

უაკ 504.5.054

**ქ.თბილისის ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურების ანალიზი მონიტორინგის ქსელის მონაცემების მიხედვით**

ვ.კუხალაშვილი<sup>2</sup>, ს.მდივანი<sup>1</sup>, ნ.გიგაური<sup>1</sup>, ა.სურმავა<sup>1,2</sup>, ლ.ინჭვირველი<sup>1</sup>

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, intskirvelebi2@yahoo.com

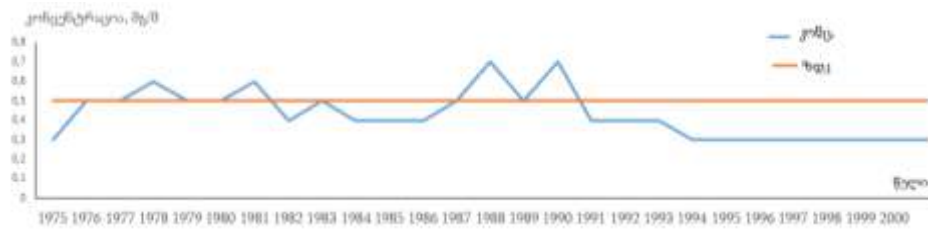
<sup>2</sup>ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ.ნოდის გეოფიზიკის  
ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო, aasurmava@yahoo.com

ქ.თბილისში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე რეგულარული დაკვირვება იწყება 20-ე საუკუნის სამოციანი წლებიდან. დაკვირვების მიზანი იყო ქალაქის ჰაერის ხარისხის შეფასება და ძირითადი სამრეწველო საწარმოების გამონაბოლქვებით ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის განხორციელება. თავდაპირველად გაიხსნა 4 სადამკვირვებლო პუნქტი და იზომებოდა 4 ძირითადი დამაბინძურებელი ინგრედიენტი. დროთა განმავლობაში დაბინძურების კონტროლის ქსელი ფართოვდებოდა, იზრდებოდა დამაბინძურებელ ინგრედიენტთა რაოდენობაც. მონიტორინგის ქსელმა თავის მაქსიმალურ განვითარებას მიაღწია 1989 წელს, როცა ქ.თბილისის სადამკვირვებლო ქსელი შედგებოდა 8 სტაციონალური ჯიხურისაგან და იზომებოდა როგორც ძირითადი, ასევე ზოგიერთი მსხვილი საწარმოდან ატმოსფეროში გაფრქვეული სპეციფიური ინგრედიენტების კონცენტრაციები. დაკვირვების მონაცემების ანალიზის შედეგები აისახებოდა სამსახურებრივი სარგებლობისათვის განკუთვნილ მონაცემთა ყოველწლიურ კრებულში [1,2], სამსახურებრივი დანიშნულების ანგარიშებში [3] და სხვა ნაშრომებში [4].

პოსტსაბჭოთა პერიოდის დასაწყისში დაბინძურების მონიტორინგის ქსელი მკვეთრად შემცირდა როგორც დაკვირვების სადგურების, ასევე გაზომილ ნივთიერებათა რაოდენობის მიხედვით. 2016 წლისათვის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ქსელი შედგებოდა მხოლოდ 2 სადამკვირვებლო პუნქტისაგან.

2017 წლიდან იწყება ახალი ეტაპი ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის სამსახურში – ხდება გადასვლა თანამედროვე გამოზომი აპარატურით აღჭურვილი ევროპული სტანდარტის შესაბამისი ავტომატური დაკვირვების სისტემაზე. დღეს ქ.თბილისში 5 სადამკვირვებლო პუნქტში უწყვეტ რეჟიმში იზომება ექვსი ინგრედიენტი: PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> და O<sub>3</sub>. შეწყვეტილია დაკვირვება ჯამურ მტვერზე, ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ არსებულ სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით გაგვეანალიზებინა ქ.თბილისის ატმოსფეროში ჯამური მტვრის კონცენტრაციების ცვლილებები და დამტვერიანების სტატისტიკური მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები.

ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის ჯამური კონცენტრაციები განისაზღვრებოდა მონიტორინგის ქსელის შექმნიდან 2016 წლის ოქტომბრამდე. Nნახ.1-ზე ნაჩვენებია ჩატარებული გაზომვების მონაცემებით განსაზღვრული მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები 1975-2000 წლებში [4]. Nნახ.1-დან ჩანს, რომ საშუალო წლიური კონცენტრაციები ამ პერიოდში იცვლებოდა 0.3-0.7 მგ/მ<sup>3</sup> და 0.6-1.4 ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ=0.5 მგ/მ<sup>3</sup>) ფარგლებში. 1994-2000 წწ. საშუალო წლიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები არ იცვლება და 0.6 ზდკ-ს ტოლია. აღნიშნული სიდიდე საეჭვოა, თუ გავითვალისწინებთ დროის ამ ინტერვალში არსებულ სოციალურ მდგომარეობას.

