



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო რეზერირებადი შრომათა კრებული

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS  
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY  
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ  
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 129



ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის პრობლემები  
PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY  
ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

თბილისი–TBILISI – ТБИЛИСИ  
2020

ISSN 1512 – 0902

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო რეზერირებადი შრომათა კრებული  
ტომი № 129

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური  
პრობლემები

---

---

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS  
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY  
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
VOL.№129

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

---

---

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ  
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ТОМ №129

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

ISSN 1512-0902

©	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	2020
---	---	------

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2020

გამოცემა 1953 წლიდან  
Published since 1953  
Издается с 1953 года

**FOUNDERS:**

Georgian Technical University  
Institute of Hydrometeorology  
Georgian National Academy of Sciences  
Georgian Academy of Agricultural Sciences  
სარემლაქციო კოლეგია

თ.ცინცაძე (მთ. რედაქტორი)  
მთ. რემლაქციოს მოადგილე  
გ.მელაძე  
ს.გორგიჯანიძე  
ე.ელიზბარაშვილი  
ლ.ინჭირველი  
მ.ტატიშვილი

**მდივანები**

ნ.კაპანაძე  
ნ.არუთიანი

**წევრები**

გ.ალექსიძე  
აბდ-ალლა გად (საუდის არაბეთი)  
ც.ბასილაშვილი  
ნ.ბეგლარაშვილი  
ნ.ბუაჩიძე  
გ.გრიგოლია  
გ.გუნია  
ხ.ეგამბერდიევი (უზბეკეთი)  
ბ.ხოლმატჯანოვი (უზბეკეთი)  
ნ.დვალიშვილი  
ჯ.ვანაძე  
კ.ლაშაური (კანადა)  
შუნლინ ლიან (აშშ)  
რ.მაჰმუდოვი (აზერბაიჯანი)  
მ.მელაძე  
ა.პარანინა (რუსეთი)  
მ.სალუკვაძე  
რ.სამუკაშვილი  
ა.სურმავა  
მ.ფიფია  
სადჰან კუმარ გოშ (ინდოეთი)  
ლ.შავლიაშვილი  
ლ.შენგელია  
გ.ხერხეულიძე  
ზ.ხვედელიძე

სარემლაქციო საბჭო

გ.მელაძე (მთ. რედაქტორის მოადგილე)  
ნ.ბეგლარაშვილი  
გ.გრიგოლია  
ჯ.ვანაძე  
მ.სალუკვაძე  
ზ.ხვედელიძე

სარემლაქციო კოლეგიის მისამართი: საქართველო, 0112, თბილისი, დავითაგმაშენებლის გამზ. 150-გ,  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. e-mail: ecohydmet@yahoo.com; ecohydmet@gtu.ge  
Address of Editorial Board: Institute of Hydrometeorology, 150-g, Davit Agmashenebeli Ave., 0112 Tbilisi, Georgia  
e-mail: ecohydmet@yahoo.com; ecohydmet@gtu.ge

Адрес редколлегии: Грузия, 0112, Тбилиси, пр. Д.Агмашенебели 150-г, Институт гидрометеорологии.  
e-mail: ecohydmet@yahoo.com; [ecohydmet@gtu.ge](mailto:ecohydmet@gtu.ge)

ელექტრონული ვერსია  
Electronic version  
Электронная версия

**დამფუძნებლები:**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია  
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია

**УЧРЕДИТЕЛИ:**

Грузинский технический университет  
Институт гидрометеорологии  
Национальная академия наук Грузии  
Сельскохозяйственная академия наук Грузии

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

Т.Н.Цинцадзе (Главный редактор)  
ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА  
Г.Г.Меладзе  
С.Н.Горгиджанидзе  
Э.Ш.Элизбарашвили  
Л.Н.Инцкирвели  
М.Р.Татишвили

**СЕКРЕТАРИ**

Н.И.Капанაძე  
Н.Э.Арутюнян

**ЧЛЕНЫ**

Г.Н.Алексидзе  
Абд-Алла Гад (Саудовская Аравия)  
Ц.З.Басилашвили  
Н.Г.Бегларашвили  
Н.С.Буачидзе  
Г.Л.Григолия  
Г.С.Гунია  
Х.Т.Эгамбердиев (Узбекистан)  
Б.М.Холматжанов (Узбекистан)  
Н.Л.Двалишвили  
Дж.И.Вачнадзе  
К.Лашаური (Канада)  
Шунлин Лиан (США)  
Р.Н.Махмудов (Азербайджан)  
М.Г.Меладзе  
А.Н.Паранина (Россия)  
М.П.Салуквадзе  
Р.Д.Самукашвили  
А.А.Сурмава  
М.Г.Пипия  
Садхан Кумар Гош (Индия)  
Л.У.Шавлиашвили  
Л.Д.Шенгелия  
Г.И.Херхеулидзе  
З.В.Хведелидзе

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Г.Г.Меладзе (Зам. гл. редактора)  
Н.Г.Бегларашвили  
Г.Л.Григолия  
Дж.И.Вачнадзе  
М.П.Салуквадзе  
З.В.Хведелидзе

**EDITORIAL BOARD**

T.Tsintsadze (Editor-in-Chief)  
DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

G.Meladze  
S.Gorgijanidze  
E.Elizbarashvili  
L.Intskirveli  
M.Tatishvili

**SECRETARIES**

N.Kapanadze  
N.Arutiniani

**MEMBERS**

G.Aleksidze  
Abd-Alla Gad (Saudi Arabia)  
Ts.Basilashvili  
N.Beglarashvili  
N. Buachidze  
G.Grigolia  
G.Gunia  
Kh.Egamberdiev (Uzbekistan)  
B.Kholmatjanov (Uzbekistan)  
N.Dvalishvili  
J.Vachnadze  
K.Lashauri (Canada)  
Shunlin Liang (USA)  
R.Mahmudov (Azerbaijan)  
M.Meladze  
A.Paranina (Russia)  
M.Salukvadze  
R.Samukashvili  
A.Surmava  
M.Pipia  
Sadhan Kumar Ghosh (India)  
L.Shavliashvili  
L.Shengelia  
G.Kherkheulidze  
Z.Khvedelidze

**EDITORIAL COUNCIL**

G.Meladze (Deputy Editor-in-Chief)  
N.Beglarashvili  
G.Grigolia  
J.Vachnadze  
M.Salukvadze  
Z.Khvedelidze

<http://ecohydmet.ge/publication-geo>  
<http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/82330>

*ს ა რ ჩ ე ზ ო CONTENTS СОДЕРЖАНИЕ*

1	თოვლის ზეგავების დინამიკური მახასიათებლები. სალუქვაძე მ.	7
	Dynamic indicators of avalanche. Salukvadze M.	
	Динамические показатели лавин. Салуквадзе М.Е.	
2	მდინარე ნენსკრას ხეობის და მისი შენაკადების ზეგვსაშიშროება. სალუქვაძე მ., კობახიძე ნ.	11
	Avalanche hazard of the gorge of the Nenskra River and its tributaries. Salukvadze M., Kobakhidze N.	
	Лавиноопасность ущелья реки Ненскра и её притоков. Салуквадзе М.Е., Кобахидзе Н.Ш.	
3	იმერეთის რეგიონში ჩახერგილი უბნების გარღვევის შედეგად წარმოშობილი წყალმოვარდნების გეოგრაფია და მათი თავიდან აცილების გზები. გორგიჯანიძე ს.	15
	Geography of Floodscaused by River Faultd in Imereti Region and Waysto Avoid Tham. Gorgijanidze S.	
	География наводнений, вызванных разломами рек в регионе Имеретии, и пути их предотвращения. Горгиджанидзе С. Н.	
4	საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რეგიონში. ბასილაშვილი ც.	21
	Formative factors of irrigation water resources and their dynamics in the region of Inner Kakheti. Basilashvili Ts.	
	Формирующие факторы ирригационных водных ресурсов и их динамика в регионе внутренней Кахетии. Басилашвили Ц.З.	
5	საქართველოში სარწყავად გამოყენებული ზოგიერთი მდინარის წყლის რესურსები ვეგეტაციის პერიოდში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები. შველიძე ო.	30
	Water resources of some rivers used for irrigation during vegetation period in Georgia and their statistic characteristics. Shvelidze O.	
	Водные ресурсы и статистические характеристики некоторых рек Грузии используемых для орошения в вегетационный период. Швелидзе О.Г.	
6	საქართველოს მყინვარული აუზების დეგრადაცია კლიმატის ცვლილების გამო. შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ.	34
	Degradation of Georgia's Glacial Basins Due to Current Climate Changeю. Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Dzadzamia M.	
	Деградация ледниковых бассейнов Грузии в связи с текущим изменением климатаю. Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваური Г.А., Дзадзамия М. Ш.	
7	მდინარე ვერეს წყლიანობის რეჟიმის ცვალებადობა დაკვირვების მრავალწლიური პერიოდის ცალკეული ფაზების მიხედვით. ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., ხუფენია ნ.	41
	Variability of the Vere River water content regime according to the individual phases of the multi-year observation period. Alaverdashvili M., Tsintsadze N., Khuphenia N.	
	Изменение водного режима р.Вера по отдельным фазам многолетних периодов наблюдений Алавердашвили М.Ш., Цинцадзе Н.Т., Хупения Н.Г.	
8	ყინვების გავლენა აგროკულტურებზე კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით. მელაძე გ., მელაძე მ.	45
	Impact of frosts on agricultural crops under climate change. Meladze G., Meladze M.	
	Влияние морозов на сельскохозяйственные культуры с учетом изменения климата. Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г.	
9	კლიმატური პირობების გავლენა ზოგიერთი ვირუსული ინფექციის გავრცელებაზე საქართველოში. ფიფია მ. ბეგლარაშვილი ნ. დიასამიძე ც.	51
	The influence of climatic conditions on the spread of some viral infections in Georgia. Pipia M., Beglarashvili N., Diasamidze C.	
	Влияние климатических условий на распространение некоторых вирусных инфекций в Грузии. Пипиа М.Г., Бегларашвили Н.Г., Диасамидзе Ц.О.	

10	საქართველოს სამშენებლო-კლიმატური დარაიონება კომპლექსური პარამეტრების გათვალისწინებით. ქართველიშვილი ლ.	56
	Georgian Construction-Climate Zoning Considering Complex Options. Kartvelishvili L.	
	Строительно-климатическое зонирование Грузии с учетом сложных вариантов. Картвелишвили Л.Г.	
11	ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა. გიგაური ნ., მდივანი ს., კუხალაშვილი ვ., სურმავა ა., ინჭკირველი ლ.	59
	Investigation of Air Pollution in c. Tbilisi by PM-particles. Gigauri N., Mdivani S., Kukhalashvili G., Surmava A., Intskirveli L.	
	Исследование загрязнения атмосферного воздуха г. Тбилиси PM-частицами. Гигаури Н.Г., Мдивани С.Г., Кухалашвили В.Г., Сурмава А.А., Инцкирвели Л.Н.	
12	ატმოსფერული მტკრის თავისებურებანი. გუნია გ.	67
	Features of atmospheric dust. Gunia G.	
	Особенности атмосферной пыли. Гуния Г.С.	
13	ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის სივრცულ - დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის. გუნია გ.	71
	To the issues of assessing the spatio-temporal distribution of the indicator of the ecological load of the atmosphere. Gunia G.	
	К вопросам оценки пространственно-временного распределения показателя экологической нагрузки атмосферы. Гуния Г.С.	
14	ქ.თბილისის ატმოსფეროს მტკრით დაბინძურების ანალიზი მონიტორინგის ქსელის მონაცემების მიხედვით. კუხალაშვილი ვ., მდივანი ს., გიგაური ნ., სურმავა ა., ინჭკირველი ლ.	77
	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.	
	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.	
15	ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობის ქიმიური კვლევა. შავლიაშვილი ლ., არაბიძე მ., ბაქრაძე ე., კუჭავა გ., ტაბატაძე მ.	84
	Chemical study of arsenic in soils of the municipality of Ambrolauri. Shavliashvili L., Arabidze M., Bakradze E., Kuchava G., Tabatadze M.	
	Химическое исследование содержания мышьяка в почвах муниципалитета Амбролаури Шавлиашвили Л.У., Арабидзе М.А., Бакрадзе Е.М., Кучава Г.П., Табатадзе М.М.	
16	მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე არალეგალური ნაგავსაყრდლების წარმოქმნის ალბათობის შესწავლა. დვალიშვილი ნ., ბუაჩიძე ნ.	91
	Study of the Probability of the Formation of Illegal Landfills in the High Mountainous Rural Territories of Mtskheta-Mtianeti Region. Dvalishvili N., Buachidze N.	
	Исследование вероятности формирования незаконных свалок в высокогорных сельских районах Мцхета-Мтианетского региона. Двалишвили Н.Л., Буачидзе Н.С.	
17	ნაღებთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების სამართლებრივი ასპექტები. კაპანაძე ნ., ბერიტაშვილი ბ., ცინცაძე თ.	98
	The legislative aspects of precipitation artificial modification activities. Kapanadze N., Beritashvili B., Tsintsadze T.	
	Правовые аспекты проведения работ по искусственному регулированию осадков. Капанадзе Н.И., Бериташвили Б.Ш., Цицадзе Т.Н.	

18	ქობილისის ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი. კაპანაძე ნ., მკურნალიძე ი.	103
	Analysis of air temperature variations in Tbilisi. Kapanadze N., Mkurnalidze I.	
	Анализ вариаций температур воздуха г. Тбилиси. Капанадзе Н.И., Мкурналидзе И.П.	
19	გეომაგნიტი ინდექსების გამოყენება ამინდის და კლიმატის კვლევაში. ტატიშვილი, მ., სამხარაძე, ი., ფალავანდიშვილი ა.	109
	Use of geo-magnetic indices in weather and climate research. Tatishvili M., Khvedelidze Z., Samkharadze I., Palavandishvili A.	
	Использование геомагнитных индексов в исследованиях погоды и климата. Татишвили М.Р., Хведелидзе З.В., Самхарадзе И.Н., Палавандишвили А.М.	
20	ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებები სვანეთის რეგიონში სამხარაძე ი., ხვედელიძე ზ., ზოტიკიშვილი ნ.	114
	Dynamics of microcirculation movement of air flow and climatic peculiarities in Samegrelo-Zemo Svaneti region. Khvedelidze Z., Samkharadze I., Tatishvili M., Zotikishvili N.	
	Динамика движения микроциркуляции воздуха и климатические особенности региона Самегрело-Земо Сванети. Хведелидзе З.В., Самхарадзе И.Н., Зотикишвили Н.Ш., Татишвили М.Р.	

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 67-ე მაისის სამეცნიერო სესიაზე მოსმენილი მოხსენებები, მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი. შესაბამისი სტატიები მოცემულია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება. კრებული განკუთვნილია გეოფიზიკურ, გეოგრაფიულ და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში მომუშავე მეცნიერებისა და სპეციალისტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

In this issue texts of papers presented at the 67-th May scientific session of the Institute of Hydrometeorology are offered, dedicated to the pressing problems of Hydrometeorology and Ecology. Relevant papers are given according to the following scientific directions: Meteorology, Climatology, Agrometeorology, Hydrology, Climate Change, Environmental Pollution.

The volume is intended for experts working in different branches of geophysical, geographical and ecological sciences, magistrates and doctorates.

В настоящий сборник включены тексты докладов, заслушанных на 67-ой майской научной сессии Института Гидрометеорологии, посвященной актуальным проблемы гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: метеорология, климатология, агрометеорология, гидрология, изменение климата, загрязнение природной среды.

Сборник предназначен для ученых и специалистов, работающих в различных областях геофизических, географических и экологических наук, магистрантов и докторантов.

უაგ 551.578.46

**თოვლის ზვავების დინამიკური მახასიათებლები**

**მ. სალუქვაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
 საქართველო, თბილისი Salukvadze.manana@yahoo.com

ზვავსაშიში ტერიტორიის გამოვლენა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ (ზვავშემკრების სიგრძე, დასაწყისისა და დასასრულის აბსოლუტური სიმაღლე, ცალკეული მონაკვეთების აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლე, დახრის კუთხე, ზვავის კერის ფართობი) და ზვავების დინამიკურ (ზვავის სიჩქარე, დარტყმის ძალა, მოძრავი ზვავის სიმაღლე, კონუსის მოცულობა) მახასიათებლებზე.

საველე სამუშაოების დროს მოპოვებული მასალების, ზვავების ჩამოსვლის ადგილისა და დროის, მათი ჩამოსვლით გამოწვეული შედეგების შესახებ გამოქვეყნებული, ასევე საარქივო წყაროებში არსებული მონაცემების და მოსახლეობიდან მიღებული ინფორმაციით, ზვავის ადგილმდებარეობის დაზუსტება ხდება

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განსახორციელებლად აუცილებელია ზვავის მაქსიმალური სიჩქარისა და დარტყმის ძალის დადგენა. ზოგიერთი ზვავი, ზამთრის განმავლობაში, რამდენჯერმე ჩამოდის და ამ სიდიდეების დასადგენად მრავალწლიური მონაცემებია საჭირო. ზვავის მოძრაობის გასწვრივ რამდენიმე ადგილას, ზვავის დარტყმის ძალისა და სიჩქარის გასაზომი საინჟინრო ნაგებობა უნდა განთავსდეს ამ სიდიდეების გამზომი ხელსაწყოებით, რაც ჩვენს სინამდვილეში ფაქტობრივად შეუძლებელია, მით უფრო, რომ საქართველოს მთიანი რაიონების 338 დასახლებულ პუნქტს და საავტომობილო გზებს 1388 ზვავი უქმნის საფრთხეს [1]. ზვავის დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად თეორიული მეთოდები გამოიყენება. ზვავების მახასიათებლების გაანგარიშების მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე, შედგენილია სპეციალური მითითება [2] და ინსტრუქცია [3] ზვავსაწინააღმდეგო დამცავი ნაგებობის დაპროექტებისა და მშენებლობის შესახებ. ზვავის გაცეორცნის სიშორის, მოძრავი ზვავის სიმაღლის და კონუსის მოცულობის გამოთვლასაც ფორმულებით ვაწარმოებთ, რომლებიც არაერთხელ გადავამოწმეთ საველე კვლევების დროს მიღებული მასალებით. მოძრავი ზვავის სიჩქარე შემდეგი ფორმულებით გამოითვლება: (1-3)

$$v = \sqrt{\frac{as}{2}}, \quad a = 9,8(\sin \alpha - f \cos \alpha),$$

$$v = \sqrt{\frac{a(s_0 + s)}{2} + \left(\frac{s_0}{s_0 + s}\right)^3 \left(v_0^2 \cos^2 \Delta\alpha - \frac{as_0}{2}\right)}, \quad (1-3)$$

$$v = \sqrt{2gz}, \quad z = h - \frac{H-I}{L},$$

სადაც:  $v$  – ზვავის სიჩქარეა გზის მოცემულ წერტილში (მ/წმ);  $\alpha$  – ფერდობის დახრის კუთხე, (გრად);  $s$  – ფერდობის სიგრძე (მ);  $s_0$  – ზვავის წინამონაკვეთების სიგრძეთა ჯამი;  $v_0$  – ზვავის სიჩქარეა განვლილი გზის მონაკვეთის ბოლოს;  $\Delta\alpha$  – წინა და მოცემული გზის მონაკვეთების დახრის კუთხეებს შორის სხვაობა (გრად);  $g$  – სიმძიმის ძალის აჩქარება (მ/წმ);  $H$  – ზვავის მოწყვეტისა და გაჩერების ადგილებს შორის სიმაღლეთა სხვაობა (მ);  $h$  – იგივე, ზვავის მოძრაობის გრძივი პროფილის იმ წერტილზე, სადაც განისაზღვრება  $V_{ფვ}$ ;  $L$  ზვავის მოძრაობის გზის ჰორიზონტალური პროექციის სიგრძე მოწყვეტის ადგილიდან ზვავის გამოტანის წინა ნაპირამდე (მ);  $l$  – იგივე იმ წერტილამდე, სადაც განისაზღვრება  $V_{ფვ}$ .

პირველი ფორმულით ზვავის საწყისი სიჩქარე გამოითვლება. გამარტივების მიზნით  $a$  კოეფიციენტი სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის წინასწარ გამოვთვალეთ (ცხრ.1). ზვავის დარტყმის ძალა უძრავ წინააღმდეგობაზე გამოითვლება ფორმულით:



$$p = \frac{\gamma_{\text{ზვ}} \sin^2 \beta}{q}, \quad (4)$$

სადაც:  $p$  – ზვავის ზემოქმედება წინააღმდეგობაზე ( $\text{ტ/მ}^2$ ;  $\gamma_{\text{ზვ}} - 0,45 \text{ ტ/მ}^2$ );  $\beta$  – კუთხე ზვავის მოძრაობის მიმართულებასა და ნაგებობის ზედაპირს შორის (გრად).

**ცხრილი 1. აკოეფიციენტის მნიშვნელობა სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის**

$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a	$\alpha$	a
50	6.0	38	4.1	26	2.1	14	-0,01	2	-2.1	-10	-4.1	-22	-5.9	-34	-7.5
49	5,8	37	3.9	25	1.9	13	-0.2	1	-2.2	-11	-4.3	-23	-6.1	-35	-7.6
48	5.6	36	3.8	24	1.8	12	-0.3	0	-2.4	-12	4.4	-24	6.3	-36	-7.7
47	5.5	35	3.6	23	1.6	11	-0.5	-1	-2.5	-13	-4.5	-25	-6.4	-37	-7.8
46	5.4	34	3.4	22	1.4	10	-0.7	-2	-2.7	-14	-4.7	-26	-6.5	-38	-7.9
45	5.2	33	3.2	21	1.3	9	-0.9	-3	-2.9	-15	-4.9	-27	-6.6	-39	-8.0
44	5.0	32	3.1	20	1.1	8	-1.1	-4	-3.1	-16	-5.0	-28	-6.8	-40	-8.1
43	4.9	31	2.9	19	0.8	7	-1.3	-5	-3.3	-17	-5.2	-29	-6.9	-41	-8.3
42	4.7	30	2.7	18	0.7	6	-1.5	-6	-3.5	-18	-5.4	-30	-7.0	-42	-8.4
41	4.6	29	2.5	17	0.5	5	-1.6	-7	-3.6	-19	-5.5	-31	-7.1	-43	-8.5
40	4.4	28	2.4	16	0.3	4	-1.8	-8	-3.8	-20	-5.6	-32	-7.2	-44	-8.6
39	4.3	27	2.2	15	0.2	3	-2.0	-9	-4.0	-21	-5.8	-33	-7.3	-45	-8.7

ზვავის დარტყმის ძალა დამოკიდებულია ზვავის მოძრაობის სიჩქარეზე და გამოთვლების გასამარტივებლად სხვადასხვა სიჩქარის ზვავისთვის გამოვთვალეთ ზვავის დარტყმის ძალა (ცხრ. 2).

**ცხრილი 2. ზვავის სიჩქარე და დარტყმის ძალა**

v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p
1	0.05	11	5.5	21	20.2	31	44.1	41	77.1	51	119.4	61	170.8
2	0.2	12	6.6	22	22.2	32	47.0	42	80.1	52	124.2	62	176.5
3	0.4	13	7.7	23	24.2	33	50.0	43	84.9	53	129.0	63	182.2
4	0.7	14	9.0	24	26.4	34	53.0	44	88.9	54	133.9	64	188.0
5	1.1	15	10.3	25	28.7	35	56.2	45	93.0	55	138.9	65	194.0
6	1.6	16	11.7	26	31.0	36	59.5	46	97.1	56	144.0	66	206.1
7	2.0	17	13.2	27	33.4	37	62.8	47	101.4	57	149.2	67	206.1
8	2.9	18	14.8	28	36.0	38	66.3	48	105.8	58	154.5	68	212.8
9	3.7	19	16.5	29	38.6	39	69.7	49	110.2	59	159.8	69	218.6
10	4.6	20	18.3	30	41.3	40	73.5	50	114.8	60	165.3	70	225.0

ზვავის მოცულობის გამოთვლაც ფორმულით არის შესაძლებელი:

$$W=0,4F \cdot h, \quad (5)$$

სადაც:  $W$  – ზვავის მოცულობა ( $\text{მ}^3$ );  $F$  – ზვავშემკრების ფართობი ( $\text{მ}^2$ );  $h$  – ზვავშემკრებში თოვლის საფარის სიმაღლე.

ზვავის მიერ გამოტანილი თოვლის სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით:

$$H_{\text{ზვ}}=3 h_0 \quad (6),$$

ახალმოსული თოვლის ზვავისთვის

$$H_{\text{ზვ}}=5 h_0 \quad (7),$$

ძველი თოვლის ზვავისთვის;  $H_{\text{ზვ}}$  – ზვავის მირ გამოტანილი თოვლის სიმაღლეა ( $\text{მ}$ )-ში;  $h_0$  – ფერდობის მოცემულ მონაკვეთზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ( $\text{მ}$ );

ზვავსაშიშროების კვლევის მიზანი ეფექტური ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების შემუშავებაა, ამისათვის კი აუცილებელია ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლების თავისებურებების დადგენა, შესაბამისი სიდიდეების გამოთვლა.

ნიმუშად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ზვავსაშემკრების მორფომეტრიულ და ზვავის დინამიკური მახასიათებლებს.

ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლების ცხრილში (ცხრ.3) მოცემულია მონაცემები ზვავსაშემკრებისა და მისი ცალკეული მონაკვეთების აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლის შესახებ, ჰორიზონტალურ და ფაქტიურ სიგრძეზე, ზედაპირის დახრილობაზე, ზვავის კერის ფართობზე. მაგალითისათვის მოყვანილია სოფ. ღურტას (აჭარა, ხულოს მუნიციპალიტეტი) ზვავი.

**ცხრილი 3 ზვავსაშემკრების მორფომეტრიული და ზვავის დინამიკური მახასიათებლები აჭარაში, ხულოს მუნიციპალიტეტის სოფ. ღურტა**

სიმაღლე,მ		სიგრძე,მ		ჯამური,მ		ზვავის							
აბსოლუტური	შეფარდებითი	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	კერის ფართობი, ჰა	დახრის კუთხე, გრად	სიჩქარე, მ/წმ	დარტყმის ძალა, ტ/მ <sup>2</sup>	კონუსის მოცულობა, სიმაღლე,მ	სიგრძე, მ	განელები სიმაღლე,მ	
<b>მდ. აჭარისწყლის მარცხენა ფერდობი, მწვარეთი 1949 მ. ჩა, სოფ.ღურტა</b>													
1260						0.4							
1220	40	53	65	53	65		27	11	6				
1205	15	38	40	91	105		22	10	5				
1170	35	53	65	144	170		33	16	12				
1090	80	112	135	256	303		35	23	24				
<b>1077</b>	<b>13</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>296</b>	<b>350</b>		<b>18</b>	<b>20</b>	<b>18</b>				
<b>1000</b>	<b>77</b>	<b>280</b>	<b>290</b>	<b>576</b>	<b>640</b>		<b>15</b>	<b>12</b>	<b>7</b>				
<b>910</b>	<b>90</b>	<b>500</b>	<b>510</b>	<b>1076</b>	<b>1150</b>		<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>1150</b>	<b>910</b>
<b>გაივლის შენობებთან ზედა, შუა და ქვედა გზაზე</b>													

მრავალწლიური კვლევების შედეგად სხვადასხვა სიმაღლითი ზონიდან ჩამოსული ზვავის არაერთი სიჩქარე და დარტყმის ძალა გამოვთვალეთ. ცხრილში 4 წარმოგიდგინოთ ფრაგმენტს ცხრილიდან, სადაც 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარე და დარტყმის ძალა გამოთვლილი სხვადასხვა სიმაღლისა და ფერდობის დახრილობის მიხედვით.

**ცხრილი 4. ზვავის გადაადგილების სიჩქარე და დარტყმის ძალა სიმაღლითი ზონებისა და სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებისთვის**

№	სიმაღლე H, მ	ფერდობის დახრის კუთხე, α გრად	ზვავის გადაადგილების სიჩქარე, V მ/წმ	ზვავის დარტყმის ძალა. P ტ/მ <sup>2</sup>
3114	3710	35	43	85
3115	3720	36	46	97
3116	3785	40	47	101
3117	3800	40	54	134
3118	3995	40	52	124

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გვაძლევს შესაძლებლობას ანალოგიური დახრილობის ფერდობისა და ზვავის ჩამოსვლის სიმაღლის შემთხვევაში, მარტივად განისაზღვროს როგორც ზვავის გადაადგილების მაქსიმალური სიჩქარე, ისე მაქსიმალური დარტყმის ძალა. ეს ორი პარამეტრი მნიშვნელოვანი სიდიდეა ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელებისას.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. მ. სალუქვაძე. საქართველოს თოვლის ზვავების კადასტრი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2018, 264 გვ. ISBN 978 9974-8-0843-2.
2. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები, 2012, გვ. 58-52.
3. Инструкция по проектированию и строительствупротиволавинных сооружений СН-517-80.М., 1980, 16 с.
4. Указания по расчёту снеголавинной нагрузки при проектировании. М.,1973, 20 с.

უაკ 551.578.46

**ზვავების დინამიკური მახასიათებლები/მ.სალუქვაძე/სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.7-10. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ზვავების ტერიტორიალური განაწილება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზვავშემკრებების მორფომეტრიულ და ზვავების დინამიკურ მახასიათებლებთან. ზვავების დინამიკური მახასიათებლების გამოსათვლელად მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე წარმოდგენილია არსებულ მითითებასა და ინსტრუქციაში შეტანილი სიდიდეების გამოთვლის გამარტივებული სქემა. შედგენილია სხვადასხვა სომადლით ზონაში (200-3995 მ) და დახრილობის (12-52<sup>0</sup>) ფერდობებზე 3118 ზვავის გადაადგილების სიჩქარისა და დარტყმის ძალის სიდიდეები.**

UDK 551.578.46

**Dynamic indicators of avalanche/M.Salukvadze/.Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.7-10. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The territorial distribution of avalanches is closely related to morphometric avalanche data and dynamic avalanche indicators. Based on the analysis of the formulas for calculating the dynamic indicators of avalanches in existing manuals and the instructions provide a simplified scheme of this data. The speed and force of impact for 3,118 avalanches converging in various high-altitude zones (200-3995 m) and slopes (12-520) has been collected.**

**Динамические показатели лавин. /Салуквадзе М.Е./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ –2020. вып. 129 - с.7-10. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Территориальное распределение лавин тесно связано с морфометрическими данными лавиносборов и динамическими показателями лавин. На основе анализа формул вычисления динамических показателей лавин в действующих руководстве и в инструкции предоставлена упрощённая схема этих данных. Составлена скорость движения и сила удара для 3118 лавин, сходящих в разных высотных зонах (200-3995 м) и уклонов склонов (12-52<sup>0</sup>).**

უაკ 551.578.46

**მდინარე ნენსკრას და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროება**

**მ. სალუქვაძე, ნ. კობახიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
 საქართველო, თბილისი Salukvadze.manana@yahoo.com

მდინარე ნენსკრას და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროების შესწავლა დაკავშირებულია 2018 წლის 5-7 ივლისის წყალდიდობასთან, რომელმაც ძლიერ დააზიანა ჭუბურის თემის მოსახლეობა. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზი 4 ივლისის უხვი ნალექი და წინა პერიოდის ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრი მატება იყო, რამაც მთაში თოვლის სწრაფი დნობა გამოიწვია. მდინარე ნენსკრა, რომლის ფართობი არის 623 კმ, მყინვარული საზრდოობის მდინარეა. იწყება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე, ზღვის დონიდან 2588 მ-ის სიმაღლეზე და მდინარე ენგურს უერთდება 566 მ-ის სიმაღლეზე სოფ. ტობართან. მდინარის სიგრძე 42 კმ-ია, საავტომობილო გზების დეპარტამენტის ინფორმაციით, ძლიერი წვიმის შედეგად მთა ჩამოიშალა, რამაც მდინარის დაგუბება გამოიწვია, ხოლო დაგუბებულმა წყალმა მეწყერისგან ჩაკეტილი კალაპოტი გაარღვია და მდინარის პირას არსებული სახლები წაიღო და დაანგრია რამდენიმე ხიდი, რამაც გარესამყაროს მოწყვეტა ჭუბურის თემის ათივე სოფელი.

მდინარის აუზში მყინვარებით დაფარულია მხოლოდ მთლიანი ფართობის 8% [1]. ერთი მყინვარი მემულია, რომელსაც „ჰოკრილის თავს“ უწოდებენ, მისი სიგრძე 1,9 კმ, ფართობი 1,22 კმ, იწყება 3606 მ-ის და მთავრდება 2579 მ სიმაღლეზე. მწვერვალების სიმაღლე 3700-4000 მ-ია, მათგან გამოირჩევა მწვერვალი ხარისხა (3711 მ ზღვის დონიდან), კვარმაში (3718 მ), შდაველი (3995 მ).

მდინარე ნენსკრას 133-მდე პატარა მდინარე, ნაკადული უერთდება, მათგან 9 ძირითადი მდინარის სიგრძე აღემატება 10 კმ-ს. ადგილობრივი მოსახლეობა ამ შენაკადებს ასე უწოდებს: ჭუბრულა (სიგრძე 33 კმ), ორმელეთიშლიცი (30 კმ), ლახმაშლიცი (14 კმ), დალრიარლიცი (13 კმ), მემლურა (12 კმ), დანარჩენი მდინარეების სიგრძე ნაკლებია 10 კმ-ზე; თეთნაშურა, ჰოკრილაშლიცი, ტიტაშლიცი და მდ. მარღულას მარჯვენა შენაკადი გუაშდარარშილიცი. (ლიცი სვანურად წყალს ნიშნავს).

წლების მანძილზე ჩატარებული ექსპედიციური სამუშაოს შედეგებით ამ ხეობაში არაერთი ზვავის ჩამოსვლა გვაქვს დაფიქსირებული, რომელთა კონუსი ხშირად იწვევდა მდინარის შეგუბებას, ამიტომ გადავწყვიტეთ დეტალურად შეგვესწავლა მდ. ნენსკრას ხეობისა და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროება. გამოგვეთვალა 494 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები, რომლებიც არა მხოლოდ დასახლებულ ადგილებში, არამედ მდინარის ძირითადი შენაკადების ფერდობებიდანაც ჩამოდის (ცხრ.1).

**ცხრილი 1. მდინარე ნენსკრასა და მისი ძირითადი შენაკადების მარჯვენა და მარცხენა ფერდობებზე ზვავების რაოდენობა**

№	მდინარის დასახელება	მარჯვენა ფერდ.	მარცხენა ფერდ.	სულ
1	ჭუბრულა	54	82	136
2	ორმელეთიშლიცი	46	36	82
3	ლახმაშლიცი	22	9	31
4	თეთნაშურა	13	7	20
5	ჰოკრილაშლიცი	13	14	27
6	მემლურა	13	12	25
7	დალრიარლიცი	16	29	45
8	ნენსკრა	39	32	71
9	ტიტაშლიცი	19	12	31
10	გუაშდარარლიცი (მდ.მარღულას მარჯვენა შენაკადი)	14	12	2
	სულ	249	245	494

ჭუბურის თემი ათივე სოფელი ზვავსაშიშროებით გამოირჩევა და ზვავებმა უხეტოვლიან ზამთრებში არართი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და დიდი მატერიალური ზიანი მიაყენა ადგილობრივ მოსახლეობას (ცხრ.2) [2, 3]. ზვავების შედეგად სხვადასხვა წლებში დაიღუპა

40 ადამიანი, დაინგრა და დაზიანდა საცხოვრებელი სახლები, დამხმარე ნაგებობები, განადგურდა ხეხილის ბაღები, ტყე, დაიხოცა მსხვილფეხა და წვრილფეხა საქონელი.

**ცხრილი 2 ზვავების შედეგად გამოწვეული ზარალი ჭუბურის თემის სოფლებში**

№	წელი, თვე, რიცხვი	დასახლებული პუნქტი	დაღუპულთა რ-ბა	ნგრევა		განადგურდა		საქონელი	
				სახლი	ნაგებობა	ბაღი, ჰა	ტყე, ჰა	მსხვილფეხა	წვრილფეხა
1	01. 1932	ლახამი	9	3	2	1	0,6	14	80
2	14.01. 1976	ლახამი	4	-	1	1	-	-	-
3	—”—	ღეწფერი	3	3	-	0,9	0,5	15	23
4	—”—	ღევერა	3	-	-	2	0,3	-	-
5	—”—	ზემო მარლი	8	2	-	6	0,3	9	40
6	—”—	ქვემო მარლი	2	-	4	2	0,4	-	-
7	—”—	ღარიღარი	2	2	2	-	0,4	-	-
8	17.01. 1976	ღეკალმახე	-	-	2	-	0,2	-	-
9	18.01. 1976.	ყარი	-	-	3	-	0,2	-	-
10	30.01. 1987.	ღეწფერი	4	3	2	2	0,3	8	6
11	—”—	იღლიანი	3	2	-	-	0,3	10	8
12	—”—	ლახამი	1	1	-	0,2	0,3	10	8
13	—”—	ღევერა	-	2	2	2	0,7	16	14
14	—”—	ყარი	-	-	2	-	0,2	-	-
15	—”—	ღარიღარი	-	5	8	-	1,8	34	22
16	—”—	ქვედა მარლი	1	6	5	5,2	1,0	27	28
17	—”—	ღეკალმახი	-	-	2	-	0,2	-	-
<b>ს უ ლ</b>			<b>40</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>22,3</b>	<b>7,7</b>	<b>143</b>	<b>229</b>

ზვავშემკრებების უმეტესობა 1501-3000 მ-ის სიმაღლეზეა და 1000-2000 მ-მდე მთავრდება. ფართობის მიხედვით გვხვდება, როგორც 0,5 ჰა-ზე ნაკლები ფართობის მქონე, ისე 100 ჰა-ზე მეტი ფართობის მქონე ზვავები, რომელთა რიცხვი ერთ შემთხვევაში 173 (35%), ხოლო მეორე შემთხვევაში 28 (6%). 494 ზვავიდან 57 ზვავის სიგრძე 3000 მ-ზე მეტია, უმეტესად კი (379 ზვავი, ანუ 77%) 500-დან 2500 მ-ის სიგრძისაა. ამ ხეობაში არის როგორც 5000 მ<sup>3</sup> ნაკლები მოცულობის, ასევე მაგალითად 34 ზვავის მოცულობა აღემატება 2500 ათას მ<sup>3</sup> -ს, ძირითადად, 494 ზვავიდან 359-ის (73%) მოცულობა 5 ათასიდან 2500 ათასი მ<sup>3</sup>. მდ. ნენსკრას შენაკადების მიმდებარე ფერდობები, ძირითადად, 25-45<sup>0</sup> დახრილობისაა (91%), 494 ზვავიდან 25<sup>0</sup>-ზე ნაკლები დახრილობის მხოლოდ 21 (4%), ხოლო 45<sup>0</sup> მეტი დახრილობის 25 (5%) ფერდობია.

ნებისმიერი საინჟინრო პროექტისთვის, რომელიც მთიან რაიონებში განხორციელდება დიდი მნიშვნელობა აქვს ისეთ დინამიკურ მახასიათებლებს, როგორიცაა ზვავის სიჩქარე და ზვავის დარტყმის ძალა. 24 ზვავის (5%) სიჩქარე ნაკლებია 20 მ/წმ-ზე, ხოლო 11-ის (2%) მეტია 50 მ/წმ-ზე. ზვავების უმეტესობის (453 ზვავი, 93%) სიჩქარე 21-დან 50 მ/წმ-ია. 100 გ/მ<sup>2</sup> დარტყმის ძალა 27 (5%) ზვავს აქვს, ასევე 25 გ/მ<sup>2</sup> - 49 (10%) ზვავს, ხოლო 418 (85%) ზვავის დარტყმის ძალა 26-100 გ/მ<sup>2</sup>-ია. კიდევ ერთი პარამეტრი – მოძრავი ზვავის სიმაღლეა, განსაკუთრებით დიდი 34 მ-ზე მეტი სიმაღლით 261 (53%) ზვავი გამოირჩევა, ხოლო დანარჩენი ზვავის სიმაღლე (47%) 16-21 მ-ია.

2018 წლის 5-7 ივლისის წყალდიდობა გამოწვეული იყო მდ. ჰოკრილაშლიცის სათავეში წყლის შეგუბებით, შემდეგ კი მისი გარღვევით, რაც სოფლების დატბორვის მიზეზი გახდა, პირდაპირ ეთერში ვუყურებდით ადიდებული მდინარის მიერ საცხოვრებელი სახლების ნგრევას, ნათესი ფართობების, ხეხილის ბაღებისა და ეზოების მიტაცებას. მდინარე ჰოკრილაშლიცის ხეობაში ზვავების (25 ზვავი, მარჯვენა ფერდობიდან 13, ხოლო მარცხენა

ფერდობიდან 12 ზეავი ჩამოდის) დინამიკურმა მახასიათებლებმა და განსაკუთრებით მდინარის სათავეში არსებული 5 ზეავის კონუსის მოცულობის მნიშვნელობამ (ცხრ.3, გრაფა 9) მოგვცა შესაძლებლობა გამოგვეთქვა ვარაუდი, რომ ხომ არ იყო, თუნდაც მიწის ჩამოშლის მიზეზი, მაღალი ჰაერის ტემპერატურის გამო ზეავის კონუსების დნობა. ამ ზეავშემკრებების მორფომეტრიული და ზეავების დინამიკური მახასიათებლები ცხრილის სახით წარმოვადგინეთ (ცხრ.3).

**ცხრილი 3. მდინარე ნენსკრას და მისი ძირითადი 9 შენაკადის ხეობების ზეავშემკრებების მორფომეტრიული და ზეავების დინამიკური მახასიათებლები**

№	ზეავშემკრების დასაწყისის აბსოლუტური სიმაღლე, მ	ზეავშემკრების დასასრულის აბსოლუტური სიმაღლე, მ	ზეავშემკრების სიგრძე, მ	ზეავის კერის ფართობი	დახრის კუთხე, გრად	ზეავის სიჩქარე, მ/წმ	ზეავის დარტყმის ძალა, ტ/მ <sup>2</sup>	ზეავის კონუსის მოცულობა, 1000 მ <sup>3</sup>	მოდრაგი ზეავის სიმაღლე, მ
მდინარე ჰოკრილაშლიცის სათავე, მწვ. 3282 მ. ჩრდილო აღმოსავლეთით									
1	3150	1680	3520	110	27	28	36	3080	35
მდინარე ჰოკრილაშლიცის სათავე, მწვ. 3269 მ. ჩრდილო აღმოსავლეთით									
2	3400	1680	4910	205	30	31	44	5740	35
მდინარე ჰოკრილაშლიცის სათავე, მწვ. 3713 მ. ჩრდილო აღმოსავლეთით									
3	3713	1800	5260	225	30	43	85	6300	35
მდინარე ჰოკრილაშლიცის სათავე, მწვ. მაგუაშარსის (3853 მ) აღმოსავლეთით									
4	3800	1800	4380	105	48	54	134	2940	35
მდინარე ჰოკრილაშლიცის სათავე, მწვ. მაგუაშარსის (3853 მ) აღმოსავლეთით									
5	3852	1800	4585	125	26	52	124	3500	35

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ამ ხუთი ზეავის კონუსის მოცულობა 2940-6300 ათას მ<sup>3</sup>-ია და საკმაოდ დიდი რაოდენობით თოვლის მასას ჩამოიტანდა ზამთარში. ცხადია, კონუსის ნაწილი დარჩენილი იქნებოდა მდინარის ხეობაში, რადგან, ხშირ შემთხვევაში, დიდი მოცულობის ზეავის კონუსები ვერ ასწრებს მომდევნო ზამთრამდე დადნობას. შესაძლებელია ჰაერის მაღალმა ტემპერატურამ, რაც წინ უსწრებდა წყალშეგუბებას და შემდგომ განვითარებულ მოვლენებს, ხელი შეუწყო აქ არსებული კონუსების სწრაფ დნობას და მიწის მასის ჩამოშლას.

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. რ. გობეჯიშვილი, ვ. კოტლიაკოვი. გლაციოლოგია. ჯავახიშვილის სახელობის თსუ გეოგრაფია-გეომორფოლოგია კათედრა, ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2006.
2. მ.სალუქვაძე. ზემო სვანეთის ზეავსაშიშროება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი. 2011. ISBN 978 9941-0-3652-1.
3. მ. სალუქვაძე. საქართველოს თოვლის ზეავების კადასტრი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2018, 264 გვ. ISBN 978 9974-8-0843-2.

**უაკ 551.578.46**

**მდინარე ნენსკრას ხეობის და მისი შენაკადების ზვავსაშიშროება/მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე/სტუ-ის კმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.11-14. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. 2018 წლის 5-7 ივლისს, მესტიის მუნიციპალიტეტის ჭუბერის თემში, მდინარე ნენსკრას ადიდებად, დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენა ხეობის მოსახლეობას. წყალდიდობის გამომწვევი მიზეზების დასადგენად შევისწავლეთ მდინარე ნენსკრას და მისი 9 ძირითადი შენაკადის ზვავსაშიშროება. გამოთვლილია 494 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. გამოვლენილია ჭუბერის თემის ის სოფლები, სადაც თოვლის ზვავების შედეგად, წლების მანძილზე 40 ადამიანი დაიღუპა და ათეულობით სახლი დაინგრა და დაზიანდა. წარმოდგენილია ასევე ვარაუდი, რომ მდინარის შეგუბების და ტბის წარმოქმნის მიზეზი იმ 5 ზვავის კონუსია, რომელიც მდ. ნენსკრას ერთერთი შენაკადის მდ. ჰოკრილაშლიცის სათავეში ჩამოდის.**

**UDK 551.578.46**

**Avalanche hazard of the gorge of the Nenskra river and its tributaries./M.Salukvadze, N.kobakhidze/Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.11-14. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The flood in the Nenskra river on July 5-7, 2018 caused great damage to the villages of the Chuber community of the Mestia municipality. To identify the causes of the flood, the avalanche hazard of the Nenskra River and its 9 main tributaries was studied. 494 morphometric data on avalanches and dynamic indicators of avalanches were calculated. The villages of the Chuber community were identified that were affected by avalanches in different years, 40 people died, dozens of residential buildings were destroyed and damaged. We assume that the cause of the damming of the river and the formation of the lake are the drift cones of the five avalanches that descend at the source of the Khokrilashlitsy river, one of the tributaries of the Nenskra river.**

**УДК 551.578.46**

**Лавиноопасность ущелья реки Ненскра и её притоков./Салуквадзе М.Е, Кобахидзе Н.Ш./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.11-14. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Наводнение реки Ненскра, 5-7 июля 2018 года, причинило огромный ущерб сёлам Чуберской общины Местийского муниципалитета. Для выявления причин наводнения изучили лавиноопасность реки Ненскра и её 9-ти основных притоков. Вычислены 494 морфометрических данных лавиносборов и динамические показатели лавин. Выявлены селения Чуберской общины, где из-за схода лавин в разные годы погибло 40 человек, разрушены и повреждены десятки жилых домов. Предполагаем, что причиной запружения реки и образования озера являются конусы выноса тех пяти лавин, сходящих в истоках р. Хокрилашлицы, одного из притоков р.Ненскра.**

**უაკ 551. 481.1**

**იმერეთის რეგიონში მდინარის ჩახერგილი უბნების ბაზრების შედგენა წარმოშობილი წყალმომარაგების გეოგრაფია და მათი თავიდან აცილების გზები**

ს. გორგიჯანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

XX საუკუნის ბოლოს და XXI საუკუნის დასაწყისში, მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის ეპოქაში გახშირდა კატასტროფული სტიქიური მოვლენები. მათ ადგილი აქვთ დედამიწის მთელ რიგ რაიონებში, ამიტომ წარმოადგენენ გლობალური ხასიათის საშიშ მოვლენებს. ისინი დიდ ზარალს აყენებენ მსოფლიოს ეკონომიკას და ეს ზარალი ყოველწლიურად შეადგენს 30 მილიარდ დოლარს.

საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი აქტიურად იყო ჩაბმული სტიქიური მოვლენების ჰიდროლოგიური ბუნების შესწავლის საქმეში, რომელიც დღემდე საქართველოს და, საერთოდ, კავკასიისათვის ერთერთ მნიშვნელოვან მიზნად რჩება. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის 1991 წლის 2 მაისის სპეციალურ გაფართოებულ სხდომაზე მიღებულ იქნა დადგენილება “საქართველოს მიწისძვრების მიზეზების შესწავლისა და კატასტროფის შედეგების ლიკვიდაციის ღონისძიებების შესახებ”, სადაც ერთ-ერთ პუნქტად იყო აღნიშნული ნაზღვევეი წყალმომარაგების წინააღმდეგ ბრძოლის კონცეფციის შემუშავება. შემდგომში წყალდიდობებისა და წყალმომარაგების კატასტროფული ხასიათის გახშირებასთან და გაძლიერებასთან დაკავშირებით გამახვილდა ყურადღება მათი შესწავლის შესახებ. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია 2008 წლის ჩატარებული საერთაშორისო კონფერენცია (სსიპ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი), რომელიც მიეძღვნა დედამიწის საერთაშორისო წელს და ეხებოდა სტიქიურ კატასტროფებს სამხრეთ კავკასიაში; ასევე ბუნებრივი კატასტროფების საფრთხეებსა და ქვეყნის მზადყოფნას მათი თავიდან აცილებისათვის.

თავად მდინარეთა ხეობების ჩახერგილი უბნები ხასიათდებიან სხვადასხვა მორფომეტრიული პარამეტრებით. განსაკუთრებით გამოირჩევიან კლდე-ზვავებით, მეწყრებითა, მყინვარული გამონატანით და ზვავებით ჩახერგილი უბნები. მათი სიგრძე აღწევს: 60-100 მ-დან 4,5 კმ. მცირე - (2-3 მ-მდე) მდინარეული ყინულებით ჩახერგილი უბნები. ხოლო ნაზღვევეი წყალდიდობა და წყალმომარაგება არის მდინარის წყლის რეჟიმის ერთ-ერთი სახე, რომელიც გამოწვეულია მდინარის ხეობის ჩახერგვით, მისი დაგუბებითა და ჩახერგილი უბნის გარღვევით. თავისი ბუნებით ნაზღვევეი წყალდიდობა და წყალმომარაგება მიეკუთვნება საშიშ კატასტროფულ მოვლენათა კატეგორიას. თავისი გენეზისით არ არის ერთგვაროვანი, რადგან თვით ეს პროცესი სხვადასხვაა და იგი დაკავშირებულია მიწისძვრასთან, მყინვარულ და ვულკანურ მოქმედებებთან, ეგზოგენურ პროცესებთან, ასევე, მდინარის ყინულოვან მოვლენებთან. მათი ზეგავლენით წარმოშობილი ნაზღვევეი წყალმომარაგებები და წყალდიდობები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან თავიანთი ხასიათით, სიძლიერით, გაანგარიშება – პროგნოზირებით, მასშტაბებით და ბრძოლის მეთოდებით.

ამ მოვლენებით არაა იმერეთი გამონაკლისი. აქ ხშირია მეწყრებითა და კლდე-ზვავებით გამოწვეული ჩახერგვები. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს 1989 წლის ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების მკვლევარი ხასიათი. როდესაც თავსხმა წვიმების დროს გამოიწვია მრავალ ადგილას მეწყრების და კლდე-ზვავების ჩამოსვლა. ამ პერიოდში 8-9 მარტს მეწყრები თოვლთან ერთად შეიჭრნენ ზესტაფონის რაიონის სოფლებში: ქვალეთში, მლეთაში, შრომაში, სანახშირეში, სვირში, იღეთში, არგვეთში, ქვედა საქარასა და ბასლევაში, ხარაგაულის რაიონის სოფლებში: კიცხში, წყალსურეთში, ვარძიაში, მაქათუბანში, ჩხერში, სადაც დაზიანდა 600-ზე მეტი საცხოვრებელი სახლი. ასობით ჰექტარი მიწა დაიფარა ჩამოტანილი ქვა-ღორღით და უვარგისი გახდა სასოფლო-სამეურნეო დამუშავებისათვის. შეწყდა მოძრაობა რკინიგზის ხარაგაული-მარეღისი, ზესტაფონი-ჭიათურის მონაკვეთებზე; ყველაზე დიდი მეწყერი, რომელმაც მიიპყრო ყურადღება, იყო მდ. ცხენისწყლის მარცხენა ფერდობიდან 15 მარტს ჩამოსული



მეწევი, რომელმაც დააგუბა მდინარე. თბილისი-ფოთის მაგისტრალური საავტომობილო გზის 685/748-კმ მონაკვეთზე ფერდობის მხარეზე, ყოველ 100-200 მეტრზე ჩამოსული იყო მეწევი, რიკოტის გვირაბის დასავლეთით კი ჩამოსული იყო ეგრეთ წოდებულ გრუნტული თოვლის ზვავებიც.

1989 წ. 21 აპრილს მსგავსი მძლავრი მეწევი ჩამოვიდა რიკოტულას გვირაბის აღმოსავლეთ პორტალიდან 400-500 მ ქვემოთ მდ. სურამულას მარცხენა ფერდობიდან. მან დაფარა გზა 100-130 მ სიგრძით, 5-6 მ სისქით, შედეგად 2 დღით შეწყდა ტრანსპორტის მოძრაობა. ზაფხულში მდ. რიონის სათავეებში თავსება წვიმები გაგრძელდა 12-15 აგვისტოს ჩათვლით. თან ახლდა ძლიერი სეტყვაც, ადგილი ჰქონდა მდ. რიონის მარჯვენა მხარეს მისი შენაკადების მდ. საკაურასა და ლუხუმის წყლის სათავეების შესაყარში ჩახერგვას, თუცა მალევე გაირღვა ეს მასა, რასაც მოჰყვა დიდი წყალმოვარდნა, რომლის მაქსიმალურმა დონემ და წყლის ხარჯმა გაიარეს 11-14 საათებში. წყლის დონემ 140- 240 სმ გადააჭარბა წინა დღის წყლის დონეებს. იგი შეადგენდა 350 სმ (146 სმ) მდ. რიონი - ქ. ონთან და 375 სმ (202 სმ) მდ. რიონი - სოფ. ალპანასთან. კიდევ უფრო მეტი იყო წყლის მაქსიმალური დონეები მდ. საკაურასა და ლუხუმის წყალზე.

1991 წლის ძლიერმა მიწისძვრამ იმერეთის რეგიონში გამოიწვია დიდი ნგრევა და დიდი ზარალი მიაყენა იმ ტერიტორიას, სწორედ ამ დროს წარმოიშვა მდინარეთა ხეობებში 35-მდე ტბა. აქედან, დიდი იყო ფაწას, ხახიეთისა და ჯრუჭულას ტბები, შესაბამისად 3,8, 2,1 და 0,375 მლნ მ წყლის მოცულობით. ამავე პერიოდში მრავალ ადგილას გაჩნდა ნაპრალები, სადაც ადგილი ჰქონდა ზედაპირული წყლის დაგროვებას, რის გამოც წყლით გაუღნითილი მასა ნელ-ნელა მოცოცავდა (მდ. სირხლებერტ დონი) და ხდებოდა განმეორებითი მეწევირების მოქმედებები.

