციელდება მხოლოდ PM ნაწილაკებით დაბინძურებაზე ქალაქში არსებულ 5 სტაციონალურ სადამკვირვებლო პუნქტში.

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია 2019 წლის განმავლობაში PM-ნაწილაკების ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციების ცვლილების გრაფიკები, რომლებიც აგებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების თანახმად [2]. მათი ანალიზიდან ჩანს, რომ თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5}-ნაწილაკების კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM₁₀-ის კონცენტრაციებზე. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), მინიმალური კი ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, ხოლო საშუალო მნიშვნელობები მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს. გამონაკლისია PM₁₀-ის საშუალო კონცენტრაცია ივნისის თვეში, რომელიც მეტია ზდკ-ზე, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს მეტეოროლოგიური სიტუაციით.



ნახ. 1. PM-ნაწილაკების 2019 წლის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები

ასე მაგალითად, აკ. წერეთლის გამზირზე იანვრის თვეში PM_{2.5}-ის მაქსიმალურმა მნიშვნელობამ შეადგინა 86.08, საშუალო თვიურმა - 39.68 მკგ/მ³; PM₁₀-ისათვის შესაბამისად დაფიქსირდა მაქსიმალური - 137.54, საშუალო თვიური - 72.40 მკგ/მ³, რაც ყველა შემთხვევაში მეტია მათ შესაბამის ზღვ-ზე. უკეთესი მდგომარეობა აღინიშნება ზაფხულის თვეებში. ივლისის თვეში იმავე პუნქტში PM_{2.5}-ის მაქსიმალურმა მნიშვნელობამ შეადგინა 20.73, საშუალო თვიურმა - 13.58 მკგ/მ³; PM₁₀-ისათვის მაქსიმალური - 52.57, საშუალო თვიური - 38.08 მკგ/მ³.

მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციები, დაკვირვებული გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ 2011-2016 წლებში მოცემულია ცხრ. 1-ში, საიდანაც ჩანს, რომ საშუალო წლიური კონცენტრაციის მნიშვნელობები იცვლებოდა 1-1.8 ერთჯერადი მაქსიმალური ზღვ-ს ფარგლებში (ზღვ=0.5მგ/მ³).

ცხრ. 1. მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები

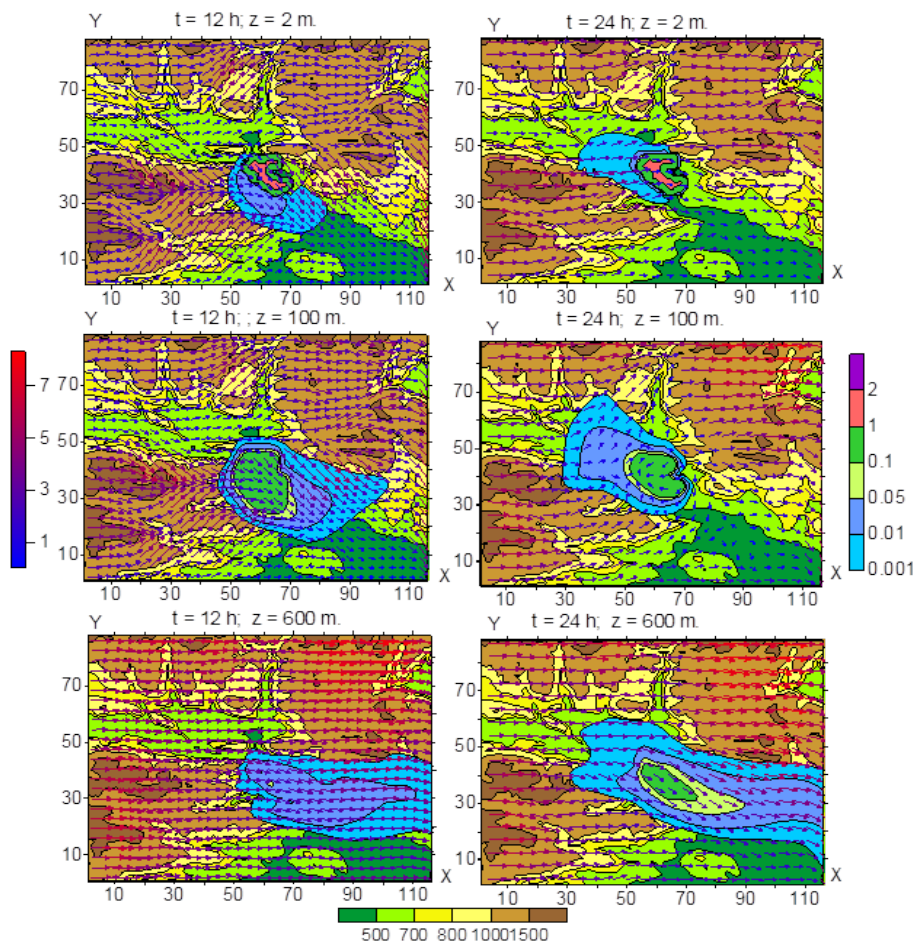
წელი	2011	2012	2013	2014	2015	2016
საშ. წლიური კონცენტრაცია (მგ/მ ³)	0.50	0.50	0.70	0.90	0.77	0.6

ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის დამტვრიანების მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის სისუფთავეზე გავლენის შეფასების მიზნით მოდელირებულია ქალაქში წარმოქმნილი მტვრის რეგიონალური გავრცელების პროცესი. მოდელირებისათვის გამოყენებულია მ. ნოდის სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტში დამუშავებული კავკასიაში მეზომასტაბისა და

ლოკალური ატმოსფერული პროცესების განვითარების და დამაბინძურებელი ინგრედიენტების გავრცელების რიცხვითი მოდელი, რომელიც ადაპტირებულია ქ. თბილისის რეგიონისათვის [3, 4].