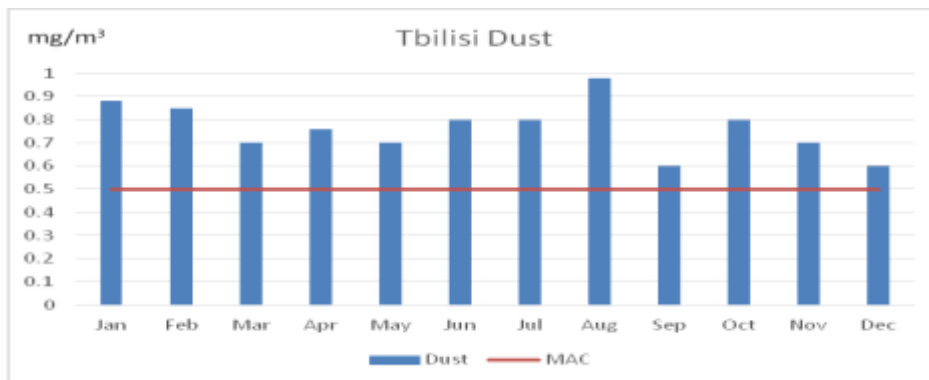


**ნახ. 1. ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციის მნიშვნელობები (მგ/მ³)**

ცხრ.1-ში მოცემულია ქ.თბილისში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციების სიდიდეები 2011-2016 წლებში, ხოლო ნახ.2-ზე - 2015 წელს მტვრის საშუალო თვიური კონცენტრაციები. ნახ.2-დან ჩანს, რომ 2011-2016 წლების ინტერვალში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციები მერყეობს 1.0 - 1.8 ზდკ-ს ინტერვალში, 2015 წელს კი საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლებოდა 1.20 - 1.95 ზდკ-ს ფარგლებში.

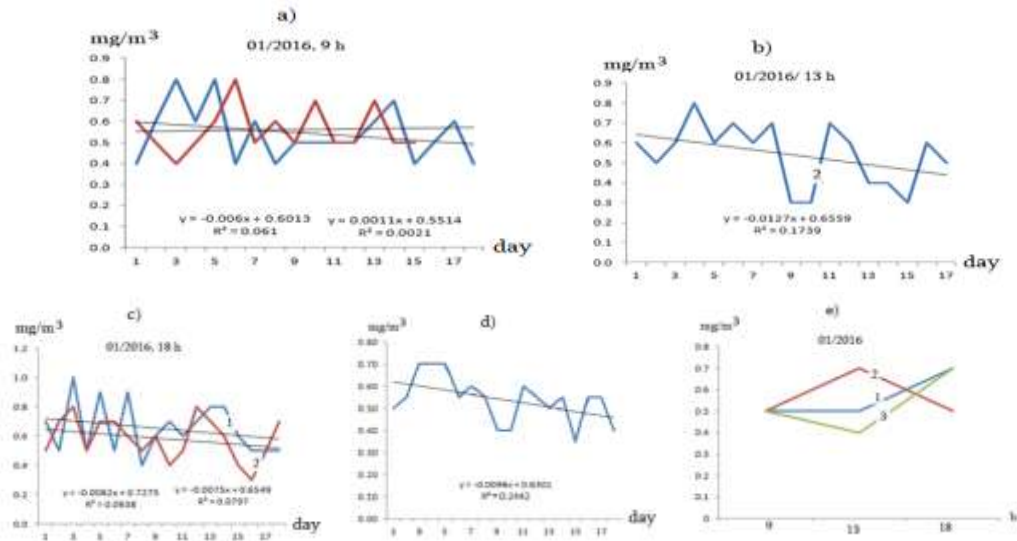
**ცხრილი 1. ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციები 2011-2016 წლებში**

წელი	2011	2012	2013	2014	2015	2016
საშ.წლიური კონცენტრაცია, მგ/მ³	0.50	0,50	0.70	0.90	0.77	0,60