მდინარეებისა და მყინვარების რეჟიმზე დიდ გავლენას ახდენს ხეობების ჩახერგვებით გამოწვეული პროცესები, რადგან ჩახერგვის ქვემოთ ადგილი აქვს მდინარეების თითქმის “დაშრობას”. ხოლო ზემოთ მდინარის დაგუბებას. ზოგ შემთხვევაში დაგუბებული წყლის დონე საშუალოდ შეადგენს 35-55 მ-ს, (5-10 მ-ზე ნაკლები არ ყოფილა). აღნიშნული სიღრმეები დამახასიათებელია, უმეტესად, ჩახერგილ კაშხალთან ახლოს. ეს კაშხლები ერთ კვადრატულ მეტრზე 55 ტ წნევის ქვეშ იმყოფებიან. ისტორიაში ბევრი შემთხვევაა, როდესაც კლდე-ზვავეებისა და მეწევირების გარვცელების ზონაში იცვლება ჰიდროგრაფიული ქსელი. მაგალითად, 1991 წ. ყვრილას სათავეში კლდე-ზვავის მოქმედებისას ერთდროულად ადგილი ჰქონდა მდ. ჯეჯორას მიერ მდ. ყვრილას ძველი სათავის მოტაცებას. ქვის ნაკადის წინ სვლამ მდ. სინაგურის წყლის ხეობაში მდ. ლებურას შესართავი მოსწყვიტა მდ. ხახიეთის წყალს სოფ. ხახიეთთან და 4 კმ-ით ქვევით გადაიტანა. ამით შეიცვალა მდ. ლებურას წყლის ჰიდროგრაფიული პარამეტრები.

დაგუბებული ტბების გარღვევის ადგილიდან წყალმოვარდნის ნაკადი გაივლის თვით მდინარეს, სადაც მოხდა მისი დაგუბება, შემდეგ კი მის გაგრძელებაზე სხვა მდინარეებს. მაგ: ხახიეთის წყლის დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგად წამოსულმა წყალმოვარდნის ნაკადმა გაიარა მდ. ხახიეთის წყალი, შემდეგ მის გაგრძელებაზე მდ. ყვრილა, შემდეგ კი მდ. რიონი. ყველა მოქმედ ჰიდროლოგიურ საგუნაგოზე მოხერხდა წყალმოვარდნის ნაკადის დონეების და გავლის დროის დაფიქსირება.

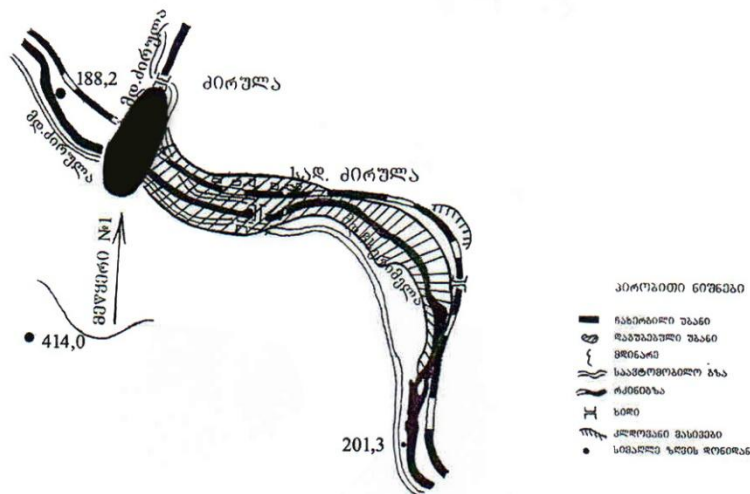
მდ. ყვრილაზე, 29, 30 აპრილს შეიმჩნეოდა წყლის დონეთა დაცემა წინა დღის დონეებთან შედარებით, რაც გამოწვეული იყო მდინარეების 30-35 ადგილას დაგუბებით, მიწისძვრის დროს ჩამოსული კლდე-ზვავეების ჩახერგვით. 16, 17 მაისს, შესაბამისად, ქ. საჩხერესა და ზესტაფონში მოხდა წყლის დონეთა ინტენსიური მატება 86 და 56 სმ-ით, რაც გამოწვეული იყო ხახიეთის დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგად წამოსული წყალმოვარდნით. მაგრამ ეს დონეები, თავის მხრივ, გაძლიერებული და დეფორმირებული იყო წვიმებით გამოწვეული ზედაპირული ჩამონადენით. წყალმოვარდნის ტალღის გავლის შემდეგ წყლის დონეები ასევე

ინტენსიურად შემცირდა, რაც გაგრძელდა 1-1.5 დღე-ღამეს, მაგრამ დონეების ისეთი სახით დაცემას ადგილი არ ჰქონია, როგორც ეს მოხდა მდ. მტკვარზე, ფაწას დაგუბებული ტბის გარღვევის შემდეგ. ეს აიხსნება მდ. ყვირილას ზემო წელში მოსული წვიმებით, რამაც გამოიწვია მდინარის წყლიანობის გაზრდა და შენარჩუნებულ იქნა წყლის მაღალი დონეები.

მსგავს პროცესებს ადგილი ქონდა 2001 წლის 31 მაისს ბაღდათის რაიონში, მდ. ლუხუტაზე. რამაც ასევე მნიშვნელოვნად დააზარალა სოფლები პირველი და მეორე ობჩა.

ასევე ჩახერგვებით გამორჩევა მდ. ჩხერიმელას აუზი. ამ შემთხვევაში ეს პროცესები გამოწვეულია მეწყერების ჩამოსვლით. აქ ხეობის გადაკეცვის შემთხვევებს ადგილი ქონდათ 1957, 1959, 1987, 1994, 1998, 2004, 2019 წლებში, ასევე 2020 წელს მაისში. ბოლო წლების განმავლობაში ამ რეგიონში დაახლოებით 50 მწყერი ჩამოვიდა. ასევე წელს მდ. ძირულაზე მოხდა წყალმოვარდნა.

მაგალითისთვის შეგვიძლია განვიხილოთ 1957 წლის 22 მარტს მარელისის მონაკვეთში, სადგურ მარელისთან ჩამოსული მეწყერის შედეგები, (მდ. ძირულასა და ჩხერიმელას შეერთება). შედეგად ჩხერგილი მასის ზემოთ დაგუბდა წყალი, ჩახერგილი მასა შეადგენდა 11.96, სიგანე 170 მ. წყლის დონემ ჰიდროლოგიურ კვეთთან (გრაფიკის ნულიდან) მიაღწია 1196 სმ-ს, ხოლო წინა დღეს 21 მარტს 214 სმ-ს იყო. ტბა საშიში გახდა ადგილობრივი მოსახლეობისათვის 2 კმ-ს მანძილზე, დაიტბორა რკინიგზის სადგური, საავტომობილო გზაც და ხიდებიც.



ნახ. 1. მდ. ძირულასა და ჩხერიმელას შეერთების ადგილი, ჩახერგილი უბანი და დაგუბებული ტბა

ნორმალური მუშაობის აღდგენა შესაძლებელი გახდა 27 მარტს, როდესაც დაბობვის მეთოდით მოხდა ჩახერგილი მასალის „დაშლა“, შემდეგ კი ნაწილობრივი გარღვევის საშუალებით დაგუბებული ტბის დაიცავდა. 1959 წელს ისევ მარელისის მონაკვეთში ჩამოვიდა მეწყერი. ისევ დაგუბდა მდ. ჩხერიმელა. ამ შემთხვევაშიც დაგუბებული ტბის დაცლა მოხდა გარღვევამდე დაბობვის მეთოდით. თუმცა ვერ აიცილეს ნაზღვლევი წყლამოვარდანა. შედეგად დაიტბორა და დაზარალდა იქ არსებული მიმდებარე ტერიტორია. 1994 წელს განმეორდა მდ. ჩხერიმელაზე მეწყერის ჩამოსვლა, თუმცა სოფ. ბაბის ხიდთან გადაიკეტა მდინარე. ამ შემთხვევას მხოლოდ ადგილობრივები გაუმკლავდნენ, რადგან მაღევე დაიწყო მდინარემ ჩახერგილი მასის გადარეცხვა, რითაც ბუნებრივად მოხდა დაგუბებული ტბის დაცლა. აქ დაზიანდა მხოლოდ სოფლების დამაკავშირებელი შარა გზა და ბაბის ხიდი.

პრაქტიკისათვის მნიშვნელოვან საკითხის გადაჭრა ემყარება ვ. ცომიას გამოთვლათა სისტემას [1], რომელიც გამოყენებულია მრავალჯერ და გამოყენებულიც არის. გამოთვლის სისტემა უზრუნველყოფს მდინარის კალაპოტის ჩახერვის დროიდან გავცეთ პროგნოზი დაგუბებული უბნის წყლით ვსების ხანგრძლივობაზე, დაგუბებული ტბის მოცულობაზე, მის

ფარგლებში დატბორვის სიგრძეზე, გარღვევის შემდეგ გარღვევის ადგილას და დინების ტრანზიტულ კვეთებზე ნახვლევი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალურ ხარჯზე.

მდინარის დაგუბებული უბნის მორფომეტრიული პარამეტრების დადგენისათვის მსხვილ მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკაზე (1:25000-1:100000) ადგილზე დააქვთ ჩახერგილი კაშხლის თხემის მდებარეობა  $a-b$ ; იზოხაზების საშუალებით განსაზღვრავენ ჩახერგილი კაშხლის თხემის სიმაღლეს ( $h$ ), ასევე რუკის საშუალებით ჩახერგილი კაშხლის სიმაღლეზე გამოითვლება დაგუბების სიგრძე ( $l$ ) და სიგანე ( $B$ ) ჩახერგილი მასის თხემზე. მიღებული მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრავენ ჩახერგვის შედეგად წარმოშობილი ქვანულის მოცულობას ( $w$ ) ფორმულით:

$$w = \frac{l * B * h}{k}$$

სადაც  $k$  არის ტოპოგრაფიული კოეფიციენტი; იგი იცვლება 2,7-3,3-ის ფარგლებში [1]; გამოთვლებისათვის საშუალოდ ვიღებთ  $k=3,0$ .

მდინარის ხეობის ჩახერგვისას უნდა გაიზომოს მდინარისა და მისი შენაკადების წყლის ხარჯი ჩახერგვის ზემოთ ჰიდროლოგიაში ცნობილი მეთოდების გამოყენების საფუძველზე. თუ ავლნიშნავთ მდინარისა და მისი შენაკადების წყლის ჯამურ ხარჯს  $\Sigma Q_{შ/წმ}$ , მაშინ ქვანულის ვსების ხანგრძლივობა ( $T$ ) იქნება:

$$T = \frac{W}{\Sigma Q}$$

ამ შემთხვევაში  $T$ -გამოითვლება წამებში, შემდეგ გადაიყვანება ჩვეულებრივი წესით წუთებში, საათებში და დღე-ღამეში.

მდინარის კალაპოტში ჩახერგილი მასა ქვანულში დაგროვილი წყლის მასის დაწოლის შედეგად ირღვევა. გარღვევისას წარმოიშება ტრაპეციოდალური ფორმის კალაპოტი, რომელსაც ამსგავსებენ ჰიდრომეტრიაში ცნობილ წყალსაშეს, რომლითაც ზომავენ წყლის ხარჯს. ამ მხრივ იყენებენ ჰიდრაულიკაში ცნობილ ფორმულას:

$$Q_{\theta} = 1.9 B * h^{2/3}$$

სადაც,  $Q_{\theta}$  - არის ნახვლევი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური ხარჯი გარღვევის ადგილას. ასევე ხდება ნახვლევი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური ხარჯის გამოთვლა მდინარის ტრანზიტულ უბნებზე. პროცესი წარმოიქმნება მაშინ როდესაც წყლის მაქსიმალური ხარჯი განიცდის ტრანსფორმაციას მისი „გაშხლართვის“ გავლენის გამო. ამისთვის კი უკეთეს შედეგს გვაძლევს დინების იზოქრონული თეორიის გამოყენება, რომლის თანახმად:

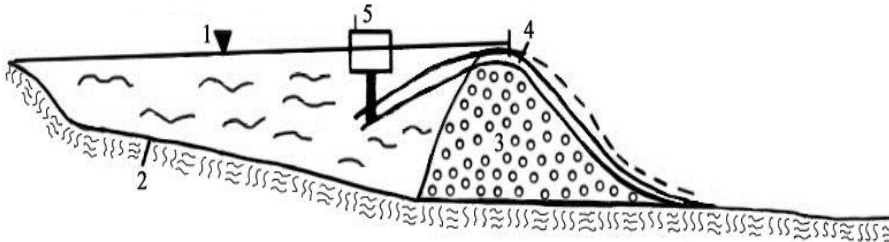
$$Q_{\theta\theta} = \frac{l}{l+15} * Q_{\theta}$$

სადაც  $Q_{\theta\theta}$  - არის ნახვლევი წყალმოვარდნის წყლის მაქსიმალური ხარჯი ტრანზიტული უბნის მოცემულ კვეთში;  $l_{\theta}$  - არის მანძილი ჩახერგილი კაშხლიდან მდინარის ტრანზიტული უბნის მოცემულ კვეთამდე.

ასევე უნდა მოხდეს დაგუბებული ტბის უბანში, ჩახერგილ კაშხალში ჩამდინარე წყლის ხარჯის გამოთვლა, რომელიც ასევე გვაძლევს ინფორმაციას ჩახერგილ უბნში რა რაოდენობის წყალი გროვდება გარეკვეთი დროის განმავლობაში.

ყოველივე აქედან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ასეთი უბნები წარმოადგენენ საშიშ ობიექტებს, ამიტომ საჭიროა მათზე მუდმივი მეთვალყურეობა და დაკვირვება. ამისათვის კი აუცილებელია მდინარის ჩხერგვის უბანზე მოეწყოს დროებითი მეტეოროლოგიური საგუშაგო, სადაც გაიზომება ატმოსფერული ნალექები და ჰაერის ტემპერატურა. ასევე მნიშვნელოვანია ჰაერიდან დაბობვა, თუმცა არც თუ ისე უსაფრთხო პროცესია. ასევე ჩახერგილი კაშხლის მასაში დაბობვა. არსებობს სხვა პროექტი, რომელიც ითვალისწინებს მყინვარის სისქის შემცირებას, მათი ხელოვნურად დნობის გაძლიერების შედეგად. ეს საფუძვლიანი მეცნიერული მოსაზრებაა, მაგრამ პრაქტიკულად ძნელი განსახორციელებელია ად-

გილობრივი პირობებისა და სათანადო ტექნიკის უქონლობის გამო. ასევე არის ინჟინრული გადაწყვეტილებაც, რომელიც ითვალისწინებს ჩახერგილი კაშხლის ზემოთ დაგროვილი წყლის დაცლისთვის ხელოვნური არხის გაყვანას. ამით თავიდან ავიცილებთ ნაზღვევე წყალმოვარდნას. შესაძლებელია ასევე ხელოვნური დვარცოფგადამდების დამონტაჟება ჩახერგილი კაშხლის თხემზე. საყურადღებოა ე.წ. ხელოვნური სეფონური წყალამოდვრა (ნახ. 2) რომელიც დაგუბების უბნებში წყლის აღმოდვრისთვის გამოიყენება, იგი შეიძლება იყოს სტაციონალური და დროებითი; ჩახერგის უბნებში დროებით მონტაჟდება.



ნახ.2. ხეობის ჩახერგილი წყალდაგუბების უბანი და მისი საფონური წყალამოდვრის სქემა

მაგრამ ასეთი სახის ღონისძიება მოითხოვს მთელი რიგი დამატებითი სამუშაოების წინასწარ ჩატარებას, რომელთა შედეგებიც საფუძვლად დაედება ბრძოლის მეთოდების შერჩევას. ყველაზე მისაღები და ადვილად მისაწვდომი მეთოდია ნაზღვევე წყალმოვარდნის ან წყალდიდობის საზღვრების დადგენა და დადგენილი ტერიტორიის საშიშ ზონად გამოცხადდება, სადაც აიკრძალება ყოველგვარი სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო საქმიანობა. მნიშვნელოვანია აგრეთვე დაკვირვებისა და გაზომვის მასალების დამუშავება და ანალიზი, რაც ყოველდღიურად უნდა მოხდეს - წყლისდონეების, წყლის ხარჯებისა და ინფიტრაციის ინტენსიური მატების შემთხვევების სათანადო შეფასების საფუძველზე; ყველა ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე, სადაც უნდა გაიაროს დაგუბებული ტბის გარღვევასთან დაკავშირებული ნაზღვევე წყალმოვარდნის ტალღამ, ეწყობა დაკვირვება წყლისდონეზე, ყოველ ორ საათში, წყალმოვარდნის დაწყების, მაქსიმუმისა და დამთავრების დროის ჩვენებით.

ყოველივე აქედან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მდინარის ჩახერგვის და მისი გარღვევის შემთხვევაში წარმოშობილი ნაზღვევე წყალმოვარდნის შერბილების მეთოდებით შესაძლებელია მოსალოდნელი კატასტროფის თავიდან აცილება.

#### ლიტერატურა— REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. ვ.ცომია, გ.გაჩეილაძე, ს.გორგიჯანიძე, თ.ცინცაძე, მ.ფხაკაძე. ნაზღვევე წყალდიდობები და წყალმოვარდნები საქართველოში., საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი 2009. გვ. 155
2. „საქართველოს გეოგრაფია“ - საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ვ. ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი. გვ. 270-277. 2000

უაკ 551. 481.1

იმერეთის რეგიონში მდინარის ჩახერგილი უბნების გარღვევის შედეგად წარმოშობილი წყალმოვარდნების გეოგრაფია და მათი თავიდან აცილების გზები/ს. გორგიჯანიძე/სტუპ-ის - ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2020. - ტ.129. - გვ.15-20. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში განხილულია იმერეთის რეგიონში მომხდარი მდინარის ხეობების ჩახერგვები და მასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნები. მოცემულია 1957 წლის მდ. ძირულასა და ჩხერიმელას შეერთების ადგილას ჩახერგვის შედეგად გამოწვეული დაგუბებული ტბის გარღვევის შედეგები. გარღვევის შემთხვევაში მოცემულია მორფომეტრიული მახასიათებლები და წყალმოვარდნის აცილების გზები.

=====

UDC 551. 481.1

**Geography of Floods Caused by River Faults in Imereti Region and Ways to Avoid Them.**/Gorgijanidze S./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.15-20. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. In the article is discussed blocking up of gorge of the river and loads of related floods. There is also shown the 1957year results of damed lake's break, which was caused by the merge of rivers called the Dzirula and the Chkerimela. If breaking happens, there are shown some morphometric characteristics and preventional ways of flooding.

УДК551. 481.1

**География наводнений, вызванных разломами рек в регионе Имеретии, и пути их предотвращения.**/Горгиджанидзе С. Н./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.15-20. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье рассматривается завальние повадки речных долин в Имеретинской регионе, скаторый связанны завальние наводнения. В статье дано праиществе в 1957 г.в узлы р. Дзирула и Чхеримела. Где произашло подение завала и прарив заболоченный озери. В случае прорыва приводятся морфометрические характеристики и способы предотвращения завальние повадки..

უაკ 627.14.215.176

**საირიგაციო წყლის რესურსების მართვითი ფაქტორები  
და მათი ღირებულება შიგნითი კახეთის რეგიონში**

**ც. ბასილაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, jarjini@mail.ru

შიგნითი კახეთის რეგიონი მდებარეობს საქართველოს უკიდურეს აღმოსავლეთით, რომელშიც შედის: ახმეტის, თელავის, გურჯაანის, ყვარლისა და ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტები, აგრეთვე სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტების აღმოსავლეთ ნაწილები. ამ ტერიტორიაზე არის ყველაზე ნაყოფიერი ნიადაგების ფართო ველები, სადაც არის ხელსაყრელი აგროკლიმატური რესურსები ისეთი მნიშვნელოვანი დარგების წარმოებისათვის, როგორცაა: მემარცვლეობა, მევენახეობა, მეხილეობა, მებოსტნეობა, მებაღჩეობა, ზეთოვანი კულტურები და სხვა მრავალი. ამიტომ ის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მოცულობით, არა მარტო აღმოსავლეთ საქართველოში, არამედ მთელი საქართველოს მასშტაბით წამყვანი რეგიონია. მაგრამ თანამედროვე გლობალური დათბობის პირობებში აქ არსებული მშრალი კლიმატის გამო, განსაკუთრებით სავსებულობის პერიოდში უხვი მოსავლის მისაღებად აუცილებელია ნიადაგის ხელოვნური რწყვა, რასაც აქ უძველესი დროიდან ახორციელებდნენ ჩვენი წინაპრები. ამას ადასტურებს 1937 წელს არქეოლოგიური გათხრების დროს აქ აღმოჩენილი თამარ მეფის (XII საუკუნის) დროინდელი 119 კმ სიგრძის სარწყავი არხი [1].

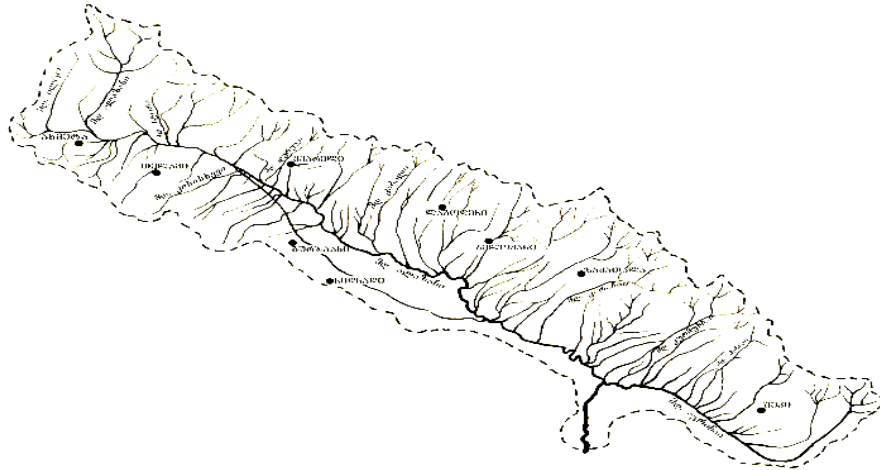
დღეისათვის მსოფლიოში COVID 19 ვირუსის პანდემიასთან დაკავშირებით გამოწვეული ეკონომიკური კრიზისისა და უმუშევრობის პირობებში საქართველოში სოფლის მოსახლეობა მხოლოდ საკუთარ ნაკვეთებზე მოწეული აგროკულტურების პროდუქციიდან მიღებული შემოსავლით ირჩენს თავს. ამიტომ მათ ნაკვეთებს შეუფერხებლად უნდა მიეწოდებოდეს სარწყავი წყალი, რაც გადამწყვეტი ფაქტორია მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად.

სარწყავი წყლით მომარაგების მთავარი არტერია შიგნითი კახეთის ტერიტორიაზე არის საქართველოს ყველაზე გრძელი (407 კმ) მდინარე ალაზანი, რომელიც სათავეს იღებს კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე მთა ბორბალის მახლობლად 3000 მ სიმაღლეზე. მისი წყალშემკრები აუზის საერთო ფართობი 1180 კმ<sup>2</sup>, სადაც მას ერთვის 1803 შენაკადი, რომელთა საერთო სიგრძე 6851 კმ-ია, მათგან 1701 მდინარის სიგრძე 10 კმ-ზე ნაკლებია, დანარჩენი 64 მდინარის სიგრძე 10-დან 25 კმ-მდე იცვლება, 33 მდინარის სიგრძე 25-50 კმ-მდეა, 3 მდინარისა კი 50-დან 100 კმ-მდე. უშუალოდ მდ. ალაზანს უერთდება 10 კმ-ზე მეტი სიგრძის 53 შენაკადი.

ალსანიშნავია, რომ აუზში ასეთი მრავალრიცხოვანი შენაკადების არსებობა მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან მათი წყლის რესურსები, ისევე როგორც თვით მდ. ალაზნისა, აქტიურად გამოიყენება მიმდებარე ტერიტორიებზე მცხოვრები მოსახლეობის მიერ საირიგაციო მიზნებისათვის, მათ მიერ მოწეობილი არასაინჟინრო ან ნახევრადსაინჟინრო არხების საშუალებით. თვით მდ. ალაზანზე კი აშენებულია საქართველოში ყველაზე დიდი 96 კმ სიგრძის ქვემო და 79 კმ სიგრძის ზემო ალაზნის მაგისტრალური არხები [2].

ნახ.1-დან ჩანს, რომ მდ. ალაზნის აუზს აქვს ასიმეტრიული ფორმა, რადგან მისი ფართობის 65% მოდის მარცხენა მხარეზე და მხოლოდ 35% არის მარჯვენა მხარეს. მარცხენა მხარის შენაკადებიდან საქართველოს ფარგლებშია: სტორი, დიდხევი, ლოპოტა, ინწობა, ჩელთი, დურუჯი და სხვა, რომლებიც კავკასიონის სამხრეთ ციცაბო ფერდობებზე ჩამოედინებიან, ხასიათდებიან უხვწყლიანობით, აწარმოებენ გაძლიერებულ სიღრმით ეროზიას და ქვემო წელში გამოაქვთ დიდი რაოდენობით ნატანი მასალა. მარჯვენა მხარის შენაკადებია: ილტო, თურდო, კისისხევი, ჩერემისხევი და სხვ. ამ მხარის სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდინარეები მცირე წყლიანობით ხასიათდებიან და აქვთ მცირე ვარდნა. ისინი ალაზნის ვაკეზე მშრალი კლიმატის პირობებში კარგავენ წყალს ინტენსიურ აორთქლებას და დაშრობის გამო ვეღარ აღწევენ მდ. ალაზანს შესართავამდე.





**ნახ. 1. მდ. ალაზნის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი**

მდ. ალაზნის მარჯვენა და მარცხენა მხარის შენაკადების ასეთი დიდი სხვადასხვაობა გამოწვეულია იმით, რომ ზოგადად, მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ფორმირება განპირობებულია მათი აუზების ზედაპირის ფიზიკურ-გეოგრაფიული ფაქტორებით, რომელთა შორის გარკვეულ როლს თამაშობს რელიეფი. მდ. ალაზნის წყალშემკრები აუზის ტერიტორიაზე გამოიყოფა რელიეფის სამი ტიპი: I – მაღალმთიანი, სადაც 3000 - 3500 მ სიმაღლის კავკასიონის ქედების ციცაბო ფერდობებზე ჭარბობს ღრმა და ვიწრო ხეობები; II – მთისწინები 600 - 1200 მ სიმაღლეზე აგებულია მდ. ალაზნის შენაკადების მიერ ჩამიტანილი მასალის გამოზიდვის კონუსებით; III – 300 - 600 მ სიმაღლეზე ალაზნის ვაკეა, რომელიც მდ. ილტოს შესართავთან იწყება და სამხრეთ-აღმოსავლეთით 160 კმ სიგრძეზე ვრცელდება. მდ. ალაზნის ქვემო წელში 100 - 300 მ სიმაღლეზე მდინარეს ვიწრო ზოლად გასდევს ალაზნის ჭალა, რომელიც სპეციფიკური ლანდშაფტითა და კლიმატით გამოირჩევა. აუზში უმაღლესი მწვერვალებია მდ. სტორის სათავეებთან შავი კლდე – 3578 მ, მდ. ლაგოდეხის წყლის სათავეებთან ხოჩაღდიდის მთა – 3428 მ და თვით მდ. ალაზნის სათავეებთან დიდი ბორბალოს მთა - 3294 მ. უდაბლესი ადგილი კი არის მინგეჩაურის წყალსაცავთან – 90 მ, სადაც მდ. ალაზანი ჩაედინება. რეგიონში სიმაღლეთა ასეთი დიდი სხვაობა განაპირობებს მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების კალაპოტების დიდ დაქანებას, რაც ხელშემწყობი ფაქტორია მათში წყალწარმოქმნის პროცესისათვის.

მდ. ალაზნის აუზის 2000 მ სიმაღლის ზევით გავრცელებულია მთა-მდელოს ნიადაგები ალპური ბალახეულობით დაფარული მდელოები. მათ ქვევით 1200 მ სიმაღლემდე ტყის მურა გაეწერებული ნიადაგებია, რომელთაც სოფლის მეურნეობაში შედარებით მცირე გამოყენება აქვთ. 1200 მ-დან 200 მ სიმაღლემდე ნაყოფიერი ნიადაგებია, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ვენახების, ხეხილის ბაღებისა და მარცვლეული კულტურებისათვის. აუზში 2000 მ სიმაღლის ქვევით 400 მ სიმაღლემდე მუხნარი, წიფლნარი და რცხილნარი ტყეებია, რომელთაც რეგიონის ფართობის 46% უკავია. ალაზნის ვაკეზე ბუნებრივი მცენარეული საფარი მოსკობილია, მის ნაცვლად გავრცელებულია კულტურული მცენარეები: მარცვლეულის ნათესები და ყურძნის ვენახები [3].

ამრიგად, განსახილველი რეგიონის ოროგრაფია და ტყის საფარი მეტად ხელსაყრელი ფაქტორებია მის ზედაპირზე წყალწარმოქმნისათვის, მაგრამ აქ მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ფორმირება ძირითადად დამოკიდებულია მათი აუზის ტერიტორიის კლიმატურ პირობებზე, რომელთა შორის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს კლიმატის ისეთ ელემენტებს, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები და თოვლის საფარი, რომელნიც არიან ჩამონადენის მთავარი წარმოქმნელი ფაქტორები. კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურა განსაზღვრავს მდინარის საზრდოობის პირობებს, თოვლისა და ყინულის დნობას, აორთქლებას და ამდენად განაპირობებს წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების ხასიათს. ატმოსფერული ნალექები არის მთავარი კლიმატური ელემენტი, რომელიც განსაზღვრავს მდინარის წყლიანობას. ნალექების მოსვლის ხასიათი, მათი განაწილება დროსა და სივრცეში განაპირობებს მდინარეში წყლის ჩამონადენის რეჟიმს. ზამთრის პერიოდში დაგროვილი თოვლის მარაგი სიმაღლი-

თი ზონების მიხედვით არის მანგენებელი მდინარის გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდის წყლის ჩამონადენის ოდენობისა და მისი განაწილებისა ცალკეული თვეების მიხედვით.

მდინარის აუზში ჰავის თავისებურებას განსაზღვრავს მისი ოროგრაფია. მდ. ალაზნის აუზი სამი მხრიდან გარშემორტყმულია მაღალი და საშუალო სიმაღლის ქედებით, რაც შიგნი კახეთის ვაკისა და მთისწინების ზონას იცავს ცივი ჰავის მასების შემოჭრისაგან და ხელს უწყობს საკმარის რაოდენობით ნალექების მოსვლას. სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან აუზს აქვს დია მდებარეობა, საიდანაც შემოჭრილი თბილი ჰაერის მასები, სათანადო გავლენას ახდენს აქ თერმიულ რეჟიმზე და საერთოდ კლიმატის ფორმირებაზე.

დასავლეთიდან შემოჭრილი ტენით გადარიბებული ჰაერის მასები, კახეთისა და ცივ-გომბორის ქედებიდან ეშვებიან დაბლა, თბებიან და შრებიან, რის გამოც ნალექების გამოყოფა არ ხდება. ამ მშრალი ჰაერის მასების ნაწილი მიემართება სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ; ხოლო ნაწილი კავკასიონის ქედისაკენ და ციცაბო ფერდობებზე ასვლისას ხდება მათი გაცივება და ჰაერის გაუფენთვა კონდენსაციის წერტილამდე. ამის შედეგად აქ გამოიყოფა მეტი ნალექი ვიდრე კახეთისა და ცივ-გომბორის ქედების ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე. აღმოსავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები განიცდის იძულებით აღმასვლას, რის გამოც წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი ღრუბლიანობა, ჩნდება ნისლი და მოდის ნალექები. ამრიგად, მდ. ალაზნის აუზში ორივე მხრიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები იწვევს არა მარტო უხვ ნალექებს, არამედ წლის თბილ პერიოდში ხშირ ელჭექებსა და სეტყვას, რაც ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას [4].

კლიმატის ელემენტების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა აუზში ადრე არსებული და ახლაც მოქმედი მეტეოსადგურებისა და საგუშაგოების მრავალწლიური მონაცემების სტატისტიკური ანალიზით მიღებული რაოდენობრივი მნიშვნელობები – ცხრილი 1, საიდანაც ჩანს, რომ ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად კლებულობს 13 °C-დან (წნორი - 223 მ) 8 °C-მდე (გომბორი - 1085 მ). მაქსიმალური ტემპერატურა (40 °C) აღირიცხება დაბლობებში (ალაზანსა და წნორში), მინიმალური ტემპერატურა კი მთელ ტერიტორიაზე – 23 - 26 °C-ს შეადგენს. ნახ. 2-ზე მოცემულია მდ. ალაზნის აუზში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები ცალკეული თვეების მიხედვით. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა 0,9 - 1,5 °C-ია, ყველაზე ცხელ ივლისსა და აგვისტოში ტემპერატურა 23 - 25 °C-ს აღწევს.

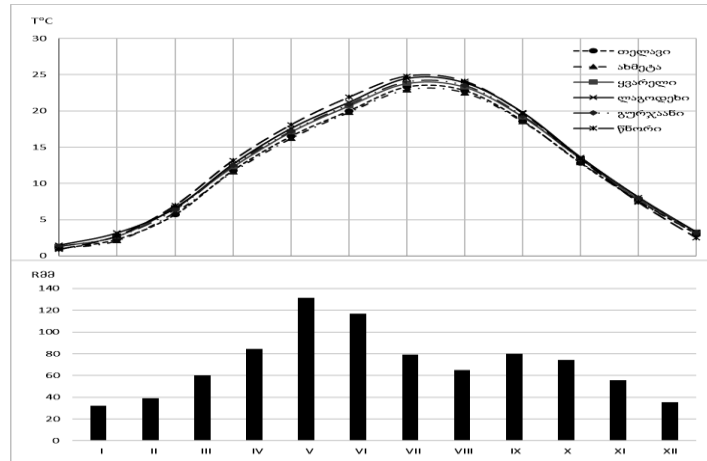
**ცხრილი 1. ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) და ჰაერის ტემპერატურა (°C)**

მეტეოპუნქტი	სიმაღლე (მ)	ატმოსფერული ნალექები (მმ)			ჰაერის ტემპერატურა (°C)		
		I – XII	IV – X	XI – III	საშ.	მაქს.	მინ.
გომბორი	1085	730			8,1		
სიღნაღი	795	735			11,1	37	-24
ბირკიანი	758	1097	800	297			
ჯოყოლო	663	1100			10,8	38	-26
თელავი	568	770	590	180	12,1	39	-23
ახმეტა	567	788	562	226	12,0	38	-23
ყვარელი	448	991	759	232	12,6	38	-23
ლაგოდეხი	435	1024	736	268	12,6	38	-23
გურჯაანი	415	741	543	198	12,7	39	-22
ალაზანი	290	617			13,3	40	-24
წნორი	223	568	420	148	13,0	40	-25

ცხრ. 1-ის მონაცემებით მდ. ალაზნის აუზის ვაკისა და მთისწინების ზონაში ნალექების წლიური რაოდენობა 568 - 1100 მმ-ია, კავკასიონის ქედის მიმართულებით ის 1000 მმ-ს აღემატება (ბირკიანი, ჯოყოლო, ლაგოდეხი), ხოლო ცივ-გომბორის ქედისკენ და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით კლებულობს 600 მმ-მდე (ალაზანი, წნორი). ნახ. 2-ზე მოცემულია მდ. ალაზნის აუზში არსებული ყველა მეტეოსადგურის ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიან დაკვირვებათა გასაშუალებელი მნიშვნელობები (მმ) ცალკეული თვეების მიხედვით. ნალექების შიდაწლიური განაწილება ტერიტორიულად არათანაბარია. ყველაზე დიდი რაოდენობის (110 - 130 მმ) ნალექები მოდის მაისში და ივნისში, ყველაზე



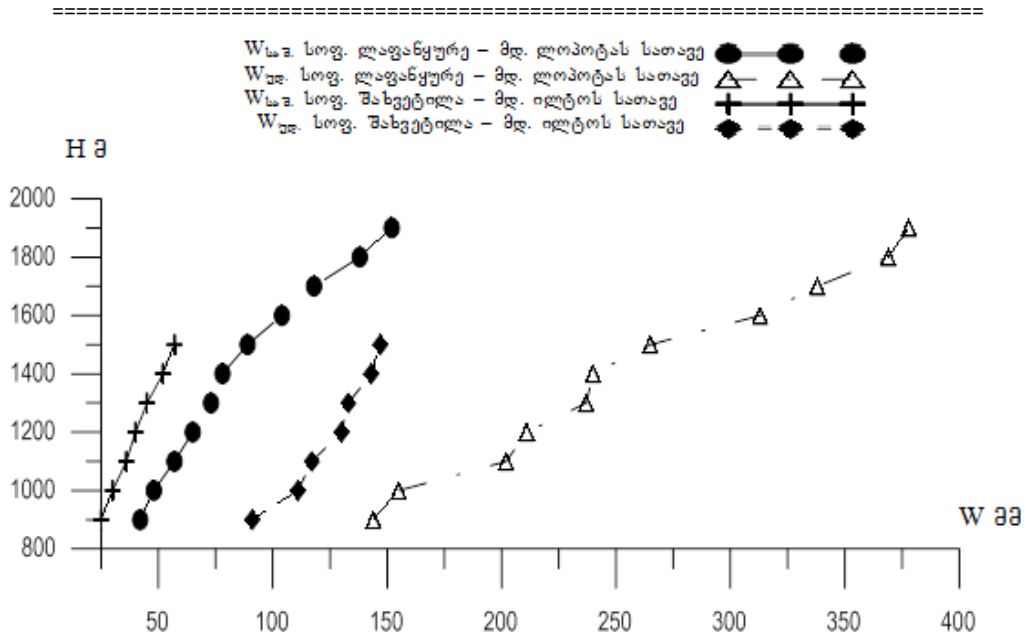
მცირე (20 - 40 მმ) კი იანვარში აღინიშნება. აუზის ტერიტორიაზე თბილ პერიოდში მოსული ნალექები (420 - 800 მმ) ორჯერ აღემატება ცივ პერიოდში მოსულ ნალექებს (150 - 300 მმ). ეს ფაქტი თითქოს ხელს უწყობდეს თბილ პერიოდში მდინარის წყლიანობის მატებას, რაც მეტად სასარგებლოა საირიგაციო წყლის რესურსების შესავსებად. მაგრამ ამ დროს აქ ჰაერის მაღალი ტემპერატურის გამო, მოსული ნალექების დიდი ნაწილი იხარჯება აორთქლებაზე და ამიტომ ვეღარ აღწევს მდინარის კალაპოტამდე.



ნახ. 2. მდ. ალაზნის აუზში ატმოსფერული ნალექებისა (R მმ) და ჰაერის ტემპერატურის (T °C) საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები ცალკეული თვეების მიხედვით.

მდინარის ჩამონადენის რაოდენობასა და დროის მიხედვით მის განაწილებაზე, ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის გარდა, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სხვადასხვა სიმაღლით ზონაში ზამთარში დაგროვილ თოვლში არსებული წყლის მარაგი. ნახ. 3-ზე წარმოდგენილია ჩვენ მიერ მდ. ალაზნის აუზში არსებული თოვლის საფრის მარშრუტული აგეგმვის მასალების მრავალწლიური მონაცემების დამუშავების შედეგები. აქ მოცემული მახასიათებლები აღწერს თოვლის საფრის მდგომარეობას მარტის თვის დასაწყისისათვის, როდესაც იწყება მისი დნობა და მოქმედებს მდინარის წყლის ჩამონადენზე ალაზნის მარჯვენა შენაკად ილტოსა და მარცხენა შენაკად ლოპოტას ხეობებში. მათი ანალიზის შედეგად გაირკვა, რომ ლოპოტას ხეობაში თოვლის წყლიანობა ორჯერ მეტია, ვიდრე ილტოს ხეობაში. სიმაღლის მიხედვით ის იზრდება მდ. ლოპოტას ხეობაში 42 მმ-დან (900 მ-ზე) 152 მმ-მდე (1900 მ-ზე), ხოლო მდ. ილტოს ხეობაში 25 მმ-დან (900 მ-ზე) 57 მმ-მდე (1500 მ-ზე). მათი ვარიაციის კოეფიციენტი სიმაღლის მიხედვით იცვლება ლოპოტას ხეობაში 1,06-დან 0,66-მდე (1900 მ-ზე). მდ. ილტოს ხეობაში კი 0,85-დან (900 მ-ზე) 0,53-მდე (1500 მ-ზე).

სადღეისოდ დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის გლობალური დათბობა მრავალმხრივ აისახა მდ. ალაზნის აუზში არსებულ ბუნებრივ პირობებზე და შესაბამისად მდინარეთა წყლიანობაზე. ეს პროცესები გამოვლენილ იქნა ჯერ კიდევ გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის საქართველოს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში 1999 წელს [5], სადაც აღნიშნულ იყო, რომ ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანმა ნაზრდმა აღმოსავლეთ საქართველოში და კერძოდ კახეთში 0,5 °C-ს მიაღწია. 2009 წელს მეორე შეტყობინებაში [6] კლიმატის ცვლილების რეგიონული (RegCM4) მოდელის მიხედვით, პროგნოზირებულ იქნა ტემპერატურის, ნალექების, სინოტივისა და ქარის სიჩქარის მოსალოდნელი ცვლილება 2100 წლამდე დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატური ოლქისათვის როგორც წლიური, ასევე სეზონების მიხედვით. შედეგად, აღმოსავლეთ საქართველოში 2100 წლისათვის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის 4 °C-ით მატებას თან მოჰყვება ნალექების 14%-იანი კლება. განსაკუთრებით მწვავე ცვლილება იქნება ზაფხულში, როდესაც ტემპერატურის მატებისა (5,9°C) და ნალექების კლების (-72 მმ) ტენდენცია გაცილებით მეტი იქნება, ვიდრე სხვა სეზონებში.



ნახ. 3. მდ. ალაზნის აუზში მარტის თვეში აღრიცხული თოვლში არსებული წყლის მარაგის (მმ) საშუალო მრავალწლიური და უდიდესი მნიშვნელობები სიმაღლითი ზონების მიხედვით.

2015 წელს გამოცემულ მესამე შეტყობინებაში [7] კახეთის რეგიონის 8 მეტეოსადგური-სათვის მოცემულია მეტეოროლოგიური ელემენტების წლიური და სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება 1961 - 1985 წწ და 1986 - 2010 წლების მონაცემთა შორის. ტემპერატურის მატება მთელ ტერიტორიაზე აღინიშნა 0,5°C-ით, მაქსიმალური მატება (0,7°C) აღირიცხა დედოფლისწყაროში. ნალექების წლიური ჯამები შემცირდა 5 მეტეოსადგურზე 4%-ით, 2 მეტეოსადგურზე კი ნალექები გაიზარდა, ზრდის მაქსიმუმი (8%) იყო ლაგოდეხში. კლიმატის ცვლილება ყველაზე მეტად გამოვლინდა ზაფხულის სეზონში, როდესაც ყველა სადგურზე აღინიშნა ტემპერატურის მატება საშუალოდ 0,8°C-ით, მაქსიმალური მატება (1,4°C) იყო დედოფლისწყაროში. ნალექებმა კი იკლო ყველგან 18%-ით, გარდა ლაგოდეხისა, სადაც ნალექები გაიზარდა 7%-ით და სადაც არის ყველაზე ხანგრძლივი ვეგეტაციის პერიოდი და მაღალი აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამი. ყველაზე მოკლე სავეგეტაციო პერიოდია დედოფლისწყაროში.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა მდ. ალაზნის აუზის მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე არსებულ მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე მრავალწლიურ დაკვირვებათა მონაცემები. მათი ყოველწლიური დინამიკის გამოსავლენად გამოყენებულ იქნა მათი ტრენდის წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული რეგრესიის განტოლებათა გამოსახულებები, რომელთა მიხედვით გაირკვა, რომ ტემპერატურის ყოველწლიური მატების სიჩქარე აუზის მარცხენა მხარეზე ლაგოდეხში 0,007°C, ხოლო მარჯვენა მხარეზე თელავში 0,005°C-ია. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი კი, ყოველწლიურად მცირდება ლაგოდეხში 2,32 მმ-ით, თელავში კი 1,18 მმ-ით [8]. ამრიგად, ნალექების შემცირებისა და ტემპერატურის მატების უფრო მაღალი ინტენსიურობით გამოირჩევა მდ. ალაზნის აუზის მარცხენა მხარე, სადაც ყველაზე მეტი წყალუხვი შენაკადებია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მოსალოდნელია მათი და თვით მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის კლება და შესაბამისად საირიგაციო წყლის მარაგის შემცირება.

მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში [7] გარკვეული საპროგნოზო სცენარებით რეგიონული მოდელის გამოყენებით საქართველოს 33 და მათ შორის კახეთის 8 მეტეოსადგურის (დედოფლისწყარო, ყვარელი, ლაგოდეხი, გურჯაანი, თელავი, წნორი, ახმეტა და საგარეჯო) 1961 - 2010 წლების დაკვირვების მონაცემებზე დაყრდნობით, შეფასდა მომავალში კლიმატური ფაქტორების მოსალოდნელი ცვლილება 2021 - 2050 და 2071 - 2100 წლების პერიოდისათვის. მიღებული პროგნოზების თანახმად კახეთის მთელ ტერიტორიაზე მოსალოდნელია როგორც საშუალო წლიური, ასევე საშუალო სეზონური ტემპერატურების მნიშვნელოვანი მატება.

ცხრილ 2-ში მოცემულია კახეთის 8 მეტეოსადგურისათვის მიღებული ტემპერატურების გასაშუალებული მნიშვნელობები, საიდანაც ირკვევა, რომ თუ 1986 - 2010 წლებში საშუალო წლიური ტემპერატურა იყო 12,7 °C, 2021 - 2050 წლებში იქნება 13,8 °C, 2071 - 2100 წლებში კი ის გაიზრდება 16,2 °C-მდე. ე.ი. ტემპერატურა 2021 - 2050 წლებში გაიზრდება 1,1 °C-ით, 2071 - 2100 წლებში კი 3,5 °C-ით იზრდება, რაც მეტად საყურადღებოა და საგულისხმოა სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის. ტემპერატურათა ასეთი ზრდა გამოიწვევს რეგიონში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებისა და სავეგეტაციო პერიოდის გაზრდას, რაც საშუალებას იძლევა ერთი მოსავლის მაგივრად ორი, ზოგიერთი მცენარისა კი 3 მოსავლის მიღებას. მაგრამ ამისთვის მაღალი ტემპერატურების პირობებში უფრო გაიზრდება აორთქლება და აუცილებელი იქნება მცენარეთა საჭირო წყლით უზრუნველყოფა, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია ნალექების რაოდენობასა და მდინარეთა წყლიანობაზე.

**ცხრილი 2. კახეთის რეგიონში 8 მეტეოსადგურის გასაშუალებული წლიური და სეზონური მნიშვნელობები ჰაერის საშუალო ტემპერატურებისა (T, °C) და ატმოსფერული ნალექების ჯამისა (P, მმ) 1-1986-2010 წწ, 2-2021-2050 წწ, 3-2071-2100 წწ და მათ შორის ცვლილებები: Δ<sub>2</sub> და Δ<sub>3</sub>**

T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Δ <sub>2</sub>	Δ <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Δ <sub>2,%</sub>	Δ <sub>3,%</sub>
წლიური									
12,7	13,8	16,2	1,1	3,1	777	771	650	0,3	- 15,9
ზამთარი									
2,5	3,6	6,3	1,1	2,8	105	137	94	30,1	- 8,7
გაზაფხული									
11,8	13,0	15,3	1,2	3,8	254	210	172	- 16,0	- 32,9
ზაფხული									
23,0	24,1	27,0	1,0	4,0	223	230	203	5,2	- 6,7
შემოდგომა									
13,8	14,7	17,1	1,2	3,6	197	201	175	1,5	- 11,4

ცხრილი 2-დან ირკვევა, რომ 2021 - 2050 წლებში მოსალოდნელია ნალექების წლირი ჯამების მატებასაშუალოდ 0,3%-ით, მათი შემცირება კი მოსალოდნელია ლაგოდეხში (6%), წნორში (5%) და დედოფლისწყაროში (4%). სეზონების მიხედვით ყველაზე დიდი მატება ნალექებისა მოსალოდნელია ზამთარში საშუალოდ 30%-ით. ტერიტორიულად ეს მატება იცვლება 6%-დან (წნორში) 44%-მდე (თელავში და საგარეჯოში), გაზაფხულზე კი ყველაზე აღინიშნება ნალექების კლება საშუალოდ 16%-ით, კლების მაქსიმალური მნიშვნელობა (25%) მოსალოდნელია დედოფლისწყაროში. ზაფხულში მთელ ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ნალექების საშუალოდ 5%-იანი მატება, რომელიც ცალკეულ მეტეოსადგურზე 6% -დან (ყვარელში) 14%-მდე (გურჯაანში) იცვლება. ამ დროს ორ მეტეოსადგურზე აღინიშნება ნალექების შემცირება 6%-ით ყვარელში და 16%-ით ლაგოდეხში. შემოდგომაზე ნალექების 5%-იანი კლება იქნება დედოფლისწყაროში და თელავში, 2%-ით შემცირდება ინწობაში, დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი იქნება ნალექთა მატება 0,4%-დან (გურჯაანში) 11%-მდე (ახმეტაში).

2071-2100 წლებში კახეთის ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ნალექების შემცირება საშუალოდ 16% -ით, რომლის მნიშვნელობა იცვლება 10%-დან (საგარეჯოში) 22%-მდე (ლაგოდეხში). სეზონების მიხედვითაც ყველა სეზონში მოსალოდნელია ნალექების შემცირება საშუალოდ: ზამთარში 9%-ით, გაზაფხულზე 33%-ით, ზაფხულში 7%-ით და შემოდგომაზე 11%-ით. ზოგიერთ მეტეოპუნქტზე მათ საწინააღმდეგოდ მოსალოდნელია ნალექების მატება, მაგალითად ზამთარში მატულობს ნალექები დედოფლისწყაროში 13%-ით და საგარეჯოში 10%-ით. ზაფხულში ნალექები იმატებს დედოფლისწყაროში 12%-ით და წნორში 1%-ით.

ასეთი ცვლილებების შედეგად 2100 წლისთვის განსახილველ ტერიტორიაზე ნალექების წლიური ჯამი მოსალოდნელია იყოს 501 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 595 მმ-სა 2010 წელს) 829 მმ-მდე (ლაგოდეხში, ნაცვლად 1061 მმ-სა). სეზონების მიხედვით ნალექების ჯამი შეიძლება იცვლებოდეს ზამთარში 80 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 90 მმ-სა) 107 მმ-მდე (ყვარელში, ნაცვლად 131 მმ-სა), გაზაფხულზე 96 მმ-დან (დედოფლისწყაროში, ნაცვლად 212 მმ-სა) 228 მმ-

მდე (ლაგოდესში, ნაცვლად 332 მმ-სა), ზაფხულში 161 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 160 მმ-სა) 244 მმ-მდე (ლაგოდესში, ნაცვლად 319 მმ-სა), შემოდგომაზე 120 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 148 მმ-სა) 242 მმ-მდე (ლაგოდესში, ნაცვლად 273 მმ-სა).

ამრიგად, მდ. აღაზნის აუზის მთელ ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ძირითადად ნალექების მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც ტემპერატურისა და აორთქლების მატებასთან ერთად გამოიწვევს აუზში მდინარეთა წყლიანობისა და საირიგაციო წყლის რესურსების და მოსავლიანობის შემცირებას. ამასთან დაკავშირებით საყურადღებოა გ. მელაძისა და მ. მელაძის [9] ნაშრომში 1948 - 2017 წლების მონაცემებით კახეთის რეგიონისათვის დადგენილია აგროკლიმატური მახასიათებლები და მათი ცვლილება გაანგარიშებული ტემპერატურის 2 °C -ის მატების სცენარით 2020 - 2050 წლებისათვის. მათი ანალიზით, ყველა სიმაღლით ზონაში აღინიშნება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატება და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლება. ნალექების წლიური ჯამი კი მნიშვნელოვნად მცირდება მთიან ზონაში, ხოლო მშრალ სუბტროპიკულ და მადალმთიან ზონაში ის მატულობს. ავტორთა მითითებით, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატება ხელს შეუწყობს მცენარეთა ნაყოფების სრულფასოვან მომწიფებას, თუმცა გლობალური დათბობის ფონზე გვალვის მადალი ინტენსივობის გამო აუცილებელია მცენარეთა ფესვთა სისტემის ტენით უზრუნველყოფა.

გვალვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის მეტად არახელსაყრელი კლიმატური მოვლენაა, რაც ცხელი (> 30 °C) ზაფხულის პირობებში და მცირე დღე-ღამური ნალექების (5 მმ-მდე) დროს ქმნის მცენარეთა განვითარებისთვის არასაკმარის ტენიანობის პირობებს. სუსტი და საშუალო ინტენსივობის გვალვები განსახილველი რეგიონის ტერიტორიაზე ყოველწლიურადაა მოსალოდნელი. გვალვების შედეგები მართალია ხშირად არ არის კატასტროფული, მაგრამ იგი მნიშვნელოვანია მოსავლის შენარჩუნებისთვის. გვალვა განსაკუთრებით საშიშია ზაფხულში, როდესაც მადალი ტემპერატურა, დაბალი სინოტივე და ძლიერი აორთქლება აშრობს ნიადაგის ზედა ფენებს, აფერხებს ვეგეტაციური მასის დაგროვებას, ამცირებს მცენარის კვირტს და ზრდის ფესვებს. საერთო ჯამში კი ამცირებს ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას [10].

აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალ რაიონებში უნალექო პერიოდები 80 - 100 დღე და უფრო დიდხანს გრძელდება [11]. ამჟამად ყველაზე გვალვასაშიში რეგიონებია ქვემო ქართლი და კახეთში შირაქისა და ელდარის ვაკეები. აქ 1961-2005 წლებში დაკვირვებათა მონაცემებზე დაყრდნობით [12] ნაშრომის მიხედვით გვალვიანობის განმეორებადობის მაქსიმუმები (50 - 90%) აღინიშნება სავეგეტაციო პერიოდის მეორე ნახევარში ივლის-სექტემბერში, მინიმუმი (0,50%) კი აპრილ-მაისშია. სავეგეტაციო პერიოდში ტერიტორიის ტენით უზრუნველყოფის კრიტიკულ ნორმად მიღებულია ნალექთა ჯამი 150 - 200 მმ-ის ფარგლებში. აქედან გამომდინარე გვალვა ითვლება მკაცრად თუ ნალექთა ჯამი სავეგეტაციო პერიოდში არ აღემატება 150 მმ-ს. ხშირი და ხანგრძლივი გვალვების დროს დაბლა იწვევს გრუნტის წყლების დონე, მცირდება მდინარეთა წყლიანობა და სარწყავი წყლის შემცირების გამო მცენარეთა მოსავლიანობა მცირდება ან სრულად ნადგურდება. ეს რომ არ მოხდეს, უნდა განხორციელდეს ნიადაგის ხშირი მორწყვა და კულტივაცია.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ბოლო წლებში კლიმატის გლობალურმა დათბობამ გამოიწვია გვალვიანი პერიოდების გახანგრძლივება. გვალვები და მათი ცვლილება განსახილველ ტერიტორიაზე გამოკვლეულ იქნა კლიმატის მესამე შეტყობინებაში [7]. გაირკვა, რომ 1986 - 2010 წლებში გვალვების რაოდენობა ყველაზე მეტად მომატებულია საგარეჯოში, დედოფლისწყაროში, თელავსა და ყვარელში. 2021-2050 წლებში მოსალოდნელია გვალვების შემცირება, რადგან მცირდება მკაცრი გვალვები, სიმშრალის რისკი გაიზრდება მხოლოდ ლაგოდესში. ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ სოფლის მეურნეობისათვის რისკები 2021-2050 წლებში მცირდება, მაგრამ იზრდება სავეგეტაციო პერიოდი და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, თუმცა სეტყვისა (გურჯაანში, თელავში და ყვარელში) და გაზაფხულის ძლიერი ქარების (დედოფლისწყაროში და სიღნაღში) პრობლემები კვლავ რჩება. 2071-2100 წლებში გამოვლენილი პროგნოზების მიხედვით მოიმატებს ყველა ტიპის გვალვები და მათ შორის მკაცრი გვალვები.