ქ.თბილისის მიმდებარე 234კმx180კმ ფართობის მქონე ტერიტორიისათვის მოდელირებულია მტვრის მეზომასშტაბური გავრცელება და მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურება ივნისის თვეში სუსტი დასავლეთის სტაციონალური ფონური ქარის შემთხვევაში, როცა ფონური ქარის სიდიდე იცვლება 1-დან ($z=2\text{მ}$ სიმაღლეზე) 20 მ/წმ-მდე - ტროპოპაუზის სიმაღლეზე - ($z=9000\text{მ}$). დაბინძურების ძირითადი წყაროა ქალაქის ცენტრალურ ავტომაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი, რომლის მიერ შექმნილი მტვრის კონცენტრაცია მოდელირების პერიოდში მუდმივია და უდრის 2016 წლის საშუალო წლიურ მნიშვნელობას - 0.59 მგ/მ³. გამოთვლები ჩატარებულია 72 სთ პერიოდის ხანგრძლივობით.

ნახ.2 ნაჩვენებია გამოთვლებით მიღებული მტვრის კონცენტრაციის სივრცული განაწილება დღის 12 სთ-თვის ფონური დასავლეთის ქარის დროს. ნახ.2-დან ჩანს, რომ მტვერი ვრცელდება სამხრეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით ქ.თბილისის მიდამოებში ფორმირებული მეზომასშტაბური ქარის გასწვრივ. როცა $t = 24\text{სთ}$, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ($z < 100\text{მ}$) მტვრის გავრცელების მიმართულება იცვლება, მტვერი გადაიტანება ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით. მტვრის გადატანის მიმართულების ცვლილება დაკავშირებულია ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დინამიკური და თერმიული ველების დღეღამურ ცვლილებით ფორმირებულ მთა-ბარის ცირკულაციურ სისტემასთან მიწისპირა 100მ ფენაში.



ნახ.2. რელიეფის სიმაღლის, მტვრის კონცენტრაციების იზოზოლებისა და ქარის სიჩქარის ვექტორის განაწილება დედამიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე ფონური სუსტი დასავლეთის ქარის დროს $t=12$ და 24 სთ მომენტისათვის

ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზევით რელიეფის გავლენით იზრდება ქარის სიჩქარე და ინტენსიფიცირდება მტვრის გავრცელების პროცესი. შედეგად, $z = 600$ მ სიმაღლეზე კონცენტრაცია 0.01 ზდკ მიღებულია ქ.თბილისიდან 40 კმ სიგანისა და 100 კმ-ზე მეტი სიგრძის მართკუთხედის მაგვარ ზოლში.

დასკვნა. ნაჩვენებია, რომ თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში $PM_{2.5}$ -ნაწილაკების კონცენტრაციები ყოველთვის ნაკლებია PM_{10} -ის კონცენტრაციებზე. მათი მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზდკ-ს, საშუალო მნიშვნელობები კი მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს. რიცხვითი მოდელირებით გამოკვლეულია რთული რელიეფის გავლენა მტვრის გადაადგილების მიმართულებაზე. მიღებულია, რომ სუსტი ქარის შემთხვევაში ლოკალური რელიეფის ფორმა იწვევს მტვრის გავრცელების მიმართულების დღე-ღამურ ცვლილებას.

მადლიერება. კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [NFR-18-36676].

ლიტერატურა

[1] World health organization. Global Health Risk: Mortality and Burden of Diseases Attributable to Selected Major Risks. 23-53, 2009.

[2] http://air.gov.ge/reports_page, გადამოწმებულია - 17.01.2020.

[3] Surmava A.A., Mishveladze B.A, Davitashvili T. Numerical Modeling of the Pollution Transfer in the Caucasus Atmosphere from Hypothetical Source in Case of the Background Western Wind. // Journal of the Georgian Geophysical Society. 13B, pp. 15-21, 2009.

[4] Gigauri N. G., Surmava A. A. Spatial Distribution of the Local Meteorological Fields and Dust Concentration in Kakheti Atmosphere in Case of the Northern Background Wind. // J. Georgian Geophysics Soc., Issue B, Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, 20 B, 2017, pp. 11-23.

INVESTIGATION OF TBILISI AIR POLLUTION WITH PM-PARTICLES AND DUST

Intskirveli L., Gigauri N., Surmava A., Kukhalashvili V., Mdivani S.

Summary: The concentrations of dust and PM-particles were determined in the air of Tbilisi and in its vicinity. Estimated their monthly maximum, minimum and average concentrations. Simulated dust spreading process with the background stationary westward wind. The source of pollution is transport moving in the city. Visual pictures of the area of distribution and concentration of dust are obtained.

Key words: Atmospheric air, PM-particles, dust.