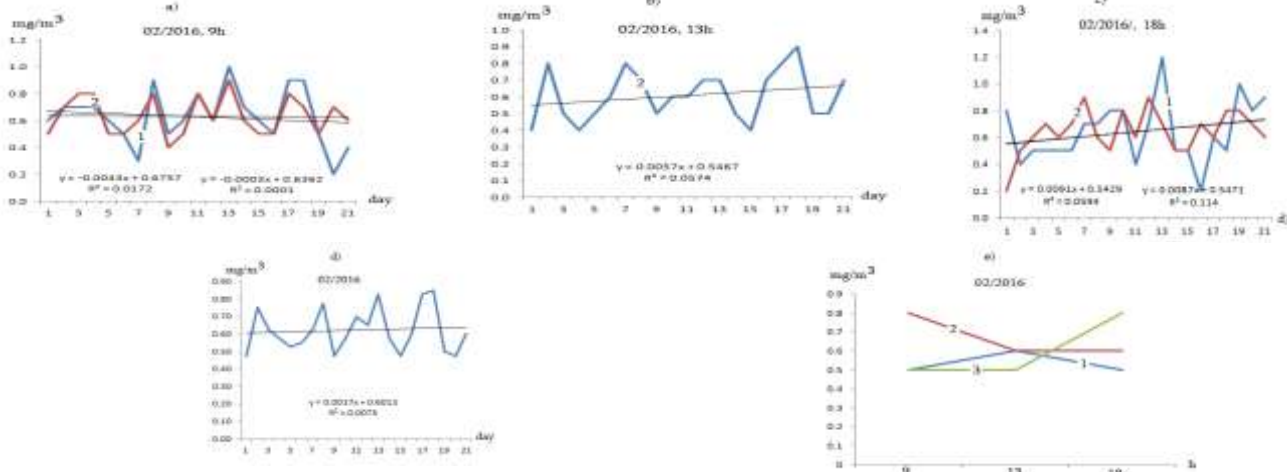


**ნახ. 2. ქ.თბილისში მტვრის საშუალო თვიური კონცენტრაციები 2015წ. (www.nea.gov.ge, გარემოს დაბინძურება, ჰაერის წელიწადული-2015)**

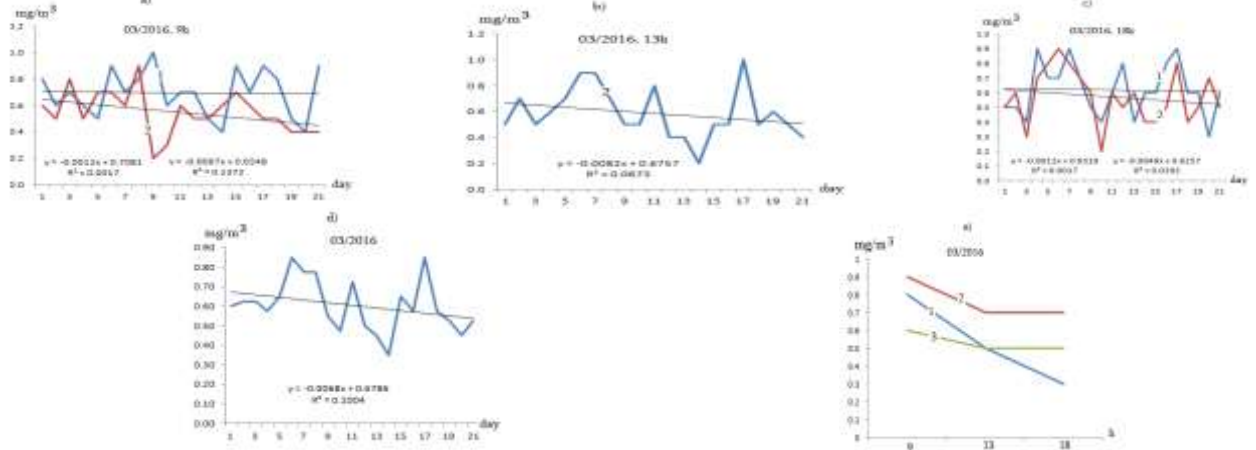
2016 წელს ატმოსფერული მტვრის კონცენტრაცია განისაზღვრებოდა გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის ქსელის № 6 (წერეთლის გამზირი) და №2 (კვინტრადის ქუჩა) ორ სადამკვირვებლო პუნქტში. დაკვირვება წარმოებდა ყოველდღე შაბათ-კვირის გარდა 9, 13 და 18 სთ-ზე. ამ პერიოდში ჩატარებული გაზომვების სტატისტიკური ანალიზი მოცემულია ნახ.3-9. მათზე ასახულია დაკვირვების დღეებში მტვრის კონცენტრაციების სტატისტიკური მახასიათებელი სიდიდეები: კონცენტრაციის მნიშვნელობები 9, 13 და 18 სთ, თვის საშუალო 9, 13 და 18 სთ-თვის, საშუალო დღე-ღამური კონცენტრაცია, წრფივი ტრენდის განტოლება, დისპერსია ( $R^2$ ) და მტვრის კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობები 9, 13 და 18 სთ-ებზე ყოველი თვის 5, 15 და 25 რიცხვებში.