ამასთან დაკავშირებით გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ გვალვიანობის შედეგად ირღვევა ჰიდროლოგიური წონასწორობა. წყლის რესურსების შემცირება კი მეტად უარყოფითად მოქმედებს გარემოზე, სოფლის მეურნეობაზე, ადამიანთა ჯანმრთელობაზე, ქვეყნის ეკონომიკასა და სოციალურ სფეროზე.

ამრიგად, მომავალში მშრალი პერიოდების გახანგრძლივებისა და გვაღვიანობის მატე-  
ბის პროგნოზის გამო, იქმნება დიდი საშიშროება მდინარეთა წყლიანობის შემცირებისა. ამ-  
ას ადასტურებს ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევა მდ. ალაზანზე [13], სადაც მოსალოდნელია  
გაუდაბნობის პროცესის გააქტიურება. მისი შენელება შეჩერებისთვის კი საჭიროა სათანა-  
დო საადაპტაციო და პრევენციული ღონისძიებების ჩატარება, რომლებიც შემუშავებულია ამ-  
ავე [13] ნაშრომში. პირველ რიგში სავეგეტაციო პერიოდში აუცილებელია ნიადაგის რეგულა-  
რულად დროული მორწყვა და კულტივაცია - გაფხვიერება, რათა მიიღონ გარანტირებული  
მოსავალი, რაც განაპირობებს შეძლებისდაგვარად მოსახლეობის დაცვას გვაღვისა და გა-  
უდაბნობის გამანადგურებელი ზემოქმედებისაგან და ქვეყნის გამოყვანას კრიზისული მდგო-  
მარეობიდან.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ჯავახიშვილი ი. თხზულებათა კრებული. ტომი 2, თბილისი, 1983.
2. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება  
სახალხო მეურნეობაში. უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბ., 1977, 394 გვ.
3. უკლება ი. აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანი მხარეების ლანდშაფტები და  
ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონები. “მეცნიერება”, თბილისი, 1974.
4. ჯავახიშვილი შ. შიდა კახეთის კლიმატური დახასიათება. საქართველოს  
გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები. ტომი IV, თბილისი, 1959.
5. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო  
კონვენციისათვის. თბილისი, 1999, 151 გვ.
6. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო  
კონვენციისათვის. თბ., 2009, 230 გვ.
7. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. UNOP  
in Georgia. თბ., 2015, 292 გვ.
8. ბასილაშვილი ც. ირიგაციული წყალმოთხოვნილება და წყალუზრუნველყოფა შიგნი  
კახეთის ტერიტორიაზე. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი  
125, 2019, გვ. 9-13.
9. მელაძე გ., მელაძე მ. კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და  
პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოში. “უნივერსალი”, თბილისი, 2020, 199 გვ.
10. ელიზბარაშვილი ე., ჭავჭავანიძე ზ. გვაღვები, უნაღვექო და ნაღვექიანი პერიოდები  
საქართველოში. “მეცნიერება”, თბილისი, 1992.
11. პაპინაშვილი ღ. გვაღვა საქართველოში. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტეოროლოგიის  
ინსტიტუტის შრომები, ტომი 107, 2002, გვ. 39-42.
12. Горгишели В.Э. Повторяемость и динамика засух в Восточной Грузии в XX столетии.  
Метеорология и Гидрология, 2009, № 6, с. 98-103.
13. ბასილაშვილი ც. აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა მოსალოდნელი  
წყალმცირების პრობლემები და მათი დაძლევის გზები. საერთ. სამეცნ. კონფ.  
ბუნებრივი კატასტროფები საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების  
შერბილება შრომები, 2019, გვ. 70-73.

უაკ 627.14.215.1.76

საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კა-  
ხეთის რეგიონში/ც.ბასილაშვილი/სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. -  
გვ.21-29. - ქართ.; რუზ.: ქართ., ინგლ., რუს. აღწერილია რეგიონში სარწყავი წყლით მომარაგე-  
ბის მთავარი არტერიის მდ. ალაზნის წყლის მაფორმირებელი ფაქტორები. შესწავლილია მათი  
დინამიკა და მოცემულია ყოველწლიური ცვლილების სინქარები და მოსალოდნელი  
მნიშვნელობები. ატმოსფერული ნალექების შემცირება, ტემპერატურისა და აორთქლების მა-  
ტება მაღალი გვაღვიანობის პირობებში საგრძნობლად შეამცირებს საირიგაციო წყლის მა-  
რავს და შესაბამისად მოსალოდნელია. ამიტომ დროულად უნდა ჩატარდეს სარწყავი წყლის  
რესურსების შევსებისათვის საჭირო ღონისძიებები.

=====

UDC 627.14.215.1.76

**Formative factors of irrigation water resources and their dynamics in the region of Inner Kakheti./** Ts.Basilashvili/.Scientific Reviewed Proceedings of the ИМ, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.21-29. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Forming factors of the main artery of water supply of the river Alazani for irrigation of the region are described. The dynamics is studied and the rates of their annual changes and the expected values are given. A decrease in precipitation, an increase in temperature and evaporation in the period of high droughts will significantly reduce the water reserves for irrigation and, accordingly, the yield. Therefore, timely measures should be taken to replenish them.

УДК 627.14.215.1.76

**Формирующие факторы ирригационных водных ресурсов и их динамика в регионе внутренней Кахетии./**Басилашвили Ц.З./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГГУ – 2020. вып. 129. – с.21-29. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Описаны формирующие факторы основной артерии водоснабжения для орошения региона р. Алазани. Изучена их динамика и приведены скорости их ежегодных изменений и ожидаемые значения. Уменьшение атмосферных осадков, увеличение температуры и испарения в условиях высоких засух, значительно уменьшит запасы воды для ирригации и соответственно урожайности. Поэтому своевременно следует провести мероприятия для их пополнения.

უაკ 551.583

**საქართველოში სარწყავად გამოყენებული ზოგიერთი მდინარის წყლის რესურსები ვეგეტაციის პერიოდში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები**  
**ო. შველიძე**

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი**

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად იყენებენ ორ-მოდ მდინარეზე მეტს. სტატიაში ჩვენ შევხებით ასეთ ათამდე მდინარეს. აღნიშნული მდინარეები საზრდოობენ წვიმის, თოვლისა და მიწისქვეშა წყლებით, ხოლო მდინარეები რიონი, ენგური, არაგვი და ცხენისწყალი დამატებით იკვებებიან მყინვარების წყლით. მდინარეებს წყალდიდობა ახასიათებთ გაზაფხულზე, წყალმცირობა იწყება ზაფხულის მეორე ნახევარში და გრძელდება მომავალი წლის გაზაფხულამდე.

საქართველოს წყლის რესურსების შესწავლაში უდიდესი წვლილი მიუძღვის პროფესორ გარსევან ხმალაძეს. პირველ რიგში აღსანიშნავია უშუალოდ მის მიერ და მისი ხელმძღვანელობით შესრულებული კაპიტალური მონოგრაფია დასავლეთ ამიერკავკასიის ზედაპირული წყლის რესურსების შესახებ [1]. სარგებლობდა რა 1936-1966 წლების 30 წლიანი დაკვირვების მასალებით ავტორმა აჩვენა, რომ დაკვირვების 25 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური ჩამონადენის ნორმის დასადგენად, თუკი ამ პერიოდში შედის როგორც წყალმცირობა, ისევე წყალუხვი ფაზები.

პირველ ცხრილში მოცემულია ოთხი მდინარის საშუალო წლიური ხარჯები და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები. თითოეული მდინარისათვის პირველ სტრიქონში მოცემულია 1990 წლამდე არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების მასალების ანალიზისა და გაანგარიშების საფუძველზე ხარჯების მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები, გაბნევის დიაპაზონი, მედიანა, სტანდარტული გადახრისა და ვარიაციის კოეფიციენტი. აგებულია ნდობის ინტერვალი მრავალწლიური საშუალოსათვის 0.9 და 0.95 ნდობის დონით. დანარჩენ სტრიქონებში მოცემულია იგივე სტატისტიკური პარამეტრები დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდისათვის.

**ცხრილი 1. ზოგიერთი მდინარის საშუალო წლიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ) და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები**

დაკვირვების პერიოდი	მონაცემთა რაოდენობა	სტატისტიკური მახასიათებლები მ <sup>3</sup> /წმ							ნდობის ინტერვალი	
		Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub> -Q <sub>min</sub>	Q <sub>საშ</sub>	მედიანა	სტანდარტული გადახრა	ვარიაციის კოეფიციენტი	ნდობის დონე 0.9	ნდობის დონე 0.95
მდ.რიონი-ქონი										
1935-90	53	56.4	28.8	27.6	42.7	49.5	6.6	0.15	(41.7;44.7)	(41.4;45.0)
1935-68	31	56.4	28.8	27.6	44.0	43.5	6.8	0.15		
1961-90	30	56.4	36.0	20.4	44.7	43.6	5.7	0.13		
კენტი წლები	26	52.5	31.1	21.4	42.4	42.0	5.6	0.13		
ლუწი წლები	28	56.4	28.8	27.6	44.9	44.0	6.4	0.14		
მდ.ხანისწყალი-ბაღდადი										
1937-90	54	23.7	8.5	15.2	15.6	15.7	3.0	0.19	(14.9;16.3)	(14.8;16.4)
1937-69	33	23.7	8.5	15.2	15.8	16.0	3.3	0.21		
1959-90	31	23.7	8.5	15.2	15.3	15.7	<b>3.1</b>	0.20		
მდ.სუფსა-ხიდმაღალა										
1940-90	45	75.1	9.0	66.1	40.7	44.6	16.1	0.40	(36.7;44.7)	(35.9;45.6)
1940-70	25	61.2	9.0	52.2	37.7	39.5	17.0	0.45		
1966-90	25	75.1	9.0	66.1	45.6	45.6	18.0	0.44		
ცხენისწყალი-ბიდი										
1931-90	53	118	23.6	94.4	56.6	51.8	22.9	0.40	(51.4;61.8)	(50.4;62.8)
1940-66	25	118	25.4	92.6	65.9	64.3	22.7	0.34		
1946-75	30	118	23.6	23.6	54.2	52.2	22.7	0.38		
1961-90	30	76.9	23.6	23.6	40.3	38.5	19.4	0.48		

პირველი ცხრილიდან კარგად ჩანს, რომ საშუალო წლიური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლების რიცხვითი მნიშვნელობები გათვლილი დაკვირვებების

სხვადასხვა პერიოდისათვის ახლოს არიან ერთმანეთთან. მაგალითად მდინარე რიონის საშუალო წლიური ხარჯები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან 2-5%-ით და ყველა მათგანი თავსდება ნდობის ინტერვალში. სტანდარტულ გადახრებს შორის უდიდესი სხვაობა 1.2მ<sup>3</sup>/წმ-ია. ანალოგიური სიტუაციაა მდინარეების სუფსისა და ხანისწყალის შემთხვევაში, რაც შეეხება მდინარე ცხენისწყალის საშუალო წლიური ხარჯი გათვლილი დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდისათვის მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ყველა მათგანი არ თავსდება აგებული ნდობის ინტერვალში, ეს ფაქტი აიხსნება იმით, რომ გასული საუკუნის სამოციანი წლების ბოლოს მდ. ცხენისწყალის ჩამონადენის გარკვეული ნაწილი სპეციალურად გადაყვანილი არხით გადაისროლეს ლაჯანურის წყალსაცავში. შესაბამისად მდ.ცხენისწყალის ჩამონადენით დასახასიათებლად მომავალში უნდა ვისარგებლოთ 1960 წლის დაკვირვებების შემდგომი მასალით და არა არსებული მთლიანი მასალით. ამრიგად შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ დაკვირვებათა 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური ჩამონადენის ნორმის დასადგენად, თუნდაც ამ პერიოდში არ შედიოდეს წყალუხვი და წყალფცირე ფაზები.

მეორე ცხრილში შეყვანილია ქ. ზესტაფონთან მდ. ყვირილას საშუალო თვიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ) ვეგეტაციის ცალკეულ თვეებში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები. თითოეული თვის პირველ სტრიქონში მოცემულია 1990 წლამდე არსებული ჰიდროლოგიური დაკვირვების მთლიანი მასალების ანალიზისა და გაანგაიშების საფუძველზე; ხოლო მეორე და მესამე სტრიქონში შესაბამისად 1931-1960 წლებსა და 1961-1990 წლების დაკვირვების მასალებზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ შესაბამისი პარამეტრები ყველა მდინარისათვის უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ყველა მათგანი თავსდება აგებული ნდობის ინტერვალში. შესაბამისად შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა: დაკვირვების 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია მდინარის თვიური ჩამონადენის ნორმის დასადგენად

**ცხრილი 2. მდინარე ყვირილას (ქ.ზესტაფონთან) საშუალო თვიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ) ვეგეტაციის თვეებში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები**

თვეების დასახელება	საანგარიშო პერიოდი	სტატისტიკური პარამეტრი მ <sup>3</sup> /წმ							ვარიაციის კოეფიციენტი	ნდობის ინტერვალი	
		n	Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub> - Q <sub>min</sub>	მედეანა	Q <sub>საშ.</sub>	S		ნდობის დონე 0.9	ნდობის დონე 0.95
IV	1931-1990	5.9	280	50.1	229.9	127	127.8	44.9	0.35	(118.2;137.4)	(116.4;139.2)
	1931-1960	29	280	50.1	229.9	129	135.1	50.4	0.37		
	1961-1990	30	228	57.3	170.7	126.5	116.6	36.8	0.32		
V	1931-1990	59	167	35.9	131.9	76.6	89.3	28.9	0.35	(83.1;95.5)	(81.9;96.7)
	1931-1960	29	167	35.9	131.9	90.3	87.7	32.4	0.35		
	1961-1990	30	135	43.3	91.7	72.5	76.6	19.6	0.26		
VI	1931-1990	59	92.5	21.2	71.3	49.7	52.5	17.7	0.33	(48.7;56.3)	(48.0;57.0)
	1931-1960	29	92.5	30.5	62.0	55.1	56.4	17.3	0.31		
	1961-1990	30	92.5	21.2	71.3	55.0	54.0	16.8	0.31		
VII	1931-1990	59	87.2	17.0	70.2	35.4	36.8	15.0	0.41	(33.6;40.0)	(33.0;40.6)
	1931-1960	29	70.7	17.0	62.7	32.6	34.9	14.5	0.42		
	1961-1990	30	87.2	19.4	67.8	35.5	36.7	15.0	0.39		
VIII	1931-1990	59	79.1	10.3	68.8	22.6	27.0	15.0	0.56	(23.8;30.2)	(23.2;30.8)
	1931-1960	29	56.5	10.3	46.2	22.0	25.9	11.9	0.46		
	1961-1990	30	79.1	12.0	67.1	25.6	29.3	16.3	0.56		
IX	1931-1990	58	62.8	5.7	57.1	22.2	25.2	12.5	0.50	(22.5;27.9)	(22.0;28.4)
	1931-1960	28	45.7	5.7	40.0	21.9	23.0	10.8	0.47		
	1961-1990	30	62.8	11.1	51.7	23.2	25.8	12.0	0.46		



მესამე ცხრილში მოცემულია ოთხი მდინარის საშუალო თვიური ხარჯი ვეგეტაციის თვეებში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები

**ცხრილი 3. ზოგიერთი მდინარის საშუალო თვიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ) სავეგეტაციო თვეებში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები**

N	სავეგეტაციო თვეების დასახელება	სტატისტიკური მახასიათებლები მ <sup>3</sup> /წმ					ვარიაციის კოეფიციენტი	
		Q <sub>max</sub>	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub> -Q <sub>min</sub>	მედიანა	Q		S
<b>მდინარე დიდი ლიახვი, სოფელი ჯაგა</b>								
1	IV	50.3	12.0	38.3	26.9	26.4	8.0	0.30
	V	98.8	25.9	72.9	46.4	43.0	15.1	0.32
	VI	73.5	22.4	51.1	41.9	40.2	12.6	0.30
	VII	49.6	13.3	36.3	27.5	26.3	7.8	0.28
	VIII	36.0	5.6	30.4	17.1	16.0	6.0	0.35
	IX	21.3	5.2	16.1	12.1	11.6	3.7	0.31
<b>მდინარე არაგვი, სოფელი ჟინგალი</b>								
2	IV	105.0	30.7	74.3	61.6	57.1	18.0	0.29
	V	134.0	54.0	80.0	93.5	95.1	22.7	0.24
	VI	192.0	44.8	147.2	88.4	84.8	31.4	0.36
	VII	130.0	30.2	99.8	57.9	55.3	19.8	0.34
	VIII	73.8	21.0	52.8	38.9	34.7	14.0	0.36
	IX	63.8	17.3	46.5	33.4	33.0	11.7	0.35
<b>მდინარე ენგური, სოფელი ხაიში</b>								
3	IV	187.0	38.6	148.4	107.2	112.0	35.2	0.33
	V	408.0	87.6	320.4	209.5	199.0	60.1	0.29
	VI	603.0	121.0	482.0	271.1	270	84.3	0.31
	VII	586.0	138.0	448.0	279.4	253	80.7	0.29
	VIII	354.0	118.0	236.0	200.2	196	53.3	0.27
	IX	179.0	44.8	134.2	106.3	106.5	26.8	0.26
<b>მდინარე ნატანები, სოფელი ნატანები</b>								
4	IV	50.5	11.4	39.1	28.9	27.8	8.6	0.30
	V	52.7	3.2	49.5	34.0	34.3	10.1	0.30
	VI	53.3	6.4	46.9	25.8	25.9	8.2	0.32
	VII	31.1	8.0	23.0	17.5	17.3	5.2	0.30
	VIII	35.3	4.7	30.6	16.0	15.5	6.7	0.42
	IX	44.6	6.2	38.4	21.4	21.0	9.5	0.44

ბოლო ორი ცხრილიდან იკვეთება, რომ ვეგეტაციის პერიოდში ყველა მდინარის საშუალო თვიური ხარჯი მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მაის-ივნისში, ხოლო მინიმალურს აგვისტო-სექტემბერში, როცა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ყველზე მეტად საჭიროებენ მორწყვას. და ბოლოს, ჩატარებული კვლევა საშუალებას მოგვცემს, საქართველოში სარწყავი წყლის წყაროდ გამოყენებული მდინარეების წყლის რესურსების დაზუსტებაში და მის ეფექტურ გამოყენებაში ეკონომიკის სხვადასხვა დარგში.

**ლიტერატურა-REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА**

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9, вып.1 западное Закавказье, Гидрометеиздат, Л.,1969, 310С

უაკ 551.583

საქართველოში სარწყავად გამოყენებული ზოგიერთი მდინარის წყლის რესურსები ვეგეტაციის პერიოდში და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები./შველიძე ო./სტუის ჰში-ის სამეცნ. რეგ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.30-33. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

დაკვირვების მრავალწლიური მონაცემების გაანგარიშებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია ვეგეტაციის თვეებში მდინარის ხარჯების მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები, საშუალო მრავალწლიური და თვიური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები, ნაჩვენებია, რომ 30 წლიანი პერიოდი სრულიად საკმარისია წლიური და თვიური ჩამინადენის ნორმების დასადგენად.

UDC 551.583

**Water resources of some rivers used for irrigation during vegetation period in Georgia and their statistic characteristics.**/Shvelidze O./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.30-33. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Based on calculation and analysis of long-term observation data, maximal, average and minimal river expanses during vegetation period, average long-term and monthly expenses statistic characteristics have been established. It is shown that 30-year period is quite sufficient for establishing yearly and monthly norms of water flow discharge.

УДК 551.583

**Водные ресурсы и статистические характеристика некоторых рек Грузии используемых для орошения в вегетационный период.**/Швелидзе О.Г./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.30-33. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. На основе расчота и анализа многолетних данных наблюдений устанолны максимальные, средние и минимальные значаенуя расходов исследуемых рек в вегетационный период, а также их средномесячные и среднегодовые статистические характеристики. Показано, что тридцатилетний перуод вполие достаточен для установления годового и месячного норм стока

უაკ 551.50.501.7

**საქართველოს მყინვარული აუზების დებრადაცია კლიმატის ცვლილების გამო**

**ლ. შენგელია\*, გ. კორძახია\*, გ. თვაური\*\*, მ. ძაძამია\*\*\***

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო, larisa.shengelia@gmail.com, giakordzakhia@gmail.com

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ე. ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო, gena\_tvauri@yahoo.com

\*\*\* გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო, ქ. თბილისი, საქართველო, murmani.dzadzamia@gmail.com

გამყინვარება ბუნების დინამიურად ცვალებადი ელემენტია და შესაბამისად მოწყვლადია ბუნებრივი და ანთროპოგენური ცვლილებების მიმართ. გლობალური ცვლილებების ეპოქაში მყინვარების ევოლუციის შესწავლა მომავალზე ორიენტირებული ამოცანაა.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მყინვარებზე ნეგატიური გავლენის შესაფასებლად საჭიროა მყინვარული აუზების დებრადაციის, მცირე მყინვარების დნობის სტატისტიკისა და დიდი მყინვარების უკანდახევის სიჩქარეების და ტრენდების დადგენა; კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შესაძლო სცენარებზე დაყრდნობით საქართველოს მყინვარების სრული დნობის პროგნოზირება.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მყინვარებზე ზემოქმედების დასახასიათებლად ერთ-ერთი ეფექტური გზაა საქართველოს მყინვარული აუზების დებრადაციის საკითხის განხილვა. ეს შესაძლებელია წარსულში ხელმისაწვდომი ინფორმაციის შედარებით ამჟამად არსებულ ინფორმაციასთან რისი დროითი შუალედი დაახლოებით 50 წელიწადს შეადგენს. დებრადაციის რიცხობრივად განსაზღვრისათვის გამოყენებულია არსებული და განსაზღვრული მყინვარული აუზების ფართობებისა და მყინვარების რაოდენობის მნიშვნელობები ამ დროითი პერიოდისათვის და განხორციელებულია ცვლილებების სტატისტიკური ანალიზი. ეს იძლევა საფუძველს მნიშვნელოვანი დასკვნების გამოსატანად.

საქართველოს მყინვარების კვლევისათვის ინტენსიური სამუშაოები [1, 2] ხორციელდებოდა სხვადასხვა ინსტიტუციების (ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ეროვნული სამსახური) მკვლევარების მიერ. 1951 წლიდან საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის სამმართველოში სისტემატურად მიმდინარეობდა მყინვარებზე გლაციოლოგიური დაკვირვებები. ეს დაკვირვებები ძირითადად სავსე სამუშაოებით და ზოგ შემთხვევაში აერო-ფოტო გადაღებებით ხორციელდებოდა.

გასული საუკუნის 60–70-იან წლებში ყოფილ სსრ კავშირში დიდი მოცულობის გლაციოლოგიური სამუშაოები ჩატარდა და შეიქმნა საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგი (შემდგომში კატალოგი). საქართველოს მყინვარებზე საუკუნოვანი დაკვირვების და კვლევის შედეგები (დაწყებული 1860 წლიდან [3, 4]) შეჯამდა და როგორც ავღნიშნეთ მოყვანილია კატალოგის სხვადასხვა გამოცემაში [5–8]. ამ კატალოგის მნიშვნელობიდან გამომდინარე ის შემდგომ განთავსდა მყინვარების მსოფლიო კატალოგში [9].

საქართველოს მყინვარების ფართობებისა და მყინვარების რაოდენობის შესახებ ინფორმაცია მოცემულია კატალოგში. დასავლეთ საქართველოს მყინვარები განხილულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ [5]. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები ცალკე არ არის გამოყოფილი. ისინი ყოფილი სსრ კავშირის კავკასიის მყინვარულ სისტემაშია მოქცეული და კატალოგის სამ სხვადასხვა გამოცემაშია შესული [6–8]. მათი ამოკრება ჩატარდა მყინვარული აუზების მიხედვით.

საქართველოს მყინვარების კვლევა მიწისპირა დაკვირვებებით ადრინდელი მოცულობით დღესდღეობით შეუძლებელია. მით უმეტეს, როდესაც საკითხი ეხება მყინვარების დებრადაციას კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებით. როგორც დადგინდა ასეთი კვლევები შესაძლებელია მხოლოდ თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენებით.

მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესასწავლად განხორციელდა GLIMS-ის და სხვა მონაცემთა ბაზიდან Landsat-ის თანამგზავრული სურათების მოპოვება და დამუშავება. თდზ-ის მონაცემებისა და ავტორების მიერ შემუშავებული მეთოდოლოგიის საფუძველზე [10–14] განისაზღვრა თითოეული მყინვარის კონტური და მახასიათებლები (მაქსიმალური სიგრძე, ფართობი, მინიმალური სიმაღლე, მაქსიმალური სიმაღლე, ფირნის ხაზის სიმაღლე,

აბლაციის არის ფართობი). როგორც ზემოთ აღინიშნა ამ კვლევისათვის საჭიროა მყინვარების ფართობებისა და მყინვარების რაოდენობის შესახებ ინფორმაცია.

თანამგზავრულ სურათებზე მოყვანილი მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის ძირითადად გამოყენებულია მყინვარების კატალოგში მოყვანილი სქემები, სადაც ნაჩვენებია მყინვარების მდებარეობა შესაბამისი მდინარეთა აუზების მიხედვით და მე-20 საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკები. მყინვარების იდენტიფიცირების შემდგომ განისაზღვრა მყინვარების ფართობები და მყინვარების რაოდენობა.

ცალკეული მყინვარებისათვის კატალოგში მოყვანილი ფართობის მონაცემები უფრო ნაკლები აღმოჩნდა, ვიდრე თდზ-ით განსაზღვრული, რაც ქმნიდა არასწორ სურათს, რომ მყინვარების ფართობი 60-იან წლებთან შედარებით გაიზარდა, რაც გლობალური დათბობის ფაქტს ეწინააღმდეგება. თდზ-ის მონაცემებით მიღებული საქართველოს მყინვარების კონტურებისა და გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიულ რუკებზე ასახული მყინვარების კონტურებთან შედარებამ ცხადყო, რომ დაახლოებით ბოლო 50 წლის განმავლობაში საქართველოს ყველა მყინვარის ფართობი შემცირდა. ამ პერიოდის ტოპოგრაფიულ რუკებზე მოყვანილი მყინვარების კონტურების საფუძველზე განისაზღვრა ფართობები და ჩატარდა კორექტირება კატალოგიდან აღებული ფართობის შესახებ არასწორი მონაცემების [15].

დასავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით 409 მყინვარია, აქედან ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით შესწორდა 108 მყინვარის ფართობის მონაცემი ანუ არსებულის 26,4%-ის. აღმოსავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით 132 მყინვარია, აქედან შესწორდა 7 მყინვარის ფართობის მნიშვნელობა ანუ არსებულის 5,3%-ის. სულ შესწორდა 115 მყინვარის ფართობის მნიშვნელობა ანუ არსებულის 21,3%-ის.

საქართველოში 12 მყინვარული აუზია, აქედან 6 დასავლეთ საქართველოშია (ცხრილი 1), ხოლო 6 აღმოსავლეთ საქართველოში (ცხრილი 2). ამ ცხრილებში მოყვანილია მდინარის აუზების მიხედვით მყინვარულ აუზებში მყინვარების რაოდენობა და შესაბამისი ფართობები კატალოგის მიხედვით და დღევანდელი მდგომარეობით.

შესწორებების გათვალისწინებით ქვემოთმოყვანილ ცხრილებში მყინვარების ფართობების მონაცემები მოყვანილია მცირე (0,1-დან 0,5 კმ<sup>2</sup>), საშუალო (0,5-დან 2,0 კმ<sup>2</sup>) და დიდი (2,0 კმ<sup>2</sup> და მეტი) მყინვარებისათვის\* [16].

1-ლ ცხრილში მოყვანილია აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები, რომელთა ფართობის მნიშვნელობები შესწორდა ტოპოგრაფიული რუკებით. აღსანიშნავია თერგის აუზის მყინვარი №58, რომელიც ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით საშუალო ზომისაა, ხოლო კატალოგის მიხედვით – მცირე ზომის.

**ცხრილი 1. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები, რომელთა ფართობის მნიშვნელობები შესწორდა ტოპოგრაფიული რუკებით**

№	აუზი	მყინვარის №	კატალოგით	ტოპორუკით	თდზ
1	თერგი	58	0.2	0.9	0.6
2		59	0.7	0.8	0.7
3		101	0.1	0.2	0.1
4	ასა	3	0.3	0.5	0.3
5	არღუნი	11	0.1	0.2	0.1
6	პირიქითი	17	0.1	0.3	0.1
7	ალაზანი	19	0.3	0.5	0.3

მე-2 ცხრილში მოყვანილი დასავლეთ საქართველოს მყინვარები კატალოგში დანომრებულია თანმიმდევრობით დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ [1]. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარები (ცხრილი 3) კატალოგის სამ სხვადასხვა გამოშვებიდანაა ამოკრებილი [2-4], ამიტომ მყინვარების ნომერთან მითითებულია შესაბამისი წყარო.

\* [16]-ში მოცემული საქართველოს მყინვარების სამ ჯგუფად დაყოფის ქვედა საზღვარი ავტორების მიერ არის დამატებული გამომდინარე იქიდან, რომ კატალოგში აღრიცხული ყველა მყინვარის ფართობი 0.1 კმ<sup>2</sup>-ზე მეტია, ხოლო თოვლნარები არ განიხილება.

**ცხრილი 2. დასავლეთ საქართველოს მყინვარების განაწილება მყინვარული აუზების მიხედვით**

დასავლეთ საქართველო								
მყინვარული აუზები		მყინვარების რაოდენობა				მყინვარების ფართობი		
№	მყინვარების № კატალოგით	ზომა	კატ.	თღზ	Δ	კატ	თღზ	Δ
1	ბზიფი 1-13	მცირე	8	7	1	2.3	1.8	0.5
		საშუალო	5	2	3	4.8	1.4	3.4
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	13	9	4	7.1	3.2	3.9
2	კელასური 14-16	მცირე	2	0	2	0.7	0	0.7
		საშუალო	1	1	0	0.8	0.7	0.1
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	3	1	2	1.5	0.7	0.8
3	კოდორი 17-136	მცირე	80	71	9	21.8	16.7	5.1
		საშუალო	36	19	17	35.1	18.4	16.7
		დიდი	4	1	3	11.6	3.9	7.7
		სულ	120	91	29	68.5	39	29.5
4	ენგური 137-295, 297-331	მცირე	107	82	25	25.5	21.3	4.2
		საშუალო	60	47	13	66.2	49.2	17
		დიდი	27	24	3	213.5	165.9	47.6
		სულ	194	153	41	305.2	236.4	68.8
5	ხობისწყალი 332-334	მცირე	3	1	2	0.4	0.1	0.3
		საშუალო	0	0	0	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	3	1	2	0.4	0.1	0.3
6	რიონი 296, 335-409	მცირე	36	47	-11	9.2	11.3	-2.1
		საშუალო	29	13	16	28.2	14.6	13.6
		დიდი	11	8	3	36	25.9	10.1
		სულ	76	68	8	73.4	51.8	21.6
7	სულ	409	323	86	456.1	331.2	124.9	7

**ცხრილი 3. აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარების განაწილება მყინვარული აუზების მიხედვით**

აღმოსავლეთ საქართველო								
მყინვარული აუზები		მყინვარების რაოდენობა				მყინვარების ფართობი		
№	სახელწოდება და მყინვარების № კატალოგით	ზომა	კატ.	თღზ	Δ	კატ	თღზ	Δ
1	ლიახვი 1-22 [6]	მცირე	20	3	17	4.1	0.6	3.5
		საშუალო	2	1	1	2.5	1	1.5
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	22	4	18	6.6	1.6	5
2	არაგვი 23-27 [6]	მცირე	4	1	3	0.8	0.3	0.5
		საშუალო	1	0	1	0.8	0	0.8
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	5	1	4	1.6	0.3	1.3
3	თერგი 44-111 [7]	მცირე	47	22	25	12.5	4.2	8.3
		საშუალო	12	6	6	12.1	6.1	6.0
		დიდი	9	7	1	42.9	29.2	13.1
		სულ	68	35	33	67.5	39.5	28
4	ასა 1-3 [8]	მცირე	2	3	-1	0.8	1.0	-0.2
		საშუალო	1	0	1	0.6	0	0.6
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	3	3	0	1.4	1.0	0.4

=====

		ცხრილი 3-ის გაგრძელება						
5	არღუნი 10-15 [7]	მცირე	6	1	5	1.0	0.1	0.9
		საშუალო	0	0	0	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	6	1	5	1.0	0.1	0.9
6	პირიქითი ალაზანი 6-33 6-19 [8], 20-33 [7]	მცირე	25	16	9	6.7	3.3	3.4
		საშუალო	3	0	3	0	0	0
		დიდი	0	0	0	0	0	0
		სულ	28	16	12	8.8	3.3	5.5
7	სულ	132	60	72	86.9	45.8	41.1	

დასავლეთ საქართველოში მყინვარულ აუზებში მყინვართა რიცხვი კატალოგის მონაცემებით, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ 409-ს შეადგენდა, ხოლო დაკავებული ფართობი იყო 456,1 კმ<sup>2</sup>.

ამჟამად დასავლეთ საქართველოში თღზ-ის მონაცემებით მყინვართა რაოდენობა არის 323, ანუ კატალოგით არსებულის 79%, ხოლო დაკავებული ფართობი არის 331,2 კმ<sup>2</sup>, ანუ კატალოგით არსებულის 72,6%

ამგვარად დასავლეთ საქართველოში მყინვარულ აუზებში მყინვართა რიცხვი შემცირდა 21%-ით, ხოლო დაკავებული ფართობი შემცირდა 27,4%-ით.

აღმოსავლეთ საქართველოში, მყინვარულ აუზებში მყინვართა რიცხვი კატალოგის მონაცემებით 132-ს შეადგენდა, ხოლო დაკავებული ფართობი იყო 86,9 კმ<sup>2</sup>. ამჟამად აღმოსავლეთ საქართველოში თღზ-ის მონაცემებით მყინვართა რაოდენობა არის 60, კატალოგით არსებულის 45,5%, ხოლო დაკავებული ფართობი არის 45,8 კმ<sup>2</sup>, კატალოგით არსებულის 52,7%.

ამგვარად აღმოსავლეთ საქართველოში მყინვარულ აუზებში მყინვართა რიცხვი შემცირდა 54,5%-ით, ხოლო დაკავებული ფართობი შემცირდა 47,3%-ით.

საინტერესოა წარსულში (კატალოგის მონაცემები) და ამჟამად (თღზ-ის მონაცემები) მცირე, საშუალო და დიდი მყინვარების ფართობებისა და რაოდენობის განაწილება აუზების მიხედვით (ცხრილები 4-6).

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს დასავლეთ საქართველოში მცირე მყინვარების რაოდენობა 236-დან 208-მდე შემცირდა ანუ 11,9%-ით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 104-დან 46-მდე ანუ 55,8%-ით. აგრეთვე შემცირდა მცირე მყინვარებით დაფარული ფართობები 59.9 კმ<sup>2</sup>-დან 51.2 კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 14,7%-ით და აღმოსავლეთ საქართველოში 25,9 კმ<sup>2</sup>-დან 9,5 კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 63,3%-ით.

დასავლეთ საქართველოში მხოლოდ რიონის აუზში გაიზარდა მცირე მყინვარების რაოდენობა (11-ით) და აღმოსავლეთ საქართველოში მხოლოდ ასას აუზში (1-ით) რაც დაკავშირებულია უფრო დიდი ზომის მყინვარების დეგრადაცია/დანაწევრებასთან

**ცხრილი 4. მცირე მყინვარების განაწილება აუზების მიხედვით**

დასავლეთ საქართველო							აღმოსავლეთ საქართველო						
მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>			მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>		
სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ	სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ
ბზიფი	8	7	1	2.3	1.8	0.5	ლიახვი	20	3	17	4.1	0.6	3.5
კელასური	2	0	2	0.7	0	0.7	არაგვი	4	1	3	0.8	0.3	0.5
კოდორი	80	71	9	21.8	16.7	5.1	თერგი	47	22	25	12.5	4.2	8.3
ენგური	107	82	25	25.5	21.3	4.2	ასა	2	3	-1	0.8	1.0	-0.2
სობისწყალი	3	1	2	0.4	0.1	0.3	არღუნი	6	1	5	1.0	0.1	0.9
რიონი	36	47	-11	9.2	11.3	-2.1	პირიქითი ალაზანი	25	16	9	6.7	3.3	3.4
<b>სულ</b>	<b>236</b>	<b>208</b>	<b>28</b>	<b>59.9</b>	<b>51.2</b>	<b>8.7</b>	<b>სულ</b>	<b>104</b>	<b>46</b>	<b>58</b>	<b>25.9</b>	<b>9.5</b>	<b>16.4</b>

**ცხრილი 5. საშუალო მყინვარების განაწილება აუზების მიხედვით**

დასავლეთ საქართველო							აღმოსავლეთ საქართველო						
მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>			მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>		
სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ	სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ
ბზიფი	5	2	3	4.8	1.4	3.4	ლიახვი	2	1	1	2.5	1	1.5
კელასური	1	1	0	0.8	0.7	0.1	არაგვი	1	0	1	0.8	0	0.8
კოდორი	36	19	17	35.1	18.4	16.7	თერგი	12	6	6	12.1	6.1	6.0
ენგური	60	47	13	66.2	49.2	17	ასა	1	0	1	0.6	0	0.6
ხობისწყალი	0	0	0	0	0	0	არღუნი	0	0	0	0	0	0
რიონი	29	13	16	28.2	14.6	13.6	პირიქითი ალაზანი	3	0	3	2.1	0	2.1
<b>სულ</b>	<b>131</b>	<b>82</b>	<b>49</b>	<b>135.1</b>	<b>84.3</b>	<b>50.8</b>	<b>სულ</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>18.1</b>	<b>7.1</b>	<b>11</b>

**ცხრილი 6. დიდი მყინვარების განაწილება აუზების მიხედვით**

№	დასავლეთ საქართველო							აღმოსავლეთ საქართველო						
	მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>			მყინვარული აუზები	მყინვარების რაოდენობა			მყინვარების ფართობი კმ <sup>2</sup>		
	სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ	სახელწოდ.	კატ.	თღზ	Δ	კატ.	თღზ	Δ
1	ბზიფი	0	0	0	0	0	0	ლიახვი	0	0	0	0	0	0
2	კელასური	0	0	0	0	0	0	არაგვი	0	0	0	0	0	0
3	კოდორი	4	1	3	11.6	3.9	7.7	თერგი	9	7	2	42.9	29.2	13.7
4	ენგური	27	24	3	213.5	165.9	47.6	ასა	0	0	0	0	0	0
5	ხობისწყალი	0	0	0	0	0	0	არღუნი	0	0	0	0	0	0
6	რიონი	11	8	3	36	25.9	10.1	პირიქითი ალაზანი	0	0	0	0	0	0
7	<b>სულ</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>261.1</b>	<b>195.7</b>	<b>65.4</b>	<b>სულ</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>42.9</b>	<b>29.2</b>	<b>13.7</b>

საშუალო მყინვარების რაოდენობა (ცხრილი 4) დასავლეთ საქართველოში 131-დან 82-მდე შემცირდა ანუ 37,4%-ით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 19-დან 7-მდე ანუ 63,2%-ით. აგრეთვე შემცირდა საშუალო მყინვარებით დაფარული ფართობები დასავლეთ საქართველოში 135,1 კმ-დან 84,3 კმ-მდე ანუ 37,6%-ით და აღმოსავლეთ საქართველოში 18,1 კმ-დან 7,1 კმ-მდე ანუ 60,8%-ით.

დიდი მყინვარების რაოდენობა (ცხრილი 5) დასავლეთ საქართველოში 42-დან 33-მდე შემცირდა ანუ 21,4%-ით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 9-დან 7-მდე ანუ 22,2%-ით. აგრეთვე შემცირდა დიდი მყინვარებით დაფარული ფართობები დასავლეთ საქართველოში 261,1 კმ-დან 195,7 კმ-მდე ანუ 25,0%-ით და აღმოსავლეთ საქართველოში 42,9 კმ-დან 29,2 კმ-მდე ანუ 31,9%-ით.

კატალოგით საქართველოში აღრიცხულია 541 მყინვარი, აქედან 409 დასავლეთ საქართველოში და 132 აღმოსავლეთ საქართველოში. ამჟამად საქართველოში სულ 383 მყინვარია, აქედან 323 დასავლეთ საქართველოში და 60 აღმოსავლეთ საქართველოში.

კატალოგის მიხედვით მყინვარების საერთო ფართობია 543 კმ. აქედან დასავლეთ საქართველოში მყინვარებით დაფარული ფართობია 456,1 კმ და აღმოსავლეთ საქართველოში 86,9 კმ<sup>2</sup>. ამჟამად საქართველოში მყინვარების საერთო ფართობია 337 კმ. აქედან დასავლეთ საქართველოში მყინვარებით დაფარული ფართობია 331,2 კმ და აღმოსავლეთ საქართველოში 45,8 კმ.

ამგვარად დადგინდა, რომ კატალოგით საქართველოში აღრიცხულია 541 მყინვარი საერთო ფართობით 543 კმ, ხოლო ამჟამად საქართველოს საზღვრებში მოქცეულია 383 მყინვარი საერთო ფართობით 337 კმ.

დასკვნა

1. მყინვარული აუზებისათვის ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ დაახლოებით 50 წლის განმავლობაში, კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო საქართველოს მყინვარების დეგრადაციის შედეგად, მყინვარული აუზების ფართობები და მყინვარების რაოდენობა შემცირდა, როგორც დასავლეთ საქართველოში ისე აღმოსავლეთ საქართველოში;
2. მყინვარების ფართობის ზომების მიხედვით განაწილების შემთხვევაში გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მყინვარულ აუზებში როგორც მცირე, ისე საშუალო და დიდი მყინვარების ფართობი და მყინვარების რაოდენობა შემცირდა. მცირე მყინვარების შემთხვევაში დასავლეთ საქართველოში მხოლოდ რიონის აუზში გაიზარდა მყინვარების რაოდენობა (11-ით) და აღმოსავლეთ საქართველოში მხოლოდ ასას აუზში (1-ით), რაც დაკავშირებულია უფრო დიდი ზომის მყინვარების დეგრადაცია/დანაწევრებასთან;
3. მყინვარულ აუზებში გამყინვარების ფართობის და მყინვარების რაოდენობის შემცირება უფრო ინტენსიურია აღმოსავლეთ საქართველოში ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს შეიძლება აიხსნას, აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს ჰავაში განსხვავებით, კერძოდ, აღმოსავლეთ საქართველოს ჰავა კონტინენტურია, ხოლო დასავლეთ საქართველოს ჰავა ზღვიური ნოტიოა და ამიტომ გაცილებით ტენიანი.
4. კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ კატალოგით საქართველოში აღრიცხულია 541 მყინვარი საერთო ფართობით 543 კმ<sup>2</sup>, ხოლო ამჟამად საქართველოს საზღვრებში მოქცეულია 383 მყინვარი საერთო ფართობით 337 კმ<sup>2</sup>.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Маруашвили Л. И. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе//Тбилиси, Изд. АН ГССР, 1956, 124 с.
2. Цомая В. Ш., Дробышев О. А. Результаты гляциологических наблюдений на ледниках Кавказа//Труды ЗаКНИГМИ, вып. 45 (51), 1970, с. 141–146.
3. Хатисян Г. С. Краткий очерк действий двух комиссий для исследования Казбекских ледников в 1862 и 1863 гг. Зап. КОРГО, 1864, кн. 6, № 2, с. 220–230.
4. Статковский Б.И. Краткая записка о действиях в 1865г. экспедиции для исследования причин происхождения периодического Казбекского завала. Зап. КОРГО, 1866, кн.7, вып.1, с.1–28.
5. Маруашвили Л. И., Курдгелაидзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В. Каталог Ледников СССР. Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеиздат, 1975. - 86 с.
6. Цомая В.Ш. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеиздат, 1975. - 95 с.
7. Цомая В.Ш., Дробышев О.А. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 71 с.
8. Панов В.Д., Боровик Э.С. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 51 с.
9. WGMS and NSIDC World glacier inventory. Compiled and made available by the World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, and the National Snow and Ice Data Center, Boulder CO, USA. Digital media. 1989, updated 2012. [http://nsidc.org/data/glacier\\_inventory/](http://nsidc.org/data/glacier_inventory/)
10. Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური Методология и результаты исследования некоторых ледников Грузии. Ежегодная международная научно-практическая конференция „География: развитие науки и образования“ LXVIII Герценовские чтения посвященная 70-летию создания ЮНЕСКО, 22-25 апреля 2015 года, РГПУ им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург, 2015, с. 117–124.
11. Petri Pellikka, W. Gareth Rees - Remote Sensing of Glaciers Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers 2010, 330 p.
12. Hall, D. K., Ormsby J.P. Characterization of Snow and Ice Reflectance Zones on Glaciers Using Landsat Thematic Mapper Data, Annals of Glaciology, 9, 1987, pp. 104–108.



13. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia. Satellite remote sensing outputs of the certain glaciers in the territory of East Georgia, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences – Elsevier, Volume 18, Issue 1, 2015, pp. S1–S7.
14. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia//Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, #4, 2016, pp. 56–63.
15. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგში მოცემული საქართველოს მყინვარების ფართობის მონაცემების კორექტირება. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, საქართველო, თბილისი, 2020, №1 (733), გვ. 9–15.
16. რ. გობეჯიშვილი, ვ. კოტლიაკოვი. გლაციოლოგია. გამომცემლობა უნივერსალი, თბ.: 2005. - 292 გვ.

უაკ 551.50.501.7

**საქართველოს მყინვარული აუზების დეგრადაცია კლიმატის ცვლილების გამო/შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ./სტუპ-ის კმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.34-40. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში განხილულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო საქართველოს მყინვარული აუზების დეგრადაციის საკითხი მყინვარული აუზების ფართობებისა და მყინვარების რაოდენობის ცვლილების შეფასებით. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ საქართველოში გამყინვარების ფართობი და მყინვარების რაოდენობა შემცირდა და ეს შემცირება უფრო ინტენსიურია აღმოსავლეთ საქართველოში ვიდრე დასავლეთ საქართველოში.**

UDC 551.50.501.7

**Degradation of Georgia's Glacial Basins Due to Current Climate Change./Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Dzadzamia M./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.34-40. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The article considers the problems of degradation of the glacial basins of Georgia in connection with the current climate change by assessing the changes in the areas of the glacial basins and the number of glaciers. Calculations showed that the area of glaciation and the number of glaciers in Georgia decreased, and this decrease is more intense in Eastern Georgia than in Western Georgia.**

УДК 551.50.501.7

**Деградация ледниковых бассейнов Грузии в связи с текущим изменением климата./Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваური Г.А., Дзадзамия М. Ш./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.34-40. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье рассматривается вопрос деградации ледниковых бассейнов Грузии в связи с текущим изменением климата путем оценки изменения площадей ледниковых бассейнов и количества ледников. Расчеты показали, что площадь оледенения и количество ледников в Грузии сократились, и это уменьшение более интенсивно в Восточной Грузии, чем в Западной Грузии.**

უაკ 551.

**მდინარე ვერუს წყლიანობის რეჟიმის ცვალებადობა დაკვირვების მრავალწლიური პერიოდის ცალკეული ფაზების მიხედვით.**

მ. ალავერდაშვილი,\* ნ. ცინცაძე,\*\* ნ. ხუფენია,\*\*

\*ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

\*\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ბუნების დაცვა კაცობრიობის უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა. უკანასკნელ პერიოდში ადამიანისა და ბუნების ურთიერთქმედების ხასიათი ფართო მსჯელობის საგანი გახდა. მოსახლეობის შეშფოთებას იწვევს ის გარემოება, რომ მაღალგანვითარებულ ტექნიკის პერიოდში არც თუ ისე იშვიათად საზოგადოება ანადგურებს მის გარშემო არსებულ სიმდიდრეს და თუ ყოველივე ეს უახლოეს პერიოდში მთელმა მსოფლიომ არ გაითავისა, შედეგად ჩვენ მოწმენი გავხდებით მრავალი კატასტროფული მოვლენებისა, რომელმაც უკვე ფართო მასშტაბი მიიღო. ამ თვალსაზრისით მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში სიტუაცია მკვეთრად გაუარესდა. ადრე კატასტროფული მოვლენების რიცხვი, სიხშირე და მოცულობები საგრძნობლად იზრდებოდა ასწლეულების განმავლობაში. თუმცა უკანასკნელ პერიოდში იგი უკვე ათწლეულების განმავლობაში მიმდინარეობს. მაგალითად, მდ. ხუანხუხე, ჩინეთში ჩვ. წ. აღ. 2000 წლის განმავლობაში დიდი წყალმოვარდნები ხდებოდა დაახლოებით 50 წელიწადში ერთხელ, ამჟამად კი მხოლოდ 1 წლის განმავლობაში 2-ჯერ ან უფრო მეტჯერ ხდება. აშშ-ში წყალდიდობებისაგან მიყენებულმა ზარალმა გასული საუკუნის დასაწყისში 10 მლნ. დოლარი შეადგინა, ხოლო ახალი 21-ე საუკუნის პირველ 10 წლეულში 10 მლრდ. დოლარს გადააჭარბა,

ჩვენი ქვეყნის მდგრადი განვითარებისათვის აუცილებელია ჩვენთან არსებული დიდი წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება, რომლის ცვალებადობაზე გავლენას ახდენს არამარტო სამეურნეო საქმიანობა, არამედ კლიმატური პირობებიც, რომლებიც მტკნარი წყლის რესურსების ფორმირების ერთ-ერთ ძირითად განმაპირობებელ ფაქტორებს წარმოადგენენ. კლიმატის ცვლილებების სამთავრობათაშორისო საბჭოს შეფასებით დადასტურებულია გლობალური დათბობის ციკლის არსებობა. 1905-2005 წწ. ასწლიანი წრფივი ტრენდი 0,740C აღემატება. 1901-2000წწ. შესაბამისი ტრენდის მნიშვნელობა 0,60C-ია, ხოლო 1990-2100 წლების პერიოდში მოსალოდნელია ტემპერატურა გაიზარდოს 1,4-5,80C-ით, ამასთან მოსალოდნელია ნალექების რაოდენობის გაზრდა, თოვლის საფარის შემცირება და მყინვარები გააგრძელებენ უკან დახევას, შემცირდება ზოგიერთ ფენებში მიწისქვეშა წყლის დონეები, რაც შეამცირებს მდინარის წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენს, ხოლო უხვწყლიანისას - გაზრდას, შედეგად გართულდება მდინარეთა ჩამონადენის დარეგულირება. უკანასკნელ წლებში უკვე საკმაოდ დიდი მასშტაბით მიმდინარეობს ექსტრემალური ჰიდრომეტეოროლოგიური კატასტროფები. კვლევები გვიჩვენებს, რომ მომავალში კიდევ უფრო გაზიარდება სტიქიური მოვლენები თავისი უარყოფითი შედეგებით. აქედან გამომდინარე მეტად აქტუალურია მდინარის ჩამონადენისა და მისი ძირითადი განმაპირობებელი ფაქტორის - ნალექების რაოდენობრივი ცვლილების დინამიკის გამოვლენა. ცხადია, რომ მდინარეთა ჩამონადენის დარეგულირების საკითხი მომავალში უფრო მწვავედ დადგება.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მონაცემებით გასული საუკუნის ბოლო ათწლეული (1990-2000წწ.) იყო ყველაზე თბილი, რაც ნიშნავს, რომ კლიმატის ცვლილება გამოიხატება დადებით ტენდენციებში, ანუ დათბობაში. ჰიდროლოგიურ პროცესებშიც შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები (ციკლორობა, პერიოდულობა). ასე, რომ მეტად მნიშვნელოვანია სხვადასხვა პერიოდებისათვის ჩამონადენის რაოდენობრივი ცვლილების დინამიკის წარმოდგენა. მოცემული პირობის გამოვლენის მიზნით, მდინარე ვერუსე თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის 56 წლიანი დაკვირვების მასალების საფუძველზე (1963-2019 წწ), შევეცადეთ წარმოგვედგინა ცალკეული წლიური ფაზების მიხედვით როგორც საშუალო მრავალწლიური ხარჯების, ასევე მაქსიმალური ხარჯების შესაბამის მნიშვნელობათა ზრდადი ტენდენცია.

თბილისის მიდამოების ჰიდროგრაფიულ ქსელს ქმნიან მდინარეები, ტბები და ჭაობები, რომელთა ეროზიის ბაზის წარმოადგენს მდ. მტკვარი, რომლის ჩამონადენის ფორმირება ძირითა-

დად წარმოებს თბილისის მიდამოების გარეთ, მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევებში, მის ჩამონადენის რეჟიმზე გარკვეულ გავლენას ახდენს ადგილობრივი ფაქტორები, რომელთა შორის ქალაქის მიდამოების შიდა წყლებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მდინარე ვერე.

მდინარე ვერე (სკვირეთის წყალი), სათავეს იღებს დიდგორის ქედის სამხრეთ კალთაზე სოფელ მოხისის ჩრდილო-აღმოსავლეთით ზ.დ. 1682 მეტრ სიმაღლეზე ნაოსარის, ზემოვიკის და მოხვეულას წყლების შეერთებიდან, ერთვის მდინარე მტკვარს მარჯვენა მხრიდან ქ. თბილისის მიდამოებში ზ.დ. 390 მეტრ სიმაღლეზე. მისი სიგრძე 42.5 კმ-ია, წყალშემკრები აუზის ფართობი - 190 კმ<sup>2</sup>. იგი არის ტიპური მთის მდინარე, მის საზრდოობაში მნიშვნელოვანი როლი უჭირავს წვიმის წყლებს (43,7%), ასევე გრუნტისა (39,3%) და თოვლის (17%) წყლებს. ხშირია თავსხმა წვიმები წლის თბილ პერიოდში, რომლებიც ხშირად კატასტროფულ ხასიათს იძენს. ერთი შეხედვით თუ ვიმსჯელებთ იმით, რომ მისი საშუალო მრავალწლიური ხარჯი 1 მ/წმ-მდეა, ამ მხრივ მდინარე მტკვრისათვის არ უნდა წარმოადგენდეს რაიმე მნიშვნელოვან ფაქტორს, მაგრამ ის დიდი წყალმოვარდნები, რომლებიც ზოგჯერ იძენენ კატასტროფულ ხასიათს, გარკვეულ გავლენას ახდენენ მდინარე მტკვრის ადგილობრივ ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, როგორც წყლიანობის, ასევე ნატანის ჩამონადენის მაჩვენებლით. მაგალითისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ 1960 წლის 4 ივლისის და 2015 წლის 13 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნები, რომლის დროსაც შესაბამისად წყლის მაქსიმალური ხარჯი 320 და 512 მ/მწ-ს შეადგენდა და რომელთა დროსაც სულ რაღაც 3-4 საათში მდინარე მტკვარში შეიტანა შესამაბისად დაახლოებით 42 და 70 ათას ტონამდე ნატანი(მდინარე ვერეს ნატანის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი 96 ათასი ტ. წლ). 1960 წლის წყალმოვარდნის დროს დოც. ხარაიშივილის მონაცემებით ორსაათნახევრის ნატანის ჩამონადენმა მდინარე მტკვარში შეადგინა 39.4 ათ. ტონა.

მდინარე ვერეს წყლის როგორც მრავალწლიური, ასევე მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მნიშვნელობათა ზრდადი ტენდენციის გამოვლენის მიზნით დაკვირვებათა 56 წლიანი უწყვეტი რიგი დაწყავით 3 პერიოდად: 1963-90, 1991-2000 და 2001-2019 წლებისათვის..

პირველ პერიოდში აღინიშნებოდა რიგი წყალმოვარდნები 1963წ -3.08,1966-16.05, 1976-24.05, 1982-5.07 რომელთა შორის მნიშვნელოვანი იყო 1963 წლის 3 აგვისტოს მაქსიმალური ხარჯი (140 მ/წმ), რომელ წყალმოვარდნების სისშირე როგორც წლების განმავლობაში, ასევე წლის შიგნით, ნაკლები იყო ვიდრე შემდგომი პერიოდების.

მეორე პერიოდში 1991-2000 წწ გვაქვს უკვე გახშირებული და გაძლიერებული წყალმოვარდნები,როგორც პერიოდის, ისე შიდა წლებისათვის - 1992წ -21.06, 1993 -9.06, 1995 -20.06, 1996 - 30.04, 1997 - 30.06, რომელთა შორის მაქსიმალური ხარჯით გამოირჩევა 1997 წლის 30.06 ხარჯი -106 მ/წმ

მესამე პერიოდი კი უკვე გამოირჩევა როგორც წყალმოვარდნათა სისშირით, ასევე მაქსიმალური ხარჯების კატასტროფულობით - 2002წ - 30.06, 2007წ- 29.07, 2009 - 17.06, 2010 - 3ჯერ გაზაფხულზე, 2012 - 12.05, 2014 - 22.04, და უკვე 2015 წლის 4 ივნისი მაქსიმალური ხარჯი 155 მ/წმ, რომელიც იყო მაქსიმალური 1963 წლიდან მოყოლებული და 10 დღეში 13 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნა - 477 მ/წმ, რომელიც მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიური რეჟიმის ისტორიაში ყველაზე მაქსიმალურია და რომელსაც მოყვა ადამიანთა მსხვერპლი, თითქმის სრულად განადგურდა ზოოპარკის ბინადრები, ასევე ქალაქის ინფრასტრუქტურამ ნახა უდიდესი ზარალი.

ყოველივე აქედან გამომდინარე, ქვემოთ ცხრილი 1-ს სახით, მოყვანილი გვაქვს მონაცემები, რომლებიც ნათელ სურათს გვაძლევენ როგორც მდინარის საშუალო მრავალწლიური, ასევე მდინარის კატასტროფულობის ხასიათის ხარჯების მზარდ ტენდენციაზე.

**ცხრილი 1**

N	დაკვირვებულ წელთა პერიოდები	საშუალო მრავალწლიური ხარჯი, მ/წმ	წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების სასუალო
1	1963 - 1990	0,94	28,6
2	1991 - 2000	0,98	46,6
3	2001 - 2019	1,14	64,0
4	1963 - 2019 (მთლიანი)	0,99	44,2

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. უკლება ნ., კიკილაშვილი თ., თბილისის მიდამოების ჰიდროგრაფია, თბილისი, საიუბილეო კრებულები, 1958.
2. ქოჩიაშვილი დ. სადისერტაციო ნაშრომი, „თბილისის მიდამოების მდინარეებისა და დროებითი ნაკადების წვიმებით გამოწვეული მაქსიმალური ჩამონადენის ფორმირების ანალიზი და გაანგარიშების მეთოდოლოგია, თბილისი 1974.
3. თსუ-ს სასწავლო ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის 1963-2019 წლიანი პერიოდის საშუალო ანგარიშები.

უაკ 551.

**მდინარე ვერეს წყლიანობის რეჟიმის ცვალებადობა დაკვირვების მრავალწლიური პერიოდის ცალკეული ფაზების მიხედვით.** /აღავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., ხუფენია ნ./სტუპ-ის სამეცნიერო რეზიუმირებადი შრომათა კრებული. - 2020. - ტ.129. - გვ.41-44. - ქართ.; რუს.; ინგლ., რუს.

თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მიერ არსებული დაკვირვებული პერიოდისათვის (1963-2019) დადგინდა მდინარე ვერეს ჩამონადენის ცვლილების ციკლიური ცვალებადობა გასული საუკუნის 1963-1990; 1991 - 2000 და ახალი 21-ე საუკუნის 2001-2019 წლების პერიოდებისათვის, რომლის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მეტეო ფაქტორების ზეგავლენა მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, კერძოდ, საშუალო მრავალწლიური ხარჯებისა და ჩამოყალიბებულ მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობაზე. მივიღეთ, რომ პირველი პერიოდისათვის საშუალო მრავალწლიური ხარჯი ტოლია  $0,94 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ , ხოლო წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო ტოლია  $28,6 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ; შემდეგი მეორე და მესამე პერიოდის მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია  $0,98$  და  $46,6$ -ის და  $1,14$  და  $64,0$ , რაც ნათლად მიგვითითებს, როგორც ერთ, ასევე მეორე მნიშვნელობათა საგრძნობ მატების ტენდენციას. შედარებისათვის მოცემულია მთლიანი პერიოდის შესაბამისი მნიშვნელობები. უნდა აღინიშნოს, რომ მთლიანი პერიოდის წყალმოვარდნათა მაქსიმალური ხარჯების საშუალო ( $44,2 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ) გაზრდილია 2015 წლის 13 ივნისის მაქსიმალური ხარჯის ზეგავლენით.

UDC 551.

**Variability of the Vere River water content regime according to the individual phases of the multi-year observation period.** /Ajaverdashvili M., Tsintsadze N., khufenia N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.41-44. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. For the period of observation by the TSU Hydrometeorological Laboratory(1963-2019), the cyclic variability of the Vere River runoff change over 1963-1990; 1991 - 2000 years of the last century and 2001-2019 years of the 21st century was determined, the main reason being the influence of meteorological factors on the Vere River hydrological regime, namely on variability of the average multi-annual flow rate and established maximum flow rate. We find that for the first period the average multi-year flow rate is equal to  $0.94 \text{ m}^3/\text{s}$ , while the average maximum freshet flow rate is equal to  $28.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ; The values of the next second and third periods are equal to  $0.98$  and  $46.6$  and  $1.14$  and  $64.0$ , respectively, which clearly indicates the tendency of significant increase of both one and the other values. The corresponding values of the whole period are given for comparison. It should be noted that the average maximum flow rates of freshets for the entire period ( $44.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ) have increased under the influence of the maximum flow rate as of 13 June 2015.

УДК 551.50.501.7

**Изменение водного режима р.Вера по отдельным фазам многолетних периодов наблюдений.** /Алавердашвили М.Ш., Цинцадзе Н.Т., Хуфения Н.Г./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.41-44. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Гидрометеорологической лабораторией ГТУ за период наблюдений (1963-2019гг.) было установлено циклическое изменение стоков р.Вера в 1963-1990 гг. и 1991-2000 гг. прошедшего века и в 2001-2019 гг. нового, 21 века. Главной целью исследования являлось изучение воздействия метеофакторов на гидрологический режим реки Вера, в частности, среднего многолетнего расхода и изменение установленных максимальных расходов. Было установлено, что для первого периода, средний многолетний расход был равен  $0,94 \text{ м}^3/\text{с}$ , а при паводке, максимальный

=====

расход в среднем был равен 28,6 м<sup>3</sup>/с; для следующих, второго и третьего периодов, значения соответственно были равны 0,98 и 46,6 и 1,14 и 64,0, что явно указывает на то, что в первом и во втором случае наблюдается тенденция существенного увеличения значения показателей. Для сравнения приведены соответствующие значения за весь период наблюдений. Надо отметить, что за время всего периода наблюдений, средний максимальный расход при паводке (44,2 м<sup>3</sup>/с) возрос под воздействием максимального расхода 13 июня 2015 года.

უაკ 551.583

**ყინვების გავლენა აგროკულტურაზე კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით**

**გ.მელაძე, მ.მელაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო meladzem@gmail.com meladze.agromet@gmail.com

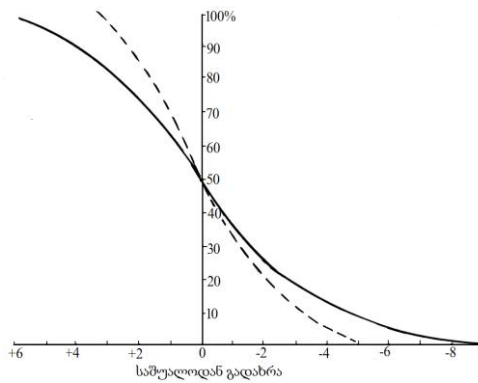
გასული საუკუნის ბოლო ათწლეულებში ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ თანამედროვე გლობალური დათბობა დიდი ალბათობით გამოწვეულია ატმოსფეროზე ანთროპოგენური დატვირთვებით, უპიკელეს ყოველისა წიაღისეული საწვავის მზარდი მოხმარებით, სააგრომობილო გამონახობლებით და სხვა. გაზები, რომლებიც მიჩნეულია გლობალური დათბობის ძირითად წყაროდ არის სათბურის გაზები, რომლებიც ანთროპოგენური ან ბუნებრივი წარმოშობის ატმოსფეროს აიროვანი კომპონენტებია. ატმოსფეროში მომატებულ ნახშირორჟანგს შეუძლია გამოიწვიოს მიწისპირა ჰაერის ფენის დათბობა. მსგავს მოვლენებს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰაერის ტემპერატურების, ატმოსფერული ნალექების და სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილებაში. აღნიშნული ელემენტების დროსა და სივრცეში განაწილების ცვლილებამ საქართველოს ტერიტორიაზე მოიცვა, სადაც მის აღმოსავლეთ ნაწილში ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენცია გამოვლინდა, ვიდრე მის დასავლეთ ნაწილში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, საყურადღებოა აგროკულტურებზე მოსალოდნელი ყინვების ზემოქმედების და მისი განმეორადობის შეფასება კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით. მცენარის ყინვაგამძლეობა რთული ბიოლოგიური პროცესი. იგი დაკავშირებულია მცენარის მემკვიდრეობის თავისებურებასთან და მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან. ამიტომ მცენარის ყინვაგამძლეობას, გამოზამთრების თვალსაზრისით, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. სავგებტაციო პერიოდში მისი ნორმალური ზრდა საიმედო მაჩვენებელია ზამთრისათვის მზადებისა, რადგან ამ დროს იგი მაქსიმალურად იმარაგებს საკვებ ნივთიერებებს. მცენარემ თუ საკვების მომარაგება ვერ მოასწრო, ყინვისაგან ადვილად დაზიანდება. მაშასადამე, მცენარის ყინვებისაგან დაზიანება დამოკიდებულია არა მარტო არახელსაყრელ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებზე, არამედ მის მდგომარეობაზეც. კარგად განვითარებული და მოსვენებით სტადიაში დროულად შესული მცენარეები ზამთრის პირობებს შედარებით ადვილად ეგუებიან და სათანადო აგროტექნიკის პირობებში საგრძნობლად იმაღლებენ ყინვაგამძლეობის უნარს.

საქართველოს ტერიტორიაზე, ცალკეულ წლებში ზამთრის ყინვები შეიძლება არახელსაყრელი აღმოჩნდეს აგროკულტურებისათვის. განსაკუთრებით საშიშია ზამთრის ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები. აღმოსავლეთ საქართველოს დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის და სამხრეთ საქართველოს ახალციხის ტერიტორიებზე  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$  და მეტი ტემპერატურების (თოვლის საფარის გარეშე) შემთხვევაში, შესაძლოა ძლიერ დაზიანდეს საშემოდგომო კულტურები (ხორბალი და სხვა), აგრეთვე ვაზის მიმდინარე წლის ნაზარდები, ხოლო უფრო დაბალი ტემპერატურებისას  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $-22^{\circ}\text{C}$  ვაზი გაიყინოს ფესვის ყელამდე (მთლიანად) [2].

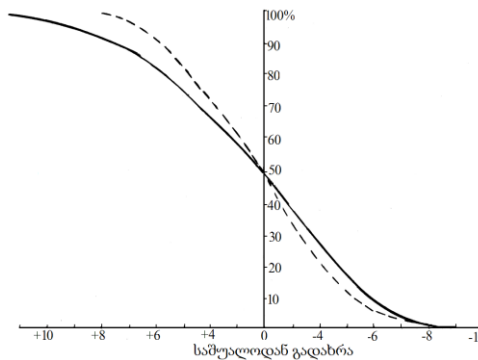
დედოფლისწყაროს და ახალციხის მუნიციპალიტეტებისათვის, კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში შესაძლებელია რამდენადმე შეიცვალოს აღნიშნული კლიმატური პარამეტრის კლების ტენდენცია. ამასთან დაკავშირებით, შედარებისათვის დამუშავებული და გაანალიზებული იქნა 1956-2005 წ.წ. საბაზისო (მიმდინარე) დაკვირვებათა და რეგიონალური მოდელით (RegCM-4), მომავლის A2 სცენარით [1] გამოთვლილი (2020-2050 წწ) მონაცემები, რომელთა მიხედვით შედგენილია მათი ალბათობის (%) მრუდი (ნახ. 1, 2).

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების დამუშავების და ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ გლობალური დათბობის პირობებში მომავლის სცენარით, აღნიშნული ტემპერატურები შემცირებულია  $-3^{\circ}\text{C}$ -ით საბაზისოსთან შედარებით. ცნობილია, რომ  $-15^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურას (თოვლის გარეშე) შეუძლია დააზიანოს საშემოდგომო კულტურები (ხორბალი და სხვა), ხოლო  $-17^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურას - ვაზის კულტურის ერთწლიანი ნაზარდები. (განსაზღვრის წესი: განსაზღვრისათვის საჭიროა ინფორმაცია მოცემული კულტურის დამაზიანებელ-კრიტიკულ ტემპერატურაზე და ადგილის საშუალო აბსოლუტურ მინიმალურ ტემპერატურაზე. მათ შორის გავიგებთ სხვაობას. მიღებული სხვაობის მაჩვენებელს დავიტანთ ნახაზის აბსცისთა ღერძზე. დატანილი წერტილიდან აღიმართება სწორი მრუდის გადაკვეთამდე. სადაც ვპოულობთ შესაბამის განმეორადობის პროცენტს).



———— საბაზისო (მიმდინარე)  
 - - - - სცენარი (მომავლის)

**ნახ. 1 დედოფლისწყაროს ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობის (%) მრუდები**



———— საბაზისო (მიმდინარე)  
 - - - - სცენარი (მომავლის)

**ნახ. 2 ახალციხის ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობის (%) მრუდები**

ნახ.1-ის საბაზისოს მრუდზე განსაზღვრისას გამოირკვა, რომ აღნიშნული  $-15^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა განმეორდება 20%-ით ანუ 2-ჯერ ყოველ ათ წელში, ხოლო მომავლის სცენარით - 5%-ით ყოველ ათ წელში, ანუ ერთხელ ყოველ ოც წელში. ე.ი. მომავლის სცენარით, ზემოაღნიშნული კულტურები შესაძლებელია დაზიანდეს 3-ჯერ ნაკლებად საბაზისოსთან შედარებით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის შემცირების (შერბილების) გამო.

ახალციხის მუნიციპალიტეტის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების დამუშავების და ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში, მომავლის სცენარით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები შემცირებულია საშუალოდ  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით, საბაზისოსთან შედარებით. ნახ.2-ის საბაზისოს მრუდზე განსაზღვრისას გამოირკვა, რომ მაგალითად,  $-15^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის შემთხვევაში (თოვლის საფარის გარეშე) შეიძლება დაზიანდეს საშემოდგომო კულტურები (ხორბლი და სხვა),  $-17^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე ვაზის კულტურის ერთწლიანი ნაზარდები. აგროკულტურების დამაზიანებელი  $-15^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა განმეორდება 70%-ით, ანუ 7-ჯერ ყოველ ათ წელში, ხოლო მომავლის სცენარით განმეორდება 60%-ით, ე.ი. 6-ჯერ ყოველ ათ წელში. მაშასადამე, მომავლის სცენარით მოცემული კულტურები შესაძლოა დაზიანდეს ერთი შემთხვევით ნაკლებად საბაზისოსთან შედარებით, ანუ აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით შერბილებული იქნება. რაც, შეესება ვაზის მთლიანად მოყინვას  $-22^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის შემთხვევისას, მომავლის სცენარით, იგი მოსალოდნელია 2-ჯერ ყოველ ათ წელში, ხოლო საბაზისოს მიხედვით 4-ჯერ ყოველ ათ წელში. ამიტომ ვაზის კულტურა თითქმის ყოველ წელს უნდა იყოს დაცული ძლიერი ყინვებისაგან, მასზე მიწის შემოყრით და სხვა ყინვებისაგან დამცავი ღონისძიებების გატარებით.

საბაზისო და მომავლის სცენარის ნახაზებიდან (1, 2) დედოფლისწყაროს და ახალციხის მუნიციპალიტეტებისათვის გამოთვლილია აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების სხვადასხვა მაჩვენებლის ალბათობა (განმეორადობა) პროცენტებში (ცხრილი 1).

**ცხრ.1 აღმოსავლეთ საქართველოში ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობა, (%)**

მუნიციპალიტეტი	საბაზისო/სცენარი	უ ზ რ უ ნ ე ე ლ ყ ო ფ ა,%						
		95	90	70	50	30	10	5
დედოფლისწყარო	საბაზისო (მიმდინარე)	-7	-8	-10	-12	-14	-17	-19
	სცენარი (2030-2050)	-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13
ახალციხე	საბაზისო (მიმდინარე)	-10	-13	-15	-19	-23	-25	-26
	სცენარი (2030-2050)	-12	-13	-14	-18	-20	-22	-24

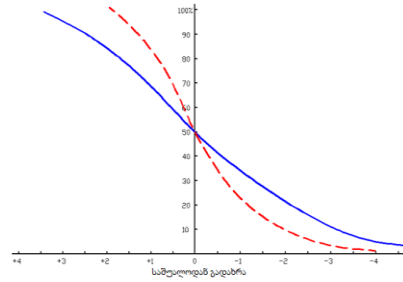
ცხრილის 1-ის მიხედვით დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში, მომავლის სცენარის მიხედვით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა შემცირებულია  $-3^{\circ}\text{C}$ -ით საბაზისოსთან შედარებით, ხოლო ახალციხის მუნიციპალიტეტისათვის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა შემცირებულია საშუალოდ  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით, საბაზისოსთან შედარებით. მაშასადამე, მომავლის სცენარიდან გამომდინარე, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები რამდენადმე შერბილებული იქნება ზემოაღნიშნული კულტურების უკეთ გამოზამთრებისათვის.

ყინვები განსაკუთრებით საშიშია და დიდ ზიანს აყენებს სუბტროპიკული ზონის რაიონებს, სუბტროპიკული მცენარეები ნაკლებად ყინვაგამძლეა ვიდრე კონტინენტური ხეხილოვანი კულტურები და ვაზი. დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტში, ასევე, საშიშია აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების მოქმედების ხასიათი. კერძოდ, თუ აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა დაიწვეს  $0^{\circ}\text{C}$ -ის ქვემოთ  $-6, -8^{\circ}\text{C}$  და მეტით, შეიძლება კრიტიკული (დამაზიანებელი) აღმოჩნდეს, განსაკუთრებით ციტრუსოვანი კულტურებისათვის [3,4]. რაც შეეხება, ქედას მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას აქ აგროკულტურებისთვის არანაკლებ საშიშია ზამთრის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების ზემოქმედება, განსაკუთრებით ისეთი ნაკლებად ყინვაგამძლე კულტურებისათვის, როგორცაა ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი და სხვა.

მოცემულ ტერიტორიებზე, კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე შესაძლებელია რამდენადმე შეიცვალოს აღნიშნული ფაქტორების კლების ტენდენცია. აღნიშნულთან დაკავშირებით, ხელვაჩაურის და ქედის მუნიციპალიტეტებისათვის დამუშავებული იქნა საბაზისო (მიმდინარე) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა და მომავლის A2 სცენარით გამოთვლილი 2020-2050 წლებისათვის მონაცემები. მოცემული მასალების მიხედვით, შედგენილი იქნა მათი ალბათობის მრუდები (ნახ. 3, 4).

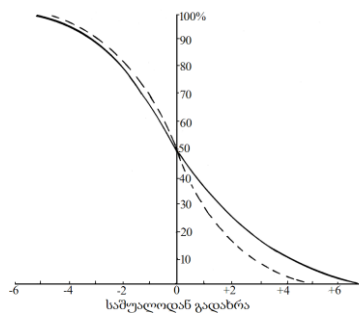
ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების დამუშავებისა და ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში აბსოლუტური მინიმუმები ( $-1^{\circ}\text{C}$ ) რამდენადმე შერბილებულია. ნახაზი 3-ის მრუდზე განსაზღვრისას გაირკვა, რომ მაგალითად,  $-7^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა, რომელიც იწვევს ციტრუსოვანი კულტურების, განსაკუთრებით ლიმონის დაზიანებას ფესვის ყელამდე, ფორთოხლის, გრეიპფრუტის ერთწლიანი ნაზარდების და მანდარინის ფოთლების დაზიანებას, ხელვაჩაურის ტერიტორიაზე განმეორდება 20 წელში ერთხელ, ხოლო მომავლის სცენარით, 2020-2050 წლებში 30 წელში ერთხელ. მაშასადამე, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტის ზონაში ციტრუსოვანი კულტურები ზამთრის ყინვების დაზიანებისაგან რამდენადმე დაზღვეული იქნება. რაც, ხელშემწყობი იქნება ციტრუსოვანი კულტურებზე ზამთრის ყინვებისაგან დაცვითი აგროტექნიკური ღონისძიებების გასატარებელი ხარჯების შემცირებისათვის.





———— საბაზისო (მიმდინარე)  
 - - - - სცენარი (მომავლის)

**ნახ. 3 ხელვაჩაურის ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობის (%) მრუდები**



———— საბაზისო (მიმდინარე)  
 - - - - სცენარი (მომავლის)

**ნახ. 4 ქედას ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობის (%) მრუდები**

უნდა აღინიშნოს, ქედას მუნიციპალიტეტისათვის, ნახ.4-ის საბაზისოს მრუდზე განსაზღვრისას გამოირკვა, რომ მაგალითად,  $-1^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა, რომელსაც შეუძლია (უთოვლოდ) ძლიერად დააზიანოს მანდარინის კულტურა ზღ. დონიდან 300 მ სიმაღლეზე განმეორდება 10%-ით ანუ ერთხელ ყოველ ათ წელში. ხოლო მომავლის სცენარის მრუდის მიხედვით 5%-მდე ყოველ ათ წელში, ანუ ერთხელ ყოველ ოც წელში. მაშასადამე, მომავლის სცენარით, მოცემული კულტურა შესაძლოა ძლიერ დაზიანდეს ოც წელში ერთხელ, საბაზისოსთან შედარებით (ათ წელში ერთხელ).

ხელვაჩაურის და ქედას მუნიციპალიტეტებისათვის საბაზისო და სცენარის მიხედვით (ნახ.3,4), გამოთვლილია მინიმალური ტემპერატურების სხვადასხვა მაჩვენებლის ალბათობები (განმეორადობა) პროცენტებში (ცხრილი 2).

**ცხრ. 2 დასავლეთ საქართველოში ჰაერის აბს. მინიმალურ ტემპერატურათა ალბათობა, (%)**

მუნიციპალიტეტი	საბაზისო/სცენარი	უზრუნველყოფა, %						
		95	90	70	50	30	10	5
ხელვაჩაური	საბაზისო (მიმდინარე)	-7	-6	-4	-3	-2	-1	0
	სცენარი (2030-2050)	-5	-4	-3	-2	-1	-0.5	0
ქედა	საბაზისო (მიმდინარე)	-2	-4	-5	-7	-8	-11	-12
	სცენარი (2030-2050)	-2	-3	-4	-5	-6	-8	-10

ცხრილი 2-ის მიხედვით, ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა შემცირებულია  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით. ეს მიანიშნებს იმაზე, რომ აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები მოცემულ მუნიციპალიტეტში შერბილებულია და განსაკუთრებულად სახიფათო არ უნდა იყოს ციტრუსოვანი კულტურებისათვის. ხოლო ქედას მუნიციპალიტეტისათვის

სცენარის შესაბამისად, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები შემცირებულია  $-2^{\circ}\text{C}$ -ით საბაზისოსთან შედარებით. აღნიშნული, მოცემული მუნიციპალიტეტის ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში მიუთითებს ყინვების შერბილებაზე. გამომდინარე აქედან, მომავლის პროგნოზით (2020-2050 წწ) ყინვები განსაკუთრებულად საშიში არ უნდა იყოს მანდარინის და კვიის კულტურებისათვის.

დასკვნის სახით უნდა აღინიშნოს, რომ დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, საშემოდგომო კულტურების (ხორბალი და სხვა), აგრეთვე ვაზის კრიტიკული (დამაზიანებელი) აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები ( $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$ ) მომავლის სცენარის მიხედვით შემცირებულია  $-3^{\circ}\text{C}$ -ით, საბაზისოსთან შედარებით, ხოლო ახალციხის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლის და ვაზის კრიტიკული (დამაზიანებელი) აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები ( $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$ ) მომავლის სცენარის მიხედვით, საბაზისოსთან შედარებით შემცირებულია საშუალოდ  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით. აღნიშნული ტემპერატურები, შესაძლოა უკეთესი აღმოჩნდეს მოცემული კულტურების ნორმალურად გამოზამთრებისათვის.

ხელვაჩაურის ტერიტორიაზე სცენარისა (2020-2050 წწ.) და საბაზისო (მიმდინარე) მასალების დამუშავებისას გამოირკვა, რომ ციტრუსოვანი კულტურების დამაზიანებელი კრიტიკული ტემპერატურები შემცირებულია  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით საბაზისოსთან შედარებით. რაც, რამდენადმე ხელშემწყობი იქნება მათი ზამთრის ყინვებისაგან დაცვითი ღონისძიებების გასატარებელი ხარჯების შემცირებისათვის. ხოლო ქედას მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, მომავლის სცენარით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები საბაზისოსთან შედარებით შემცირებულია  $-2^{\circ}\text{C}$ -ით. აქედან გამომდინარე, რამდენადმე ხელსაყრელი პირობები იქმნება მანდარინის, ლიმონის, კვიის და სხვა კულტურების უკეთესად გამოზამთრებისათვის.

ზემოაღნიშნულ კულტურებზე დამაზიანებელი-კრიტიკული ტემპერატურების ცოდნას გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია, რათა თითოეული სახეობის გაშენებისათვის წინასწარ შეირჩეს შედარებით ხელსაყრელი მიკროკლიმატური ზონები.

#### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009, გვ. 230
2. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2010, გვ. 293
3. მელაძე გ., მელაძე მ. კლიმატის გლობალური დათბობის გავლენა აგროეკოლოგიურ ზონაზე საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში. საქართველოს გეოგრაფია, №6-7, თსუ-ის გამომცემლობა, 2008, გვ. 95-101
4. მელაძე გ., მ.მელაძე - საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2012, გვ. 435

უაკ 551.583

**ყინვების გავლენა აგროკულტურებზე კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით/მელაძე გ., მელაძე მ./სტუპ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.45-50. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. კლიმატის ცვლილების პირობებში, მომავლის სცენარით (2030-2050 წწ.) შეფასებულია ყინვების ზემოქმედება აგროკულტურებზე. დადგენილია, რომ დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები ( $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$ ) მომავლის სცენარის მიხედვით შემცირებულია  $-3^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო ახალციხეში  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით, საბაზისოსთან (მიმდინარე) შედარებით, რაც ხელსაყრელია საშემოდგომო კულტურების (ხორბალი და სხვა) და ვაზის ნორმალური გამოზამთრებისათვის. ხელვაჩაურის ტერიტორიაზე ციტრუსოვანი კულტურების დამაზიანებელი-კრიტიკული ტემპერატურები მომავლის სცენარით (2030-2050 წწ.) შემცირებულია  $-1^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო ქედას ტერიტორიაზე  $-2^{\circ}\text{C}$ -ით, საბაზისოსთან (მიმდინარე) შედარებით. შედგენილია ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების ალბათობის (%) მრუდები, მუნიციპალიტეტების მიხედვით.**

=====

UDC 551.583

**Impact of frosts on agricultural crops under climate change**/Meladze G., Meladze M./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.45-50. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The impact of frosts on agricultural crops by the future scenario (2030-2050) in the conditions of climate change are estimated. It is established that the absolute minimum temperatures in Dedoplistskaro municipality (-15, -17°C) are reduced by -3°C according to the future scenario, and in Akhaltsikhe by -1°C, compared to the base (current), which is favorable for autumn crops (wheat, etc.) and for normal wintering of vines. Damage-critical temperatures of citrus crops on the territory of Khelvachauri are reduced by -1°C according to the future scenario (2030-2050), and by -2°C on the territory of Keda, compared to the base (current). Curves of the probability (%) of the absolute minimum air temperatures according to the municipalities are drawn.

УДК 551.583

**Влияние морозов на сельскохозяйственные культуры с учетом изменения климата**/Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.45-50. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус  
В условиях изменения климата, сценарием будущего (2030-2050 гг.) оценено влияние морозов на сельскохозяйственные культуры. Установлено, что согласно сценарию будущего, абсолютные минимальные температуры (-15, -17°C) по сравнению с базовыми (текущими) в муниципалитете Дедоплискарго снижены на -3°C, а в Ахалцихе на -1°C, что благоприятно для озимых культур (пшеницы и др.) и для нормальной зимовки лозы. В соответствии со сценарием будущего (2030-2050 гг.), критические температуры повреждения цитрусовых по сравнению с базовыми (текущими) в районе Хелвачаури снижены на -1°C и на -2°C на территории Кеды. Кривые вероятности (%) абсолютных минимальных температур воздуха построены по муниципалитетам.

უაკ 551.59

**კლიმატური პირობების გავლენა ზობიერთი ვირუსული ინფექციის  
ბავრცელებაზე საქართველოში**

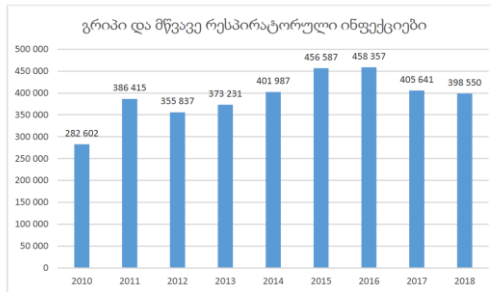
**მ.ფიფია, ნ.ბეგლარაშვილი, ც.დიასამიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კიბრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
m.pipia@gtu.ge

**შესავალი**

საქართველოში ზოგადად ცირკულირებს ყველა ის ინფექციური დაავადება, რომელიც დამახასიათებელია ზომიერი კლიმატის ქვეყნებისთვის. ამ დაავადებათა სპექტრი საკმაოდ ფართოა: ეს არის მწვავე ნაწლავური ინფექციები, მუცლის ტიფი, დიფტერია, ტეტანუსი, ვირუსული ჰეპატიტი, გრიპი და მწვავე რესპირატორული ინფექციები და ა.შ.

ჩვენი კვლევა ეძღვნება გრიპისა და მწვავე რესპირატორული ინფექციების გავრცელების კლიმატურ პირობებს, ვინაიდან სხვა ინფექციურ დაავადებებთან შედარებით მათი წილი ყველაზე დიდია. ამასთანავე, გრიპისა და მწვავე რესპირატორულ ინფექციებს მკვეთრად გამოსატყული სეზონურობა ახასიათებს და მოიცავს ძირითადად ზამთრის პერიოდს (ნოემბერი-აპრილი).



წყარო: სტატისტიკის ეროვნული სამსახური

**ნახ. 1. გრიპისა და მწვავე რესპირატორული ინფექციების გავრცელება საქართველოში (2010-2018).**

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემების გრაფიკული სურათი გრიპის და მწვავე რესპირატორული ინფექციების გავრცელების წამური მანვენებლების შესახებ რომლის მიხედვით, ბოლო წლებში მსგავსი ტიპის ავადობის ყველაზე მაღალ ნიშნულს 2016 წელს მიაღწია - 458,357 შემთხვევა. სტატისტიკურ მასალაში წარმოდგენილი დიდი რაოდენობრივი მანვენებლები, სავარაუდოდ განპირობებულია ნებისმიერი ტიპის, მათ შორის მსუბუქი ფრომით მიმდინარე გრიპის ვირუსის შემთხვევების გათვალისწინებით [1, 2].

**მასალები და მეთოდოლოგია**

ჩვენი მიზანი იყო საქართველოში გრიპის ვირუსების ცირკულაციის კლიმატური პირობების განსაზღვრა. ამისთვის გამოვიყენეთ 2010-2017 წლების ლაბორატორიულად დადასტურებული მონაცემები გრიპის ვირუსების გავრცელების შესახებ. ამ მონაცემების დამუშავების შედეგად გამოიკვეთა გრიპის გავრცელების დიაპაზონები წლის განმავლობაში და პიკები კვირების მიხედვით 2010-2017 წლების პერიოდის თითოეული სეზონისთვის, საერთო ჯამში 7 სეზონის მიხედვით. სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით განვსაზღვრეთ კლიმატური პირობები რომელიც შეესაბამებოდა თითოეულ სეზონს.

მასალად გამოვიყენეთ სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემები ინფექციურ დაავადებათა გავრცელების შესახებ [1], დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის მონაცემები გრიპის შესახებ საქართველოში [3]. სხვადასხვა ნაშრომები გრიპის ვირუსების ცირკულაციის შესახებ საქართველოში [2, 4]. ასევე, 2010-2020 წლების მეტეოროლოგიური მონაცემები ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობის შესახებ [5].

**შედეგები**

საქართველოში სეზონურ გრიპს იწვევს მხოლოდ A და B ტიპის ვირუსები, რომლებსაც გააჩნიათ თავისი ქვეტიპები, რომლებიც განაპირობებენ სეზონური ეპიდემიური დაავადებების გავრცელებას. ზოგადად, გრიპის ვირუსული დაავადებები დაყოფილია 2 კატეგორიად: გრიპისმაგვარი დაავადებები (ILI) და მძიმე მწვავე რესპირატორული დაავადებები (SARI).

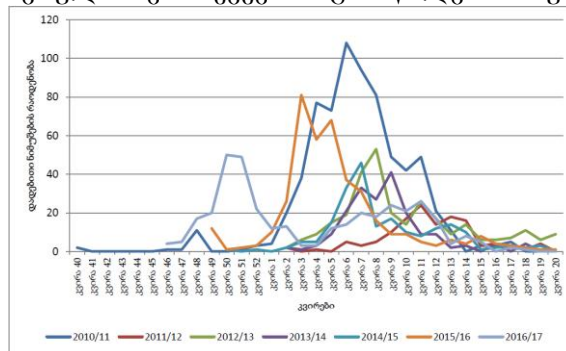
ცხრ. 1-ში მოყვანილია 2010-2017 წლების გრიპისმაგვარი დაავადებებისა და მძიმე, მწვავე რესპირატორული ინფექციების შესახებ ლაბორატორიულად დადასტურებული მონაცემების განაწილება კვირების მიხედვით თითოეულ სეზონზე (თბილისის მაგალითზე). ნაჩვენებია ცირკულაციის პერიოდი სეზონზე კვირების მიხედვით, ასევე, შემთხვევების მედიანა და IQR (კვარტილთაშორისი გაბნევის დიაპაზონი) როგორც ჯამური, ასევე, თითოეული კატეგორიისთვის ცალ-ცალკე, ასევე, ნაჩვენებია სამედიცინო დაწესებულებაში მიმართვიანობის პერიოდი კვირების მიხედვით.

**ცხრილი 1. გრიპის სეზონისათვის ლაბორატორიულად დადასტურებული შემთხვევების განაწილება კვირების მიხედვით**

სეზონი	ცირკულაციის პერიოდი (კვირა)	ჯამური მედიანა (IQR)	ILI (გრიპისმაგვარი დაავადებები) მედიანა (IQR)	SARI (მძიმე მწვავე რესპირატორული ინფექციები) მედიანა (IQR)	მიმართვიანობა სამედიცინო დაწესებულებებში	
					ILI	SARI
2010-2011	40-17	7 (5-9)	6 (4-8)	7 (5-11)	4-10	5-17
2011-2012	2-19	9 (10-13)	11 (9-14)	12 (11-13)	6-14	8-15
2012-2013	2-20	8 (7-12)	11 (7-16)	8 (7-11)	5-16	7-12
2013-2014	2-17	8 (7-10)	7 (6-9)	9 (5-9)	5-11	7-10
2014-2015	50-19	7 (6-9)	7 (6-9)	7 (5-12)	5-9	7-15
2015-2016	49-20	5 (3-6)	4 (3-7)	5 (3-6)	1-8	3-17
2016-2017	46-18	2 (50-9)	51 (49-8)	5 (51-10)	(48-51) და (4-9)	50-12

როგორც ცხრ.1-დან ვხედავთ ცირკულაციის პერიოდები განსხვავებულია სეზონების მიხედვით, თუმცა ძირითადად მოიცავს ნოემბერი-აპრილის პერიოდს, განსაკუთრებით გამორჩეულია 2010-2011 წლების სეზონი, სადაც გრიპის ვირუსების ცირკულაცია მე-40 კვირიდან იწყება, ეს არის ოქტომბრის დასაწყისი, რაც გრიპისთვის უჩვეულოდ ადრეა.

ნახ.2-ზე ნაჩვენებია გრაფიკული გამოსახულება გრიპის დადასტურებული შემთხვევების განაწილებისა კვირების მიხედვით 2010-2017 წწ. სეზონებზე. ამ გრაფიკის წყაროა [4] და იგი კარგად ასახავს დადასტურებული შემთხვევების განაწილების სურათს სეზონების მიხედვით.



**ნახ. 2. გრიპის დადასტურებული შემთხვევების განაწილება კვირების მიხედვით 2010-2017 წწ. სეზონებზე**

როგორც ნახ.2-ზე წარმოდგენილი გრაფიკიდან ჩანს, გამორჩეულია 2010-2011 წლების სეზონი არა მარტო ვირუსის ცირკულაციის ადრე დაწყებით, როგორც უკვე ავლიშნეთ, არამედ ლაბორატორიულად დადასტურებული შემთხვევების განსაკუთრებულად მაღალი მაჩვენებლით, რომელიც ორჯერ და სამჯერ აღემატება სხვა სეზონებზე დადასტურებულ შემთხვევათა რიცხვს.

იმის დასადგენად, თუ რა კორელაცია შეიძლება იყოს საკვლევი პერიოდის ფარგლებში გრიპის ვირუსის ცირკულაციასა და მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს შორის, აქვს თუ არა კლიმატს და ცალკეულ მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს გავლენა ვირუსული ინფექციების დინამიკაზე გრიპის სეზონებზე, ჩატარებულ იქნა შედარებითი ანალიზი.

ჰაერის ტემპერატურისა და საშუალო ტენიანობის შესახებ 2010-2017 წლების მონაცემების მიხედვით, თბილისის მაგალითზე, ჩვენს მიერ შედგენილ იქნა ცხრილები (ცხრ.2, 3)

გრიპის ვირუსების პიკური პერიოდებისათვის კვირების მიხედვით თითოეული სეზონისთვის ცალ-ცალკე. ცხრილებში მოყვანილი მნიშვნელობები გამოთვლილია ვირუსული ინფექციების გავრცელების მედიანებისა და IQR (კვარტილთაშორისი გაბნევის დიაპაზონებისთვის შესაბამისი კვირების მიხედვით.)

**ცხრ.2. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა 2010-2017 წლების სეზონებზე ლაბორატორიულად დადასტურებული შემთხვევების რაოდენობის მედიანების მიხედვით.**

სეზონი	მე-7 კვირა (2010-2011)	მე-11 კვირა (2011-2012)	მე-8 კვირა (2012-2013)	მე-8 კვირა (2013-2014)	მე-7 კვირა (2014-2015)	მე-5 კვირა (2015-2016)	მე-2 კვირა (2016-2017)
საშუალო ტემპერატურა, °C	+1.3	+2.6	+5.8	+6.4	+7.3	+4.6	+3.4
საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %	65	74	83	76	87	74	79

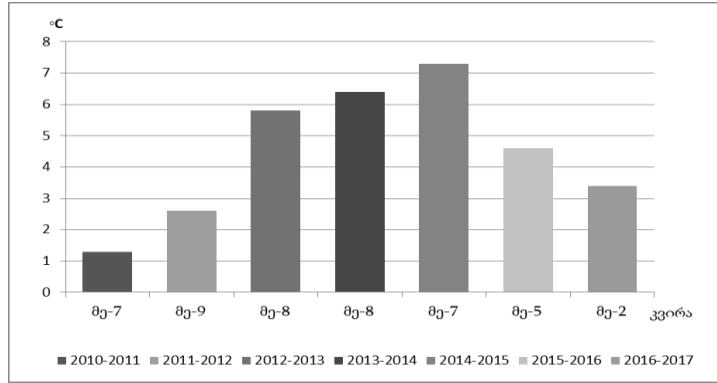
**ცხრ. 3. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა 2010-2017 წლების სეზონებზე ლაბორატორიულად დადასტურებული შემთხვევების რაოდენობის პიკური გავრცელების დიაპაზონის მიხედვით.**

კვირა/ სეზონი	მე-5 მე-10 კვირა (2010-2011)	მე-10 მე-13 კვირა (2011-2012)	მე-7 მე-12 კვირა (2012-2013)	მე-7 მე-10 კვირა (2013-2014)	მე-6 მე-11 კვირა (2014-2015)	მე-3 მე-6 კვირა (2015-2016)	50-ე მე-9 კვირა (2016-2017)
საშუალო ტემპერატურა, °C	+2.2	+5	+7.2	+7.5	+6.4	+4.6	+2.6
საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %	77	69	75	78	79	77	80

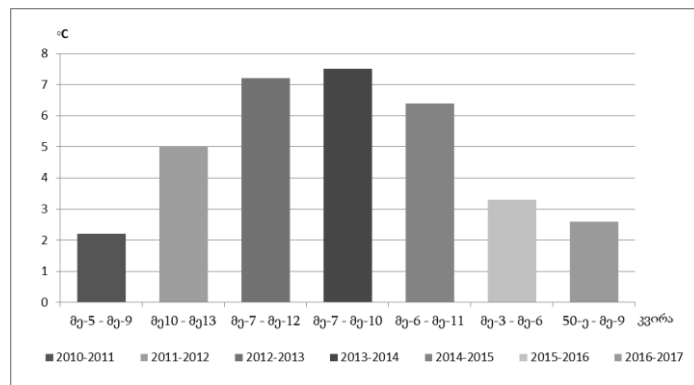
როგორც ცხრ.2 და ცხრ.3-დან ჩანს, აქაც გამორჩეული ადგილი უკავია 2010-2011 წლების სეზონს, როცა დაავადებათა ლაბორატორიულად დადასტურებული შემთხვევათა რიცხვი განსაკუთრებულად მაღალი იყო, როგორც ეს ვნახეთ ზემოთ. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა მე 7 კვირაში (დადასტურებულ შემთხვევათა რიცხვის მედიანა), იყო +1,3°C, ხოლო ჰაერის საშუალო ფარდობითი ტენიანობა 65%, ასევე, დაავადებათა რაოდენობის პიკური გაბნევის დიაპაზონში, მე-5 - მე-10 კვირა, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა იყო +2,2°C, შესაბამისად ჰაერის საშუალო ფარდობითი ტენიანობა 77% ფიქსირდება. თუ დავაკვირდებით შედეგებს სხვა სეზონებზე, დავინახავთ, რომ 2010-2011 წლების მაჩვენებლები ჰაერის ტემპერატურისა და ჰაერის ფარდობით ტენიანობის შესახებ გაცილებით დაბალია და მნიშვნელოვნად განსხვავდება სხვა შესაბამის მაჩვენებლებთან შედარებით დანარჩენი სეზონებისთვის.

ამ მეტეოროლოგიური მონაცემების გაანალიზება და მათი კორელაცია გრიპის ვირუსული ინფექციების გავრცელებასთან, გვაძლევს საშუალებას ვთქვათ, რომ ჰაერის დაბალი საშუალო ტემპერატურისა და შედარებით დაბალი ფარდობითი ტენიანობის პრობებში მოსალოდნელია ვირუსული ინფექციებით დაავადებულთა რაოდენობის მკვეთრი ზრდა ჩვეულებრივთან შედარებით და მაღალია რისკი ქვეყანაში გრიპის ეპიდემიის გავრცელებისა.

ცხრ.2. და ცხრ.3. მიხედვით აგებულ იქნა შესაბამისი გრაფიკები (ნახ.3,4), რომლებიც გვიჩვენებენ ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობებს გრიპისა და მწვავე რესპირატორული დაავადებების გავრცელების პიკურ კვირებში და პიკური გავრცელების დიაპაზონებში სეზონების მიხედვით.



ნახ. 3. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა კვირების მიხედვით გრიპისა და მიიმე მწვავე რესპირატორული ინფექციების გავრცელების მედიანებში, 2010-2017წწ.



ნახ. 4. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა კვირების მიხედვით გრიპისა და მიიმე მწვავე რესპირატორული ინფექციების პიკური გავრცელების დიაპაზონში 2010-2017წწ.

რაც შეეხება სიტუაციას COVID-19-თან დაკავშირებით, აქ დაავადების გავრცელებისა და მეტეოროლოგიური ფაქტორების ანალიზი გვიჩვენებს შემდეგ სურათს - როგორც ვიცით COVID-19-ის გავრცელება საქართველოში მოხდა მარტის თვიდან, შიდა გავრცელების პირველი შემთხვევა 14 მარტს დაფიქსირდა, ამიტომ გადავწყვიტეთ მარტისა და აპრილის თვეების ჰაერის საშუალო ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობები დაგვედგინა, გამომდინარე იქიდან, რომ დაავადების გავრცელება ძირითადად ამ ორ თვეში მოხდა. შესაბამისად შედგენილ იქნა ცხრილი (ცხრ. 4.) თბილისის, ქუთაისისა და ბათუმისთვის სადაც ნახვენებია ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა მარტისა და აპრილის თვეებისთვის.

ცხრ. 4. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა 2020 წ. (მარტი-აპრილი).

თვე	თბილისი		ქუთაისი		ბათუმი	
	საშუალო ტემპერატურა, °C	საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %	საშუალო ტემპერატურა, °C	საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %	საშუალო ტემპერატურა, °C	საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %
მარტი	+10.2	63	+12.9	63	+10.5	81
აპრილი	+11	63	+12.5	66.5	+11.4	80

როგორც ვხედავთ COVID-19-ის გავრცელება საქართველოში მოხდა +10°C +13°C ჰაერის საშუალო ტემპერატურისა და 60%-80% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, რაც შედარებით მაღალია საქართველოში არსებულ სხვა მსგავსი გრიპის ვირუსების გავრცელების კლიმატურ პირობებზე. შეიძლება გამოვთქვათ ვარაუდი, რომ გარკვეულწილად მარტსა და

აპრილში შედარებით მაღალმა ტემპერატურამ ხელი შეუშალა დაავადების ფართო მასშტაბით გავრცელებას.

### დასკვნა

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საქართველოში გრიპისმაგვარი და მძიმე წვავე რესპირატორული ინფექციების პიკური გავრცელებისთვის ხელსაყრელ კლიმატურ ფაქტორებად უნდა მივიჩნიოთ პერიოდი, როდესაც ჰაერის საშუალო ტემპერატურის დიაპაზონი  $+2^{\circ}\text{C}$   $+8^{\circ}\text{C}$ -ია და საშუალო ფარდობითი ტენიანობა 65%-80%.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/54/jandatsva>
2. <https://idfi.ge/public/upload/Blogs/Final.pdf>
3. <https://www.ncdc.ge/Pages/User/News.aspx?ID=e16fe4bb-7057-4d31-8014-52401cd65ab7>
4. [http://press.tsu.ge/data/image\\_db\\_innova/ანა-მაჩაბლიშვილი-დისერტაცია-11-09-2018%20\(1\).pdf](http://press.tsu.ge/data/image_db_innova/ანა-მაჩაბლიშვილი-დისერტაცია-11-09-2018%20(1).pdf)
5. [https://rp5.ru/Weather\\_in\\_Georgia](https://rp5.ru/Weather_in_Georgia).

უაკ 551.59

**კლიმატური პირობების გავლენა ზოგიერთი ვირუსული ინფექციის გავრცელებაზე საქართველოში**/ფიფია მ. ბეგლარაშვილი ნ. დიასამიძე ც./სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.51-55. - ქართ.; რუს.: ქართ., ინგლ., რუს. დამუშავებულ იქნა 2010-2017 წლების ლაბორატორიულად დადასტურებული მონაცემები გრიპის ვირუსების გავრცელების შესახებ, რის შედეგადაც გამოიკვეთა გრიპის გავრცელების დიაპაზონები წლის განმავლობაში და პიკები კვირების მიხედვით სეზონზე. განსაზღვრულ იქნა გრიპისმაგვარი დაავადებებისა და მძიმე მწვავე რესპირატორული ინფექციების ცირკულაციის კლიმატური პირობები საქართველოსთვის.

UDC 551.59

**The influence of climatic conditions on the spread of some viral infections in Georgia** /Pipia M., Beglarashvili N., Diasamidze C./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.51-55. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Laboratory-confirmed data on the spread of influenza viruses in 2010-2017 were processed, which revealed a range of spread of influenza during the year and peak weeks depending on the season. Climatic conditions were identified for influenza-like diseases and severe acute respiratory infections for Georgia.

УДК 551. 59

**Влияние климатических условий на распространение некоторых вирусных инфекций в Грузии** / Пипиа М.Г., Бегларашвили Н.Г., Диасамидзе Ц.О./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.51-55. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус Были обработаны лабораторно подтвержденные данные о распространении вирусов гриппа в 2010-2017 гг., Которые выявили диапазон распространения гриппа в течение года и пиковые недели в зависимости от сезона. Были определены климатические условия для гриппоподобных заболеваний и тяжелых острых респираторных инфекций для Грузии.





=====

ზომიერად ნოტიო კლიმატური რაიონი						
ცხელი						
ცხრილი 1-ის გავრძელება						
+21-დან +26-მდე	+2-დან -1-მდე	55-75	0.5-დან 4.2-მდე	0.4-დან 4.0-მდე	100-დან 800-მდე	აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეები და მთისწინეთი
თბილი						
+18-დან +21-მდე	-1-დან -4-მდე	65-75	1.2-დან 2.3-მდე	1.0-დან 2.6-მდე	800-დან 1200-მდე	აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალმთიანეთი და საშუალო მთიანეთი
ზომიერად ცივი						
+11-დან +18-მდე	-4-დან -10-მდე	70-90 და მეტი	0.6-დან 5.4-მდე	0.3-დან 6.9-მდე	1200-დან 2200-მდე	სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის მაღალმთიანი

მაღალი სინოტივე დამახასიათებელია არა მარტო მთლიანად დასავლეთ საქართველოს-თვის, არამედ კავკასიონის მთავარი ქედის ცენტრალური და აღმოსავლეთი ნაწილისთვისაც. კავკასიონის მთავარი ქედის მაღალმთიანი რაიონების აღმოსავლეთი ნაწილის მაღალი სინოტივე განპირობებულია იმით, რომ ნაწილი დასავლეთის ნოტიო ჰაერისა, რომელიც ღიხის ქედზე ზემოდან გადადის, აღწევს კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობებზე. ეს ფერდობები საქართველოს დასავლეთ ნაწილთან შედარებით ხასიათდება ნალექების მცირე რაოდენობით და ჰაერის დაბალი სინოტივით, მაგრამ მაინც დისკომფორტულ ზონაში ხვდება. გარდა ამისა, საქართველოსთვის დამახასიათებელი კლიმატის ვერტიკალური ზონალობა განპირობებს შენობათა ტიპოლოგიურ დიფერენციაციას.

სამშენებლო-კლიმატური ქვერაიონების ვერტიკალური ზონების საზღვრები განსაზღვრული იქნა ყველაზე ცხელი და ცივი თვეების იზოთერმების მიხედვით. აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს დაბლობი ადგილები აღმოჩნდა დისკომფორტულ პირობებში, რაც განპირობებულია პირველ შემთხვევაში ზაფხულის მაღალი ტემპერატურით, ხოლო მეორე შემთხვევაში, როგორც მაღალი ტემპერატურის, ასევე მაღალი სინოტივით. კომფორტულ ზონაში აღმოჩნდა აღმოსავლეთ საქართველოს მთისწინეთში დასახლებული პუნქტები. ყველაზე ცხელი თვის ივლისის საშუალო ტემპერატურა (21°C) როგორც ნოტიო, ისე ზომიერად ნოტიო რაიონში წარმოადგენს ცხელი კლიმატური ქვერაიონების გამყოფს. მეორე ვერტიკალური ზონა ხასიათდება ცხელი ზაფხულით და შემოიფარგლება ივლისის თვის იზოთერმებით 18-21°C, მესამე, ყველაზე მაღალი ზომიერად ცივი ზონა კი შემოიფარგლება ივლისის იზოთერმით -12°C და 11°C შესაბამისად, ნოტიო და ზომიერად ნოტიო რაიონებში.

ზამთრის პირობების დასადგენად მიღებული იქნა ტემპერატურის პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ სპეციალური ზომების მიღებას შენობების გადაცივებისაგან დასაცავად, როგორცაა ორმაგი შემინვა, შესასვლელების და კიბეების უჯრედების დათბობა. ყველაზე ცივი თვის იზოთერმა -1°C წარმოადგენს შენობების ტიპების ხარისხობრივი ცვლილებების საზღვარს.

როგორც ნოტიო, ისე ზომიერად ნოტიო რაიონში წარმოადგენს ცხელი კლიმატური ქვერაიონების გამყოფს. მეორე ვერტიკალური ზონა ხასიათდება ცხელი ზაფხულით და შემოიფარგლება ივლისის თვის იზოთერმებით 18-21°C, მესამე, ყველაზე მაღალი ზომიერად ცივი ზონა კი შემოიფარგლება ივლისის იზოთერმით - 12°C და 11°C შესაბამისად, ნოტიო და ზომიერად ნოტიო რაიონებში.