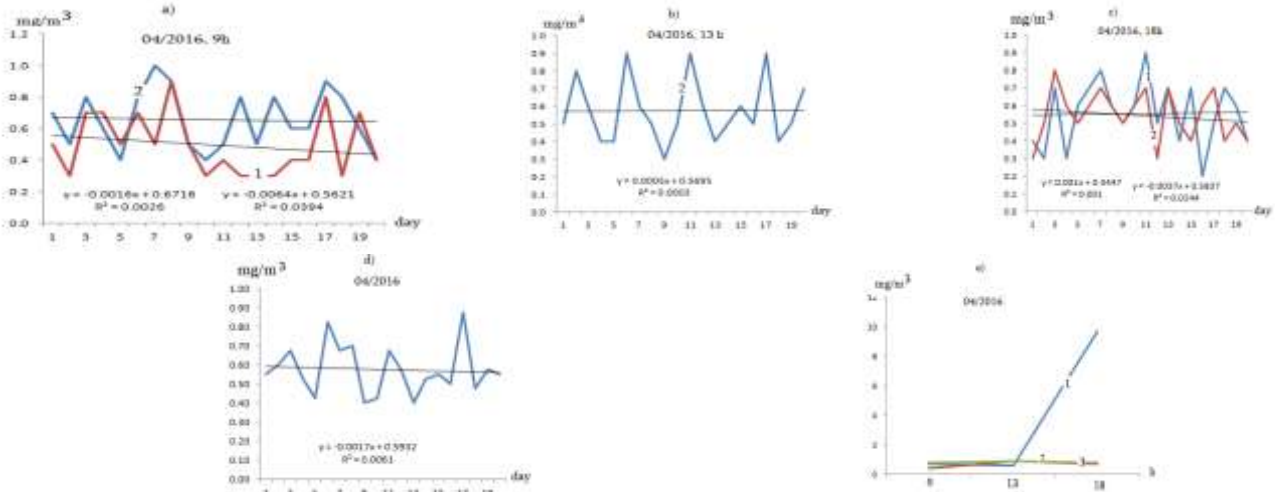
ნახ. 3. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის იანვარში



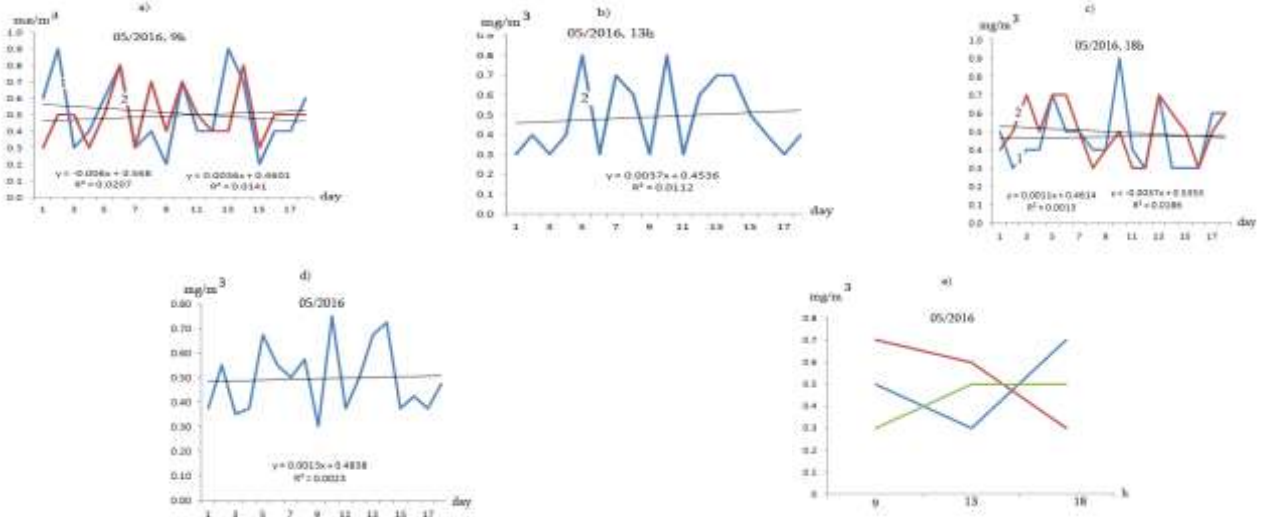
ნახ. 4. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის თებერვალში