ზამთრის პირობების დასადგენად მიღებული იქნა ტემპერატურის პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ სპეციალური ზომების მიღებას შენობების გადაცივებისაგან დასაცავად, როგორცაა ორმაგი შემინვა, შესასვლელების და კიბეების უჯრედების დათბობა. ყველაზე ცივი თვის იზოთერმა -1°C წარმოადგენს შენობების ტიპების ხარისხობრივი ცვლილებების საზღვარს.

დასავლეთ საქართველოში ყველაზე ცივი თვის -1°C -იანი იზოთერმა გადის დაახლოებით 1000 მ-მდე სიმაღლემდე. ამიტომ ცხელი და თბილი ქვერაიონი საქართველოს ამ ნა-

წილში არ მოითხოვენ დამატებით საშუალებებს და ღონისძიებებს შენობების გადაცივებისა-  
გან დასაცავად.

აღმოსავლეთ საქართველოში ყველაზე ცივი თვის  $-1^{\circ}\text{C}$  -იანი და უფრო დაბალი  
იზოთერმა გადის 600-800 მეტრ სიმაღლეზე და მოიცავს დაბლობის ტერიტორიის ნახევარზე  
მეტს (ცხრილი 1, ნახ.1). ეს მეტყველებს იმაზე, რომ საქართველოს ამ ნაწილში ზამთრის  
პირობების გათვალისწინება აუცილებელია შენობების დაპროექტებისას, რაც კლიმატის  
კონტინენტალობით არის განპირობებული.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ.ქართველიშვილი კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება მშენებლობაში.  
თბილისი, 2007, 150გვ.

უაკ 551.59

**საქართველოს სამშენებლო-კლიმატური დარაიონება კომპლექსური პარამეტრების გათვალ-  
ისწინებით/ქართველიშვილი ლ./სტუ-ის ჰმ-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.56-  
58 - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში მოცემულია დარაიონების ახალი რუკა-სქემა,  
რომელშიც განსაზღვრულია სამშენებლო-კლიმატური ნორმები კლიმატის ცვლილების დინა-  
მიკის გათვალისწინებით. უნდა აღინიშნოს, რომ დღემდე არსებული დარაიონება ჩატარე-  
ბულია მოძველებული კლიმატური მონაცემების საფუძველზე და არ ითვალისწინებს კლი-  
მატურ ვარიაციებს, რასაც ადგილი აქვს ჩვენ ქვეყანაში არსებული გლობალური კლიმატური  
ცვლილებების ფონზე.**

UDC 551.59

**Georgian Construction-Climate Zoning Considering Complex Options./Kartvelishvili L./Scientific  
Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.56-58. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. In the  
paper is given, a new map-scheme of regions which defines the construction-climatic norms taking into account  
the dynamics of climate change. It should be noted that the current zoning is based on outdated climate data and  
does not take into account the climate variations that occur in the context of climate change in our country.**

УДК 551.59

**Строительно-климатическое зонирование Грузии с учетом сложных вариантов./Картвелишвили  
Л.Г./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.56-58. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье  
дается новая карта-схема регионов который определяет строительно-климатические нормы с учетом  
динамики изменения климата. Следует отметить, что текущее зонирование основано на устаревших  
климатических данных и не учитывает изменения климата, которые происходят в контексте изменения  
климата в нашей стране.**

უაკ 504.5.054

**ქ.თბილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა**

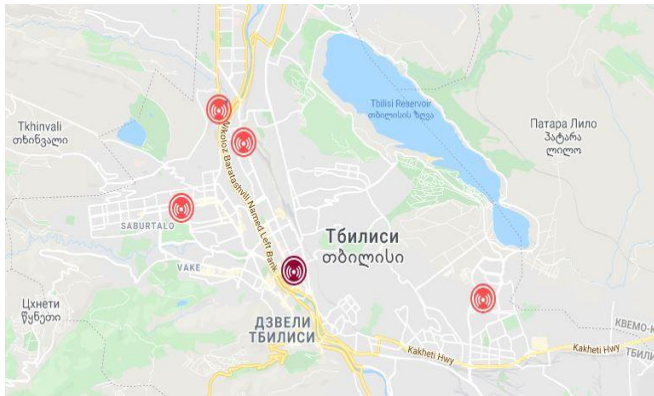
ნ.გიგაური<sup>1</sup>, ს.მდივანი<sup>1</sup>, ვ.კუხალაშვილი<sup>2</sup>, ა.სურმავა<sup>1,2</sup>, ლ.ინწკირველი<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>ვიჯაგახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მნოდის გეოფიზიკის  
ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო, aasurmava@yahoo.com

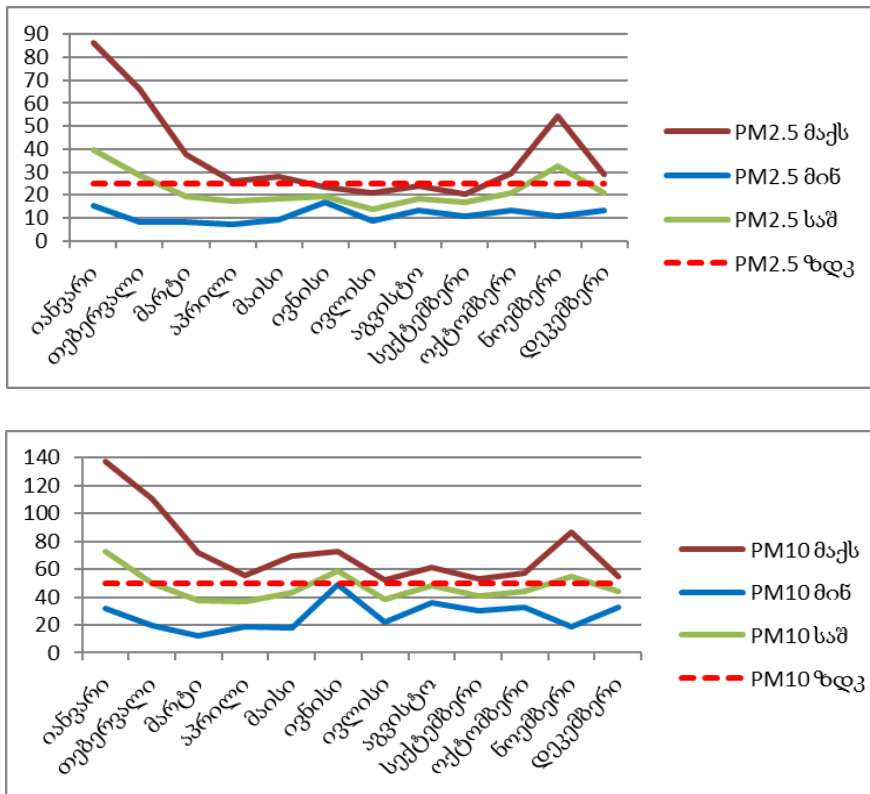
ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შეფასება და მის გაუმჯობესებაზე ზრუნვა თანამედროვე საზოგადოების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა [1]. ატმოსფერული ჰაერის ხარისხს დიდად განსაზღვრავს მასში მტვრის და კერძოდ, PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის შემცველობა [2]. ამიტომ ჩვენს მიერ კვლევის საგნად არჩეულია საქართველოს უდიდესი ქალაქის და ადმინისტრაციული ცენტრის, თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციის განსაზღვრა. ეს ნაწილაკები განსაკუთრებით საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, ვინაიდან მარტივად ხვდებათ შინაგან ორგანოებში და იწვევენ სხვადასხვა დაავადებას [3].

თბილისში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ზე დაკვირვება წარმოებს 2017 წლიდან 5 სადამკვირვებლო პუნქტში (ნახ.1)



**ნახ.1. ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელ ინგრედიენტთა კონტროლის სადამკვირვებლო პუნქტების განლაგება ქ.თბილისში**

გარდა სტაციონალური პუნქტებისა, თბილისის სხვადასხვა უბანში ჩატარებულია ექსპერიმენტული გაზომვები. ნახ.2-ზე ნაჩვენებია 2019 წლის განმავლობაში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციების ცვლილების გრაფიკები, რომლებიც აგებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების თანახმად [4]. შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ქ.თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში PM<sub>2.5</sub>-ის კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციებზე, მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი კი ერთნაირია. PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ), მინიმალური ყოველთვის ნაკლებია ზდკ-ზე, საშუალო მნიშვნელობები კი მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზდკ-ს (ზდკ PM<sub>2.5</sub> = 25 მკგ/მ<sup>3</sup>, ზდკ PM<sub>10</sub> = 50 მკგ/მ<sup>3</sup>). გამონაკლისია PM<sub>10</sub>-ის საშუალო კონცენტრაცია ივნისის თვეში, რომელიც მეტია ზდკ-ზე, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს მეტეოროლოგიური ან ლოკალური სიტუაციით. მაგ. აკ.წერეთლის გამზირზე იანვრის თვეში PM<sub>2.5</sub>-ის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა იყო 86.08 მკგ/მ<sup>3</sup>, საშუალო თვიური – 39.68 მკგ/მ<sup>3</sup>; PM<sub>10</sub>-ისათვის დაფიქსირდა მაქსიმალური – 137.54 მკგ/მ<sup>3</sup>, საშუალო თვიური – 72.40 მკგ/მ<sup>3</sup>, რაც ყველა შემთხვევაში მეტია მათ შესაბამის ზდკ-ზე. უკეთესი მდგომარეობა აღინიშნება ზაფხულის თვეებში. ივლისის თვეში იმავე პუნქტში PM<sub>2.5</sub> –ის მაქსიმალური მნიშვნელობა დაფიქსირდა 20.73 მკგ/მ<sup>3</sup>, საშუალო თვიური – 13.58 მკგ/მ<sup>3</sup>; PM<sub>10</sub>-ისათვის მაქსიმალური – 52.57 მკგ/მ<sup>3</sup>, საშუალო თვიური – 38.08 მკგ/მ<sup>3</sup>.



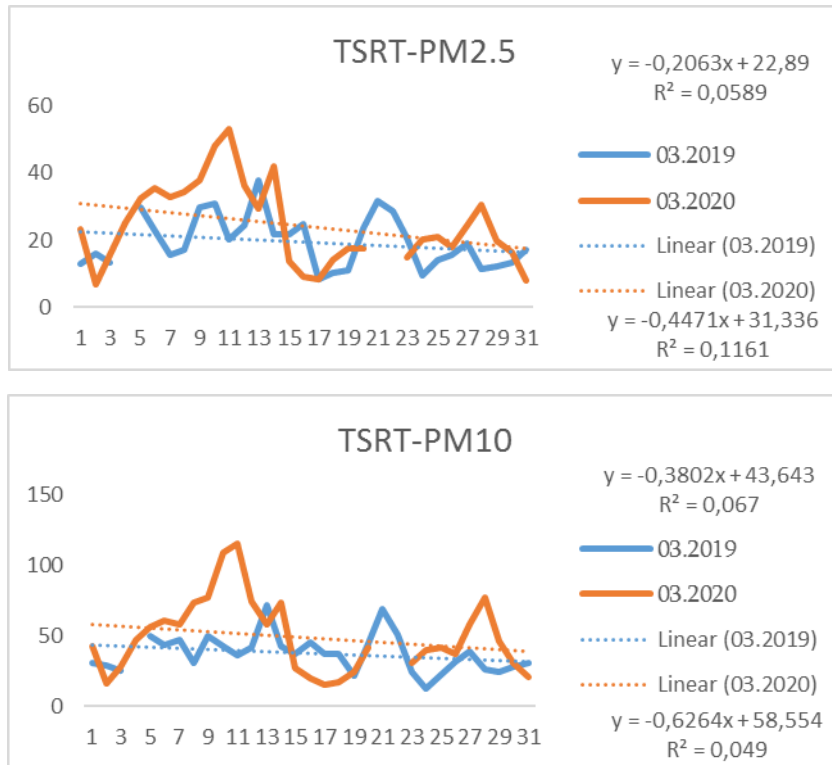
**ნახ.2. PM2.5 და PM10-ის 2019 წლის ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები**

გარკვეულ ინტერესს იწვევს 2019 და 2020 წლების მონაცემების შედარება (ნახ. 3, 4), როცა საქართველოში დაფიქსირდა კორონა ვირუსის ინფექცია (27 თებერვალს). მანამდე ქვეყანა ცხოვრობდა ჩვეული რიტმით, რასაც იანვრისა და თებერვლის თვეების მონაცემთა ანალიზიც ადასტურებს. განსხვავებული სურათია მიღებული მარტისა და აპრილის თვეებში. ნახ. 3 და 4-დან ჩანს, რომ 2020 წლის მარტის თვეში, 2019 წლის იმავე პერიოდთან შედარებით, მაღალი იყო ჰაერში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაცია და ხშირად აღემატებოდა შესაბამის ზღვ-ს. მარტის ბოლოს გამოიკვეთა კონცენტრაციების შემცირების ტენდენცია, რაც შეიძლება აიხსნას ამ პერიოდში კორონა ვირუსის გავრცელების გამო შეზღუდვების შემოღებით (დაიხურა ბევრი საჯარო დაწესებულება და შესაბამისად შემცირდა ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობა). ასეთი სურათი დაფიქსირდა ქობილისის 5-ვე სადამკვირვებლო პუნქტზე.

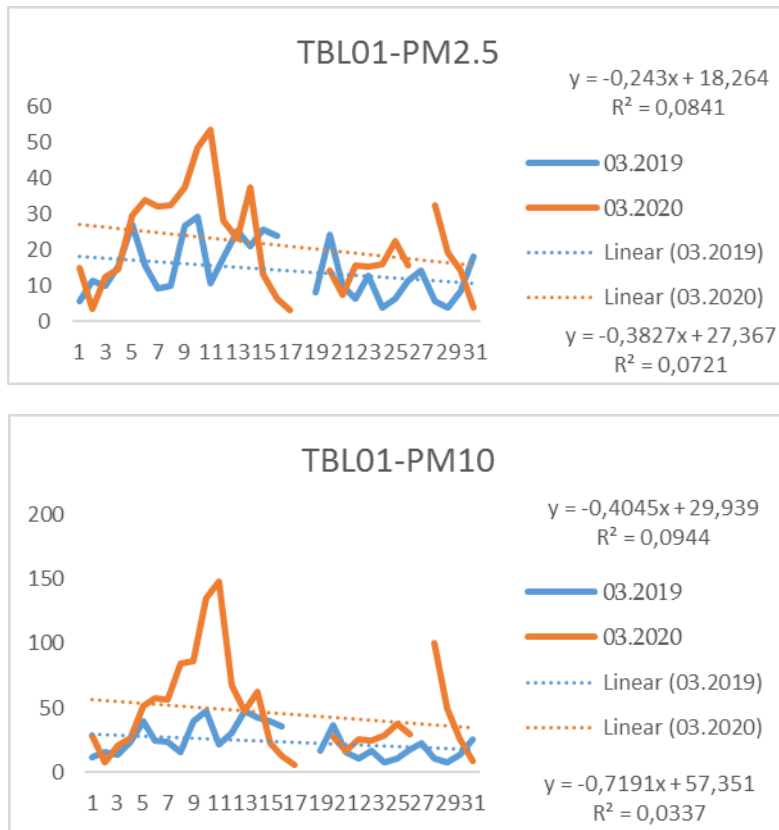
უფრო მკვეთრად გამოვლინდა პანდემიის გავლენა ატმოსფეროში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციაზე აპრილის თვეში. ნახ. 5, 6-დან ჩანს, რომ ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი ფიქსირდება 17-23 აპრილის ინტერვალში, როცა ქალაქში აკრძალული იყო ყველა სახის ტრანსპორტის მოძრაობა. 27 და 28 –ში გაიხსნა თბილისის ქალაქიდან გასული მოქალაქეების დასაბრუნებლად და შემოსული ავტომანქანების ნაკადი აისახა კიდევ ატმოსფეროში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების ზრდაზე, თუმცა ვერ მიაღწია ზღვ-ს მნიშვნელობას. ტრენდის მრუდი 2020 წლის აპრილის თვეში 2019 წლისაგან განსხვავებით უარყოფითია, რაც გამოწვეულია ზემოთ აღნიშნული ფაქტორებით.

ასევე შედარებულია 2019 და 2020 წლების საშუალო თვიური მაჩვენებლები. 2020 წლის მარტის თვეში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციები გასულ წელთან შედარებით მაღალია და უახლოვდება ზღვ-ს მნიშვნელობებს (ნახ. 7). რაც შეეხება აპრილის თვის მონაცემებს, აქ სულ სხვა სურათი გვაქვს. 2020 წელს დაფიქსირებული კონცენტრაციები დაახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია 2019 წელთან შედარებით და 2.5-ჯერ ნაკლებია შესაბამის ზღვ-ზე (ნახ. 8).

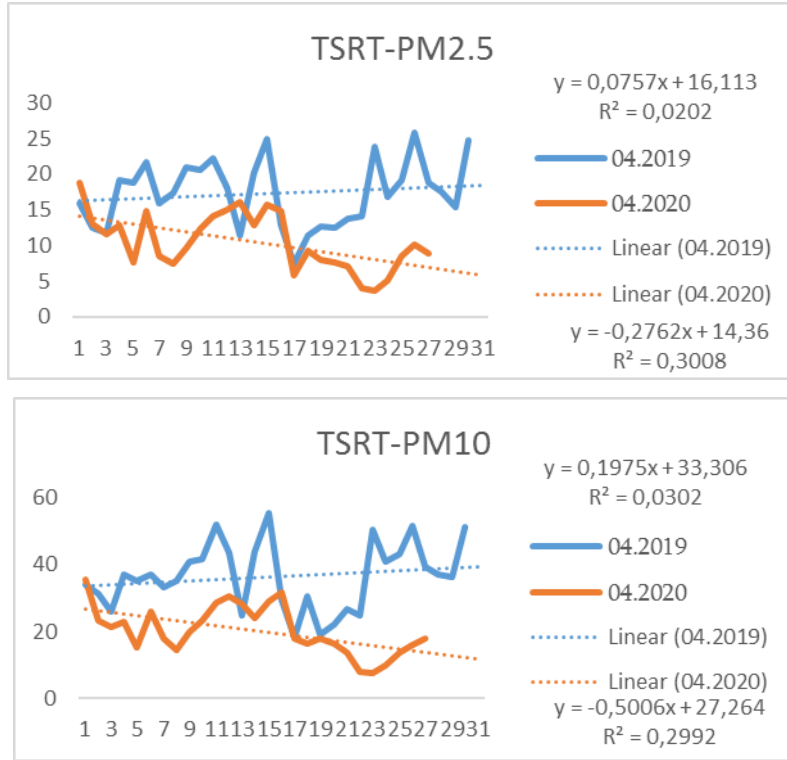




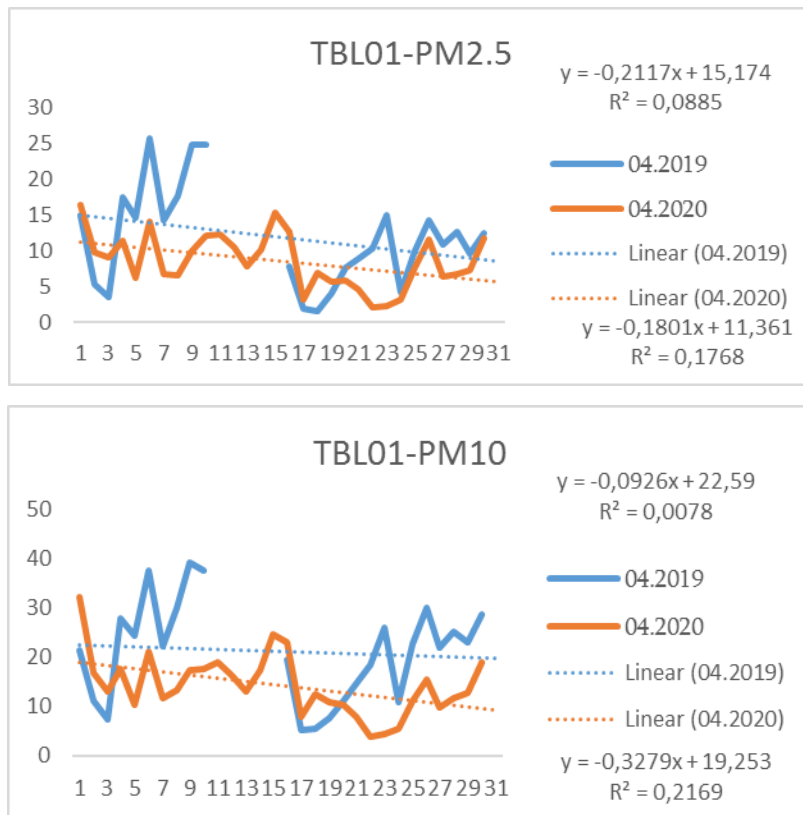
ნახ.3. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის მარტში (წერეთლის გამზირი)



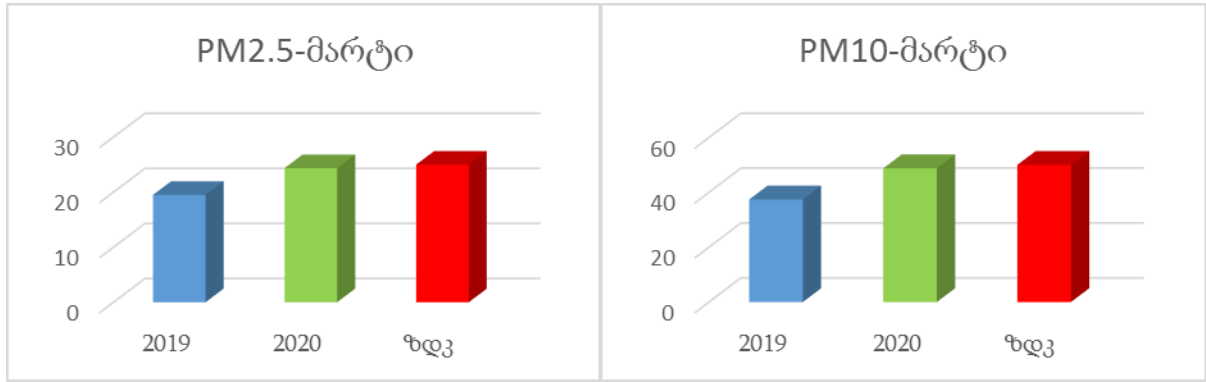
ნახ.4. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის მარტში (ვაშლიჯვარი)



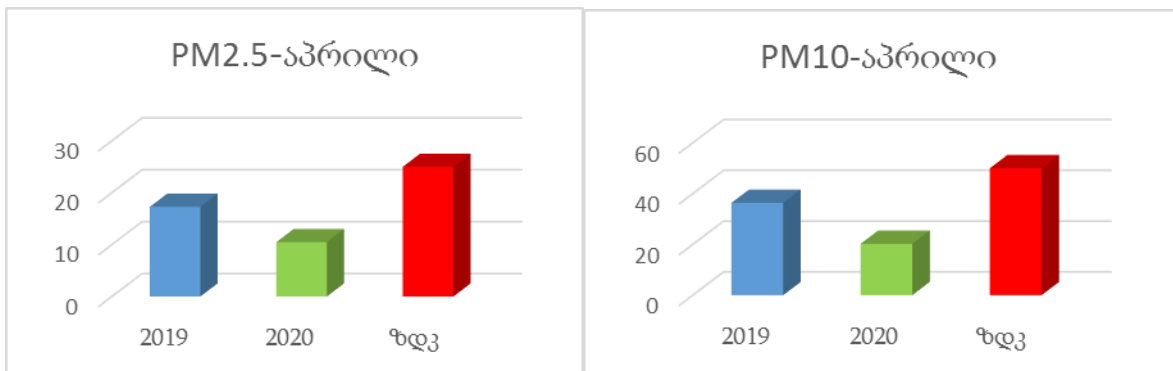
ნახ.5. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის აპრილში (წერეთლის გამზირი)



ნახ.6. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი 2019 და 2020 წლის აპრილში (გაშლიჯვარი)



**ნახ.7. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საშუალო თვიური მნიშვნელობები 2019 და 2020 წლების მარტში**



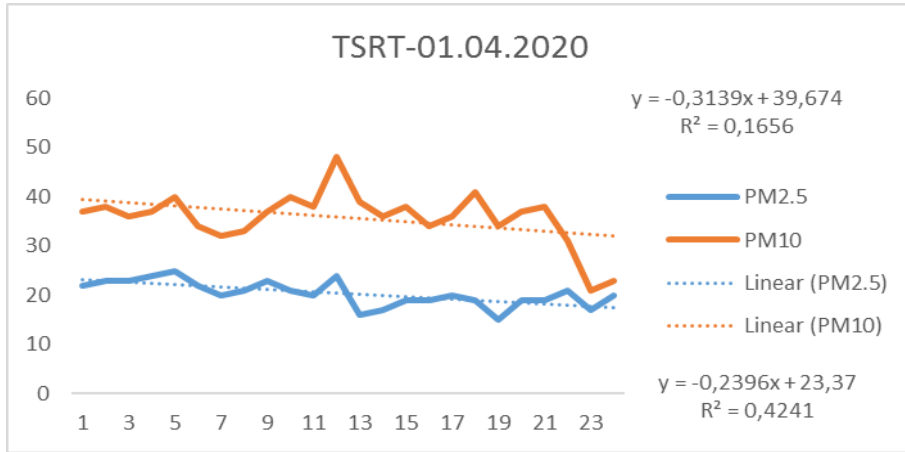
**ნახ.8. PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საშუალო თვიური მნიშვნელობები 2019 და 2020 წლების აპრილში**

ანალიზმა გვაჩვენა პანდემიის გავლენა ატმოსფეროში მტვრის ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე და ნათლად დაგვანახა, რომ დღეს ქ.თბილისის ატმოსფეროს ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

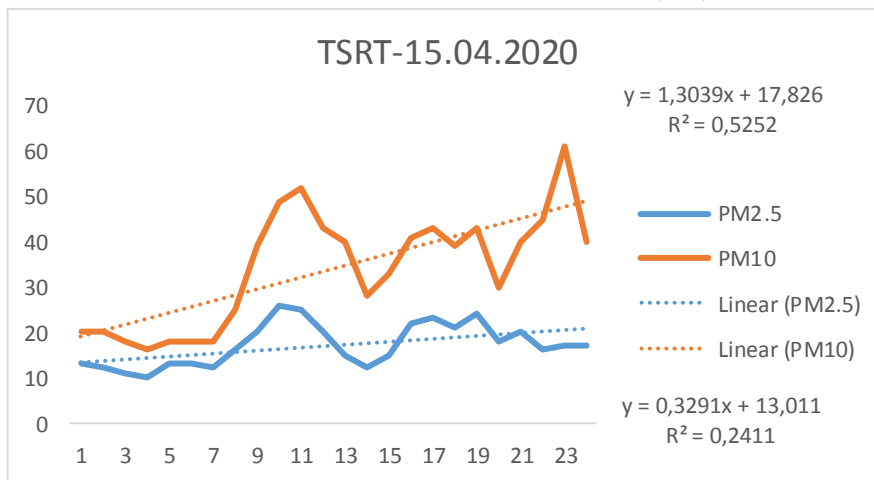
განვიხილოთ PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილება დღის განმავლობაში. მონაცემთა სრული ბაზა მოიცავს 2019 წლის ყოველი თვისა და 2020 წლის იანვრის, თებერვლის, მარტისა და აპრილის თვეების 5, 15 და 25 რიცხვებში აგებულ საათობრივი მსვლელობის გრაფიკებს. პანდემიის გავლენის შესასწავლად მონაცემთა ბაზას დაემატა კიდევ რამდენიმე დღე აპრილის თვეში. ატმოსფეროში კონცენტრაციის ცვლილების ტრენდმა (ნახ.9,10) გვიჩვენა, რომ აპრილის თვის 1-15 რიცხვებში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციები დღის საათებში მინიმალურია, მერყეობს 10-20 მკგ/მ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში, დღის განმავლობაში კი ხასიათდება ზრდის ტენდენციით. მაქსიმალური კონცენტრაციები დაფიქსირებულია 11-12 და 22-24 საათების ინტერვალში. ამ პერიოდში ატმოსფეროში PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაცია აჭარბებს შესაბამისი ზღვ-ს მნიშვნელობას (50 მკგ/მ<sup>3</sup>).

2020 წლის 17 აპრილიდან საქართველოში გამოცხადდა საგანგებო მდგომარეობა, აიკრძალა ქ.თბილისში ავტოტრანსპორტის მოძრაობა და ეს პროცესი ნათლად აისახა ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციებზე (ნახ.11). კერძოდ, დღის საათებში მათი მნიშვნელობა არის მინიმალური და მერყეობს 1-4 მკგ/მ<sup>3</sup> - ფარგლებში, დღის განმავლობაში შენარჩუნებულია მატების ტენდენცია, ღამის პიკი კი არ აღემატება 25 მკგ/მ<sup>3</sup>.

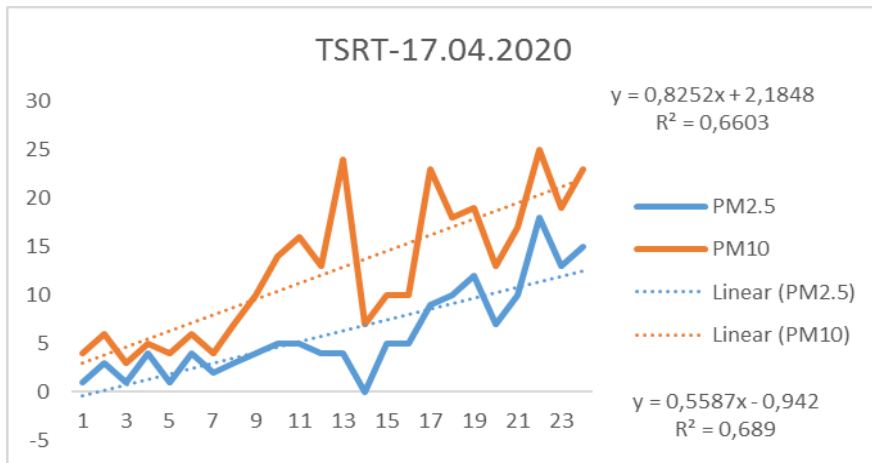




ნახ.9. ქობილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 1-ლ აპრილს PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა



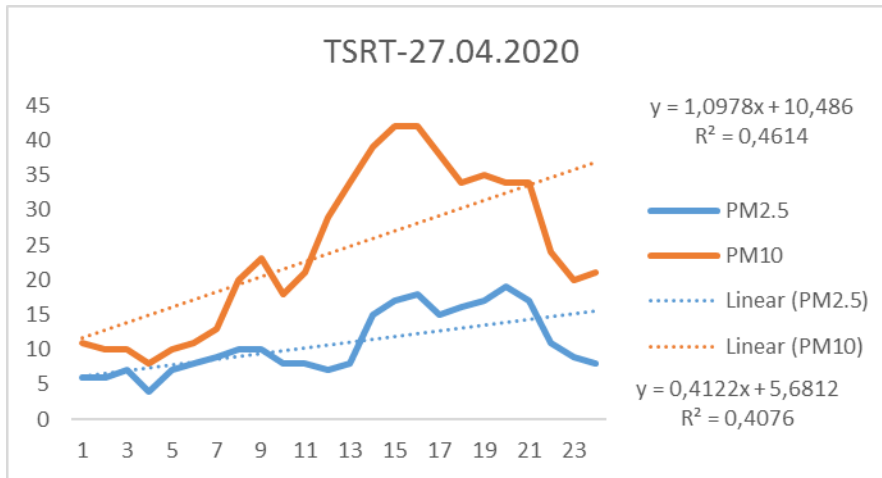
ნახ.10. ქობილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 15 აპრილს PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა



ნახ.11. ქობილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 17 აპრილს PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა

ასეთი სურათი გრძელდებოდა აპრილის თვის 27-28 რიცხვებამდე. ამ რიცხვებში ქალაქი გაიხსნა 2 დღით, როცა თბილისში დაბრუნდა ქალაქიდან გასული მოსახლეობის დიდი უმრავლესობა, გაიზარდა ტრანსპორტის ნაკადი, რაც თვალნათლივ აისახა

ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის შემცველობაზე, მათმა კონცენტრაციამ შესაბამის ზღკ-საც კი მიაღწია (ნახ.12).



ნახ.12. ქობილისში, წერეთლის გამზირზე 2020 წლის 27 აპრილს PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი მსვლელობა

ტრენდებმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში ქობილისის ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაცია ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება მატების ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში, თუმცა არსებობს გამონაკლისებიც, რაც სავარაუდოდ, განპირობებულია ადგილობრივი ლოკალური პირობებით.

#### დასკვნა

- ქობილისის ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> -კონცენტრაციები, როგორც წესი, ნაკლებია PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციებზე, მაგრამ მათი ცვლილების მრუდის ხასიათი ერთნაირია;
- PM<sub>10</sub>-ის მაქსიმალური მნიშვნელობები თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზღკ), მინიმალური - ყოველთვის ნაკლებია ზღკ-ზე, საშუალო მნიშვნელობები კი მხოლოდ ზამთრის პერიოდში აღემატება შესაბამის ზღკ-ს;
- PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში PM-ნაწილაკების კონცენტრაციები ნებისმიერ სიტუაციაში ხასიათდება ზრდის ტენდენციით და თავის მაქსიმუმს აღწევს 19-21 საათებში;
- ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა პანდემიის გავლენა PM-ნაწილაკების კონცენტრაციის შემცირებაზე ქალაქის ატმოსფეროში და ნათლად დაგვიანახა, რომ ქობილისის ატმოსფეროს PM-ნაწილაკებით დაბინძურებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს ავტოტრანსპორტს.

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

#### ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. გ.ს.გუნია. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. შაქმეცაკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი (ჰმი), თბილისი, 2005, 265 გვ.
2. N. G. Gigauri, A. A. Surmava. 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, 2017. 20 B. pp. 11-23.

3. World health organization. Global Health Risk: Mortality and Burden of Diseases Attributable to Selected Major Risks. 23-53, 2009.
4. [http://air.gov.ge/reports\\_page](http://air.gov.ge/reports_page), გადამოწმებულია - 17.02.2020.

უაკ 504.5.054

**ქობილისის ატმოსფერული ჰაერის PM-ნაწილაკებით დაბინძურების გამოკვლევა.** /ნ.გიგაური, ს.მდივანი, ვ.კუხალაშვილი, ა.სურმავა, ლ.ინცკირველი/.სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.59-66. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. განსახილველია ქობილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ის კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური კონცენტრაციის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები. განხილულია PM-ნაწილაკების კონცენტრაციების საათობრივი და დღიური ცვლილების ტრენდი ქალაქის ჩვეული რიტმისა და ფორს-მაჟორულ სიტუაციებში.

UDC 504.5.054

**Investigation of Air Pollution in c. Tbilisi by PM-particles/** Gigauri N.G., Mdivani S.G., Kukhalashvili V.G, Surmava A.A., Intskirveli L.N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.59-66. - Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The concentrations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> particles in the atmospheric air of Tbilisi and its environs were determined. Their monthly maximum and minimum values are estimated. The trends of changes in the hourly and daily concentrations of PM particles under the usual rhythm of city life and the force-majeure state are analyzed.

УДК 504.5.054

**Исследование загрязнения атмосферного воздуха г. Тбилиси PM-частицами** /Гигаури Н.Г., Мдивани С.Г., Кухалашвили В.Г., Сурмава А.А., Инцкирвели Л.Н./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.59-66. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Определены концентрации PM<sub>2.5</sub> и PM<sub>10</sub> частиц в атмосферном воздухе г.Тбилиси и в его окрестностях. Оценены их ежемесячные максимальные и минимальные значения. Проанализированы тренды изменения ежечасовых и ежедневных концентраций PM-частиц в условиях обычного ритма жизни города и форс-мажорном состоянии.

უკ 504.064.36

## ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი

გუნია გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, garrygunia@yahoo.com

უილარდ გიბსის მიერ (Josiah Willard Gibbs) შემოტანილი მცნება “აეროზოლი” მოიცავს აეროლისპერსული სისტემების ფართო ნაირსახეობას, რომელთა შორისაა მტვერი, ნისლი და ბოლი [1].

ატმოსფერული ჰაერის ფართოდ გავრცელებულ მინარევს წარმოადგენს მტვერი, რომლის მახასიათებლები უკვე კარგადაა ცნობილი [2]. უმთავრესად ეს ქვედა ატმოსფეროსა და ჰაერის მიწისპირა ფენაში გავრცელებულ მტვრის ნაწილს ეხება. ზოგადი შეფასებებით, მთელი მსოფლიოს ქალაქებში 1 წლის განმავლობაში ატმოსფეროში გაფრქვეული ანთროპოგენური წარმოშობის მყარი ნაწილაკების რაოდენობა დაახლოებით 1 მლრდ. ტ. შეადგენს.

ატმოსფერული მტვრის დაყოფას თავისი თვისებების მიხედვით აწარმოებენ, მათ შორის: ჰიგიენურად - ბიოლოგიური ზემოქმედებით; მეტეოროლოგიურად - ატმოსფეროში განაწილებით; ტექნიკურად - ადამიანის სამეურნეო და სამრეწველო ქმედებით.

მეტეოროლოგიურ ოპტიკაში მტვრის ნაწილაკებად მიიღება ისეთი ნაწილაკები, რომელთა სინათლის გაფანტვის ინტენსიობა -  $I_x$  გადაიხრება რელეის კანონიდან, რომლის თანახმად -  $I_x \sim \lambda^{-4}$ : 1)  $I_x \sim \lambda^{-2}$  - (ვულკანური მტვერი); 2) მსხვილდისპერსული მტვერი - ( $I_x \sim \lambda^0$ ) - სინათლის ნაკადს ერთნაირად ფანტავს. ეს უკანასკნელი, ატმოსფეროში მყოფი, 0.1 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკებია და მეტეოროლოგიაში მტვრის ნაწილაკებად მიიღებიან.

ხშირად მტვრის ნაწილაკები ელექტროდამუხტვისა და რადიოაქტიურობის მიხედვითაც იყოფიან.

ადამიანის ჯანმრთელობაზე ატმოსფერული მტვრის ზემოქმედების შესწავლისას, მათი ზომების განსაზღვრას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. ადამიანის ფილტვებში ხვდებიან ნაწილაკები ზომებით არა უმეტეს 5 მკმ-სა.

10 მკმ-ზე უფრო მსხვილი ნაწილაკები მთლიანად ცხვირის ღრუში ილექებიან, ხოლო, პირით სუნთქვისას, ისინი ზედა ბრონქების იქით არ შედიან.

ჩვენს სხეულს აქვს ლორწოვანი გარსი და დამცავი თმები სუნთქვის ორგანოებზე, რომლებიც 10 მკმ-ს ნაწილაკებს იკავებენ. ხოლო უფრო მცირე და მსუბუქი 2.5 მკმ ნაწილაკები დიდ ხანს იმყოფებიან ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაში და პრაქტიკულად არ ილექებიან მიწაზე. ისინი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ყველაზე დიდ რისკს წარმოადგენენ.

უკეთესი გაგებისთვის აღსანიშნავია, რომ ადამიანის თმის დიამეტრი 80 - 100 მკმ - ს შეადგენს. გარდა ამისა, ხილული სინათლის ტალღის სიგრძის დიაპაზონი 0.38 მკმ (იისფერი) - 0.78 მკმ (წითელი) არეში მდებარეობს.

მტვრის ნაწილაკები 0.8 - 1.6 მკმ-ს დიამეტრით, ძირითადად ბრონქებსა და ალვეოლებში ილექებიან, ხოლო 0.2 - 0.3 მკმ-ს დიამეტრის მქონე ნაწილაკების, დაახლოებით, 80% ისევ უკან ამოისუნთქებიან.

ამ ზომებზე უფრო მცირე სიდიდის ნაწილაკების დალექვა ფილტვებში დიფუზიის ხარჯზე შესაძლებელია. ამასთან, ელექტროდამუხტული ნაწილაკების დაკავება 54%-ს შეადგენს, ხოლო ნეიტრალურებისა კი - მხოლოდ 18%-ს.

თავისი წარმოშობის მიხედვით ატმოსფერული მტვრის მინარევის კოსმოსური, ვულკანური, ეოლური, ზღვიური და სამრეწველო წარმოშობის მტვრებად დაყოფა არის მიღებული.

მთელ ატმოსფეროში კოსმოსური მტვრის შემცველობა დაახლოებით  $10^6$ ტ-ს უტოლდება, რაც ამ მინარევის საერთო რაოდენობის 1%-ზე ნაკლებს შეადგენს. ჩვენი შეფასებებით დედამიწის მთელ ზედაპირზე 24 საათის განმავლობაში კოსმოსური მტვრის  $10^4$ ტ მოდის, რაც დედამიწის ზედაპირზე მოსული მისი რაოდენობა, დაახლოებით,  $0.2 \cdot 10^4$ ტ/კმ<sup>2</sup> შეადგენს. ამ სახის მტვრის ზომები 0.1 - 1.0 მკმ-ს ფარგლებში მერყეობს, თუმცა, ხშირად, 40 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკებიც გვხვდება. ამ ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაცია 20კმ-ს სიმაღლეზე 0.03 ნაწ/სმ<sup>3</sup>-ს შეადგენს.

ვულკანური ამოფრქვევები ატმოსფეროს დაბინძურების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წყაროა.



=====

ცნობილია, რომ 15 მკმ - მდე სიღრმის მტვრის ნაწილაკები ადვილად გადაიტანება კონვექციური დინებების მიერ, რომლებიც ხშირად აღემატება მათზე მოქმედ გრავიტაციულ ძალებს.

დღისით კონვექციურ მტვერს, წლის სეზონზე დამოკიდებულებით, შეუძლია მიაღწიოს 5 კმ სიმაღლემდე. კვლევებით მიღებულია, რომ ღამის პერიოდში (12 საათის განმავლობაში) აეროზოლებს შეუძლიათ მხოლოდ 22 მეტრით ქვევით დაშვება მოასწრონ.

ამრიგად, ნაწილაკები, რომლებიც დღისით ატანილი იყო ზემოთ, ღამის განმავლობაში ატმოსფეროში რჩებიან. ატმოსფეროში მტვრის რაოდენობა დამოკიდებულია გარემოს სივრცის სიბრტეზე კუმულაციურ ეფექტებზე. ასე, რომ კონვექციურ სივრცეში აეროზოლების შემცველობა დამოკიდებულია სეზონზე. ადრე ზაფხულსა და გაზაფხულის განმავლობაში, როდესაც დედამიწის ტემპერატურა აღემატება ჰაერის ტემპერატურას, ჰაერში აეროზოლის რაოდენობა მეტია, ვიდრე ზამთარში და შემოდგომაზე. კონვექციური ზედაპირებიდან აეროზოლები გადაიტანება ტროპოპაუზისკენ. ტროპოპაუზას რომ მიაღწევს, აეროზოლი ანელებს მოძრაობას ზევით და გროვდება ამ არეში. აეროზოლის შემდგომი ზევით აწევა, ცხადია, სტრატოსფეროში წყლის ორთქლის შეჭრის შესაბამისად წარმოებს. ამ შემთხვევაში ჰაერი წყლის ორთქლთან ერთად ტროპიკული ტროპოპაუზის რაიონის გავლით, სადაც ტემპერატურა ძალზე მცირეა ( $-70^{\circ}\text{C}$ ), მოძრაობს ზედა ტროპოპაუზიდან ქვედა სტრატოსფეროსკენ.

ამრიგად, სტრატოსფეროში მტვრის შემოჭრა კონტროლდება, უმთავრესად, ჰაერის ნაკადით, რომელმაც ტროპიკული ტროპოპაუზის რაიონის გავლით თავისი გაგრძელების ზედა საზღვარს მიაღწია. სტრატოსფეროში აეროზოლის შემოჭრის ზოგიერთ მოვლენას შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს მაღალ განედებშიაც. აქ ჩვენ ვაკვირდებით მცირე სიღრმის ატმოსფერულ მოძრაობებს, რის გამოც მათ, შესაძლოა, მხოლოდ მეორეხარისხოვანი მნიშვნელობა უნდა მივაკუთვნოთ. ტროპოსფეროს რღვევის ადგილებში ჰაერი მტვერთან ერთად საშუალო განედის რაიონებიდან სტრატოსფეროდან ტროპოსფეროში ბრუნდება.

მტვრის არსებობის დრო დაბალ სტრატოსფეროში რამდენიმე თვიდან - 2 წლამდე განისაზღვრება. ტროპოსფეროში ნაწილაკების არსებობის ხანგრძლივობა კი, დაახლოებით ერთი თვეა და ძირითადად ძირს ეშვებიან ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში საშუალო განედის რაიონებში, ტროპოპაუზის რღვევის ადგილებში. ამ შემთხვევაში, ცხადია, აქ ძირითად როლს მეტეოროლოგიური ეკვატორი ასრულებს, როგორც ნახევარსფეროებს შორის ტროპოსფერული ნაწილაკების გადამტანი ბარიერი.

ატმოსფერული მტვრის დედამიწის კლიმატზე გავლენის შესწავლისას უშვებენ, რომ აეროზოლების შემცველობის მატება ატმოსფეროში იწვევს მათ მიერ ღრუბლების გაჯერებას, რასაც ნალექების მოსვლის შემცირებისკენ მიყვება. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ აეროზოლის გამოტანა ტროპოსფეროდან ძირითადად მათი ნალექებით ჩამორეცხვის შედეგად წარმოებს, მაშინ ცხადი ხდება დროთა განმავლობაში ატმოსფეროს გლობალური გამტვერიანების კატასტროფული ზრდა.

ატმოსფეროს გლობალური დაბინძურების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან შედეგს სიბრტე ბალანსის ცვლილება წარმოადგენს, რაც გამოწვეულია „შებრუნებული სიბრტე“ მექანიზმის მოქმედებით, რომლის არსი იმაშია, რომ მტვრის ნაწილაკები, რომელთა ზომები ხილული სინათლის ტალღის სიგრძის შესადარისია, ფანტავენ სხივურ ნაკადს, რის გამოც მცირდება დედამიწის ზედაპირამდე მოსული სხივური ენერჯის რაოდენობა, ეს კი დედამიწის ზედაპირის გაცივებას გამოიწვევს.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. - საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ. 2005, 265გვ.
2. Гуния Г.С. Современные проблемы запыленности атмосферы - Обнинск: ВНИИГМИ - Мировой центр данных, 1978, 65с.

უაკ 504.064.36

**ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი/გუნია გ./**სტუპ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.67-70. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში ატმოსფერული ჰაერის ერთ - ერთი ძირითადი მინარევის-ატმოსფერული მტვრის მახასიათებლებია მოტანილი, მათ შორის: ჰიგიენური - ბიოლოგიური ზემოქმედებით; მეტეოროლოგიური - ატმოსფეროში განაწილებით; ტექნიკური - ადამიანის სამეურნეო და სამრეწველო ქმედებით. აღნიშნულია, რომ 10 მკმ-ს ზომის ნაწილაკები ძირითადად ცხვირის ღრუში დაიკავებინან, ხოლო უფრო მცირე და მსუბუქი 2.5 მკმ ზომის ნაწილაკები დიდ ხანს იმყოფებიან ჰაერში შეწონილ მდგომარეობაში და პრაქტიკულად არ ილექებიან მიწაზე. ისინი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ყველაზე დიდ რისკს წარმოადგენენ. ატმოსფერული მტვრის მინარევის ცალკეული კომპონენტის: კოსმოსური, ვულკანური, ეოლური, ზღვიური და სამრეწველო - თავისი წარმოშობის მიხედვით დაყოფა არის მიღებული. ამასთან დახასიათებულია მათი თავისებურებანი და შეფასებულია ცალკეული მათგანის წილი გარემოს დაბინძურებაში. გარდა ამისა, მოტანილია ატმოსფერული მტვრის თავისებურების დახასიათება კლიმატის ცვლილების პრობლემაში.

UDC 504.064.36

Features of atmospheric dust. /Gunia G./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.67-70. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The article presents the characteristics of one of the main atmospheric air impurities - atmospheric dust, including: hygienic - by biological effect; meteorological - distribution in the atmosphere; technical - economic and industrial activities. It was noted, that particles up to 10  $\mu\text{m}$  in size during breathing are mainly captured in the nasal cavity, while smaller and lighter particles up to 2.5  $\mu\text{m}$  in size are in the air for a long time and practically do not settle on the surface of the earth. They pose the greatest risk to human health. The individual components of atmospheric dust impurities are divided by their origin into - space, volcanic, aeolian, marine and industrial. At the same time, their characteristics are given and the share of each component in environmental pollution is estimated. In addition, a description is given of the characteristics of atmospheric dust in the problem of climate change.

УДК 504.064.36

Особенности атмосферной пыли /Гуния Г.С./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.67-70. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье представлены характеристики одной из основных примесей атмосферного воздуха - атмосферной пыли, в том числе: гигиенические - по биологическому воздействию; метеорологические - по распространению в атмосфере; технические - хозяйственной и производственной деятельности. Отмечено, что частицы размером до 10 мкм в основном захватываются в носовой полости, в то время как более мелкие и более легкие частицы размером до 2.5 мкм находятся в воздухе в течение длительного времени и практически не оседают на поверхность земли. Они представляют наибольший риск для здоровья человека. Отдельные составляющие примесей атмосферной пыли делятся по своему происхождению на космические, вулканические, эоловые, морские и промышленные. При этом, приводятся их характеристики и оценена доля каждой составляющей в загрязнении окружающей среды. Кроме того, дано описание особенностей атмосферной пыли в проблеме изменения климата







=====

უფრო დეტალური განხილვის მცდელობისას აღსანიშნავია, რომ საგუშაგო N1, მიუხედავად მისი “ავტალის” სამრეწველო რაიონთან ახლო მდებარეობისა, მინარევთა კონცენტრაციების შედარებით დაბალი დონით ხასიათდება.

როგორც ჩანს, ეს გამოწვეულია ამ პუნქტის მდებარეობით მაღლობზე, გაბატონებული ჩრდილოეთის მიმართულების ქარის ქარპირა მხარეს, რაც ატმოსფეროს მინარევთა გაფანტვას და ჰაერის განიავებას უწყობს ხელს.

ამ პირობებში, როგორც ცნობილია [2, 3], ადგილი აქვს მინარევთა შთანთქმის ეფექტს, როგორც წყლის ზედაპირის, ისე მდინარის ნისლის წვეთების მიერ, რის შედეგადაც ჰაერი მნიშვნელოვნად სუფთავდება. ცხადია, ამ ეფექტს უნდა მივაწეროთ ის ფაქტი, რომ განსახილველი რაიონების საჰაერო აუზი ნაკლებ ეკოლოგიურ დატვირთვას განიცდის, ვიდრე ჩრდილოეთით მიმდებარე, მეზობელი რაიონები (მე 4-ე და მე 5-ე პუნქტები). გარდა ამისა, ნახ. 1-სა და 2-ის ერთობლივი ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ქალაქის ტერიტორიაზე მინარევთა სივრცულ განაწილებაზე გაბატონებული ქარის გავლენით. ასე მაგალითად, ამ ნახაზებიდან კარგად ჩანს, რომ ქალაქის გაბატონებული ქარის ქარპირა, ჩრდილო-დასავლეთის პერიფერიის, მისი ცენტრისა და ქარზურგა, სამხრეთ-აღმოსავლეთის საზღვრის გასწვრივ დაბინძურების საშუალო ჯამური მაჩვენებლის თითქმის პერმანენტული მატება აღინიშნება.

ამრიგად, განხილული კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ, ატმოსფეროს აუზის ეკოლოგიური მდგომარეობის გათვალისწინებით, მოსახლეობისათვის დისკომფორტულად ქალაქის ცენტრალური და მისი სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე განაპირა რაიონები უნდა ჩაითვალოს.

ზემოაღნიშნულთან ერთად, ატმოსფეროს დაბინძურების კვლევისას, მინარევთა კონცენტრაციების განაწილების დროის მიხედვით ცვლილებების შესწავლას ენიჭება დიდი მნიშვნელობა. ამასთან, გასაშუალოების პერიოდზე დამოკიდებულებით, კონცენტრაციების დღე-ღამურ, თვიურ, წლიურსა და მრავალწლიურ სვლებს ანხევავენ. ვინაიდან ატმოსფეროს დაბინძურების კონტროლის სახელმწიფო ქსელში დაკვირვებები ძირითადად დღის საათებში წარმოებდა, აქ მიღებული მასალით მინარევთა კონცენტრაციების დღე - ღამურ სვლაზე მსჯელობა გაძნელებულია. მიუხედავად ამისა, ქსელის ფუნქციონირების

2 ათეულ წელზე მეტ განმავლობაში მცოცავი გრაფიკით წარმოებულ დაკვირვებათა მასალის

დამუშავება საშუალებას იძლევა, პრაქტიკული თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით იქნეს გაშუქებული აღნიშნული საკითხი.

დაკვირვებათა მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მინარევთა დაბალი კონცენტრაციები დილის საათებში დაიკვირვება, ხოლო შემდეგ პერიოდში მათი მნიშვნელობები შესამჩნევად მატულობენ და მაქსიმალურ სიდიდეებს, ძირითადად, 13 - 15 საათებზე აღწევენ. ამასთან, გაანგარიშებებით დადგინდა, რომ დღის პირველ ნახევარში ამ ნივთიერებათა კონცენტრაციები, თანმიმდევრულად, საშუალოდ 25, 65, და 15%-ით მატულობენ. ღამის პერიოდში კი, 21 საათიდან მეორე დილის 7 საათამდე, მტვრისა და ნახშირჟანგის კონცენტრაციები, თანმიმდევრულად, დაახლოებით 5 და 20% მცირდებიან, ხოლო დანარჩენი ორი მინარევისა კი, პრაქტიკულად ცვლილებას არ განიცდიან.

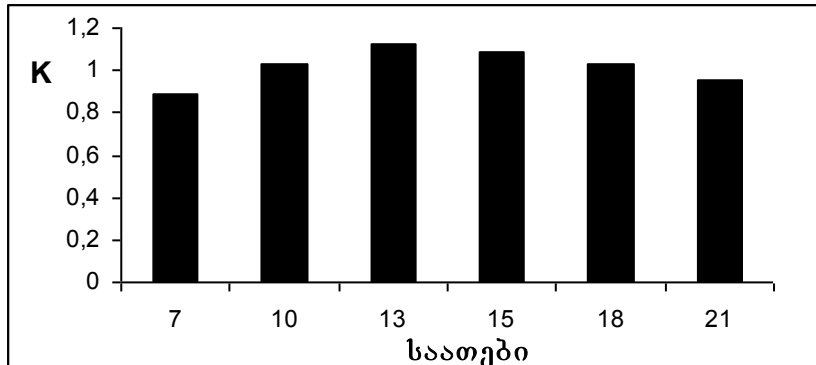
ვახასიათებთ რა თბილისის ატმოსფეროს ეკოლოგიურ მდგომარეობას ჯამური დაბინძურების

მაჩვენებლის დღე-ღამური სვლის საშუალებით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დღის პირველ ნახევარში, 5 - 6 საათის განმავლობაში, როგორც ეს ნახ. 3-ზეა ნაჩვენები, ის სწრაფად, დაახლოებით 30%-ით, მატულობს.

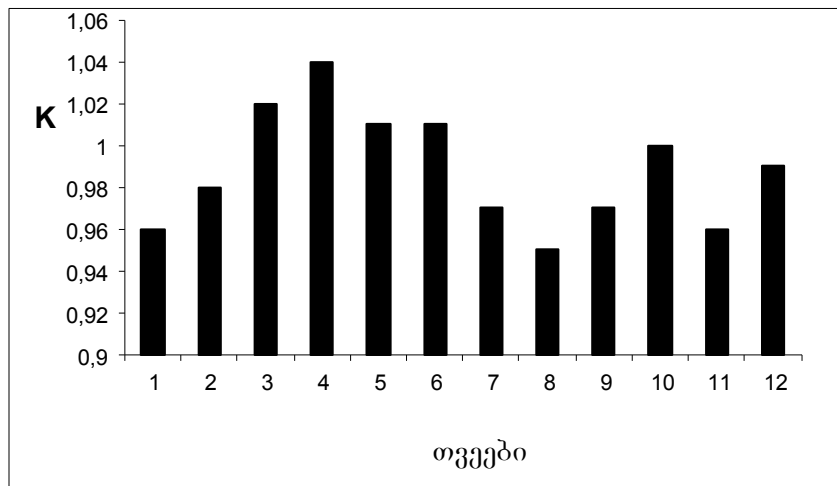
მისი შემცირება კი, დღის მეორე ნახევრისა და ღამის პერიოდში შედარებით ნელ ტემპში, დაახლოებით 16 - 18 საათის განმავლობაში, მიმდინარეობს.

მკვლევართა დიდ ინტერესს იწვევს, აგრეთვე, მინარევთა კონცენტრაციების წლიური სვლა. ამ საკითხთან დაკავშირებით გაანგარიშებულია ძირითადი მინარევებით ატმოსფეროს დაბინძურების მრავალწლიური საშუალო თვიური ო-ს მნიშვნელობები. თანახმად მიღებული შედეგებისა, მთელი ქალაქისათვის გაანგარიშებული ო-ს მრავალწლიური საშუალო თვიური სიდიდეები შესამჩნევად იცვლებიან. ამასთან, შეიძლება აღინიშნოს, რომ მტვრისა და გოგირდის ორჟანგის კონცენტრაციები უდიდეს მნიშვნელობებს გაზაფხულის პერიოდში

აღწევენ, ნახშირუანის კონცენტრაციები - ზამთარში, ხოლო აზოტის ორუანისა - გაზაფხულსა და ზაფხულში. ამ მინარევთა კონცენტრაციების მინიმალური სიდიდეები, ძირითადად, წელიწადის ცივ პერიოდში აღირიცხებიან, ჩ -ს გამოკლებით, რომლის დაბალი მნიშვნელობები ქალაქში, უმთავრესად, წელიწადის თბილ პერიოდში დაიკვირვება.



ნახ. 3. ატმოსფეროს ჯამური ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის - დროითი განაწილება თბილისის საჰაერო აუზში



ნახ. 4. თბილისში ატმოსფეროს ჯამური ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის წლიური სვლა

ზემოგანხილულ საკითხთან დაკავშირებით, წელიწადის განმავლობაში ქალაქის საჰაერო აუზის საერთო ეკოლოგიური მდგომარეობის ცვალებადობის შესწავლა ბევრადაა ხელსაყრელი მინარევთა ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლის წლიური სვლის ანალიზის გზით. მაგალითად, ნახ. 4-ზე მკაფიოდ ჩანს K-ს წლიური სვლის ცვლილებების ყველა ნიუანსი.

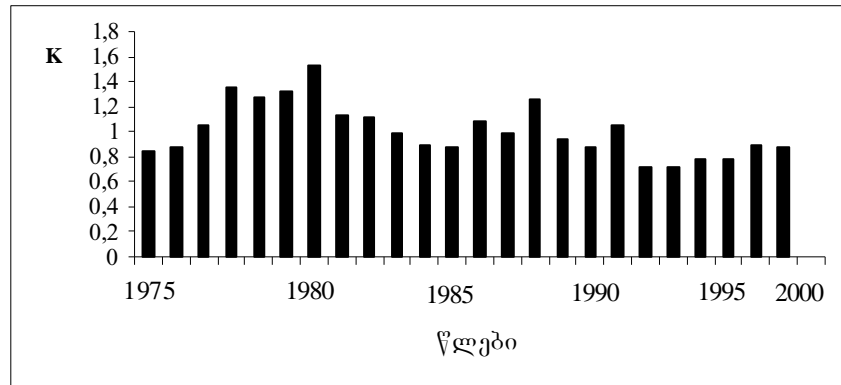
როგორც ნახაზიდან ჩანს, K-ს მნიშვნელობები წელიწადის დასაწყისში პერმანენტულად მატულობს და, აღწევს რა მაქსიმუმს აპრილში, შემდეგ ასევე მკაფიო კლებას განიცდის, მინიმუმით აგვისტოს თვეში. მისი გაანგარიშებული სიდიდეები თბილ და ცივ პერიოდებში თითქმის ერთნაირია და საშუალოდ, შესაბამისად, 0,99 და 0,98 უდრის. ამასთან, წლიურ სვლაში მკაფიოდ აღინიშნება წელიწადის გარდამავალი პერიოდების გაზაფხულისა და შემოდგომის მაქსიმუმები.

ატმოსფეროს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ასპექტების შესწავლისას, მინარევთა კონცენტრაციების რეგროსპექტიული შეფასებები იწვევს დიდ ინტერესს. ამ საკითხის დამუშავება, აგრეთვე, მნიშვნელოვანია ატმოსფეროს დაბინძურების პროგნოზის შემუშავებისთვისაც.

ქვემოთ მოცემულია, ატმოსფეროს ძირითად მინარევებზე 1975-2000 წლების პერიოდში თბილისში შესრულებული, უწყვეტი დაკვირვებათა მასალის დამუშავების გზით მიღებული, საშუალო წლიური კონცენტრაციების დახმარებით გაანგარიშებული ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასებები.

ქალაქის საჰაერო აუზის გრძელვადიან საერთო დაბინძურებაზე შეგვიძლია უფრო თვალ-ნათლივ ვიმსჯელოთ ატმოსფეროს დაბინძურების ჯამური მაჩვენებლის - გამოყენებით.

მაგალითად, ნახ.5-ზე მოტანილია, თბილისში 25 წლის განმავლობაში წარმოებული უწყვეტი დაკვირვებათა მასალების დამუშავების შედეგად მიღებული, ატმოსფეროს ჯამური დაბინძურების მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდის რეტროსპექტიული ცვლილებების ამსახველი დიაგრამა.



**ნახ.5. თბილისში ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის ჯამური მაჩვენებლის საშუალო წლიური სიდიდების რეტროსპექტიული ცვლილებები.**

როგორც ნახ.5-დან გამომდინარეობს, თბილისში ატმოსფეროს დაბინძურება 2000 წლამდე, დაახლოებით ხუთწლიანი ციკლით, თანმიმდევრული მატებისა და შემცირების ტენდენციებით ხასიათდება.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გუნია გარი. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. - საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ. 2005, 265გვ.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.:Гидрометеиздат, 1985, 272с.
3. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузии. - Л.: Гидрометеиздат, 1985, - 84с.

უაკ 504.064.36

ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის სივრცულ - დროითი განაწილების შეფასების საკითხისთვის/გუნია გ./სტუზ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2020. - ტ.129. - გვ.71-76. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში მოტანილია 20 - 25 წლის დაკვირვებათა მასალის საფუძველზე ჩატარებულ კვლევათა შედეგები, რომლებშიც, ავტორის მიერ შემუშავებული ნორმირების მეთოდის დახმარებით, საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულ-დროითი განაწილების მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია დამუშავებული. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონალურ მასშტაბებში, ატმოსფეროს ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლის ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღეღამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ.

UDC 504.064.36

To the issues of assessing the spatio-temporal distribution of the indicator of the ecological load of the atmosphere./Gunia G./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.71-76. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Data for 20 - 25 years. Using the rationing method developed by the author, practical and theoretical issues of monitoring the spatio-temporal distribution of atmospheric impurities in areas of intense anthropogenic impact in Georgia are being resolved. They on a local and regional scale reflect the territorial distribution of the indicator of the ecological load of the atmosphere, its short-term and long-term (daily, monthly, seasonal, annual and five-year cyclic) moves.

УДК 504.064.36

კ ვიკრსაქს ოცნა ქრსტრანსვენო-ვრეწნოწო რასქრეწლენა ქოკაზატელა ოკოლოგისკოწო ნაღრსკი ატმოსქრფერა./ღუნია Ⴀ.ს./ ნაუჩ. რეფ. სბ. ტრუდ. იღმ Ⴀტუ - 2020. ვიქ.129 - ს.71-76. Ⴀრუჯ.; რეჯ.: Ⴀრუჯ., ანღლ., რუს. ვ სტარტე ქრეწარვენს რეჯულტატა ისსლედოვანიქ, ქრეწდენნის ნა ოსოვე მატერიალოვ ნაბღოდენიქ ჯა 20 - 25 ლეტ. ვ ნემ, ქოწოწიქ რაქრბოტანოწო ავტოროვ მეთოდა ნორმიროვანიქ, რეშაიქსაქს ქრატისკისეიქ ი თეორეტიკისკისეიქ ვიქრსტრანსვენო - ვრეწნოწო რასქრეწლენა ატმოსქრფერნის ქრეწ-სეიქ ვ რაიქონის ინტენსივოწო ანტროქოგენოწო ვოქდეიქსტვიქ Ⴀრუჯიი. ონი ვ ლოკალწოწო ი რეგიონალწოწო მასშტაბე ობოქრაქრანოწო რასქრეწლენა ქოკაზატელა ოკოლოგისკოწო ნაღრსკი ატმოსქრფერა, ოგო ქრატკოსროჩნოწო ი დოღგოსროჩნოწო (სუტოჩნოწო, მესაქჩნოწო, სეზონწოწო, Ⴀოვოვიქ ი ქრატისლეტწოწო ციქლიჩნოწო) ოდოქ.

უაკ 504.5.054

**ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაციის ანალიზი რეგულარული დაკვირვების მონაცემების მიხედვით**

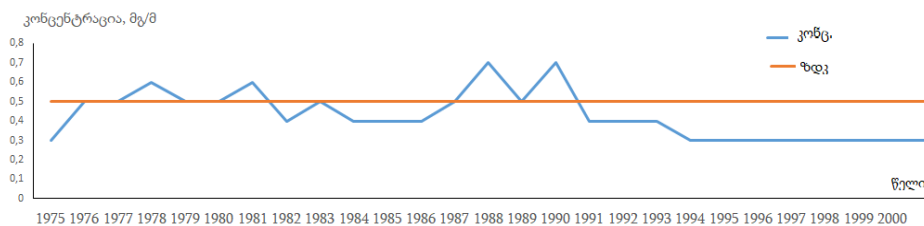
ვ.კუხალაშვილი<sup>2</sup>, ს.მდივანი<sup>1</sup>, ნ.გიგაური<sup>1</sup>, ა.სურმავა<sup>1,2</sup>, ლ.ინწკირველი<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი, საქართველო, intskirvebi2@yahoo.com  
<sup>2</sup>ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ.ნოდიას  
 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 გამზომი 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 დამტკვრიანების სტატისტიკური მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები.

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



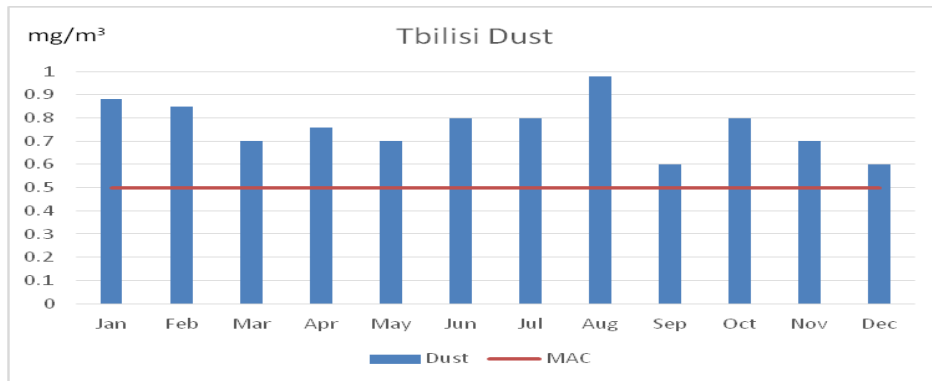
**ნახ. 1. ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციის მნიშვნელობები (მგ/მ<sup>3</sup>)**

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.

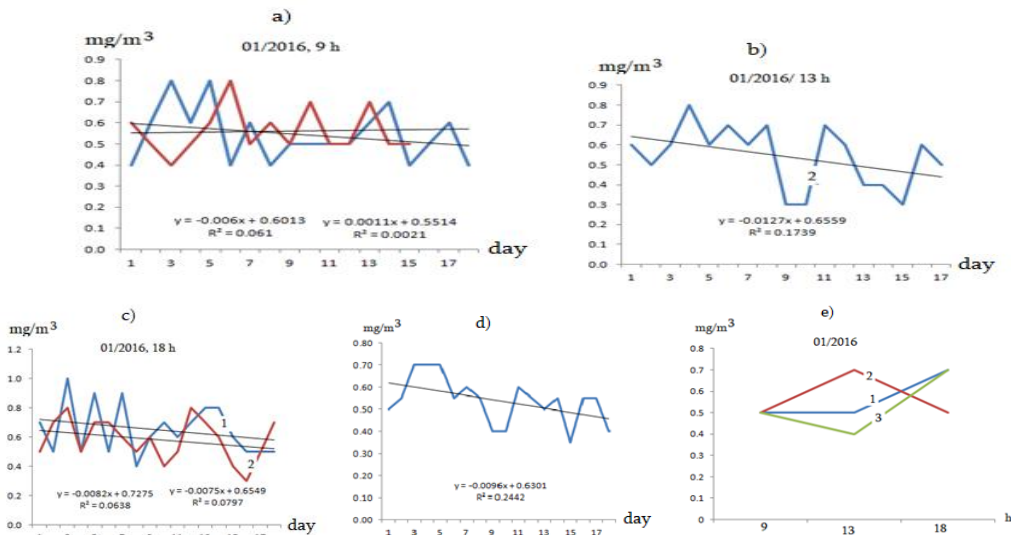
**ცხრილი 1. ქ.თბილისის ატმოსფეროში მტვრის საშუალო წლიური კონცენტრაციები 2011-2016 წლებში**

წელი	2011	2012	2013	2014	2015	2016
საშ.წლიური კონცენტრაცია, მკ/მ <sup>3</sup>	0.50	0,50	0.70	0.90	0.77	0,60



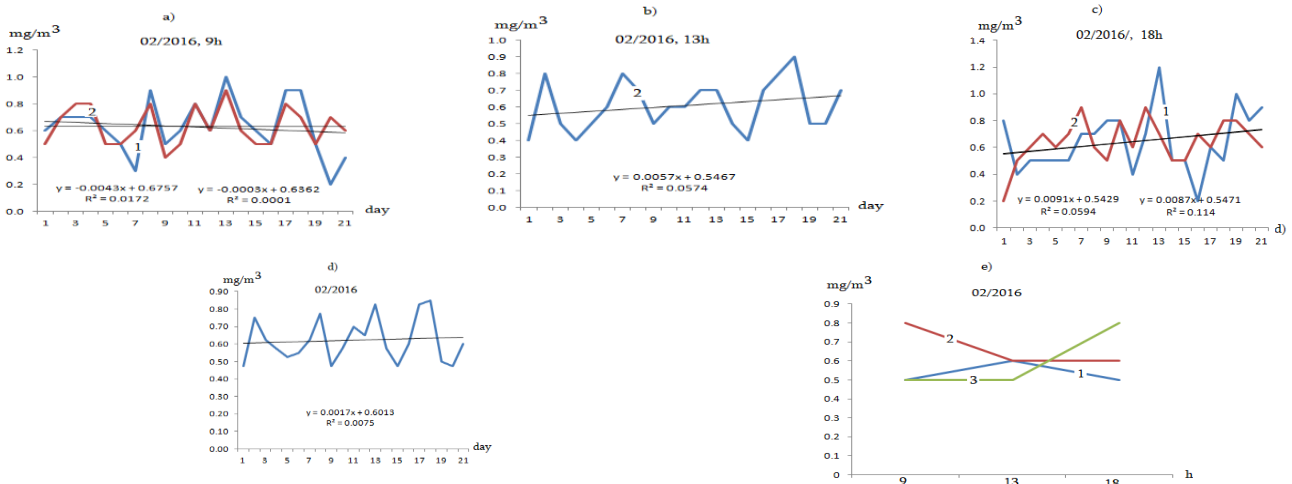
**ნახ. 2. ქ.თბილისში მტვრის საშუალო თვიური კონცენტრაციები 2015წ. (www.nea.gov.ge, გარემოს დაბინძურება, ჰაერის წელიწდეული-2015)**

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<sup>2</sup>) და მტვრის კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობები 9, 13 და 18 სთ-ებზე ყოველი თვის 5, 15 და 25 რიცხვებში.

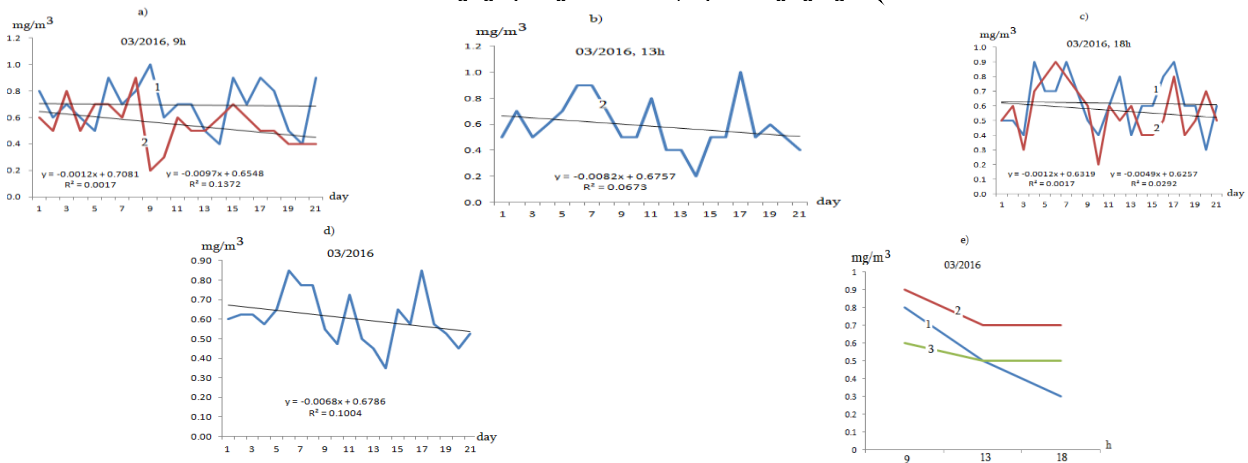


**ნახ. 3. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016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

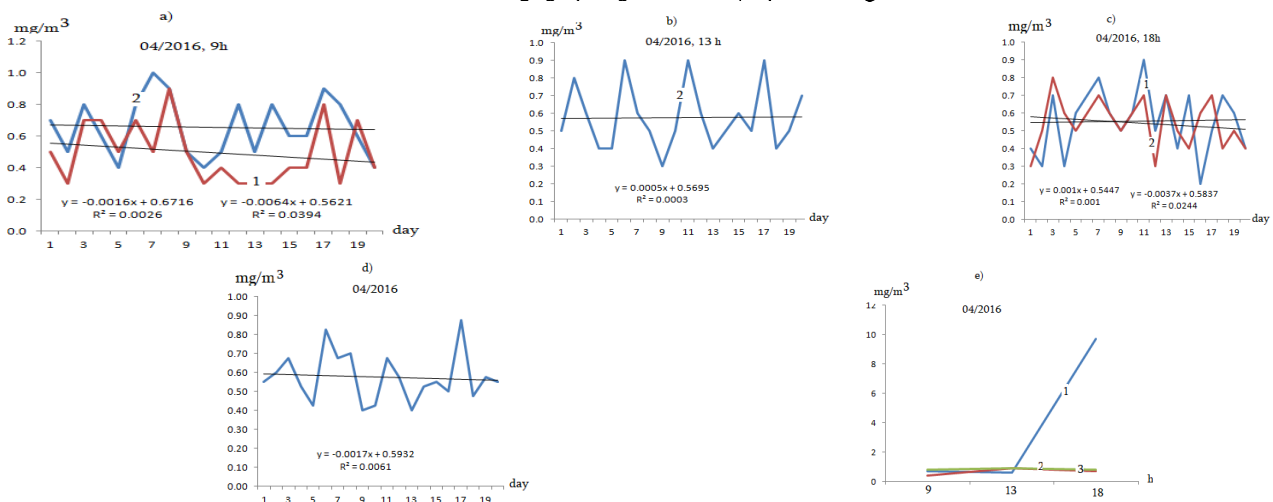




ნახ. 4. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის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

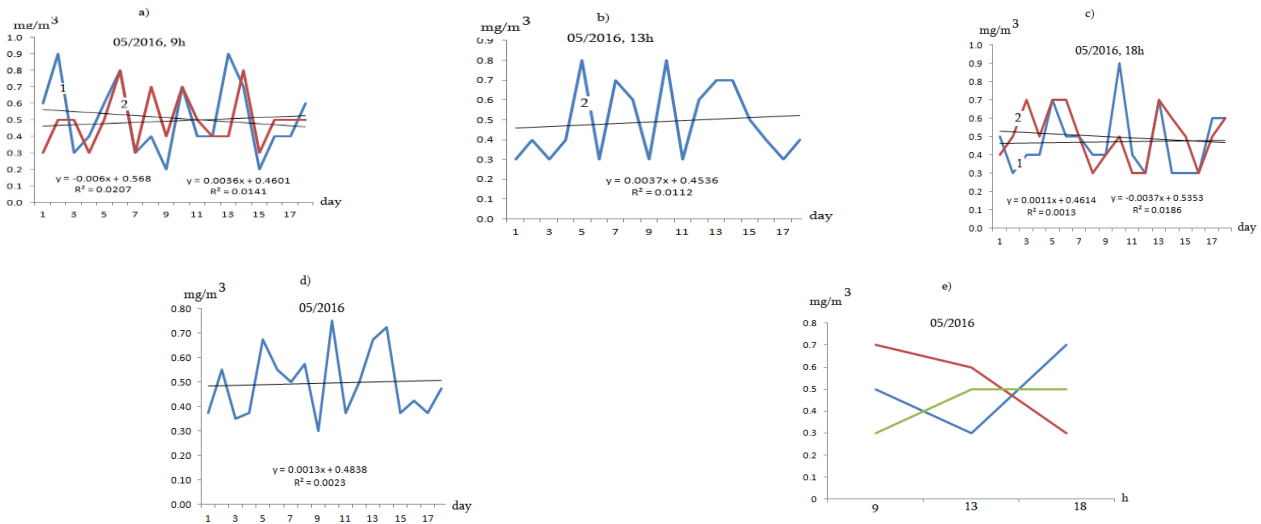


ნახ. 5. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის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

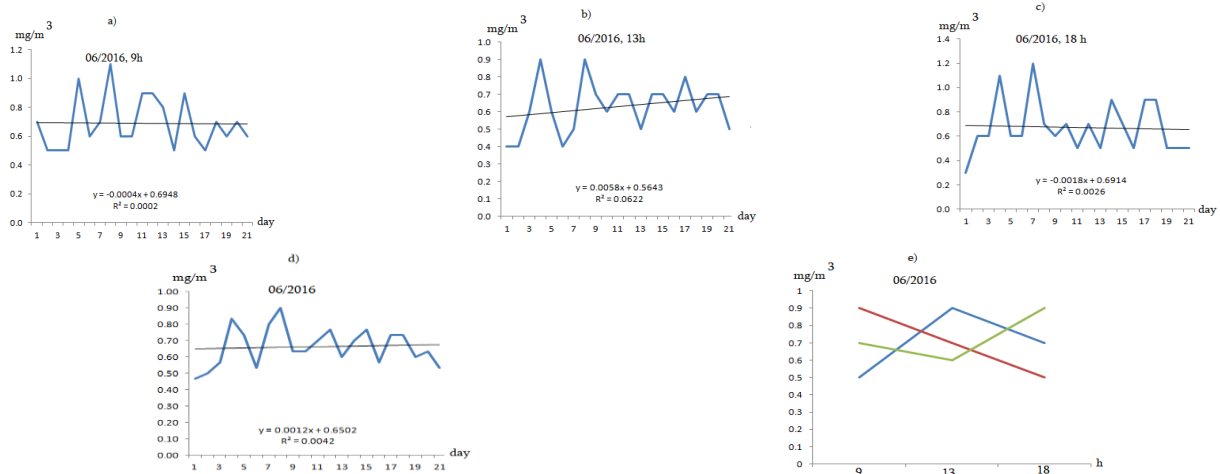


ნახ. 6. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის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

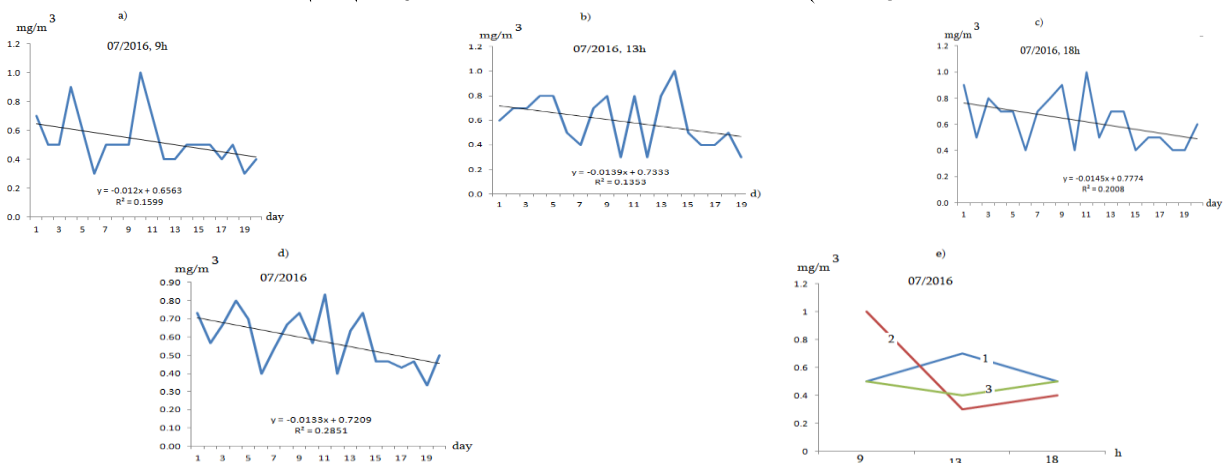




ნახ. 7. მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობები № 6 და № 2 სადამკვირვებლო პუნქტებში 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე; საშუალო დღიური კონცენტრაციები (d); მტვრის კონცენტრაცია 9 (a), 13 (b) და 18 (c) სთ-ზე თვის 5(1), 15(2) და 25(3) რიცხვებში (e); ტრენდის განტოლებები, გრაფიკები და დისპერსიის მნიშვნელობები 2016 წლის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



ნახ. 8. 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 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. გამონაკლისს 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>.

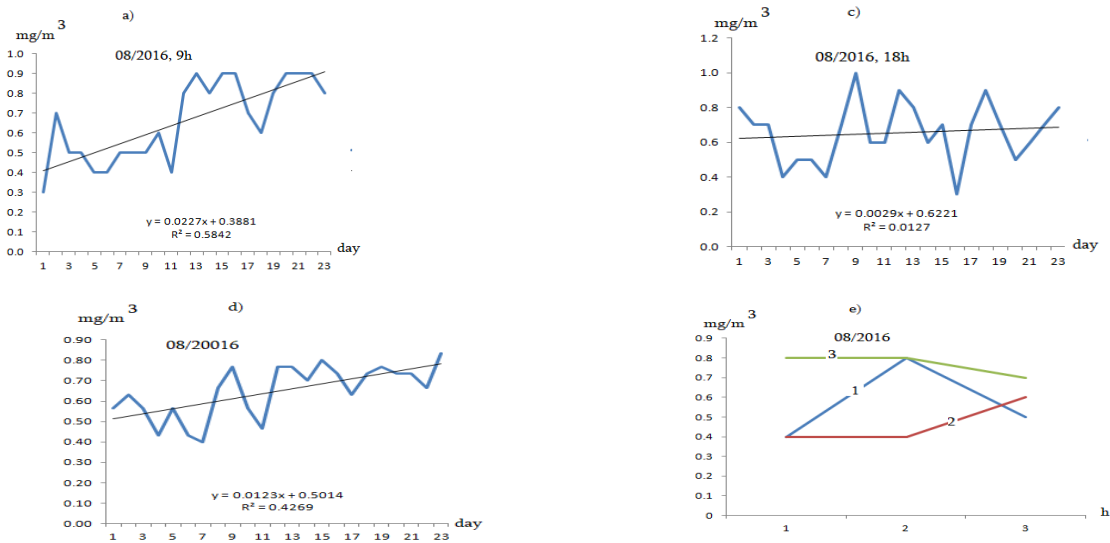
ქალაქის საშუალო დღიური კონცენტრაციის ცვლილება ხასიათდება 2-3 დღიანი პერიოდულობით და უარყოფითი ტრენდით, დახრილობის კოეფიციენტით -0.0096 და დისპერსიით 0.2442. რაც შეეხება მტვრის საშუალო კონცენტრაციების მნიშვნელობებს, ორივე პუნქტზე თვის დასაწყისში და დასასრულს მცირდება 9-დან 13 საათის ინტერვალში და იზრდება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

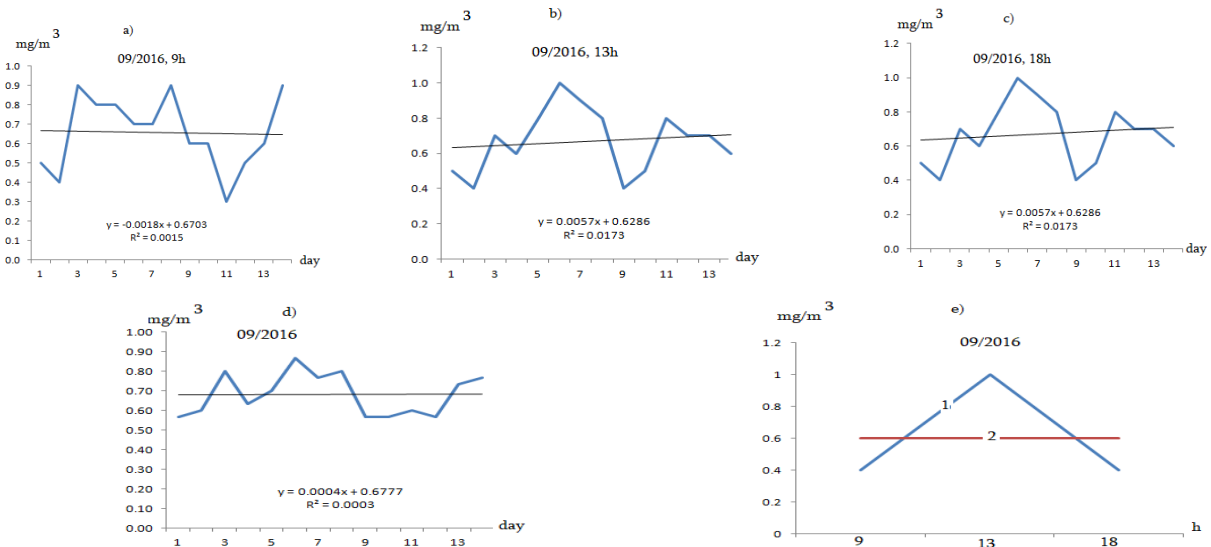
2016 წლის მარტში მიღებულია კონცენტრაციის ცვლილების რთული სურათი (ნახ.5). არ შეიმჩნევა კონცენტრაციის ცვლილების პერიოდულობა. ერთჯერადი კონცენტრაციების მნიშვნელობები იცვლება ინტერვალში 0.02-1.00 მგ/მ<sup>3</sup>. ტრენდის დახრილობის კოეფიციენტები მცირეა და იცვლება შუალედში -0.0097-დან -0.0012-მდე. კონცენტრაციების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

### 3. დასკვნა.

ჩატარებული სტატისტიკური ანალიზით შეფასებულია ქ.თბილისის ჰაერის მტვრით დაბინძურების სურათი. განსახდურულია საშუალო დღიური და თვიური კონცენტრაციები. ნაჩვენებია, რომ საშუალო თვიური კონცენტრაციები იცვლება 0.6 - 2.2 ზღვ-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, ნაშრომში 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. А. А. Сурмава. Ежегодные данные загрязнения атмосферного воздуха на территории ГрузУГКС на 1986. Для служебного пользования. Тбилиси, 1986, 150 с.
2. А. А. Сурмава. Ежегодные данные загрязнения атмосферного воздуха на территории ГрузУГКС на 1987. Для служебного пользования. Тбилиси, 1987, 145 с.
3. А. А. 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. საქმეცაკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი(ჰმი), თბილისი, 2005, 265 გვ.

უკ 504.5.054

**ქობილისის ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურების ანალიზი მონიტორინგის ქსელის მონაცემების მიხედვით/კუხალაშვილი ვ., მდივანი ს., გიგაური ნ., სურმავა ა., ინჟირველი ლ./სტუპ-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 ქობილისის 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.



ნიადაგში დარიშხანის მთავარ სამრეწველო მინერალს წარმოადგენს არსენოპირიტი (FeAsS).

ბაზელის კონვენციის თანახმად დარიშხანი მიეკუთვნება კონტროლირებადი ნარჩენების კატეგორიას [8]. ყოველივე ზემოთქმული განაპირობებს, რომ დარიშხანი არის შეტანილი ნორმირებულ ნივთიერებების ნუსხაში.

### საკვლევი ზონა და მეთოდები

საქართველოს ტერიტორიაზე ათეული წლების მანძილზე მიმდინარეობდა დარიშხანის მადნების მოპოვება, გადამუშავება და დარიშხანშემცველი პრეპარატების წარმოება (რაჭა-ლეჩხუმი და ქვემო სვანეთი).

სოფელ ურაგში, რაჭის სამთო ქიმიურ ქარხანაში, საბადოდან 27 კმ-ის დაშორებით, ხდებოდა ლუხუნის დარიშხანშემცველი მადნის გადამუშავება, მადნის გამდიდრება, გამოწვა და თეთრი დარიშხანის ( $As_2O_3$ ) რაფინირება.

ლენტეხის რაიონში მუშაობდა ორი სამთო-ქიმიური ქარხანა – ცანისა და ყორულდაშის.

ნარჩენები წარმოიქმნება დარიშხანის მადნების გამოწვისას ან ბუნებაში დარიშხანიანი მადნების გამოფიტვის შედეგად, დარიშხანის ანჰიდრიდის ( $As_2O_3$ ) და სხვა ნაერთების სახით, რაც იწვევს მათ დაგროვებას წყალში, ნიადაგში, მცენარეებში.

1993 წელს ორივე ქარხანამ ფუნქციონირება შეწყვეტა. დღეისათვის ორივე საბადო დაკონსერვებულია და დარიშხანის წარმოება არ ხდება. პრობლემას წარმოადგენს დარიშხანშემცველი ნარჩენები და მიმდებარე ტერიტორიები, სახნავ-სათესი ნიადაგები. დღემდე სოფლებში ურაგი და ცანა სამთო-ქიმიური ქარხნის ტერიტორიაზე ინახება საბჭოთა პერიოდის შემორჩენილი დარიშხანის წარმოების შედეგად დარჩენილი ტოქსიკური ნარჩენების (4-9% თეთრი დარიშხანის შემცველი 120 000 ტონაზე მეტი) დიდი რაოდენობა, რომელიც არ იყო უსაფრთხოდ განთავსებული და ქმნიდა მდინარეებში, გრუნტის წყლებში და ნიადაგებში ეკოლოგიური კატასტროფის მაღალ რისკს [9-12].

აღსანიშნავია, რომ 2014-2016 წლებში მიმდინარეობდა საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროსა და ნიდერლანდების ეკონომიკურ საქმეთა სამინისტროს ერთობლივი პროექტი ორმხრივი თანადაფინანსებით „დარიშხანის შემცველი სამთო ნარჩენების მართვა საქართველოში“, რომლის ფარგლებშიც განხორციელდა ამბროლაურის და ლენტეხის მუნიციპალიტეტებში დარიშხანშემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების გაუვნებელყოფის პირველი რიგის გადაუდებელი სამუშაოები.

მიუხედავად ჩატარებული სამუშაოებისა, მნიშვნელოვნად მაღალია ნიადაგში დარიშხანის შემცველობა. დარიშხანით ნიადაგის მაღალი დაბინძურების გამო საშიშროება ექმნებათ რეგიონის საძოვრებსა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებს, სასურსათო პროდუქტებს და აქედან გამომდინარე, ათასობით ადამიანის ჯანმრთელობასა და სიცოცხლეს.

2019 წელს საქართველოს გარემოსა დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნულ სააგენტოს მიერ ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის სხვადასხვა სოფლებში განხორციელდა საველე სამუშაოები: მოხდა ნიადაგის ნიმუშების აღება 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე, განისაზღვრა დარიშხანის მოძრავი ფორმა [13]. საკვლევი მუნიციპალიტეტში (ამბროლაური) ძირითადად გავრცელებულია კორდიან-კარბონატული ნიადაგები, მათი საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 4,5% (317 200 ჰა), რომლებიც ხასიათდებიან ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით (pH მაჩვენებელი 7,0-7,7), თიხა ან თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, რკინის სილიკატური ფორმების სიჭარბით. ჰუმუსის შემცველობა ზომიერია ან მცირე. ნიადაგები ღრმად ჰუმუსირებულია, ჰუმუსის ტიპი ჰუმატურია. კარბონატების შემცველობა დიდ ფარგლებში (20-51%) მერყეობს. შთანთქმის კომპლექსი მაძლარია ფუძეებით. თიხამინერალებში ჭარბობს მონტმორილონიტი და ჰიდროქარსები. ეს ნიადაგი გამოირჩევა მაღალი ნაყოფიერებით [14].

ნიადაგის ნიმუშების აღება, ეტიკეტირება, შენახვა და ტრანსპორტირება წარმოებდა შესაბამისი საერთაშორისო სტანდარტული ორგანიზაციის (ISO) მეთოდიკით. ლაბორატორიაში ჩატარებული სამუშაოს კვლევა წარმოებდა ISO და US EPA სტანდარტული მეთოდიკებით. ანალიზები განხორციელდა საქართველოს გარემოსა დაცვისა და სოფლის მეურნეობის



სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგისა და წყლის ანალიზის ლაბორატორიაში შემდეგი ტექნიკური და ინსტრუმენტული უზრუნველყოფით:

- პლაზმური-ემისიური სპექტრომეტრი ICP-OES;
1. ნიადაგის დამშლელი-Milestone – Start D Microwave system;
  2. pH მეტრი - Milwaukee-Mi 150.

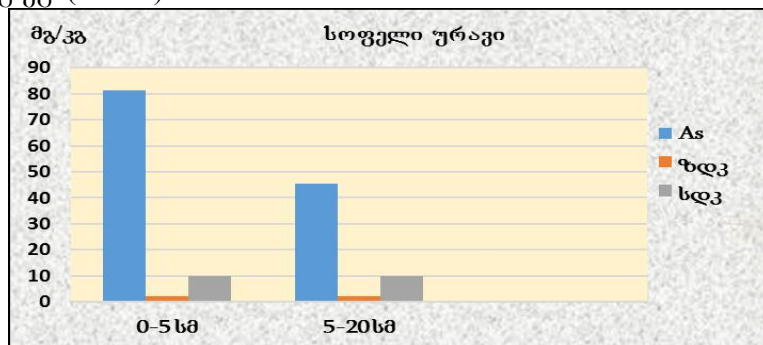
**შედეგები და ანალიზი**

ჩვენს მიერ 2019 წელს შესწავლილი იყო დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენებით დაბინძურებული ტერიტორიის ნიადაგების ქიმიური კვლევა. კერძოდ, ურავის, აბარის, უწერის, ლიხეთის და სორის ხეობის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების კვლევა. შედეგები მოცემულია ცხრილ 1-ში, აქვე მოცემულია ზდკ, სდკ და კლარკის მნიშვნელობები.

**ცხრილი 1. ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობები, ნოემბერი, 2019**

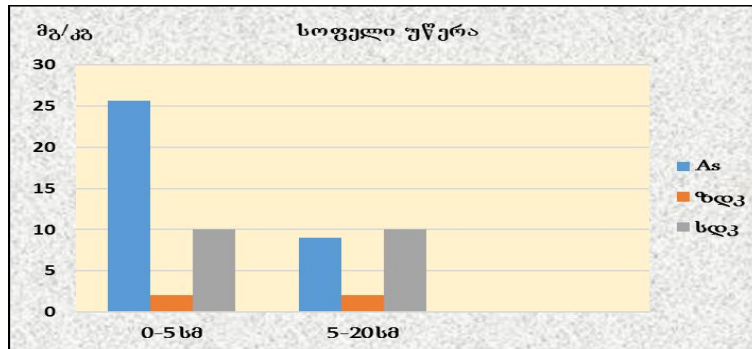
	სინჯის ადების ადგილი	კოორდინატები	As მგ/კგ
1	ურავი, 0-5 სმ	X-0359699	81.35
2	ურავი, 5-20 სმ	Y-4723094	45.33
3	უწერა, 0-5 სმ	X-0380753	25.65
4	უწერა, 5-20 სმ	Y-4722000	9.00
5	სორის ხეობა, 0-5 სმ	X-0360029 Y-4717768	20.38
6	სორის ხეობა, 5-20 სმ		2.51
7	სორის ხეობა, 0-5 სმ	X-0359545 Y-4716415	10.82
8	სორის ხეობა, 5-20 სმ		5.01
9	სორის ხეობა, ეკლესიის მიმდებარედ 0-5 სმ	X-0359193	15.19
		Y-4714541	6.07
10	სორის ხეობა, ეკლესიის მიმდებარედ 5-20 სმ	X-0355715	20.00
		Y-4717963	10.55
11	ლიხეთი, 0-5 სმ	X-0359629	16.37
12	ლიხეთი, 5-20 სმ	Y-4723832	10.92
13	აბარი, 0-5 სმ	X-0357634 Y-4719633	11.25
14	აბარი, 5-20 სმ		10.53
15	აბარი, 0-5 სმ		
	ზდკ		2
	სდკ		10
	კლარკი		1,7

ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით დარიშხანის (მოძრავი ფორმა) მაქსიმალური შემცველობა 2019 წლის ნოემბრის თვის მონაცემების მიხედვით, აღინიშნება ურავის ტერიტორიაზე 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე შესაბამისად შეადგენს 81,35 (40,7 ზდკ)-45,33 (22,7 ზდკ) მგ/კგ (ნახ. 1).



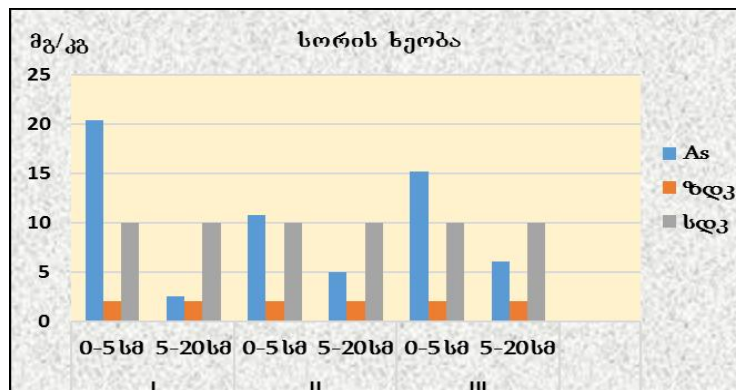
**ნახაზი 1. დარიშხანის შემცველობა სოფ. ურავის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე X-0359699 Y-4723094**

სოფელ უწერაში დარიშხანის კონცენტრაცია შეადგენს 25,65 (12,8 ზდკ) – 9,00 (4,5 ზდკ) მგ/კგ 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე (ნახ. 2).



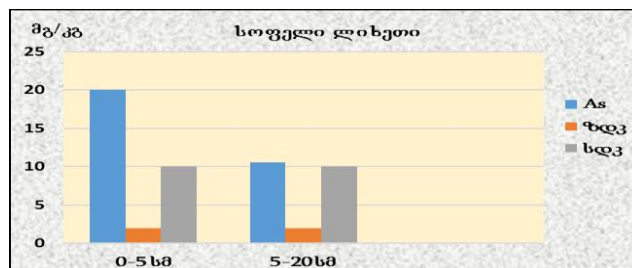
ნახაზი 2. დარიშხანის შემცველობა სოფ. უწერას ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე X-0380753 Y-4722000

დარიშხანის კონცენტრაცია შედარებით იკლებს სორის ხეობაში, რომელიც განისაზღვრა 3 წერტილში და შეადგენს 20,38 (10,2 ზდკ); 15,19 (7,6 ზდკ) და 10,82 (5,4 ზდკ) მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე. დარიშხანის კონცენტრაცია გაცილებით ნაკლებია 5-20 სმ სიღრმეზე და შესაბამისად შეადგენს 2,51 (1,3 ზდკ); 6,07 (3,0 ზდკ) და 5,01 (2,5 ზდკ) მგ/კგ (ნახ. 3).



ნახაზი 3. დარიშხანის შემცველობა სორის ხეობის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე I - X-0360029 Y-4717768; II - X-0359545 Y-4716415 III - X-0359193 Y-4714541 (ეკლესიის მიმდებარედ)

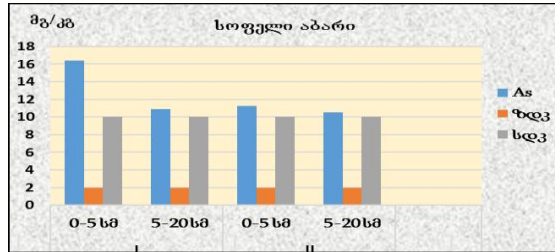
დაახლოებით ანალოგიური შედეგებია სოფ. ლიხეთში (20,00 (10,0 ზდკ) და 10,55 (5,3 ზდკ) (ნახ. 4).



ნახაზი 4. დარიშხანის შემცველობა სოფ. ლიხეთის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე X-0355715 Y-4717963

სხვა ობიექტებთან შედარებით სუფთაა სოფ. აბარი, სადაც დარიშხანის კონცენტრაცია განისაზღვრა ორ წერტილში და დარიშხანის მაქსიმალური კონცენტრაცია დაფიქსირდა 16,37 (8,2 ზდკ) მგ/კგ, ხოლო მეორე წერტილში კიდევ უფრო დაბალი-11,25 (5,6 ზდკ) მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე. სიღრმეში დარიშხანის კონცენტრაცია აქაც უფრო მცირდება (ნახ.5).





ნახაზი 5. დარიშხანის შემცველობა სოფ. აბარის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე  
 I - X-0359629 Y-4723832; II - X-0357634 Y-4719633

**დასკვნა**

რაჭა-ლეჩხუმი და ქვემო სვანეთის რეგიონში (ამბროლაურის მუნიციპალიტეტი), გამოვლინდა რაჭის სამთო ქიმიური ქარხნის დარიშხანშემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად მუნიციპალიტეტის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების დონე. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად შეგვიძლია განვაცხადოთ, რომ საჭიროა ანთროპოგენურ დატვირთვაზე მკაცრი კონტროლი ბუნებრივი წყლების, ნიადაგების და სასურსათო პროდუქტების სუფთა პირობების შესანარჩუნებლად და მათი დაბინძურებული სტატუსის გასაუმჯობესებლად.

აღნიშნულ მუნიციპალიტეტში შესწავლილი ნიადაგების ანალიზების მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება გამოითქვას შემდეგი დასკვნები:

1. ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით, დარიშხანით (მოძრავი ფორმა) ყველაზე დაბინძურებულია ურავის ნიადაგები. დარიშხანის მაქსიმალური შემცველობა 2019 წლის ნოემბრის მონაცემების მიხედვით, შესაბამისად შეადგენს 81,35 (40,7 ზდკ)-45,33 (22,7 ზდკ) მგ/კგ 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე.
2. სოფელ უწერაში დარიშხანის კონცენტრაცია შეადგენს 25,65 (12,8 ზდკ) – 9,00 (4,5 ზდკ) იგივე სიღრმეებზე.
3. დარიშხანის კონცენტრაცია შედარებით იკლებს სორის ხეობაში, რომელიც განისაზღვრა 3 წერტილში და შეადგენს 20,38 (10,2 ზდკ); 15,19 (7,6 ზდკ) და 10,82 (5,4 ზდკ) მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე. დარიშხანის კონცენტრაცია გაცილებით ნაკლებია 5-20 სმ სიღრმეზე და შესაბამისად შეადგენს 2,51 (1,3 ზდკ); 6,07 (3,0 ზდკ) და 5,01 (2,5 ზდკ) მგ/კგ.
4. დაახლოებით ანალოგიური შედეგებია სოფ. ლიხეთში-20,00-10,0 ზდკ და 10,55-5,3 ზდკ მგ/კგ.
5. სხვა ობიექტებთან შედარებით სუფთაა სოფ. აბარი, სადაც დარიშხანის კონცენტრაცია განისაზღვრა ორ წერტილში და შეადგინა 16,37 (8,2 ზდკ) მგ/კგ, ხოლო მეორე წერტილში - კიდევ უფრო დაბალია - 11,25 (5,6 ზდკ) მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე. სიღრმეში დარიშხანის კონცენტრაცია აქაც უფრო მცირდება.

**ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА**

1. მეთოდური მითითებები ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასებაზე - მმ 2.1.7. 004 – 03 (საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №38/ნ 2003 წლის 24 თებერვალი, ქ. თბილისი).
2. О происхождении вещества земной коры // Геохимия. — 1961. № 1. — С. 3—29.
3. გ.სუპატაშვილი - გარემოს ქიმია (ეკოქიმია) - თბილისი, უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 187გვ., 2009.
4. M.G. Skalnaya, A.V. Skalny, V.A. Demidov -, Dependence of the increased oncologic morbidity rate from the excessive contents of arsenic and other toxic chemical elements in environment”. Микроэлементы в медицине, 2001 ст. 32-35.
5. ARSENIC AND ARSENIC COMPOUNDS IARC MONOGRAPHS – 100C, (IARC, 1980, 1987, 2004).  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-6.pdf>
6. Laferashvili K., Food safety, Georgian strategic researches and development centre Biuletin N111, 2008.
7. European population1 European Food Safety Authority 2, 3 European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy.

8. The Basel Convention on the "Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal" 1989, 22 March, Basel (Switzerland) Georgia is a party of the convention from 1999y 20 May.
9. R.Gigauri, N.Bibiashvili, L.Baghaturia - Monitoring and Remediation of Wastes of Racha-Svaneti in Georgian Regions - Chemical Materials of Georgia, T.15, # 1, p.119-122, 2015
- 10.N.Bagratioti, L.Gvertseli, V.Gvakharia, A.Chirakadze, T.Sharashidze - "Ecological description of the Arsenic waste storage and warehousing facilities. Proceedings of the Georgian Academy of Sciences, # 4, 2014.
- 11.Shavliashvili L., Bakradze E., Arabidze M. and Kuchava G. - Arsenic pollution study of the rivers and soils in some of the regions of Georgia". International Journal of Current Research Vol.9, Issue, 02, pp.47002-47008, February, 2017.
- 12.G.Alexidze, R.Lolishvili - Basic Aspects of Georgia's Environmental Pollution - Materials of International Scientific Conference "Modern Technologies of Eco-friendly Products for Sustainable Development of Agriculture", Tbilisi, pp. 33-45, 2016.
- 13.Фомин Г.С. Фомин А.Г. - Почва, контроль качества и экологические безопасности по междуна род-ным стандартам. - Москва ВНИИ стандарт, 300 ст, 2001.
- 14.თ.ურუშაძე - საქართველოს ძირითადი ნიადაგები - „მეცნიერება“, თბილისი, 267 გვ., 1997.

უაკ 631.41

**ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობის ქიმიური კვლევა/ შავლიაშვილი ლ., არაბიძე მ., ბაქრაძე ე., კუჭავა გ., ტაბატაძე მ./სტუპ-ის კმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2020. - ტ.129. - გვ.84-89. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. 2019 წელს ამბროლაურის მუნიციპალიტეტში შესწავლილი იყო რაჭის სამთო ქიმიური ქარხნის დარიშხანშემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების დონე. კერძოდ, ჩატარდა ურავის, აბარის, უწერის, ლიხეთის და სორის ხეობის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების კვლევა. გამოვლინდა, რომ: ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით დარიშხანით ყველაზე დაბინძურებულია ურავის ნიადაგები. ნაკლებია დარიშხანით დაბინძურება სოფელ უწერაში, სორის ხეობასა და სოფელ ლიხეთში (დაბინძურების საშუალო დონე). შედარებით სუფთაა სოფელი აბარი, სადაც დაფიქსირდა დარიშხანით მცირე დაბინძურება. აღსანიშნავია, რომ ყველა შემთხვევაში დარიშხანის შემცველობა უფრო მაღალია ნიადაგის ზედა (0-5 სმ სიღრმე), ვიდრე ქვედა ფენაში (5-20 სმ სიღრმე).**

UDC 631.41

**Chemical study of arsenic in soils of the municipality of Ambrolauri./ Shavliashvili L.,Arabidze M, Bakradze E., Kuchava G., Tabatadze M./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.84-89. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. In 2019, the level of soil pollution with arsenic was studied in the Municipality of Ambrolauri as a result of exposure to hazardous industrial waste containing arsenic from the Rachinsky mining and chemical plant. In particular, a study was conducted of arsenic contamination of soils in the villages of Uravi, Abari, Utsera, Likheti and the Sori gorge. It was revealed that: According to the results of the study, the soils are most polluted with arsenic in village Uravi. Less arsenic pollution is observed in village Utsera, in the Sori gorge and in village Likheti (medium level of pollution). Village Abara is relatively clean, with little arsenic contamination of soils. It should be noted that in all cases the arsenic content is higher in the upper part of the soil (depth 0-5 cm) than in the lower layer (depth 5-20 cm).**

УДК 631.41

**Химическое исследование содержания мышьяка в почвах муниципалитета Амбролаури.Шавли-ашвили. Л.У, Арабидзе М.А.,Бакрадзе Е.М.,Кучава Г.П, Табатадзе М.М./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.84-89. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В 2019 году в муниципалитете Амбролаури был изучен уровень загрязнения почвы мышьяком результате воздействия опасных промышленных отходов, содержащих мышьяк Рачинского горно-химического комбината. В частности, было проведено исследование загрязнения мышьяком почв в селеньях Урави, Абары, Утсери, Лихети и**

=====

ущелье Сори. Выявлено, что: Согласно результатам исследования почвы наиболее загрязнены мышьяком в с. Урави. Меньшее загрязнение мышьяком наблюдается в с. Утсера, в ущелье Сори и в с. Лихети (средний уровень загрязнения). С. Абара относительно чиста, где наблюдалось малое загрязнения почв мышьяком. Следует отметить, что во всех случаях содержания мышьяка выше в верхней части почвы (глубина 0-5 см), чем в нижнем слое (глубина 5-20 см).