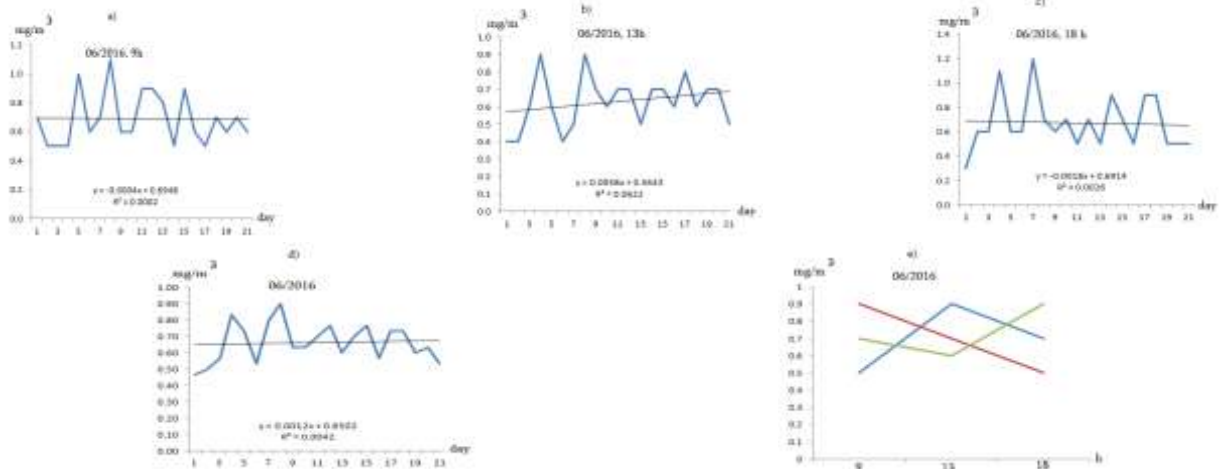
ნახ. 5. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის მარტში



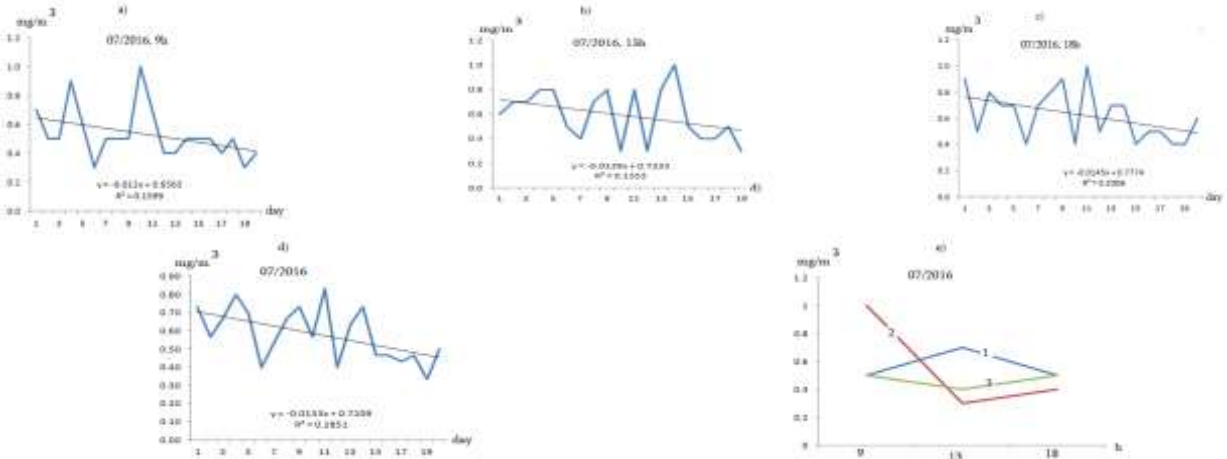
ნახ. 6. მტერის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტერის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის აპრილში



ნახ. 7. მტერის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტერის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის მაისში



ნახ. 8. მტერის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 სადამკვირვებლო პუნქტში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტერის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის ივნისში



**ნახ. 9. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 სადამკვირვებლო პუნქტში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის ივლისში**