უაკ 504.064.2.001.18; 504.064.47; 519.257

**მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე  
არალეგალური ნაბავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის შესწავლა**

ნ.დვალიშვილი, ნ.ბუაჩიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, n.dvalishvili@gtu.ge, emc.buachidze@yahoo.com

პროექტი სრულდება შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით (საგრანტო ხელშეკრულება: #FR-18-718)

დღესდღეობით საქართველოში აღირიცხება 50-მდე ოფიციალური (ლეგალური) ნაგავსაყრელი [1] და უამრავი მცირე ზომის არალეგალური ნაგავსაყრელი, რომელთა რაოდენობა და ადგილმდებარეობა მუნიციპალური სამსახურებისათვის მეტწილად უცნობია. საქართველოს რაიონებში (განსაკუთრებით მაღალმთიან დასახლებებში) სრულყოფილად არ ხდება ნარჩენების შეგროვების და გატანის მომსახურება, უამრავი სოფელი არ არის უზრუნველყოფილი სპეციფიური სერვისით, რის გამოც მოსახლეობა იძულებულია ნარჩენები განათავსოს მათ მიერ თვითნებურად შერჩეულ ტერიტორიებზე. ქვეყანაში წარმოქმნილი ნარჩენების 52%-მდე უკონტროლოდ იყრება საცხოვრებელ ადგილებთან ახლოს - ხევებში, მდინარეების ნაპირებზე და არც თუ იშვიათად საძოვრებზე და სხვა.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში დღესდღეობით არალეგალურ ნაგავსაყრელებზე მოხვედრილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები (მსნ) დიდი რაოდენობით შეიცავენ სახიფათო ნარჩენებსაც (ქვეყანაში სახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელის არ არსებობის გამო), რამაც რეგიონებში მცხოვრებ მოსახლეობას ჯანმრთელობის თვალსაზრისით შესაძლებელია მომავალში არაერთი პრობლემა შეუქმნას.

ზედაპირული, გრუნტის და მინერალური წყლების დაბინძურება, აგრო-კულტურების მოწამვლა, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება, ტყის ხანძრები, მოსახლეობის ინფექციური/ალერგიული დაავადებები ეს არის ჩვენი დაუდევრობის შედეგი, რომლის ერთ-ერთი მიზეზია არალეგალური ნაგავსაყრელების არსებობა. მათ მიერ მიყენებული ეკოლოგიური ზარალი ნეგატიურად მოქმედებს საქართველოს რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე - მოსახლეობის ცხოვრების დონეზე, ვნებს სახელმწიფო ეკონომიკას და ხელს უშლის ეკონომიკის ისეთი სექტორების განვითარებას, როგორცაა ტურიზმი, სოფლის მეურნეობა, რეგიონალური განვითარება და სხვა.

საქართველოში ნარჩენების მართვის მოგვარების მიზნით, 2015 წლის 15 იანვარს ძალაში შევიდა საქართველოს კანონი „ნარჩენების მართვის კოდექსი“, რომელიც პასუხობს საქართველოს ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულებით ნაკისრ ვალდებულებებს. კოდექსის მიზანია ნარჩენების მართვის სფეროში სამართლებრივი საფუძვლების შექმნა ისეთი ღონისძიებების განხორციელებისათვის, რომლებიც ხელს შეუწყობს ნარჩენების წარმოქმნის პრევენციას, მათი ხელახალი გამოყენების ზრდას და ნარჩენების გარემოსთვის უსაფრთხო გზით განთავსებას [2]. ნარჩენების მართვის მიმართულებით არსებული სიტუაციის შეფასების, გამოწვევების იდენტიფიცირებისა და პრობლემების გადაჭრის გზების ჩამოყალიბების მიზნით, საქართველოს მთავრობის №160 დადგენილებით დამტკიცდა „ნარჩენების მართვის 2016-2030 წლების ეროვნული სტრატეგია“ და „2016-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმა“ [3].

ბოლო პერიოდში ნარჩენების მართვის მიმართულებით განხორციელებული საკანონმდებლო ცვლილებების მიუხედავად, ვერ ხორციელდება არალეგალური ნაგავსაყრელების იდენტიფიკაცია, მათი რემედიაციის გეგმის შემუშავება და ლიკვიდაცია. საქართველოს მუნიციპალიტეტებიდან შეგროვილი სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამოვლინდა, რომ მთელ რიგ სოფლებში, განსაკუთრებით მაღალმთიან რეგიონებში, ვერ ხორციელდება ნარჩენების გატანის მომსახურების მიწოდება და მიუხედავად სახელმწიფო პოლიტიკისა, კვლავ აქტუალურია არალეგალური ნაგავსაყრელების საკითხი და მათი ნეგატიური გავლენა გარემოს ობიექტებზე.

ამ კუთხით მეტად საყურადღებოა საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონები, რომლებიც დაბლობთან და ურბანულ რეგიონებთან შედარებით მნიშვნელოვანი სტრუქტურული სისუსტეებით ხასიათდებიან - ესენია ეკონომიკის სუსტი დივერსიფიკაცია, მოსახლეობის მიგრაცია, უკიდურესი სიღარიბე, სუსტი ინფრასტრუქტურა, ჯანდაცვის სტრუქტურული ერთეულების ნაკლებობა, საჯარო სერვისებზე შეზღუდული ხელმისაწვდომობა და სხვა. ყოველივე ეს მოცემულ რეგიონებში განაპირობებს საქართველოში გავრცელებული პრობლემის - არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის დიდ ალბათობას და მოითხოვს აღნიშნული პრობლემის კომპლექსურ გადაწყვეტას. მაღალმთიანი რეგიონების განვითარების ხელშეწყობის მიზნით, 2015 წელს მიღებულ იქნა „მაღალმთიანი რეგიონების განვითარების შესახებ“ საქართველოს კანონი. კანონის თანახმად ასევე, შეიქმნა მთის განვითარების ეროვნული საბჭო, რომელიც მაღალმთიანი რეგიონების განვითარებაზე მუშაობს. საქართველოს ტერიტორ-

რიის 66% მაღალმთიანი რაიონებისგან შედგება, სადაც მუდმივად ცხოვრობს ქვეყნის მოსახლეობის 6.5% [5]. საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონები დაბლობთან და ურბანულ რეგიონებთან შედარებით მნიშვნელოვანი სტრუქტურული სისუსტეებით ხასიათდება - ესენია ეკონომიკის სუსტი დივერსიფიკაცია, მოსახლეობის მიგრაცია, უკიდურესი სიღარიბე, სუსტი ინფრასტრუქტურა, ჯანდაცვის სტრუქტურული ერთეულების ნაკლებობა, საჯარო სერვისებზე შეზღუდული ხელმისაწვდომობა და სხვა. ყოველივე ეს მოცემულ რეგიონებში განაპირობებს საქართველოში გავრცელებული პრობლემის - არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის დიდ ალბათობას და მოითხოვს აღნიშნული პრობლემის კომპლექსურ გადაწყვეტას.

არალეგალური ნაგავსაყრელების უმეტესი ნაწილის წარმოქმნას განაპირობებს სამი ძირითადი მიზეზი: ნარჩენების შეგროვებისა და გატანის დაუფარავი ზონები, ნარჩენების გატანის არასაკმარისი სიხშირე და მოქალაქეთა უპასუხისმგებლო საქციელი, რომელიც ძირითადად მათი ცნობიერების დაბალი დონით აიხსნება. პირველ ორ შემთხვევასთან მიმართებაში აუცილებელია სათანადო დეტალური კვლევის განხორციელება, რომელიც მოიცავს არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის განსაზღვრას, მათი ლოკალიზაციისა და მარშრუტების შედარებითი ანალიზის განხორციელებას, ხოლო მესამე შემთხვევაში როგორც ადგილობრივ მოსახლეობასთან ასევე ადგილობრივი თვითმმართველობის წარმომადგენლებთან სისტემატური შეხვედრების განხორციელებას, რათა გაეუზიაროთ მათ ყველა ის ძირითადი პრობლემები და საკითხები, რაც დღესდღეობით არსებობს ჩვენს ქვეყანაში მოცემულ პრობლემასთან მიმართებაში.

მიმდინარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს მაღალმთიანი რურალური რეგიონებისათვის არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის დადგენის ინტეგრირებული მეთოდოლოგიის შემუშავება და გამოყენება მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაგალითზე.

აღნიშნული მეთოდოლოგია წარმოადგენს ინოვაციურ მიდგომას ქვეყნის გეოგრაფიულად რთულ არეალში არსებული არალეგალური ნაგავსაყრელების ლიკვიდაციის პროცესში - არალეგალური ნაგავსაყრელების თეორიული ინვენტარიზაციის მეთოდოლოგიის შემუშავებით მიღებული შედეგების გადამოწმება მოხდა დისტანციურად მართვადი უპილოტო საფრენი აპარატის (დრონი) გამოყენებით და საექსპედიციო სამუშაოების განხორციელებით, თეორიული და დისტანციური მონაცემების დაზუსტების მიზნით.

თეორიული მიდგომა გულისხმობს სტატისტიკური მონაცემების შეგროვების საფუძველზე არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის განსაზღვრას ჩვენს მიერ შემუშავებული მათემატიკური ფორმულის გამოყენებით (1). აღნიშნული ფორმულა საშუალებას მოგვცემს საკვლევ ტერიტორიაზე სერვისის გარეშე დარჩენილი ნარჩენების სავარაუდო რაოდენობის განსაზღვრას და შესაბამისად არალეგალური ნაგავსაყრელის/ნაგავსაყრელების არსებობა/წარმოქმნის ალბათობას. ამისათვის განხორციელდება საჭირო მონაცემების შეგროვება ორი კატეგორიის ობიექტებისათვის: საცხოვრებელი და კომერციული (რესტორნები, სასტუმროები, ოფისები, სავაჭრო ცენტრები და სხვა (ასეთის არსებობის შემთხვევაში)). შედგენილი და გამოყენებული იქნება კითხვარები, როგორც მოსახლეობის/პერსონალისათვის ისე მუნიციპალიტეტებისათვის, რომლებიც შეივსება საკვლევ ობიექტზე (საცხოვრებელი და კომერციული ფართი) მცხოვრები/მომუშავე ოჯახების/პერსონალის გამოკითხვის საფუძველზე. კერძოდ, მოსახლეობის/პერსონალის/კლიენტის რაოდენობა, სპეციფიური სერვისის არსებობა/სიხშირე/ეფექტურობა, კონტეინერების რაოდენობა (ზომების მიხედვით), ნარჩენების რაოდენობა ერთ სულ მოსახლეზე, ნარჩენების მეორადი გამოყენების არსებობა.

$$D=(AC-(Ln(L)+Sn(S))fq)/AC\cdot 100\%, \quad (1)$$

სადაც, D-შესაძლო არალეგალური ნაგავსაყრელის წარმოქმნელი პროცენტული მაჩვენებელი;

A-ნარჩენების რაოდენობა ერთ სულ მოსახლეზე; C-მოსახლეობის რაოდენობა; L- დიდი კონტეინერის ტევადობა, კგ; n(L)-დიდი კონტეინერის რაოდენობა, ცალი; S-პატარა კონტეინერის ტევადობა, კგ; n(S)-პატარა კონტეინერის რაოდენობა, ცალი; f-შეგროვების სიხშირე (ნაგვის მანქანის მომსახურების სიხშირე კვირაში), კოეფიციენტი 0-დან 1-მდე; q-შეგროვების ეფექტურობა, კოეფიციენტი 0-დან 1-მდე;

**Аპარამეტრი:** 2015 წლიდან 2017 წლამდე, გრავიმეტრიული მეთოდით, ჩვენ გამოვიკვლიეთ მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) რაოდენობა და მორფოლოგიური შემადგენლობა

საქართველოს ყველა რეგიონში განსაზღვრულ იქნა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (SRNSFG) მხარდაჭერით [6] შესრულებულ პროექტის “საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგიის შემუშავება და მონაცემთა ბაზის შექმნა” # FR / 88 /9-220/ 14 ფარგლებში (ცხრ.1). პროექტის შედეგების თანახმად, მსნ-ს საშუალო რაოდენობა საქართველოში მცხოვრებ ერთ სულ მოსახლეზე შეადგენს 250 კგ/კაცი/წელი, ხოლო საქართველოს სოფლო რეგიონებში 75-80 კგ/კაცი/წელი. აღნიშნული მკვეთრი სხვაობა, როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა, ამ რეგიონებს სასხოვრებელი პირობებითა და თავისებური სტანდარტებით აიხსნება.

**ცხრილი 1. მსნ-ს მორფოლოგიური შემადგენლობა საქართველოში**

მინა	ქალაქი	მეტალი	პლასტმასი	პამპერსი	რეზინი/ტყავი/ტექსტილი	ხე	წვრილი ფრაქცია	სახიფათო ნარჩენები	საკვები ნარჩენები	სულ
თბილისი										
3.5	13.2	1.7	15.2	8.0	2.2	0.7	3.7	0.8	51.1	100.0
აჭარა										
2.8	15.5	2.5	15.4	7.2	1.7	0.2	9.8	0.8	44.1	100.0
გურია										
2.2	11.6	3.5	15.5	5.7	0.4	0.5	17.7	0.8	42.2	100.0
სამეგრელო-ზემო სვანეთი										
2.6	9.9	1.9	12.1	7.0	1.2	1.5	19.5	0.8	43.8	100.0
რაჭა-ლეჩხუმი										
2.4	13.5	1.5	13.2	9.0	1.3	0.2	16.5	0.4	42.0	100.0
იმერეთი										
0.5	9.2	0.3	1.9	9.1	1.0	0.1	29.2	0.6	48.2	100.0
მცხეთა-მთიანეთი										
1.5	9.9	3.8	15.5	5.9	1.8	0.7	16.0	1.0	43.9	100.0
შიდა ქარტლი										
3.1	11.3	2.8	15.6	5.2	0.5	0.7	16.7	0.3	43.7	100.0
ქვემო ქართლი										
0.7	11.3	3.0	13.8	7.9	1.6	0.4	19.2	0.7	41.4	100.0
სამცხე-ჯავახეთი										
2.8	12.0	3.2	13.8	6.8	0.8	0.8	10.8	0.4	48.7	100.0
კახეთი										
2.8	11.2	2.9	11.5	5.0	1.0	0.3	22.6	0.5	42.3	100.0
საშუალო										
2.4	11.9	2.7	14.2	6.8	1.3	0.6	15.3	0.8	44.1	100.0

C.L.S.n(L)n(S) პარამეტრები მოწოდებულ და შემდგომ დადგენილ იქნა მუნიციპალიტეტის სამსახურის მიერ და მოსახლეობის გამოკითხვის შედეგად. ცხრილი 2 –ში წარმოდგენილია მუნიციპალიტეტებისათვის შედგენილი კითხვარის მაგალითი, რომლის საშუალებით დადგენილ იქნა აღნიშნული პარამეტრები.

**ცხრილი 2. მუნიციპალური სამსახურებისათვის მომზადებული კითხვარები**

№	1	2	3
1	მუნიციპალიტეტის ერთეული	დასახელება	
2	მოსახლეობის მთლიანი რაოდენობა	კაცი	
3	მოსახლეობის რაოდენობა, რომელსაც არ მიეწოდება ნაგვის გატანის სერვისი	კაცი/კომლი	

4	სოფლების რაოდენობა	ერთეული	
5	მაღალ მთიანი სოფლების რაოდენობა	ერთეული	
6	მაღალ მთიანი სოფლები ყველაზე ნაკლებად დასახლებული	ერთეული და დასახელება	
7	მაღალ მთიანი სოფლები ყველაზე მჭიდრო დასახლებით		
8	მაღალ მთიანი სოფლები სადაც არ არის საგზაო ინფრასტრუქტურა		
9	ნაგავშემკრები კონტეინერების საერთო რაოდენობა და ტიპი (მოცულობა)		
10	მაღალ მთიანი სოფლები სადაც არ დგას ნაგავშემკრები კონტეინერები		
11	მაღალ მთიანი სოფლები სადაც არ ემსახურება ნაგავშიდი		
12	ნაგავშიდების საერთო რაოდენობა		
13	მაღალ მთიანი სოფლები სადაც აღრიცხულია არაღებულური ნაგავსაყრელი	დასახელება და არაღებულური ნაგავსაყრელების რიცხვი	

ცხრილ 3-ში მოცემულია **f** და **q** პარამეტრების შეფასების მიხედვით ნარჩენების შეგროვების ეფექტურობა ამა თუ იმ რეგიონში.

**ცხრილი 3. ნარჩენების შეგროვების სიხშირის კოეფიციენტების კლასიფიკაცია და ნარჩენების შეგროვების ეფექტურობა**

f	ნარჩენების შეგროვების სიხშირე	q	ნარჩენების შეგროვების ეფექტურობა
0	არა	0	არა
0.2	ერთხელ თვეში	0.2	ძალიან ცუდი
0.4	ერთხელ კვირაში	0.4	ცუდი
0.6	ორჯერ კვირაში	0.6	დამაკმაყოფილებელი
0.8	ყოველ მეორე დღეს	0.8	კარგი
1	ყოველდღე	1	ძალიან კარგი

საკვლევი რეგიონის შესახებ დამატებითი ინფორმაცია მოპოვებულ იქნა საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის ონლაინ რესურსის დახმარებით [7], კერძოდ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის:

მოსახლეობის რაოდენობა: 159 900 კაცი, ტერიტორიული ფართობი: 6 786 კმ<sup>2</sup>

მუნიციპალიტეტების რაოდენობა – 4, ესენია: მცხეთის, სტეფანწმინდის, დუშეთის და თიანეთის, სულ სოფლების რაოდენობაა - 485, აქედან 375 მაღალმთიანი სოფელია. მუნიციპალიტეტების ინფორმაციის დასუფთავების სამსახურით მოსარგებლე მოსახლეობის წილი შეადგენს 65%-ს, რომელთაც ემსახურება სამი ოფიციალური ნაგავსაყრელი.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ფორმულით კალკულაციის საშუალო შედეგი მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის მოყვანილია მე-4 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ საკვლევი რეგიონისათვის საშუალოდ მაღალმთიან რურალურ ტერიტორიებზე არაღებულური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა შეადგენს 54.1%. ამასთან მცხეთა-მთიანეთის მუნიციპალიტეტებს შორის გამოვლინდა მნიშვნელოვანი განსხვავება ნარჩენების მართვის კუთხით (ცხრ. 5). ცხრილი 5-დან ჩანს, რომ მეტად რთული მდგომარეობა აღინიშნება დუშეთის მუნიციპალიტეტში, სადაც აღნიშნული შედეგი უახლოვდება 70%-ს, ხოლო უკეთესი მდგომარეობაა ყაზბეგსა და მცხეთის მუნიციპალიტეტებში, რაც აიხსნება ბოლო ორის ტურუსტული პოლიტიკის გავლენით.

**ცხრილი 4. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე არაღებულური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის კალკულაცია**

პარამეტრი	განზომილება	აღნიშვნა	მაჩვენებელი
მსნ რაოდენობა	კგ/კაცი/დღე	A	0.3

მოსახლეობის რაოდენობა	კაცი	C		10 392
დიდი კონტეინერების ტევადობა	კბ	L		220
დიდი კონტეინერების რაოდენობა	ცალი	n(L)		80
პატარა კონტეინერების ტევადობა	ჯგ	S		20
პატარა კონტეინერების რაოდენობა	ცალი	n(S)		15
მსნ შეგროვების სიხშირე	-	f		0.4
მსნ შეგროვების ეფექტურობა	-	q		0.2
წარმოქმნილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	B	2 599.0	
გატანილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	E	$L*n(L)+S*n(S)*f*q$ 1 432.0	
დარჩენილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	H	B-E 1 685.6	
არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა	%	D	$H/B*100$ 54.1	

**ცხრილი 5. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მუნიციპალიტეტების მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის კალკულაცია**

პარამეტრი	განზომილება	ალენიშენა	მაჩვენებელი				
			მცხეთის	ყაზბეგის	დუშეთის	თიანეთის	
მსნ რაოდენობა	კგ/კაცი/დღე	A	0.35	0.3	0.25	0.3	
მოსახლეობის რაოდენობა	კაცი	C	1090	2400	4402	2500	
დიდი კონტეინერების ტევადობა	კბ	L	220	220	220	220	
დიდი კონტეინერების რაოდენობა	ცალი	n(L)	17	25	17	21	
პატარა კონტეინერების ტევადობა	ჯგ	S	20	20	20	20	
პატარა კონტეინერების რაოდენობა	ცალი	n(S)	0	3	7	5	
მსნ შეგროვების სიხშირე	-	f	0.4	0.4	0.4	0.4	
მსნ შეგროვების ეფექტურობა	-	q	0.2	0.2	0.2	0.2	
წარმოქმნილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	B	A*C	381.5	720	1100.5	750
გატანილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	E	$L*n(L)+S*n(S)*f*q$	299.2	444.8	310.4	377.6
დარჩენილი მსნ საერთო რაოდენობა	კგ/დღე	H	B-E	82.3	275.2	790.1	372.4
არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა	%	D	$H/B*100$	21.5	38.2	71.8	49.7

საინტერესოა აგრეთვე მცხეთა-მთიანეთის მაგალითზე უკანონო ნაგავსაყრელების სავარაუდო რაოდენობის გამოვლენა:

- 375 მაღალმთიანი სოფელი (რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაუსახლებელია);
- 1 685.6 კგ საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ნაშთები (წინა ცხრილი) - ნარჩენების რაოდენობა, რომლებიც ნაგავსაყრელზე გადააქვთ;
- 180-250 კგ მსნ ავსებს 1 მ3 მოცულობისა და 80 მ2 ფართობის არალეგალურ ნაგავსაყრელის
- შესაბამისად, არალეგალური ნაგავსაყრელის ტერიტორია, რომელიც ყოველდღე ყალიბდება -  $1685.6 \div 80 : 250 = 539$  მ2;
- არალეგალური ნაგავსაყრელების საშუალო ფართობი საქართველოში- 3.5მ2 (2მ2 დან 5მ2 -მდე) [8];



- შესაბამისად, შეგვიძლია გამოვთვალოთ ბუნებრივი უკანონო ნაგავსაყრელების სავარაუდო რაოდენობა მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე -  $539: 3.5 = 154$  არალეგალური ნაგავსაყრელი.

თეორიული გათვლები შეიძლება შევადაროთ ჩვენს მიერ ექსპედიციების მეშვეობით იმ სოფლების (82 სოფელი) ჩამონათვალს, სადაც აღმოჩენილ იქნა 1-2, ზოგ შემთხვევაში კი 3 არალეგალური ნაგავსაყრელი (ძირითადად ლოკალურად ნაგავსაყრელების რაოდენობა დამოკიდებულია მოსახლეობის სიმჭიდროვეზე და სოფლისა და თავად ნაგავსაყრელის ფართობზე)

დუშეთის მუნიციპალიტეტი: გრემისხევი, პეტრიანი, მიქელიანი, ქარქუშანი, ჭართალი, მენესო, ქვეშეთი, არახეთი, ზაქათკარი, ნაღვარევი, სეთურნი, ჯაღმიანი, მალრანი, ძველი ოსები, დავათი, თანიანთკარი, ზედა მღეთა, ქვედა მღეთა, როშკა, შატილი, გუდანი, დოლოშა.

ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი: აჩხოტი, სნო, ახალციხე, კარკუხა, ჯუთა, არშა, სიონი, ვარდისუბანი, ფხელშე, გაიბოტენი, თოთი, ქოსელი, ართხმო, მნა, ოქროყანა, ქვემო, ოქროყანა, შევარდენი, კართსოფელი, აღმასიანი, უხათი, ნოგყაუ, აბანო, კეტრისი, ტეფი, გიძარა, ცოცოლთა, ბურმასივი, დესი, სუატიხი, რესი.

თიანეთის მუნიციპალიტეტი: საჭურეომარაულები, ფიჭვიანი, ზემო არტანი, ქვემო არტანი, ბოდახევა, თეთრაულები, სახევი, სხლოვანი, ქუშხევი, ღორლა, ჭიაურა, ხაიშო, კაწალო, ბუჭყინტა, ვერხეელი, ქვემო შარახევი, ძებნიაურები, წანდრიხევი, წიკვლიანები, ბოკონი, ევჯენტი, ჟებოტა

მცხეთის მუნიციპალიტეტი: ბევრეთი, მსხალდიდი, შანკევანი, შრალხევი, კველიანი, თეზამი, სხალტა.

ამრიგად ჩვენს მიერ დამუშავებული თეორიული მეთოდოლოგიით მიღებული შედეგები კარგ თანხვედრაშია ექსპერიმენტულად მიღებულ შედეგებთან, რაც გულისხმობს მისი გამოყენების შესაძლებლობას სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე ექსპედიციების გარეშე განვსაზღვროთ არალეგალური ნაგავსაყრელების მაშტაბები თითოეული მუნიციპალიტეტებისათვის, რაც თავის მხრივ საშუალებას მოგვცემს წინასწარ ვივარაუდოთ და განვსაზღვროთ არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა ძნელად მისადგომ რაიონებში. აქედან გამომდინარე ჩვენს მიერ მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიქმნება შესაძლებლობა იმისა, რომ სახელმწიფომ განსაზღვროს თუ რა რაოდენობის და რა ტიპის სამუშაოები უნდა ჩაატაროს მომავალში მან მაღალმთიან ძნელად მისასვლელ რეგიონებთან მიმართებაში.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <http://waste.gov.ge>
2. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2676416?publication=9>
3. <https://matsne.gov.ge/document/view/3242506?publication=0>
4. <http://www.parliament.ge/ge/saparlamento-saqmianoba/komitetebi/regionuli-politikis-tvitmmartvelobis-da-magalmtiani-regionebis-komiteti-145/kanonmdbloba/magalmtiani-regionebis-ganvitarebis-shesaxeb>
5. <https://1tv.ge/news/maghalmtiani-dasakhlebis-statusi-1715-dasakhlebas-maghalmtian-dasakhlebash-mudmivad-mckhovrebi-piris-statusi-ki-237-469-moqalaqes-mienicha/>
6. <http://ecohydmnet.ge/narchenebi.html>
7. <http://geostat.ge>
8. პროექტი “დავასუფთაოთ საქართველოს” ანგარიშებიდან <http://orkisi.ge>

უაკ 504.064.2.001.18; 504.064.47; 519.257

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მაღალმთიანი რურალურ ტერიტორიებზე არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობის შესწავლა/დვალიშვილი ნ, ბუაჩიძე ნ./სტუ-ის კმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.90-96. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. მიმდინარე კვლევაში, ადგილობრივი მუნიციპალიტეტების მხარდაჭერით, მცხეთა-მთიანეთის მაღალმთიანი რეგიონისთვის შეკრებილ იქნა მონაცემები, რომლებიც გვიჩვენებს: მოსახლე-

ობის რაოდენობას, ნარჩენების გამომწვევი ძირითადი წყაროების არსებობას, შეგროვებული ნარჩენების რაოდენობას, ეფექტურობას და სისწირეს, შესაბამისი ტექნიკის არსებობა/გამოყენებას და ა.შ. ამ ყველა მონაცემიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ შემუშავებული მეთოდოლოგიის გამოყენებით, გამოვთვალეთ არალეგალური ნაგავსაყრელების წარმოქმნის ალბათობა შესწავლილ რეგიონში.

UDC 504.064.2.001.18; 504.064.47; 519.257

**Study of the Probability of the Formation of Illegal Landfills in the High Mountainous Rural Territories of Mtskheta-Mtianeti Region.**/Dvalishvili N, Buachidze N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.90-96. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. In this research, with the support of the local municipality, we've collected for Mtskheta-Mtianeti highland region the data showing: the number of population, existence of the main sources causing waste, the quantity, efficiency and frequency of waste collection, the relevant technic availability etc. Based on all these data by apply our methodology, we count a probability of existence of the illegal landfills that can exist in the region.

УДК 504.064.2.001.18; 504.064.47; 519.257

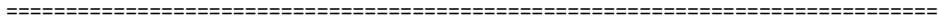
**Исследование вероятности формирования незаконных свалок в высокогорных сельских районах Мцхета-Мтианетского региона.**/Двалишвили Н.Л., Буачидзе Н.С./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.90-96. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В данном исследовании при поддержке местных муниципалитетов для горной сельской местности региона Мцхета-Мтианети мы собрали следующие данные: численность населения, наличие основных источников, вызывающих отходы, количество, эффективность и периодичность сбора отходов, наличие соответствующей техники и т. д. На основании всех этих данных, с применением разработанной нами методологии, мы рассчитали вероятность существования незаконных свалок, которые могут образоваться в регионе.

უაკ. 551.583

**ნაღმეთა ხელოვნური რეზიუმეების სამუშაოთა ჩატარების  
სამართლებრივი ასპექტები**

კაპანაძე ნ., ბერიტაშვილი შ., ცინცაძე თ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო, knaili1990@gmail.com



ნალექთა ხელოვნური რეგულირება არის გარკვეულ ტერიტორიაზე ადამიანის ხელოვნური ჩარევა ბუნებრივ პროცესებში, რომელიც უნდა იმართებოდეს „გარემოს დაცვის შესახებ საქართველოს კანონის“ შესაბამისად. ამ კანონის ბოლო რედაქციის (01.01.2017 წ.) I თავის, მე-5 მუხლის „2.ბ“ პუნქტის თანახმად, რომელსაც შეესაბამება „გარემოს დაცვის ძირითადი პრინციპები“-დან „მდგრადობის პრინციპი“, აღნიშნული საქმიანობის განხორციელებისას საშიშროება არ უნდა ექმნებოდეს საზოგადოების განვითარებას და უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვა შეუქცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან.

აღმოსავლეთ საქართველოში 1980-იან წლებში წარმოებული ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) სამუშაოები გარემოზე ზემოქმედების მასშტაბებით ბევრად ჩამოუვარდებოდა მსხვილ დასახლებათა (თბილისი, რუსთავი) გარემოზე ზემოქმედებას ტრანსპორტისა და სამრეწველო გამონაბოლქვის მოცულობის თვალსაზრისით, მაგრამ ხანგრძლივი და უწყვეტი ზემოქმედების შედეგად მას შეუძლია გარკვეული ცვლილებების შეტანა ისეთი მგრძობიარე ელემენტების მსვლელობაში, როგორცაა ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის სინოტივე და ტემპერატურა, ზედაპირული ჩამონადენი, მიწისქვეშა წყლების დონე და სხვ.

კლიმატური მონაცემების თანახმად, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ნხგ პოლიგონებისა და მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე, ნალექთა სეზონური ჯამების ბუნებრივი ვარიაციები საშუალოდ 20-25% ფარგლებში იცვლება. ამავე დროს დაკვირვების 10-წლიანი პერიოდის განმავლობაში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ წლის თბილ პერიოდში ზემოქმედების შედეგად ნალექთა სეზონური ჯამების გაზრდა საკვლევ ტერიტორიაზე შესაძლებელია მაქსიმუმ 10-15%-ით, რაც თითქმის ორჯერ ნაკლებია მათი ბუნებრივი ვარიაციის ფარგლებზე. ამის გათვალისწინებით, ნაშრომში [1] მიღებული დასკვნის თანახმად, შედარებით ხანმოკლე დროის მონაკვეთში (5-10 წელი) ნხგ სამუშაოებს არ შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენის მოხდენა ბუნებრივი გარემოს დატენიანების რეჟიმზე. თუმცა, ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით, ნალექთა (წვიმისა და სეტყვის) რეჟიმის შესაცვლელად გამოიზრდილი ფართომასშტაბური და ხანგრძლივი პროექტების განხორციელების შემთხვევაში შესაძლებელია მოხდეს ამ რეჟიმის მდგრადი ცვლილება, რასაც შეიძლება მოჰყვეს საცდელ რეგიონში რადიაციული და სითბური ბალანსის გარკვეული ტრანსფორმირება. ეს, თავის მხრივ, გამოიწვევს რეგიონში კლიმატის შესაბამის ცვლილებას მასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური შედეგებით [2], რაც შეიძლება უარყოფითად აისახოს საზოგადოების განვითარებაზე და გამოიწვიოს მოსახლეობის უკმაყოფილება. აღნიშნული საკითხი დეტალური სამეცნიერო განხილვის საგნად უნდა იქცეს მანამ, სანამ გადაწყდება შერჩეულ რეგიონში მაკრისტალელებელი რეაგენტის გამოყენებით ფართომასშტაბური ზემოქმედების სამუშაოთა ჩატარება ნალექთა ხელოვნური გამოწვევის მიზნით. ამ გამოკვლევაში გათვალისწინებული უნდა იყოს როგორც გარემოს დატენიანება გამოყენებული რეაგენტებით, ასევე ეკოსისტემების ადაპტირება ზემოქმედების შედეგად შეცვლილ კლიმატურ პირობებთან.

როგორც ცნობილია, 1961 წელს საქართველოში, პირველად ყოფილ საბჭოთა კავშირში შეიქმნა სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახური. სეტყვასაშიში ღრუბლების დასაბრუნებლად ორი წლის განმავლობაში AgI-ით დამუხტული რაკეტები გამოიყენებოდა. იმის გამო, რომ ქვეყანაში ვერცხლის დიდი დეფიციტია, ხოლო სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოები სულ უფრო და უფრო მეტ ფართობს მოიცავდა, საკავშირო ორგანოებმა გადაწყვიტეს აღნიშნული რეაგენტი შეცვლილიყო ტოქსიკური იოდოვანი ტყვიით (PbI<sub>2</sub>), რომელიც 22 წლის განმავლობაში, 1963 წლიდან 1984 წლის ივლისამდე გამოიყენებოდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დასაცავად. ცხადია, ეს ქმედება ეწინააღმდეგება „რისკის შემცირების პრინციპს“ (თავი I, მუხლი 5, პუნქტი „2.ა“), რომლის მიხედვითაც საქმიანობის სუბიექტი თავისი საქმიანობის დაგეგმვისა და განხორციელებისას ვალდებულია მიიღოს სათანადო ზომები გარემოზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მავნე ზემოქმედების რისკის თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად.

კახეთში გარემოს ტყვიით შესაძლო გატენიანების კონტროლის მიზნით თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანალიზური ქიმიის კათედრა ზომავდა ტყვის შემცველობას საწარმოო ობიექტებისა და ავტომაგისტრალებიდან მოშორებით, ატმოსფერულ ჰაერში და ნალექებში, კვების პროდუქტებში, ზედაპირულ და გრუნტის წყლებში. გაზომვის შედეგების თანახმად არც ერთ გარემოში ტყვის მომატების რაიმე საშიში გადახრები არ აღნიშნულა.

=====

1981-1984 წლებში, როდესაც განსაკუთრებით დიდი იყო იოდოვანი ტყვიით დამუხტული რაკეტების ხარჯი, და მოსახლეობამ ატეხა განგაში სისხლში ტყვიის დონის მომატების შესახებ, საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის ხელმძღვანელობით გეოლოგიის ინსტიტუტის ლაბორატორიამ დამატებითი კვლევები ჩატარა კახეთის რეგიონში. აღმოჩნდა, რომ ტყვიის შემცველობა ალაზნის ველის ზედაპირულ და გრუნტის წყლებში 2,9 მკგ/ლ-ს შეადგენდა, შეტივნარებულ და ფსკერის ნალექებში 25-22 მკგ/გ-ს, მარცვლეულში 0.3-0.4 მკგ-ს, 1981-1983 წლის მოსავლის ღვინოებში- 0-დან 11.5 მკგ/ლ-მდე და არაფრით არ განსხვავდებოდა სხვა რეგიონების მონაცემებისაგან. ლაბორატორიული გაზომვების დასკვნის მიხედვით ზოგჯერ ატმოსფერულ ჰაერსა და ნალექებში ტყვიის შემცველობა ფონურ მნიშვნელობაზე მაღალი, ხოლო ზღუ-ზე დაბალი იყო და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის არავითარ საშიშროებას არ წარმოადგენდა. მიუხედავად მიღებული დამამიძღვებელი დასკვნებისა, გადაწყვეტილების მიღება, იოდოვანი ტყვიის სეტყვის დრუბლების დასამუშავებლად გამოყენების შესახებ, არასწორ ნაბიჯად შეიძლება ჩაითვალოს. დაცული უნდა იყოს გარემოს დაცვის კანონის თავი I-ის, 5-ე მუხლის, „2-გ“ პუნქტით განსაზღვრული პრიორიტეტულობის პრინციპი“, რაც იმას ნიშნავს, რომ ქმედება, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს უარყოფითი ზეგავლენა გარემოზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე, შეიძლება შეიცვალოს სხვა, ნაკლებრისკიანი, თუნდაც უფრო ძვირადღირებული ქმედებით. პრიორიტეტი ენიჭება უკანასკნელს, თუ მისი ღირებულება არ აღემატება ნაკლებადღირებული ქმედებით მიყენებული ეკოლოგიური ზიანის შედეგად ზარალის ანაზღაურების ხარჯებს.

1979 წლიდან, ნხვ სამუშაოთა დაწყების შემდეგ, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ იორის პოლიგონსა და მის მიმდებარე საკონტროლო ტერიტორიებზე სისტემატურად ტარდებოდა, გარემოს დატუჭყიანების კონტროლის მიზნით, საექსპედიციო გაზომვები. 1981 წლიდან აღნიშნულ გაზომვებს დაემატა ხრამი-ფარანის პოლიგონზე პერიოდულად ჩატარებული გაზომვებიც. ეს სამუშაოები გულისხმობდა ინსტიტუტის სპეციალიზებული ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ, მძიმე ლითონების კონცენტრაციის დადგენის მიზნით, სინჯების აღებას ჰაერში, ატმოსფერულ ნალექებში, ზედაპირულ წყლებსა და ნიადაგში. ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემებით გამოვლენილი იქნა, რომ გარემოს აღნიშნულ კომპონენტებში მძიმე ლითონების შემცველობა იცვლება ნორმის ფარგლებში და ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები არ ახდენს გავლენას მათ კონცენტრაციებზე.

ამ მონაცემების დასაზუსტებლად მოგვიანებით, 2000 წლისთვის [1] დამატებით ჩატარდა ნხვ სამუშაოებში გამოყენებულ რეაგენტში შემავალი ელემენტებით – ვერცხლითა და იოდით ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ახალი შეფასებები. აღნიშნულ იქნა, რომ ატმოსფეროში გაფრქვეული ვერცხლის იოდით, მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ზეგავლენით, განიცდის სწრაფ დეგრადაციას და 2-6 საათის შემდეგ იშლება შემადგენელ ელემენტებად. მათი საშუალო კონცენტრაცია ჰაერში, მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში ჩატარებული გაზომვების თანახმად, ზემოქმედების დღეებში იცვლება შუალედში (1.1-2.4).10<sup>-7</sup> მგ/მ, ხოლო მაქსიმალური კონცენტრაცია ერთჯერადი ზემოქმედების არეში შეადგენს (1.6-1.8) .10<sup>-5</sup> მგ/მ, რაც 5 რიგით ნაკლებია ნორმატულ დოკუმენტებით ორივე ელემენტისთვის (Ag და I) დასაშვებ კონცენტრაციაზე.

ამრიგად, იორის პოლიგონის ფუნქციონირების შემთხვევაში 16.8 გ AgI-ის შემცველი სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტა „ალაზანში“ გამოყენებული რეაგენტით სარგებლობის დროს გარემოს მნიშვნელოვანი დატუჭყიანება მოსალოდნელი იქნება ათასობითი წლის შემდეგ [1], რა დროშიც კაცობრიობა ღრუბლებზე ზემოქმედებისათვის, შესაძლებელია, სულ სხვა ტექნოლოგიებზე გადავიდეს. რაც შეეხება ზამთრის პერიოდში მთიან რეგიონებში ნხვ სამუშაოთა სისტემატურმა და ხშირმა გამოყენებამ შეიძლება მოსახლეობის მხრიდან უარყოფითი რეაქცია გამოიწვიოს გზებზე დიდთოვლობის შედეგად სატრანსპორტო მიმოსვლის გართულების გამო.

უკანასკნელ ხანებში ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს გარემოს დაცვა ისეთი ფიზიკური ფაქტორებისაგან, როგორცაა: ხმაური, ვიბრაცია, ულტრაბგერა, ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, რადიაციის ზემოქმედება (თავი VIII, მუხლი 29, პუნქტები „1.ბ“ და „1.გ“).

=====

სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების მიმდინარეობის პერიოდში კახეთის მოსახლეობაში გავრცელდა მოსაზრება რადიოლოკაციური სადგურებით განპირობებული რადიაციული ფონის მომატების შესახებ. მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორი (მრლ) რადიაციის გამოსხივების არა, მაგრამ რადიოსიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების (ემვ) გამოსხივების ძირითადი წყაროს კი ნამდვილად წარმოადგენს. თუმცა რადიოლოკაციური სისტემების მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური სიგნალი პრინციპულად განსხვავდება სხვა წყაროების გამოსხივებისაგან, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ანტენის პერიოდულად სივრცეში გადაადგილება იწვევს გამოსხივების სივრცით წყვეტილობას. გამოსხივების დროში წყვეტილობა კი განპირობებულია გამოსხივებაზე რადიოლოკატორის მუშაობის ციკლურობით. მაგ. მრლ-ის ჯამური ნამუშევარი დროითი წყვეტილობით (30 წთ გამოსხივება, 30 წთ –პაუზა) დღეღამეში 12 საათს არ აღემატება, მაშინ, როდესაც აეროპორტების რლ სადგურები უმეტეს შემთხვევაში დღეღამურ რეჟიმში მუშაობს. წრიული მიმოხილვის მახვილად მიმართული ანტენების გამოყენება იწვევს ზემადალი სიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ინტენსივობის მნიშვნელოვნად გაზრდას და ქმნის გარემოში ენერჯის ნაკადის მაღალი სიმკვრივის დიდი დაძაბულობის ზონებს, რაც განსაკუთრებით არახელსაყრელ პირობებს უქმნის აეროპორტის მახლობლად განთავსებულ საცხოვრებელ რაიონებს [3].

რაც შეეხება ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოებში გამოყენებული ზემადალი სიხშირის მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორების გამოსხივებას, ჯანმრთელობისთვის საზიანოა მხოლოდ ანტენის გამოსხივების არეში მოხვედრისას რამდენიმე ათეული მეტრის მანძილზე, საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ეს პრობლემა მოხსნილია, რადგან მრლ სადგურები შემაღლებულ ადგილებზეა განთავსებული და ანტენა ჰორიზონტის დაბლა არასოდეს არ ეშვება. ამასთან ერთად სისტემატურად იზომება გამოსხივების სიმკვრივე, რათა დასაშვებ ნორმას არ გადააჭარბოს.

ატმოსფერულ პროცესებზე ზემოქმედების კიდევ ერთ სამართლებრივ ასპექტს წარმოადგენს მეზობელ ქვეყნებს შორის ნალექთა ტერიტორიული გადანაწილების საკითხი, რომელიც რეგულირდება გარემოს დაცვის სფეროში კომპეტენციათა გამიჯვნის კრიტერიუმით (თავი IV, მუხლი 12, პუნქტი „1.გ“).

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე წლის თბილ პერიოდში ნალექწარმოქმნელი პროცესების შემოჭრას უმეტესწილად ადგილი აქვს დასავლეთიდან. ამ პერიოდში ნალექის მომცემი საღრუბლო სისტემების გადაადგილება ხდება საქართველოდან აზერბაიჯანის მიმართულებით. ნალექთა ხელოვნურმა გაზრდამ ზაფხულის კონვექციური დრუბლებიდან შესაძლოა საზოგადოების ნაწილში გამოიწვიოს პროტესტი იმის გამო, რომ საქართველო ნხვ სამუშაოებით თითქოს „ითვისებს“ წვიმის იმ რაოდენობას, რომელიც ბუნებრივად უნდა მოსულიყო მის აღმოსავლეთით მდებარე ტერიტორიებზე. სპეციალისტებს შორის ამ საკითხზე დავა თითქმის დასრულებულია, რადგანაც როგორც თეორიულად [4], ისე სავსე დაკვირვებებითაც [5] დადგენილია, რომ ფრონტალური პროცესების დროს ჰაერის მოძრაე მასაში ხდება ნალექწარმოქმნელი პროცესების სწრაფი რეგენერაცია სხვადასხვა ფიზიკური თვისებების მქონე ჰაერის მასების ინტენსიური შერევის შედეგად. ამ მასშტაბური პროცესების ფონზე ცალკეული რაიონის ფარგლებში დრუბლის ნალექწარმოქმნელ მექანიზმზე ლოკალური ზემოქმედება ვერ ახდენს შესამჩნევ გავლენას ნალექთა გენერირებასა და გამოყოფაზე მთლიანი რეგიონის მასშტაბით. რაც შეეხება ჰაერის ცალკეულ მასაში წარმოქმნილი შიდამასიური კონვექციური დრუბლებიდან ნალექების გამოწვევას, რომელთა წილი აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში 30-40%-ს შეადგენს [6], ზემოქმედებამ შესაძლებელია მართლაც გამოიწვიოს გარკვეული ცვლილება ნალექთა ტერიტორიულ განაწილებაში კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებით დაკავებულ ამ რეგიონში. თუმცა საერთაშორისო თანამშრომლობის ფარგლებში ანალოგიური სამუშაოების გაგრძელება ისტორიული საინგილოს ტერიტორიაზე აზერბაიჯანსაც სასიკეთოდ წაადგებოდა მინგეჩაურის წყალსაცავის წყლის დამატებითი რესურსებით შევსების გამო. აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ შრომაში [5] მიღებული შედეგი, კახეთის რაიონებში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა სეზონურ ნალექებზე უმნიშვნელო გავლენის შესახებ, მიუთითებს იმაზე, რომ ნხვ სამუშაოებში ერთი რიგით ნაკლები კონცენტრაციით რეაგენტის დოზირება ოპტიმალურია დრუბლის გარკვეულ სტადიაზე ნალექთა სტიმულირებისათვის, 1 რიგით გაზრდილი დოზირება კი იწვევს ნალექწარმოქმნელი პროცესების ჩახშობას. რაც შეეხება ცივ პერიოდში სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებს შორის ნალექთა გადანაწილების პრობლემას ნხვ სამუშაოთა ჩატარების შემთხვევაში, აზერბაიჯანის

თვის ნაკლებად აქტუალურია საქართველოს მიმდებარე რაიონებში თოვლის სიმცირის გამო, ხოლო სომხეთისათვის საკითხი მოითხოვს დამატებით გამოკვლევას.

ამრიგად, დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ბუნების დაცვის შესახებ საქართველოს კანონის „გარემოზე ზემოქმედების შეფასების პრინციპის“ თანახმად (თავი I, მუხლი 5, პუნქტი „2.კ“) სუბიექტი თავისი საქმიანობის პროექტირების ან დაგეგმვის შემთხვევაში ვალდებულია გაითვალისწინოს და შეაფასოს ამ საქმიანობის შესაძლო ზემოქმედება გარემოზე კანონით დადგენილი წესით. კერძოდ, ნალექთა ხელოვნური რეგულირების მიზნით ფართომასშტაბური ზემოქმედების სამუშაოების დაწყებამდე დეტალურად უნდა იქნას გამოკვლეული როგორც გარემოს დაჭუჭყიანება გამოყენებული რეაგენტებით, ასევე ეკოსისტემების ადაპტირება ზემოქმედების შედეგად შეცვლილ კლიმატურ პირობებთან. დაცული უნდა იყოს მოსახლეობა ფიზიკური ფაქტორების (ელექტრომაგნიტური ან რადიაციული გამოსხივება) უარყოფითი ზემოქმედებისაგან. მოგვარებული უნდა იქნას მეზობელ ქვეყნებს შორის ნალექთა ტერიტორიული გადანაწილებასთან დაკავშირებული პრობლემები და სხვ.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Берадзе Н. И., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Рухадзе Н.П., Капанадзе Н.И. О возобновлении работ по регулированию осадков в Восточной Грузии. Труды Института гидрометеорологии АН Грузии, 2002, том 108, с. 249-260.
2. Денис А. Изучение погоды засевом облаков „Мир“, Москва, 1983.
3. ჩხეიძე ლ. გარემოს ფიზიკური დაბინძურება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი 2013, 498 გვ.
4. Ломинадзе В.П., Робиташвили Г.А., Цицвашвили Ш.И. К вопросу теории фронтов и фронтальных облаков. Труды VIII Всесоюзной конференции по физике облаков и активным воздействиям. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1970, с. 31-47.
5. Ватишвили М.Р., Капанадзе Н.И., Одиკაძე М.Я. Перераспределения осадков в районах Восточной Грузии при воздействии на градовые процессы. Труды Всесоюзного семинара „Активные воздействия на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий“. Гидрометеоиздат, Москва, 1991, с. 243-251.
6. ჯავახიშვილი შ. ატმოსფერული ნალექები საქართველოს ტერიტორიაზე. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1981, გვ. 61-63.

უაკ. 551.583

**ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების სამართლებრივი ასპექტები.**

/კაპანაძე ნ., ბერიტაშვილი ბ., ცინცაძე თ./სტუპ-ის კმი-ის სამეცნ. რეგ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.97-101. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნალექთა ხელოვნური რეგულირება არის გარკვეულ ტერიტორიაზე ადამიანის ხელოვნური ჩარევა ბუნებრივ პროცესებში, რომელიც უნდა იმართებოდეს „გარემოს დაცვის შესახებ საქართველოს კანონის“ შესაბამისად. დადგენილი იქნა, რომ ხანმოკლე დროის მონაკვეთში (5-10 წელი) ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) სამუშაოებს არ შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენის მოხდენა ბუნებრივი გარემოს დატენიანების რეჟიმზე. 16.8 გ AgI-ის შემცველი სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტით სარგებლობის დროს გარემოს მნიშვნელოვანი დაჭუჭყიანება მოსალოდნელი იქნება ათასობითი წლის შემდეგ. რაც შეეხება იოდოვან ტყვიის გამოყენებას სეტყვის ღრუბლების დასამუშავებლად, მიუღებელი აღმოჩნდა მისი ტოქსიკურობის გამო. გარემოს დაცვის შესახებ კანონის თანახმად, მოსახლეობა დაცული უნდა იყოს ისეთი ფიზიკური ფაქტორებისაგან, როგორცაა ელექტრომაგნიტური ან რადიაციული გამოსხივება. ასევე მნიშვნელოვანია, ნხგ სამუშაოების შესაძლო ჩატარების შემთხვევაში, მეზობელ ქვეყნებს შორის ნალექთა ტერიტორიული გადანაწილებასთან დაკავშირებული პრობლემების მოგვარება.

UDC. 551.583

**The legislative aspects of precipitation artificial modification activities.** /Kapanadze N., Beritashvili B., Tsintsadze T./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.97-101. Georg.; Abst.:

=====

Georg., Eng., Rus. The precipitation artificial modification means human interference in natural processes on definite territory, which would be ruled under “Georgian law on Environmental Protection”. It has been ascertained that during short period (5-10year) weather modification couldn’t significantly impact on moisture regime of natural environment. The significant environmental pollution using 16.8gr AGI antihail missiles would be expected after thousands of years. As for lead iodide using for hail clouds, it turned out to be unacceptable because of its toxicity. According to the Law on Environment protection the population must be protected from such physical factors as are electromagnetic or radioactive radiation. Also it is important to settle problems between neighboring countries which may be raised during weather modification activities.

УДК. 551.583

**Правовые аспекты проведения работ по искусственному регулированию осадков./Капанაძე Н.И., Бериташвили Б.Ш., Цицадзе Т.Н./**Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.97-101. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Искусственное регулирование осадков (ИРО) на определенной территории есть вмешательство в природные процессы. При их проведении необходимо руководствоваться „законом Грузии об охране окружающей среды“. Установлено, что за короткий период времени (5-10лет) работы по увеличению осадков не могут значительно повлиять на естественный режим влажности окружающей среды. При использовании противорадиационных ракет содержащих AgI (16.8 г) загрязнение может стать значительным только через тысячу лет. Что касается ракет с PbI<sub>2</sub>, их применение не желательно из-за токсичности. Согласно закона об окружающей среде население должно быть защищено от вредного электромагнитного и радиационного излучений. При проведении работ по ИРО необходимо согласование с соседними государствами по территориальному распределению осадков.

უაკ. 551.583

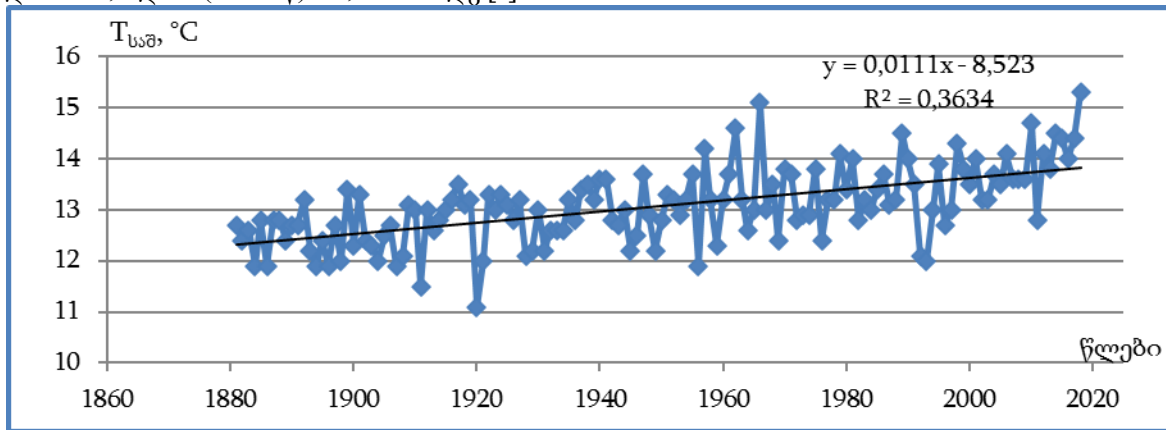
**მ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი  
ნ.კაპანაძე, ი.მკურნალობე.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
თბილისი, საქართველო knaili1990@gmail.com



ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობათა ცვალებადობის თავისებურებების გამოვლენას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება როგორც განვლილი პერიოდის კლიმატური პირობების შესწავლის, ისე მათი ტრენდული განვითარების ხასიათის დადგენის მიზნითაც, რასაც თავისთავად საპროგნოზო მნიშვნელობა გააჩნია. ამიტომ თბილისის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური, წლიური და სეზონური მნიშვნელობების შესახებ საარქივო მასალებისა და მიმდინარე პერიოდის მეტეოროლოგიური ქსელის დაკვირვებათა არსებული მონაცემების გამოყენებით, ჩვენს მიერ გაანალიზებულ იქნა ამ პარამეტრების დროში ცვალებადობის თავისებურებები 1881 წლიდან დღემდე.

საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის საუკუნოებრივი მრუდი 1881-2018 წწ. პერიოდისთვის მოყვანილია ნახ.1-ზე, საიდანაც აშკარად ჩანს ბოლო ათწლიანი პერიოდის საშუალო მნიშვნელობით (14.1 °C) გამოწვეული ცვლილება და ტრენდული მნიშვნელობის გაზრდა 13,5-დან (2010 წ) 13,8 °C -მდე [1].