ნახ.3-დან ჩანს, რომ 2016 წლის იანვარში დილის 9 სთ-ზე ატმოსფერული მტვრის კონცენტრაციები თვის პირველ ნახევარში ორივე სადამკვირვებლო პუნქტზე ხასიათდება სწრაფი ცვლილების 2-3 დღიანი პერიოდით. თვის მეორე ნახევარში კონცენტრაციის ცვლილების პერიოდულობა იზრდება 2-4 დღემდე. დაახლოებით ანალოგიური სიტუაციაა 13 და 18 სთ-ზე. კონცენტრაციათა ცვლილების ტრენდი ძირითადად უარყოფითია. დახრილობის კოეფიციენტი მცირეა და იცვლება -0.0127-დან -0.006-მდე. გვამონაკლისს წარმოადგენს კონცენტრაციების მნიშვნელობები 9 სთ (2) პუნქტზე, სადაც აღინიშნება სუსტი დადებითი ტრენდი, დახრილობის კოეფიციენტით 0.0011. დისპერსია არაა დიდი და მისი მნიშვნელობა იცვლება 0.0021 - 0.01739 ინტერვალში. მტვრის ერთჯერადი კონცენტრაციის სიდიდეები იცვლება ინტერვალში 0.3 - 1.2 მგ/მ<sup>3</sup>.

ქალაქის საშუალო დღიური კონცენტრაციის ცვლილება ხასიათდება 2-3 დღიანი პერიოდულობით და უარყოფითი ტრენდით, დახრილობის კოეფიციენტით -0.0096 და დისპერსიით 0.2442. რაც შეეხება მტვრის საშუალო კონცენტრაციების მნიშვნელობებს, ორივე პუნქტზე თვის დასაწყისში და დასასრულს მცირდება 9-დან 13 საათის ინტერვალში და იზრდება 18 საათისთვის. თვის შუა პერიოდში კონცენტრაცია მაქსიმალურია 13 სთ-ზე.

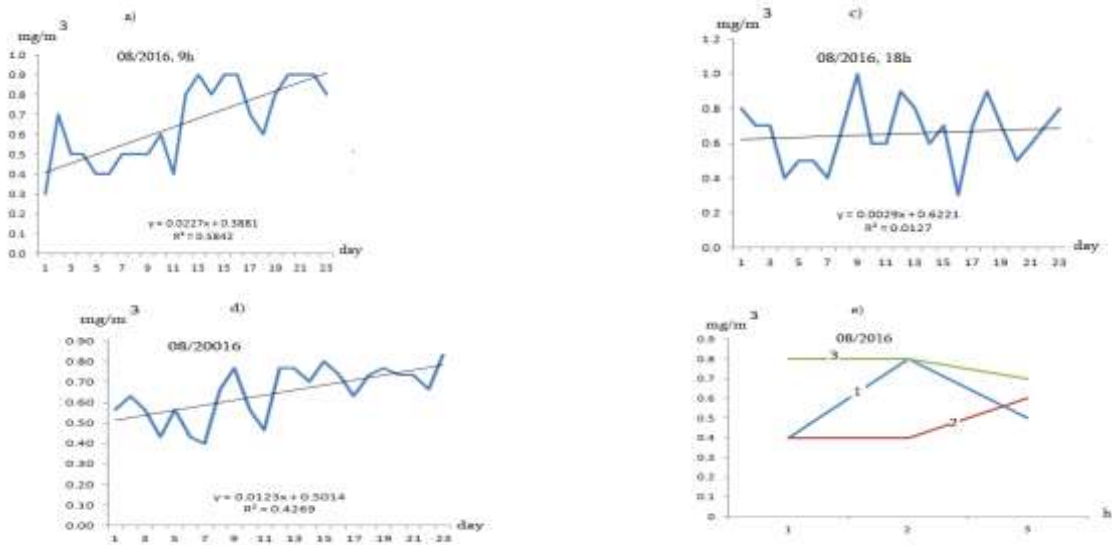
2016 წლის თებერვალში მტვრის კონცენტრაციის ცვლილების სურათი მნიშვნელოვნად განსხვავდება იანვრის თვეში მიღებული სურათისაგან (ნახ.4). კონცენტრაციის ცვლილება 13 და 18 სთ-ზე ცალკეულ პუნქტზე და მთლიანად ქალაქში ხასიათდება დადებითი ტრენდით. ტრენდის დახრილობის კოეფიციენტი იცვლება ინტერვალში 0.0017 - 0.091. 9 სთ-ზე ტრენდი უარყოფითია და გააჩნია დახრილობის მცირე კოეფიციენტი. მტვრის კონცენტრაციები იცვლება ინტერვალში 0.20-1.20 მგ/მ<sup>3</sup>. ქალაქის ატმოსფეროს საშუალო დღიური კონცენტრაციის ცვლილებისათვის დამახასიათებელია 6 დღიანი პერიოდულობა, დადებითი ტრენდი, ტრენდის დახრილობის კოეფიციენტით 0.0017. თებერვლის დასაწყისში კონცენტრაცია მაქსიმალურია 13 და 18 სთ-ებზე და ნაკლებია 9 სთ-ზე. თვის შუაში კონცენტრაცია მაქსიმალურია 9 და მინიმალურია 18 სთ-ზე, ხოლო თვის ბოლოს მაქსიმალურია 18 სთ-ზე.

2016 წლის მარტში მიღებულია კონცენტრაციის ცვლილების რთული სურათი (ნახ.5). არ შეიმჩნევა კონცენტრაციის ცვლილების პერიოდულობა. ერთჯერადი კონცენტრაციების მნიშვნელობები იცვლება ინტერვალში 0.02-1.00 მგ/მ<sup>3</sup>. ტრენდის დახრილობის კოეფიციენტები მცირეა და იცვლება შუალედში -0.0097-დან -0.0012-მდე. კონცენტრაციების მნიშვნელობები თვის სამივე ნაწილში 9 სთ-ზე მეტია, ვიდრე 18 სთ-ზე.

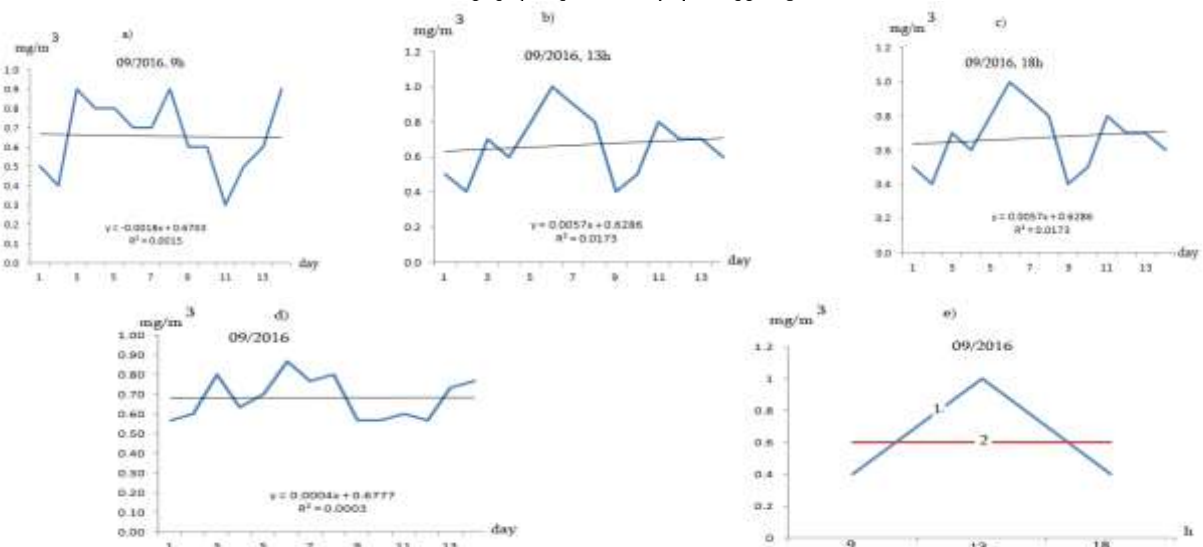
აპრილ - მაისის თვეები ხასიათდება კონცენტრაციების რხევებით 1 და 2 დღიანი პერიოდულობით, 9 სთ-ის კონცენტრაციების უარყოფითი, და 13-18 სთ-ების კონცენტრაციების სუსტი დადებითი ტრენდებით (ნახ.6, 7). უარყოფითია ასევე ქალაქის საშუალო დღიური

კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდი. მისი დახრილობის კოეფიციენტი უდრის -0.0017-ს. თვის დასაწყისში 18 სთ-ის საშუალო კონცენტრაცია აღემატება 9 და 13 საათის კონცენტრაციებს, ხოლო თვის შუა და ბოლო ნაწილებში საშუალო კონცენტრაციები ფაქტიურად ერთი და იგივეა.

2016 წლის ივნისიდან სექტემბრის თვის ჩათვლით მტვრის კონცენტრაციაზე რეგულარული დაკვირვება წარმოებს ერთ სადამკვირვებლო პუნქტში (№ 6). ნახ.8-11-ზე ნაჩვენებია მიღებული შედეგები. ნახაზებიდან ჩანს, რომ ივნისისა და სექტემბრის თვეები ხასიათდება დილის 9 სთ-ის კონცენტრაციების ფაქტიურად ნულოვანი ტრენდით, 13 და 18 საათის კონცენტრაციების ტრენდები ივნისის, აგვისტოს და სექტემბრის თვეებში დადებითია, ხოლო ივლისის თვეში უარყოფითი. ანალოგიურია საშუალო დღიური კონცენტრაციების ტრენდები. რაც შეეხება კონცენტრაციის ცვლილებებს დღის განმავლობაში, ის ხასიათდება ცვალებადობით, რომელშიც კანონზომიერების დადგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია. გაზომვების მონაცემების თანახმად 2016 წლის 9 თვეში საშუალო თვიური კონცენტრაცია 0.6, ხოლო მაქსიმალური თვიური კონცენტრაცია 1.1 მგ/მ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში იცვლება.



ნახ. 10. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 სადამკვირვებლო პუნქტში 9 (a) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის აგვისტოში



ნახ. 11. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 სადამკვირვებლო პუნქტში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის სექტემბერში

### დასკვნა.

ჩატარებული სტატისტიკური ანალიზით შეფასებულია ქ.თბილისის ჰაერის მტვრით დაბინძურების სურათი. განსაზღვრულია საშუალო დღიური და თვიური კონცენტრაციები. ნაჩვენებია, რომ საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლება 0.6 - 2.2 ზდკ-ს ფარგლებში და ხასიათდება 2-4 დღიანი პერიოდულობით. კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდები იცვლება ყოველთვიურად და არის როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ 2017 წლიდან შეწყვეტილია დაკვირვებები ქ.თბილისის ატმოსფეროში ჯამური მტვრის შემცველობაზე, Nნაშრომში მიღებულ შედეგებს ენიჭებათ გარკვეული მნიშვნელობა ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებისათვის.

**მადლიერების გამოხატვა.** კვლევა განხორციელდა საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [FR-18-3667].

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A. A. Сурмава. Ежегодные данные загрязнения атмосферного воздуха на территории ГрузУГКС на 1986. Для служебного пользования. Тбилиси, 1986, 150 с.
2. A. A. Сурмава. Ежегодные данные загрязнения атмосферного воздуха на территории ГрузУГКС на 1987. Для служебного пользования. Тбилиси, 1987, 145 с.
3. A. A. Сурмава. Ежегодные данные загрязнения атмосферного воздуха на территории ГрузУГКС на 1988. Для служебного пользования. Тбилиси, 1988, 140 с.
4. გ.ს.გუნია. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. საქ.მეც.აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი(ჰმი), თბილისი, 2005, 265 გვ.

უკ 504.5.054

**ქ.თბილისის ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურების ანალიზი მონიტორინგის ქსელის მონაცემების მიხედვით./**კუხალაშვილი ვ., მდივანი ს., გიგაური ნ., სურმავა ა., ინჭკირველი ლ./სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.77-83. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის მონაცემებზე დაყრდნობით გაანალიზებულია ქ.თბილისის ატმოსფეროში ჯამური მტვრის კონცენტრაციების ცვლილებები, დამტვერიანების სტატისტიკური მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები და აგებულია ტრენდის გრაფიკები. ნაჩვენებია, რომ საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლება 0.6 - 2.2 ზდკ-ს ფარგლებში და ხასიათდება 2-4 დღიანი პერიოდულობით. კონცენტრაციების ცვლილების ტრენდები იცვლება ყოველთვიურად და არის როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი.

UDC 504.5.054

Analysis of the Tbilisi Air Pollution with a Dust by Using the Data of the Monitoring Network./Kukhalashvili V., Mdivani S., Gigauri N., Surmava A. Intskirveli L./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.77-83. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Based on data from the monitoring network of the National Environmental Agency of Georgia, analyzing changes in dust concentration, values of statistical parameters characterizing the dustiness of Tbilisi and plotting the trend equation. It was shown, that monthly average concentrations vary within 0.6–2.2 MPC and are characterized by a periodicity of 2–4 days. Trends in concentrations change monthly and are both positive and negative.

УДК 504.5.054

Анализ загрязнения воздуха г. Тбилиси пылью по данным сети мониторинга/Кухалашвили В.Г., Мдивани С.Г., Гигаури Н.Г., Сурмава А.А., Инцкирвели Л.Н./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.77-83. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. На основе данных сети мониторинга Национального агентства окружающей среды Грузии проанализированы изменения концентрации пыли, значения статистических параметров характеризующие запыленность г.Тбилиси и построены графики уравнения тренда. Показано, что среднемесячные концентрации меняются в пределах 0.6 – 2.2 ПДК и характеризуются периодичностью 2-4 дня. Тренды изменения концентраций меняются ежемесячно и являются как положительными, так и отрицательными.