**ნახ.1. საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობა თბილისში 1881-2018 წწ. პერიოდში.**

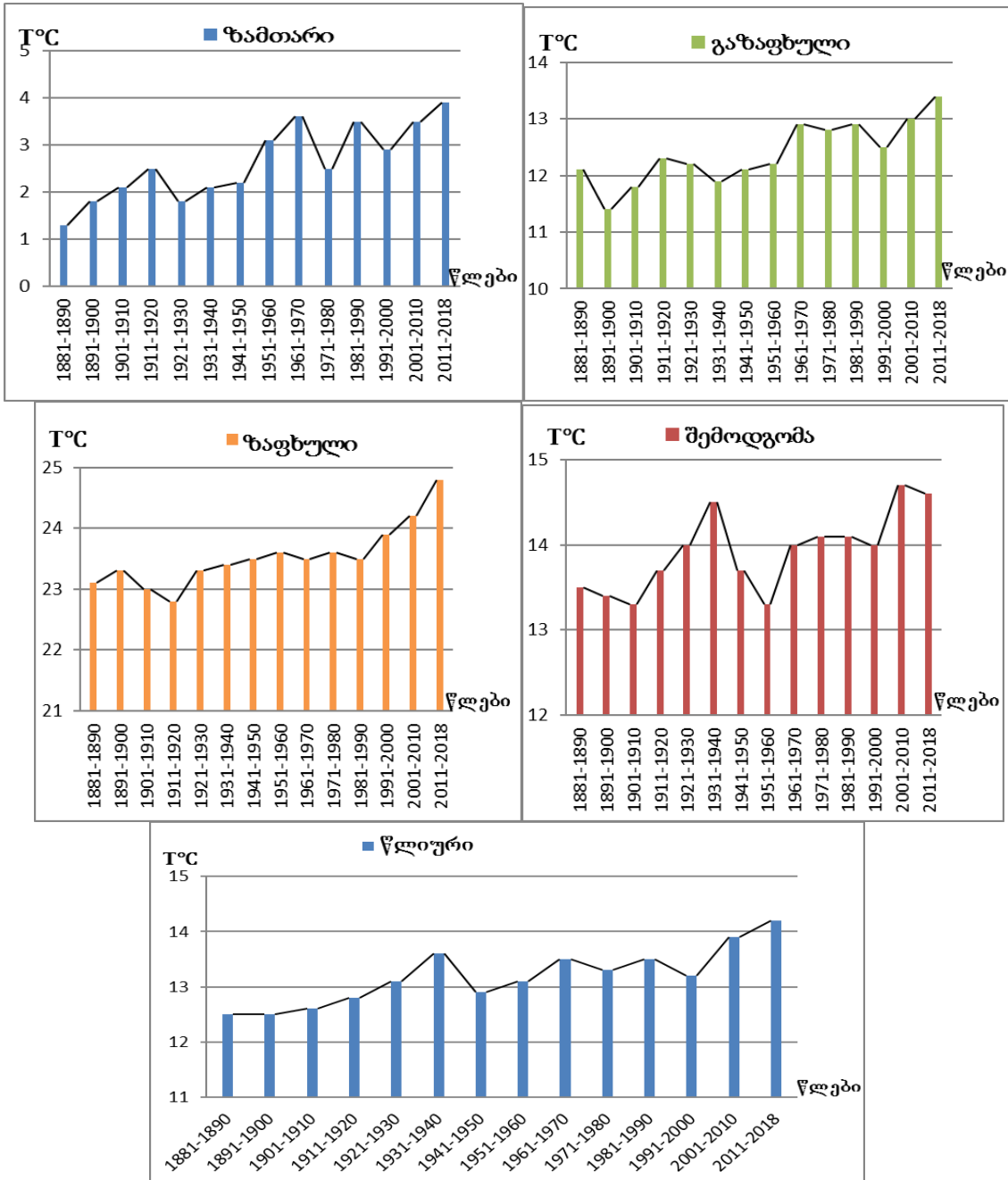
მოცემულ საუკუნოებრივ მრუდზე განსაკუთრებით თვალში საცემია 1900-იანი წლების დასაწყისში დაფიქსირებული აცივების ორი მინიმუმი (1911 წელს 11.5 და 1920 წელს 11.1), ისევე როგორც 1950-1960-იან წლებში დაკვირვებული სამი მაქსიმუმი (1957 წელს 14.2 °C, 1962 წელს 14.6 °C და 1966 წელს 15.1 °C). 2018 წელს დაფიქსირებულმა ტემპერატურის მაქსიმუმმა (15.3°C) კი მანამდე არსებულ ყველა მაქსიმუმს გადააჭარბა [2].

ტემპერატურის სეზონური ცვლილების დასადგენად დროის აღნიშნული პერიოდი (1881-2018 წწ.) დაყოფილი იქნა ათწლეულებად და თვის საშუალო ყოველწლიური მონაცემები გასაშუალოვდა ამ ათწლეულებში სეზონების მიხედვით. გავლილი საუკუნის მანძილზე საშუალო სეზონური და წლიური ტემპერატურის ცვლილების სურათი წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე, სადაც მკვეთრად არის გამოხატული გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან აღნიშნული პარამეტრების ზრდის ტენდენცია.

წლიური და სეზონური ტემპერატურის რაოდენობრივი ცვლილების შეფასების მიზნით ბოლო 140 წლის მანძილზე გლობალური ტემპერატურის ცვალებადობის გათვალისწინებით [3], ჩვენს მიერ პირობითად გამოყოფილ იქნა სამი მიახლოებით 40-50-წლიანი სანგრძლივობის პერიოდი:

- 1881-1820 (მცირე გადახრების მქონე შედარებით სტაბილური პერიოდი);
- 1921-1970 (დადებითი და უარყოფითი ტრენდების შემცველი გარდამავალი პერიოდი);
- 1971-2018 (ტემპერატურის პერმანენტული ზრდის პერიოდი);





ნახ. 2. თბილისში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური და წლიური მნიშვნელობების ცვალებადობა ათწლეულების მიხედვით.

დროის აღნიშნული პერიოდების მიხედვით გასაშუალოებული ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება ბოლო და მის წინა ორ კლიმატურ პერიოდს შორის მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება (°C) ბოლო და მის წინა კლიმატურ პერიოდებს შორის. თბილისი, 1881-2018

ათწლეულები	სეზონი				
	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1881-1920	1.9	11.9	23.1	13.5	12.6
1921-1970	2.6	12.3	23.5	13.9	13.1
1971-2018	3.2	12.9	24	14.3	13.6
სხვაობა (III-II)	+0.6	+0.6	+0.5	+0.4	+0.5
სხვაობა (III-I)	+1.3	+1.0	+0.9	+0.8	+1.0

ცხრ 1-დან, ისევე როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, რომ გლობალური დათბობის შედეგად ქალაქ თბილისში ბოლო 47 წლის მანძილზე წინა 50-წლიან კლიმატურ პერიოდთან შედარებით (III-II) ჰაერის საშუალო ტემპერატურა გაიზარდა ყველა სეზონში და, შესაბამისად, წლიურ ჭრილშიც.

ქალაქ თბილისის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შესაფასებლად დეტალურად იქნა გაანალიზებული დაკვირვების მთელ რიგში (1881-2018) შემავალი როგორც სხვადასხვა სიდიდის დადებითი და უარყოფითი გადახრების განმეორადობები თვეების მიხედვით, ასევე მათი რაოდენობათა სეზონური მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით. კლიმატის ცვლილების სამთავრობო ანგარიშის (IPCC) რეკომენდაციით მიღებული პრაქტიკის თანახმად, გადახრები (ანომალიები) გაანგარიშებულ იქნა 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის (ნორმის) მიმართ.

ცხრილში 2 წარმოდგენილია ნორმიდან დადებითი გადახრების განაწილება თვეების მიხედვით მთელი საკვლევი პერიოდის განმავლობაში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველაზე დიდი განმეორადობით ხასიათდება საშუალოდან 0.1-0.9°C-ის მნიშვნელობების დადებითი გადახრები, რომლებიც თვეების მიხედვით მერყეობს 35-დან (თებერვალი) 63%-მდე (ნოემბერი), საშუალო კი შეადგენს 47%-ს.

რაც შეეხება ნორმიდან დიდი გადახრების განმეორადობებს, ისინი საკმაოდ მცირეა. ნორმიდან 3.0-3.9°C-ის გადახრის განმეორადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობა 5%-ს შეადგენს, ხოლო 4.0-4.9 °C -ის გადახრის განმეორადობა 2%-ის ტოლია. ძალზე მცირეა ნორმიდან >5.0 °C-ის გადახრის განმეორადობა და შეადგენს მხოლოდ 1%-ს. მაქსიმალური დადებითი გადახრა 8.5 დაფიქსირდა 2006 წლის მაისში.

**ცხრილი 2. თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი გადახრის განმეორადობები (%), 1881-2018 წწ.**

ინტერ-ვალი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
0.1-0.9	38	35	47	44	62	54	51	39	46	47	63	52	47
1.0-1.9	42	32	24	26	28	27	34	34	32	30	31	37	31
2.0-2.9	12	20	24	12	8	17	12	20	15	16	6	11	14
3.0-3.9	6	12	3	14		2	3	3	5	7			5
4.0-4.9	2	1	2	4				3					2
>5.0					2			1	2				1

ცხრილში 3. წარმოდგენილია ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან უარყოფითი გადახრების განაწილება წლის განმავლობაში. როგორც ვხედავთ, ამ შემთხვევაშიც დაიკვირვება ნორმიდან მცირე გადახრების საკმაოდ მნიშვნელოვანი განმეორადობები. -0.1,-0.9 °C-ის გადახრების განმეორადობები მერყეობს 26-დან (თებერვალი) 70%-მდე (აგვისტო), საშუალო კი 40%-ს შეადგენს.

ამ ცხრილებიდან მიიღება აგრეთვე, რომ თითქმის 140 წლის მანძილზე მკვეთრი დათბობები და აცივებები 2-3-ჯერ უფრო ხშირად ხდებოდა წლის ცივ პერიოდში, ვიდრე თბილში, ხოლო უმნიშვნელო აგრილებებს ყველაზე ხშირად ადგილი ჰქონდა წლის თბილ პერიოდში მაისიდან სექტემბრამდე.

**ცხრილი 3. თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან უარყოფითი გადახრის განმეორადობები (%), 1881-2018 წწ.**

ინტერ-ვალი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
-0.1,-0.9	31	26	42	30	47	41	52	70	42	49	37	29	40
-1.0,-1.9	26	29	25	28	28	43	41	23	37	30	29	32	31
-2.0,-2.9	14	22	25	32	22	16	7	7	21	16	18	21	19
-3.0,-3.9	14	13	5	10	3					5	7	12	6
-4.0,-4.9	12	9	2								6	5	3
<-5.0	4	1			1						2	1	1

ჩვენს მიერ განხილულ იქნა აგრეთვე თვის საშუალო ტემპერატურების ნორმიდან დადებითი და უარყოფითი გადახრების სეზონურ განმეორადობათა განაწილება ათწლეულების მიხედვით (ცხრილი 4).

**ცხრილი 4** თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი ( $>0^{\circ}\text{C}$ ) და უარყოფითი ( $<-0^{\circ}\text{C}$ ) გადახრების რაოდენობათა სხვაობების სეზონური მსგეველობა ათწლეულების მიხედვით (1881-2018 წწ.)

ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
1881-1890	-10	0	-2	2
1891-1900	-6	-8	-2	-4
1901-1910	-4	-4	-4	-5
1911-1920	4	4	-8	0
1921-1930	-4	-5	0	4
1931-1940	-4	-9	4	6
1941-1950	-4	-2	0	-2
1951-1960	2	-3	4	-2
1961-1970	6	5	0	0
1971-1980	2	2	2	2
1981-1990	6	6	4	2
1991-2000	0	0	4	2
2001-2010	6	6	6	10
2011-2018	6	4	8	4

**შენიშვნა:** ცალკეულ სეზონში დადებითი გადახრების რაოდენობის მეტობა უარყოფით გადახრებზე შეესაბამება დადებით რიცხვებს, ხოლო უარყოფითი გადახრების მეტობა იძლევა შესაბამის უარყოფით რიცხვს.

ცხრილიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა ათწლეულებში ნორმიდან ხან ექსტრემალურად მაღალი, ხან კი ექსტრემალურად დაბალი გადახრები ჭარბობს. ამავე დროს საკმაოდ მკვეთრად გამოხატული ტენდენცია იმისა, რომ ათწლეულების მთლიანი რიგის პირველ ნახევარში ჭარბობს ნორმიდან ექსტრემალურად დაბალი უარყოფითი გადახრების განმეორადობები, ხოლო ათწლეულების მეორე ნახევარში – ნორმიდან ექსტრემალურად მაღალი დადებითი გადახრების განმეორადობები. აღნიშნული გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ ბოლო ათწლეულებში სიცივის ტალღებთან შედარებით მნიშვნელოვნად გააქტიურებული სითბოს ტალღების ზემოქმედება ამიერკავკასიაზე.

ამ პერიოდებში წლის ოთხივე სეზონისათვის დადებითი და უარყოფითი გადახრების ჯამური რაოდენობები მოყვანილია ცხრილში 5.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ 1881-1920 წლებში უარყოფითი გადახრების რაოდენობა თითქმის 6-ჯერ მეტია დადებით გადახრების რაოდენობაზე. 1921-1970 წლებში დაიკვირვება ტემპერატურის შედარებით სტაბილური რყევადობის პირობები, რასაც მოწმობს დადებითი და უარყოფითი გადახრების თანაბარი რაოდენობა, ხოლო 1970-იანი წლებიდან დაწყებული დადებითი გადახრების რაოდენობამ თანდათან იმატა და მაქსიმალურ რაოდენობას მიაღწია ბოლო და ბოლოსწინა ათწლეულებში.

**ცხრილი 5.** თბილისში საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი და უარყოფითი გადახრების ჯამური რაოდენობები დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდში

პერიოდი	დადებითი გადახრების რიცხვი	უარყოფითი გადახრების რიცხვი
1881-1920	10	-57
1921-1970	31	-35
1971-2018	82	0

რაც შეეხება გადახრების სეზონური განაწილების ცვლილებას, დაკვირვების მთელი პერიოდის სამ ქვეპერიოდად პირობითი დაყოფისას ცხრ. 4-დან მარტივად მიიღება ცხრილი 6, რომელიც აშკარად მეტყველებს ყველა სეზონში განსაკუთრებით მკვეთრ განსხვავებაზე პირველ და ბოლო ქვეპერიოდებს შორის, როდესაც გადახრების ჯამური მაჩვენებელი

ზამთარში შეიცვალა -16- დან +20- მდე, გაზაფხულზე -8 დან +18-მდე, ზაფხულში-16-დან +24-მდე, ხოლო შემოდგომაზე -7-დან +20-მდე.

**ცხრილი 6. თბილისში ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი და უარყოფითი გადახრების სეზონური ჯამური მნიშვნელობების ცვლილება დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდში**

პერიოდი	სეზონი			
	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
1881-1920 ჯამური	+4, -20 <b>-16</b>	+4, -12 <b>-8</b>	0, -16 <b>-16</b>	+2, -9 <b>-7</b>
1921-1970 ჯამური	+8,-12 <b>-4</b>	+5, -19 <b>-14</b>	+8, 0 <b>+8</b>	+10, -4 <b>+6</b>
1971-2018 ჯამური	+20, 0 <b>+20</b>	+18, 0 <b>+18</b>	+24, 0 <b>+24</b>	+20, 0 <b>+20</b>

ამრიგად, თბილისში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი მოწმობს, რომ ბოლო 140 წლის მანძილზე ტემპერატურამ მოიმატა 1.3 °C-ით და 2018 წლისთვის მისმა საშუალო ტრენდულმა მნიშვნელობამ მიაღწია 13.8°C.

რაც შეეხება 1881-2018 წწ. პერიოდში თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან გადახრებს, ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ:

– ყველაზე მაღალი განმეორადობით ხასიათდება ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მცირე გადახრები (47 და 40% შესაბამისად);

– საკმაოდ მაღალია თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი დადებითი გადახრის (>2°C) განმეორადობები, რომელიც თვეების მიხედვით მერყეობს 6-დან (ნოემბერი) 33%-მდე (თებერვალი);

– ნორმიდან თვის საშუალო ტემპერატურის ყველაზე მაღალი დადებითი გადახრა დაფიქსირებულია ინტერვალში >5 °C (8.5 °C 2006 წლის მაისში), ხოლო ყველაზე დაბალი უარყოფითი გადახრა ინტერვალში <-5°C (-7.9°C – 1920 წლის დეკემბერში).

ბოლო ათწლეულებში დაფიქსირებულია თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი გადახრის (>0°C) განმეორადობის სიჭარბე უარყოფითი გადახრის (<-0°C) განმეორადობაზე. კერძოდ, 1971-2018 წწ. პერიოდში დადებითი გადახრებმა სიჭარბემ უარყოფით გადახრებზე წლიურ ჭრილში შეადგინა 82 შემთხვევა, ხოლო უარყოფითი გადახრების სიჭარბე დადებით გადახრებზე არ დაფიქსირებულა, მაშინ როდესაც XIX საუკუნის მეორე ნახევარში გადახრების რიცხვი დაახლოებით ერთნაირი იყო.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ თბილისში ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობების დადებითი ანომალიების ზრდის ტენდენცია კვლავ გრძელდება. კლიმატის ცვლილებამ საგანგაშო ხასიათი რომ არ მიიღოს და საუკუნის ბოლომდე ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობამ 2°C-ს არ გადააჭარბოს საჭიროა გარკვეული საადაპტაციო ღონისძიებების გატარება. კერძოდ, ყველა ჩვენგანის ვალია ეკონომიურად მოვიხმაროთ ელექტროენერჯია, ავტომობილის ნაცვლად ვიმგზავროთ უსაფრთხო ტრანსპორტით, დავზოგოთ თაბახის ფურცელი, დავათბუნოთ სახლები ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების გამოყენებით, დავნერგოთ გუბებისა და ქუჩების განათების კომპიუტერიზებული სისტემები, ნებისმიერი ობიექტის დაპროექტებისას და ადგილის შერჩევისას გავითვალისწინოთ გარემოზე მისი უვნებელი ფუნქციონირება და კლიმატური მახასიათებლების პროგნოზირებული ცვლილება, მოვაგვაროთ ნარჩენების დაშლისა და გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედებასთან დაკავშირებული პრობლემები, გაავრცელოთ სტიქიური მოვლენებიდან თბილისისათვის ყველაზე ანგარიშგასაწევ პრცესებს – უხვი ნალექებით გამოწვეულ წყალმოვარდნებსა და ძლიერ ქარებს, ასევე თავიდან ავიცილოთ ხანძრებისაგან მიღებული ზარალი.

კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების ღონისძიებებიდან მნიშვნელოვანი როლი მიუძღვის საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების ფაქტორს, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ქალაქის სასმელი და სარწყავი წყლის მომჭირნე მოხმარება, ელექტროენერჯიისა და ბუნებრივი აირის ეკონომია, ქალაქის მწვანე საფარის მოვლა, ნარჩენების თავის ადგილზე განთავსება, წყლის ობიექტების დაბინძურებისაგან დაცვა [4] და ა.შ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ჩოგოვაძე ი. გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების შეფასება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2010, 179 გვ.
2. კაპანაძე ნ., მკურნალიძე ი. ქ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის რყევადობა კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე. თსუ, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ბუნებრივი კატასტროფები საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების შერბილება“, თბილისი, 2019, გვ. 80-83.
3. Climate Change 2007. The physical science basis. IPCC, 2007.
4. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ. მიმდინარე საუკუნის დასასრულისთვის მოსალოდნელ დათბობასთან დაკავშირებით ქალაქ თბილისის მდგრადი განვითარების პრობლემები, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკოლოგიის თანამედროვე პრობლემები“, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი, 2018, გვ. 152-156.

უაკ. 551.583

**ქ. თბილისის ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი/კაპანაძე ნ., მკურნალიძე ი./**

.სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.102-107. - ქართ.; რუზ.: ქართ., ინგლ., რუს. გაანალიზებულია ქალაქ თბილისის 1881-2018 წწ. პერიოდის საშუალო წლიური, თვიური და სეზონური მნიშვნელობები. შესწავლილია აღნიშნული პარამეტრების დროში ცვლილების თავისებურებანი და შეფასებულია კლიმატური პერიოდების მიხედვით ამ ცვლილებათა რაოდენობრივი მაჩვენებლები. ქალაქ თბილისის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაზე გლობალური დათბობის გავლენის შესაფასებლად დეტალურად იქნა გაანალიზებული დაკვირვების მთელ რიგში (1881-2018) შემავალი როგორც სხვადასხვა სიდიდის დადებითი და უარყოფითი გადახრების (1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის მიმართ) განმეორადობები თვეების მიხედვით, ასევე მათი რაოდენობათა სეზონური მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით. გამოვლენილია დადებითი ანომალიების ზრდის ტენდენცია, შემოთავაზებულია კლიმატის შესაძლო ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებები.

UDC. 551.583

**Analysis of air temperature variations in Tbilisi./Kapanadze N., Mkurnalidze I./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.102-107. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.** The average annual, monthly and seasonal temperature data of Tbilisi for 1881-2018 period are analyzed. The variability features of these data are investigated and quantitative indices of the variations have been evaluated by climatic periods. To assess the impact of global warming on variations of temperature averages in Tbilisi, we analyzed in detail both the monthly recurrences of positive and negative deviations (relative to the base period 1961-1990) and the seasonal course over decades, included in 1881-2018 period. An upward trend in positive anomalies was revealed and adaptation measures are proposed towards possible climate change.

УДК. 551.583

**Анализ вариаций температур воздуха г. Тбилиси./Капанадзе Н.И., Мкурналидзе И.П./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.102-107. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус.** Проанализированы среднегодовые, среднемесячные и сезонные данные температур г. Тбилиси за период 1881-2018 гг. Исследованы особенности изменчивости этих данных. Сделано сравнение количественных показателей этих особенностей по климатическим периодам. Для оценки влияния глобального потепления климата на вариации средних значений температур воздуха г. Тбилиси детально проанализированы входящие в период 1881-2018 гг как месячные повторяемости положительных и отрицательных отклонений (относительно базисного периода 1961-1990 гг), так и их сезонный ход по десятилетиям. Выявлена тенденция роста положительных аномалий. В связи с возможным потеплением климата предложены адаптационные мероприятия.

უაკ 551.576

**გეომაგნიტური ინდიკატორების დამუშავება ამინდის და კლიმატის კვლევაში**

**მ.ტატიშვილი, ზ.ხვედელიძე, ი.სამხარაძე, ა.ფალაგანდიშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო marika.tatishvili@yahoo.com

მზეზე გამოვლენილი მოვლენები: მზის ალები, მასიური კორონალური ამოფრქვევები, (CMEs), მზის ენერგეტიკული ნაწილები (SEPs) არის ფართომასშტაბიანი ამინდის წარმოქმნელები გეო-სივრცეში. როდესაც პლაზმური გიგანტური ღრუბელი იფრქვევა მზის ტრანზიტული მოვლენებიდან, ის ურთიერთქმედებს დედამიწის მაგნიტურ გარემოსთან. გეომაგნიტური შტორმები (Geomagnetic storms) შეიძლება დახასიათდეს გეომაგნიტური სფეროს კომპონენტის დეპრესიით. დედამიწის მაგნიტური ველის კომპონენტის ეს დეპრესია გამოწვეულია წრიული დენებით, რომლებიც გარს უვლის დედამიწას დასავლეთის მიმართულებით. დედამიწის იონოსფერო პასუხობს მზისა და მაგნეტოსფეროს სხვადასხვა მოვლენებს. იონოსფეროს ელექტრონების სიმკვრივის სიმაღლე და ადგილმდებარეობა დამოკიდებულია მზის ულტრაიისფერი ნაკადის, რენტგენის სხივების ნაკადის და ნეიტრალური ქარების და ელექტრული ველის დინამიური ეფექტის ცვალებადობაზე. გეომაგნიტური შტორმის დროს, დედამიწის მაგნეტოსფეროს დაწნევის გამო მზის ქარით, ელექტრული ველები ფიქსირდება გეომაგნიტური ველის ძალწირების მთელი სიგრძის გასწვრივ მაღალი განედების იონოსფეროში. ზოგჯერ, ეს ელექტრული ველი და მაღალი ენერჯის მქონე დამუხტული ნაწილაკები თერმოსფეროს ქვედა ფენებამდე აღწევენ. ზრდიან იონოსფეროს გამტარებლობას და ავრორას ზონებს. ეს ინტენსიური ელექტრული დენები განაპირობებს მაღალი განედების იონოსფეროსა და მაგნეტოსფეროს დაწყვილებას და აძლიერებენ ენერჯის მიწოდებას, რაც მნიშვნელოვნად ათბობს იონიზებულ და ნეიტრალურ აირებს. დროის მასშტაბით, არსებობს ორი ტიპის ეფექტი დედამიწაზე მზის ტრანზიტების მიერ წარმოებული; სწრაფი და დაგვიანებული. გეომაგნიტური შტორმული ეფექტები დაგვიანებულია მზიდან ამოტყორცნილი ნაწილაკების გავლენის გამო.

დედამიწის სადამკვირვებლო სისტემის (Earth Observing System) პროგრამის ფარგლებში დაიწყო დედამიწის შესწავლა თანამგზავრული დაკვირვების მონაცემებით, NASA, NOAA და EUMETSAT პროგრამების ფარგლებში განხორციელდა თანამგზავრების გაშვება აღჭურვილებს სხვადასხვა ტიპის სენსორებით. აქტუალური გახდა იონოსფეროს ამინდის ამოცანა, რომლის მიხედვით დედამიწაზე ამინდის ჩამოყალიბება იწყება ატმოსფეროს მაღალ ფენებში. NASA-ს მაგნიტური ველის სადამკვირვებლო თანამგზავრი MMS, THEMIS და მზეზე დაკვირვების თანამგზავრები: SOHO, SDO, SOLAR PROBE, და სხვ. გაშვების შემდეგ განუწყვეტლად გადმოსცემენ ინფორმაციას მზის პარამეტრების ცვალებადობაზე, კოსმოსური სხივების მახასიათებლებზე და დედამიწის მაგნიტური ველის რეაქციაზე ამ ცვლილებებზე [1,2].

დედამიწის მაგნიტური ველი წარმოადგენს ფარს, რომელიც იცავს კოსმოსური მოკლელტალლოვანი გამოსხივებისგან და მუდმივად იმყოფება დიდი ზემოქმედების ქვეშ. იგი განსაკუთრებით ზიანდება მზის კორონალური ამოფრქვევების, მზის ლაქების, მზის მაგნიტური ველის და კოსმოსური სხივებისგან. დამუხტული ნაწილაკები: პროტონები, ელექტრონები, მეზონები, დადებითი და უარყოფითი იონები და ნეიტრონები იწვევენ მაგნიტური ველის ძალწირების წყვეტად და შემოიჭრებიან ატმოსფეროში. პოლუსებზე ისინი იწვევენ ეგრეთ წოდებულ Aurora Borealis. საერთოდ დედამიწაზე კი გეომაგნიტურ ქარიშხლებს, რომლებიც დიდ როლს თამაშობენ ამინდის ჩამოყალიბებაში დედამიწაზე. სხვადასხვა დამუხტული ნაწილაკები მოქმედებენ, როგორც ღრუბლის კონდენსაციის ბირთვები და იწვევენ ღრუბლის საფარის გაზრდას, ასევე მოქმედებენ, როგორც წვიმის და ყინულის კრისტალების დამატებითი ბირთვები, რაც იწვევს ნალექის გაზრდას კონკრეტულ ადგილებში. ასევე დამუხტული ნაწილაკები ატმოსფეროში აძლიერებენ ელექტრულ ველს რაც გამოიხატება ელქექების ინტენსივობის ზრდაში. იონოსფეროს ამინდის პროგნოზისთვის ფართო გამოყენება მოიპოვა ელექტრონების სრული შემცველობის პარამეტრმა, რომელსაც NASA თანამგზავრი THEMIS გადმოსცემს.

მზე გადის 22 წლიან ციკლს, რომლის დროსაც მისი მაგნიტური პოლუსები შეტრიალდება (pole reverse), მზის ლაქების აქტივობის სიხშირის მიხედვით. ეს მოიცავს 11 წლიან ციკლურ ფაზებს. პირველ ფაზაზე მაგნიტური პოლუსები პოლარობას შეცვლიან

(რევერსი). მეორე ფაზის დროს მაგნიტური პოლარობა უბრუნდება პირვანდელს. მზის შტორმული აქტივობა მკაცრად დამოკიდებულია ამ ფაზებზე.

მზის ლაქები ის ადგილებია, სადაც წარმოიქმნება შტორმების უმეტესობა. მზე ბრუნავს თავისი ღერძის გარშემო, დაახლოებით 27 დღიანი პერიოდით და მზის ლაქების უმეტესობა აქტიური რჩება რამოდენიმე ბრუნვის განმავლობაში და წარმოქმნის ციკლურ 27 დღიან მზის შტორმს.

მზის ალები მზის ზედაპირზე მიმდინარე ამოფრქვევებია. ამოფრქვევიდან დაახლოებით 8წთ-ის შემდეგ ელექტრომაგნიტური მძლავრი რადიაცია გაბა სხივების, უკიდურესი ულტრაიისფერი, რენტგენის სხივების და რადიოტალღების სახით აღწევს დედამიწაზე. ულტრაიისფერი ტალღები ათბობენ ატმოსფეროს ზედა ფენებს. რენტგენის სხივები ამოყრიან ელექტრონებს ატომებიდან და ქმნიან დამატებით დიდი რაოდენობით ელექტრონების ღრუბელს რადიაციულ სარტყლებზე. მზის ალები ახშობენ თანამგზავრულ კავშირს, რადარულ კავშირს, ახშობენ მოკლე-ტალღურ რადიოკავშირს, ხშირად იწვევენ თანამგზავრის ორბიტის პარამეტრების ცვლილებას და სხვა შეშფოთებებს.

CME არის მაღალ-ენერგეტიკული აირის ღრუბელი, დაბალი ან საშუალო ენერგიების ნაწილაკების პლაზმა, გარშემორტყმული მაგნიტური ველით. როცა ის ეჯახება დედამიწას ეს ველი და პლაზმა შეიჭრება დედამიწის მაგნიტურ ველში, რაც ქმნის დროებით შეშფოთებას დედამიწის მაგნიტოსფეროში - მაგნიტურ შტორმს და დენების ეკვატორულ დინებებს, სხვადასხვა გრადიენტებს და იწვევს დამუხტული ნაწილაკების გადახრას დედამიწის მაგნიტოსფეროში. მათი წარმოქმნის ადგილი ხშირად მზის ალების სიახლოვესაა.

გეომაგნიტური შტორმების სიძლიერე და მიკიდებულია დედამიწის მაგნიტური ველის ორიენტაციაზე მზის ველთან დაკავშირებით. თუ სამხრეთ მიმართულია, მაშინ ძლიერია, თუ ჩრდილოეთ მიმართული- სუსტი.

მზის კორონალურ ამოფრქვევებს (CMEs), მზის ენერგეტიკული ნაწილაკებს (SEPs) შეუძლიათ შემდეგი გავლენის მოხდენა: საფრენი აპარატების ელექტრობის დაზიანება და მწყობრიდან გამოყვანა, ვან-ალენის რადიაციული სარტყლის წანაცვლება, ყველა სახის კავშირგაბმულობის დარღვევა, კოსმოსური ფრენების პარამეტრების ცვლილება, გაზ და ნავთობსადენების კოროზია, კომუნიკაციების სისტემის მოშლა და აღჭურვილობის დაზიანება, ელექტრული განმუხტების საშიშროება, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების გამწვავება, ენერგოსისტემის წყვეტა და სხვ. ეს მოვლენა 1-3 დღე გრძელდება და ვრცელდება მთელ მაგნიტოსფერულ რეგიონზე და იწვევს მაგნიტური ველის მკვეთრ შემცირებას. მაგნიტოსფეროს ქარიშხალი 1-დან 3-დღიანი მოვლენაა და ამ დროს მაგნიტური ველის მკვეთრი შემცირებაა. ქარიშხლისა და ქვე-ქარიშხლების დროს იონოსფეროს დიდი რაოდენობის სითბო გადაეცემა ენერგეტიკულ ნაწილაკთა მძლავრი ენერგიით. დიდი ენერგია ზრდის იონოსფეროს ტემპერატურას, იწვევს ფართომასშტაბიანი იონების დრეიფს და ნეიტრალურ ქარებს [3,4].

დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ ენერგეტიკული ნაწილაკები გავლენას ახდენს ტალღის გავრცელების, ზონალური ტემპერატურისა და ზონალურ ქარებზე ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზამთრის სტრატოსფეროში. თუმცა, ის მექანიზმები, რომლითაც ეს ცვლილებები მოხდა, ჯერ კიდევ უცნობია. დედამიწის ატმოსფეროში მომხდარი ცვლილებები გამოწვეულს მზის ცვლილებების ან გაზრდილი ანთროპოგენური აქტივობისა და მომატებული სათბური გაზების (GHG) კონცენტრაციის ცვლილების გამო, დედამიწის ატმოსფეროს ენერგეტიკული ბალანსი იცვლება და ეს გავლენას ახდენს მის დინამიკაში. ცვლილებები შეიძლება მოხდეს ატმოსფერული გრადიენტული ტალღების, პლანეტარული ტალღების პროპაგაციაში, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შუა ატმოსფეროს ზოგად მიმოქცევაში. თერმოსფერო-იონოსფეროს სისტემა ცნობილი სისტემური მექანიზმების, ასევე კოსმოსური ამინდის შედეგად, არსებითად განსხვავდება სიმაღლის, გრძედის, გრძედის, უნივერსალური დროის, სეზონის, მზის ციკლისა და გეომაგნიტური აქტივობით. პირველადი მართვის მექანიზმი მზის რადიაციაა (EUV და UV), მაგრამ ასევე იონოსფერო-თერმოსფერო სისტემაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მაგნიტოსფერული ნაწილაკებისა და მაგნიტოსფეროს ელექტრული ველები. მამოძრავებელი პროცესები განსაზღვრავს ზედა ატმოსფეროს იონიზებულ და ნეიტრალურ შემადგენლობის სიმჭიდროვეს, შემადგენლობა და რაც მთავარია, ტემპერატურას.

დედამიწის კლიმატის ცვლილება მზე-დედამიწის ფიზიკის კვლევის ფოკუსური წერტილია და განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ტროპოსფეროს, შუა ატმოსფეროს,

გეოსივრცის (მეზოსფეროს, თერმოსფეროს, იონოსფეროს და მაგნეტოსფეროს) და მზის აქტივობის შეკავშირებას.

CME არის მაღალ-ენერგეტიკული აირის ღრუბელი, დაბალი ან საშუალო ენერგიების ნაწილაკების პლამა, გარშემორტყმული მაგნიტური ველით. როცა ის ეჯახება დედამიწას ეს ველი და პლაზმა შეიჭრება დედამიწის მაგნიტურ ველში, რაც ქმნის დროებით შემფოთებას დედამიწის მაგნიტოსფეროში - მაგნიტური შტორმი და დენების ეკვატორულ დინებებს, სხვადასხვა გრადიენტებს და იწვევს დამუხტული ნაწილაკების გადახრას დედამიწის მახლობლობაში. მათი წარმოქმნის ადგილი ხშირად მზის ალფების სიახლოვესაა

მზე განუწყვეტლივ ასხივებს დედამიწას და მის სპექტრულ სიმკვრივეში მნიშვნელოვანი ცვლილებებია. დაცემული რადიაცია განუწყვეტლივ იცვლება მაგნიტოსფეროში, თერმოსფეროში და იონოსფეროში მიმდინარე მოვლენების გამო. მზის კვაზი-მდგრადი ნაკადებიც ასევე იცვლება მზის ამოფრქვევების გამო, რომლებიც აჩქარებენ დამუხტულ ნაწილაკებს და იწვევენ გომამაგნიტურ შტორმებს, ზედაპირზე დიდი რაოდენობით დაცემული ენერგეტიკული ნაწილაკების თანამდევით შემოქმედებით დედამიწაზე.

გეომამაგნიტური ინდექსები არის გეომამაგნიტური აქტივობის ზომა, რომელიც ხდება დროის მოკლე მონაკვეთში. ზედა ატმოსფერული ფიზიკის, მზის ხმელეთის ურთიერთობების შესწავლის ან დედამიწის სიღრმის შესწავლის დროს არსებული მაგნიტური ვარიაციების გათვალისწინება აუცილებელი ხდება. ამ მოდულში უნდა გაერთიანდეს დედამიწის იონოსფეროს და მაგნეტოსფეროს რეაქციის შესწავლა მზის აქტივობის ცვლილებებზე. **dst, kp, aa** გეომამაგნიტური ინდექსები და შტორმამდე და შტორმის შემდეგ, 3 დღის მეტეოროლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, ნალექების, წნევის) დაკვირვების მონაცემები და სინოპტიკური რუკები გამოიყენება კორელაციური ანალიზისთვის.

მზის აქტივობა შეიძლება განისაზღვროს ინდექსების რაოდენობის ან ინდექსების კომბინაციებით, როგორცაა მზის ლაქების რიცხვი WN და რადიოსიხშირე F10.7, რომელიც განსხვავდება მზის ელექტრომამაგნიტური გამოსხივებისგან და საპლანეტაშორისო მაგნიტური ველის დაბაზულობის B და მზის ქარის სიჩქარის v, რომლებიც განსაზღვრავენ მზის ქარის თვისებებს.

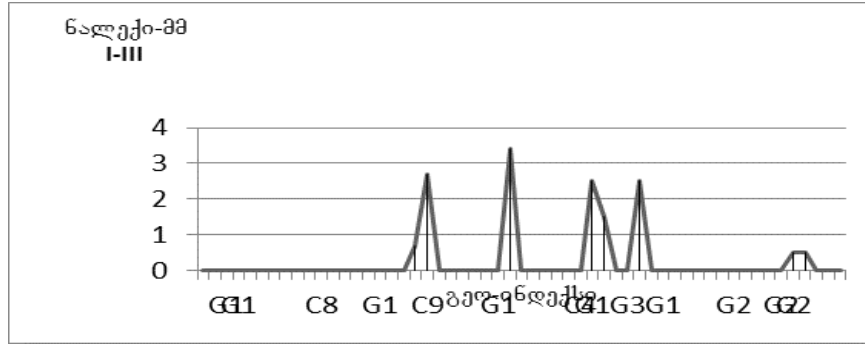
ეს ინდექსები 1900 წლიდან მუდმივად გამოითვლება პოტსდამის GFZ- ის მიერ და ხელმისაწვდომია ვებ-გვერდზე [www.gfz.potsdam.de](http://www.gfz.potsdam.de) [5,6]. Kp ინდექსი ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ყველა მაგნიტური მანევრებლებით და 1932წ-დან დაწყებული გამოითვლება პოტსდამში. იგი განკუთვნილია "Geomagnetic activity", ან მთელ დედამიწაზე შემფოთების ხარისხის გამოსახატავად, სამი საათის ინტერვალებით უნივერსალური დროით. მარტივი საშუალო ოპერაციების დასაწყებად, Kp ინდექსები კონვერტირებულია ცხრილის გამოყენებით, მათი კვაზი-ლოგარითმიული მასშტაბიდან უხეშად ხაზოვან მასშტაბზე (nT), რითაც მიიღება ე.წ. 3-სთ ap ინდექსი. საბოლოოდ, ინდექსი ap განისაზღვრება, როგორც საშუალოდ რვა 3-საათიანი ap ინდექსი [7,8].

გეო-შტორმის შემფოთების დრო (dst) ინდექსი, ისტორიულად გამოყენებულია გეომამაგნიტური ქარიშხლის ზომისთვის. გარდა ამისა, არსებობს მაგნიტოსფეროში წარმოქმნილი დენებისაგან, რომლებიც ცვლიან მაგნიტურ ველს, ე.წ. ინდუცირებული დენები. ყველა ეს დენები და მაგნიტური გადახრები, რომლებიც წარმოიქმნება ადგილზე, გამოიყენება პლანეტარული გეომამაგნიტური დარღვევების ინდექსის სახელწოდებით Kp. ეს ინდექსი საფუძვლად უდევს NOAA- ს იონოსფეროს ამინდის ზომის, გეომამაგნიტური ქარიშხლის, ან G-ერთეული, რომელიც გამოიყენება კოსმოსური ამინდის აღსაწერად, რომელსაც შეუძლია დედამიწაზე არსებული სისტემების დარღვევა.

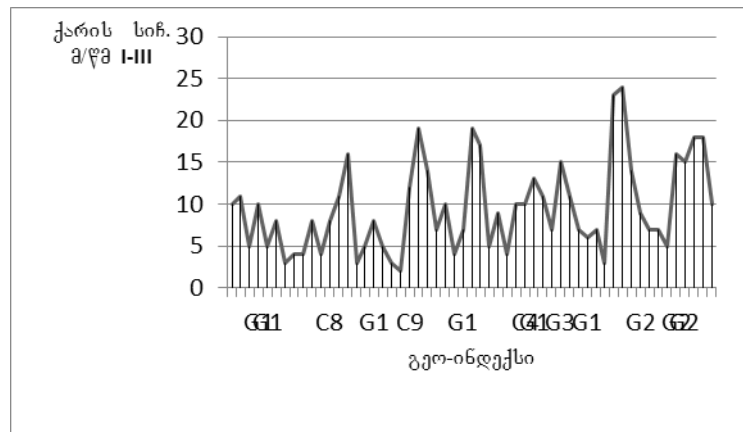
კვლევისთვის გამოყენებულია Kp გეომამაგნიტური ინდექსი და 2014-19წ. მეტეოროლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, წნევა, ნალექი) დაკვირვების მონაცემები. ჩატარებული ანალიზიდან დგინდება, რომ ყველა ტიპის ინდექსისთვის ამინდის პარამეტრები მკვეთრ ცვლილებას განიცდიან: ძლიერდება ქარი, იზრდება ნალექების რაოდენობა, იცვლება წნევა, რაც ნათლად ჩანს ნახ.1,2-ზე.

კვლევიდან დგინდება, რომ გეო-მამაგნიტური ინდექსები უნდა გამოიყენებოდეს საპროგნოზო მეთოდოლოგიაში, როგორც ერთგვარი პრედიქტორი. გეო-შტორმის გავლენის გათვალისწინება აუცილებელია ამინდის პროგნოზებში და ასევე აუცილებელია საპროგნოზო მოდელის დაწვილება დედამიწის მაგნიტური ველის მოდელთან [11,12], რაც პროგნოზის სიზუსტის და საიმედოობის ამაღლების საშუალებას მოგვცემს





ნახ.1. გეო-ინდექსის და ნალექების დამოკიდებულება თბილისისთვის 2017წ (I-III)..



ნახ.2. გეო-ინდექსის და ქარის დამოკიდებულება თბილისისთვის 2017წ (I-III)..

**ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. M.Tatishvili, N.Bolashvili, I.Mkurnalidze. Climate and causes of its variability. //Transactions of Institute of Hydrometeorology, Tbilisi, Georgia, 2013, v. 119, pp. 38-43.
2. Toshitaka Tsuda, Marianna Shepherd and Nat Gopalswamy. Advancing the understanding of the Sun–Earth interaction—the Climate and Weather of the Sun–Earth System (CAWSES) II program. Progress in Earth and Planetary Science (2015) 2:28 DOI 10.1186/s40645-015-0059-0
3. SOLAR PHYSICS AND TERRESTRIAL EFFECTS. Space Environment Center. 2012
4. Natural hydrometeorological disasters, their causes and prevention measures . M.Tatishvili, E.Elizbarashvili, R. Meskhia, Sh.Elizbarashvili. The Macrotheme Review. A multidisciplinary journal of global macro trends, 148-154,A Macrotheme Capital Management, LLC Academic Publication, Volume 2, Issue 1, Winter 2013 (January). ISSN 1848-4735, France
5. www.spaceweather.gov
6. sdo.gsfc.nasa.gov
7. NOAA/SWPC, Boulder, Co, USA. spaceweatherlive.com
8. Earthdata.nasa.gov
9. Impact of solar coronal mass ejections (CME) on formation of Earth climate and weather pattern. Marika Tatishvili, Irine Mkurnalidze, Inga Samkharadze, Nunu Tsintsadze. International Scientific Journal. Journal of Environmental Science. v.7. issue 1. pp1-5. 2018. ISBN -13:978-1721539185
10. THE CONNECTION OF GEOMAGNETIC ACTIVITY AND WEATHER FORMATION IN GEORGIAN REGION. Tatishvili M., Khvedelidze Z., Mkurnalidze I., Samkharadze I., Kokosadze Kh. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“ Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia. 2018
11. Developing Weather Forecasting System in Georgia. Marika Tatishvili. Ecology & Environmental Sciences 2 (7) DOI:10.15406/mojes. 2017.02.00046.
12. M. Tatishvili. Energy Transformation in Clouds According Quantum Principles. // International Scientific Journal. Journal of Environmental Science. vol 3. ISBN- 13: 978-1499721980; ISBN -10: 1499721986, Vienna, Austria 2014. pp. 7-9.

უაკ 551.576

**გეომაგნიტური ინდექსების გამოყენება ამინდის და კლიმატის კვლევაში/** ტატიშვილი მ., ხვედელიძე ზ., სამხარაძე ი., ფალავანდიშვილი ა./სტუ-ის კმი-ის შრომათა კრებული-2020 –ტ.129. –გვ.108-112. – ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში განხილულია მზეზე მიმდინარე პროცესები და ამ პროცესების გავლენა დედამიწის ატმოსფეროზე. კვლევისთვის გამოყენებულია 2014-19წ კ<sub>p</sub> გეომაგნიტური ინდექსი და მეტეოროლოგიური პარამეტრების (ტემპერატურა, წნევა, ნალექი) დაკვირვების მონაცემები. ჩატარებული ანალიზიდან დგინდება, რომ ყველა ტიპის ინდექსისთვის ამინდის პარამეტრები მკვეთრ ცვლილებას განიცდიან: ძლიერდება ქარი, იზრდება ნალექების რაოდენობა, იცვლება წნევა. მათი გათვალისწინება ამინდის საპროგნოზო მეთოდოლოგიაში აუცილებელია

UDC 551.576

**Use of geo-magnetic indices in weather and climate research./** Tatishvili M., Khvedelidze Z., Samkharadze I., Palavandishvili A./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.108-112. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The processes occurred on the Sun and their influence on the Earth atmosphere has been discussed in presented paper. To conduct study, K<sub>p</sub> geo-magnetic index and meteorological observation data for weather parameters (temperature, precipitation, pressure) for 2014-19 period were used. The conducted analysis clearly indicates that for all types of index weather parameters were sharply changed: wind speed has been strengthened, precipitation amount has been increased and pressure has been sharply changed. Their consideration in weather prediction methodology is necessary.

УДК 551.576

**Использование геомагнитных индексов в исследованиях погоды и климата./**Татишвили М.Р., Хведелидзе З.В., Самхарадзе И.И., Палавандишвили А.М./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.108-112. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. Процессы, происходящие на Солнце и их влияние на атмосферу Земли обсуждается в представленной статье. Для проведения исследования были использованы данные геомагнитного индекса К<sub>p</sub> и метеорологических наблюдений на параметры погоды (температура, осадки, давление) за период 2014-19 гг. Проведенный анализ четко показывает, что для всех типов индексов параметры погоды были резко изменены: скорость ветра была усилена, количество осадков увеличилось, а давление резко изменилось. Их включение в методологии прогнозирования погоды необходимо.

უაკ 627.14.211.215.176

**ჰაერის ნაკადის მიკროციკლური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამებრლო-სვანეთის რეგიონში**

ხ. ხვედელიძე, ი.სამხარაძე, მ. ტატიშვილი, ნ. ზოტიკიშვილი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო. ელ-ფოსტა [inga.samkharadze562@ens.tsu.edu.ge](mailto:inga.samkharadze562@ens.tsu.edu.ge)

თანამედროვეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, როგორც მეცნიერული ასევე სამრეწველო-პრაქტიკული თვალსაზრისით, არის ლოკალური რეგიონების კლიმატური თავისებურებების შესწავლა გლობალური დათბობის ფონზე. უწყვეტი ოპერატიული მონაცემებით დასაბუთებულია, რომ ზოგიერთი ლოკალური რეგიონის ჰავა მკვეთრად განსხვავდება გარემომცველი მიდამოს კლიმატისაგან. ეს გარემოება ძირითადად რელიეფის ფორმას და მისგან გამომწვეულ დინამიკურ პროცესებს უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, რელიეფის გავლენის პარამეტრების განსაზღვრა და მათი ანალიზი მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულ ქვაბურებში, განვითარებული მიკროციკლური პროცესების ახსნა-დასაბუთებისათვის გამოყენებული იქნა ჰიდროდინამიკური მიდგომა. შეფასებულია რეგიონის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრები და გათვლილია ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე. მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებით, დადგენილია ქვაბურების კლიმატური თავისებურებები და ჰაერის ნაკადის დინამიკის ბუნება. ეს თავისებურებანი ახსნილი იქნა მოდელური გათვლებით. საკვლევ რეგიონებზე მოდელურად შეფასებული პროცესები, რეალურად დაკვირვებული მოვლენების მიმართ, 5%-8% პროცენტის მიახლოებაში თანხვედრილია. ასეთი კვლევა მესტიის მუნიციპალიტეტის მთლიან ტერიტორიაზე შესრულებულია პირველად და მიღებულ შედეგებს, გამოყენების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი თეორიული და პრაქტიკული პერსპექტივა გააჩნია.

ამოცანის თეორიული მხარე ეყრდნობა [1,2,3] შრომებში მოყვანილ მასალას, კერძოდ,

მოყვანილი სიდიდეების  $a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}$ ,  $b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y}$  (მთის გავლენის მახასიათებელი პარამეტრები

შესაბამისად, პარალელის და მერიდიანის მიმართულებით) და ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარის გამოსახულების გამოყენებას:

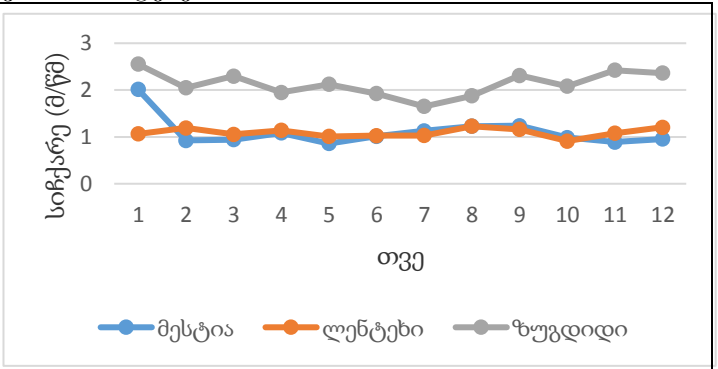
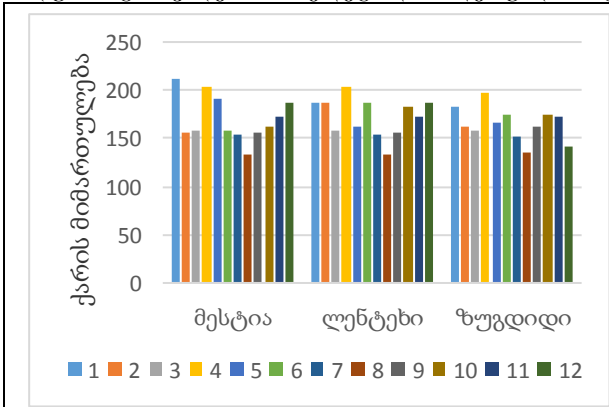
$$W_h = \frac{1}{\ln \rho} (p, \ln \eta) H = \frac{1}{\ln \rho} \left( \frac{\partial p}{\partial x} b - \frac{\partial p}{\partial y} a \right) H \quad (1)$$

სადაც  $\eta = \frac{P_z}{P_0}$  - აგეოსტროფიულობის პარამეტრი,  $P_z$  - წნევა მთის სიმაღლეზე,  $P_0$  - წნევის

სტანდარტული მნიშვნელობა. ამ სიდიდეების განსაზღვრა-შეფასება კონკრეტული ლოკალური რეგიონისათვის, წარმოადგენს ჩვენი კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს. უნდა შეფასდეს რელიეფის გავლენით წარმოქმნილი აღმავალ-დაღმავალი დინებები. სწორედ ეს დინებები არსებითად განსაზღვრავს ადგილობრივი ცირკულაციის ბუნებას და მთელ რიგ კლიმატურ თავისებურებებს ლოკალურ ქვაბურებში [4-6].

რეალურ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე დაყრდნობით გამოითვალა, მესტიის შიგა ქვაბურისათვის (ქვაბურს უჭირავს (50×50) კმ ფართობი) ოროგრაფიის გავლენის მითითებული პარამეტრები და აღმოჩნდა, რომ  $a=7,2 \cdot 10^{-4}$  (1/მ) და  $b=10^{-4}$  (1/მ), ანუ  $a=7,2b$ . აქედან გამომდინარე, ქვაბურში ქარი უმეტესად (მიწისპირა ფენაში) ქრის დასავლეთიდან პარალელის მიმართულებით მთავარი მთაგრეხილის გასწვრივ. ოროგრაფიული ვერტიკალური სიჩქარე მცირეა (10 სმ/წმ-ის ფარგლებში), რადგანაც შემოჭრილი ჰაერის მასა, სამი მხრიდან მაღალი მყინვარით დაფარული მთებით არის შემოსაზღვრული, ამიტომ მცირე ვერტიკალური სიჩქარის გამო ამ მთებზე მასათა გადადინება ვერ ხორციელდება. ჰაერის ნაკადი მთებიდან აირეკლება (იმპულსის მუდმივობის კანონი) და კვლავ ტაფობში რჩება საკმარისად ხანგრძლივი დროით. ამითაა სწორედ განპირობებული სვანეთის კლიმატური თავისებურება – ცივი ზამთარი და ხანგრძლივი გრილი ზაფხული. მოყვანილი მსჯელობიდან ნათელია, რომ მიღებული თეორიულ-მოდელური შედეგი ასაბუთებს იმ კლიმატურ განსაკუთრებულობას, რომელიც რეალურად დაიკვირვება ქვაბურში.

მესტიის მეტეოსადგურის მონაცემების თანახმად, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 1938-2008 წ.წ. ყველაზე ცივი თვისთვის (იანვრის) შეადგენს -5,7. ხოლო, ყველაზე ცხელი თვის (ივნისი) – არის 16,6. რაც შეეხება საშუალო წლიური ტემპერატურის მსვლელობას ბოლო 10 წლის მონაცემებით, საშუალო წლიური ტემპერატურა მაქსიმალურია 2006 წელს (+6,6). იმისათვის რომ დაგვედინა ქარის მიმართულება ზოგადად მესტიის რაიონისათვის, შევისწავლეთ ქარის სიჩქარის მიმართულებისა და წნევის განაწილების 6 წლის მონაცემების საშუალო მნიშვნელობები 2010-2016 წ.წ. (ნახ.1-2), (ცხრ.1,2). როგორც ნახ.1-დან ჩანს, ქარის ძირითადი მიმართულება არის სამხრეთი და სამხრეთ-დასავლეთის (180-200<sup>0</sup>), რაც ემთხვევა მოდელური გათვლების შედეგად მიღებულ რიცხვით მონაცემებს.



ნახ.1. ქარის სიჩქარის მიმართულება 2010-2016 წ.წ. თვეების მიხედვით (მესტია, ლენტეხი, ზუგდიდი)

ნახ.2. სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობა 2010-2016 წ.წ. (მესტია, ლენტეხი, ზუგდიდი.)

ცხრ.1. ქარის სიჩქარის მიმართულება თვეების მიხედვით.

ქარის მიმართულება (2010-2016)							
	მესტია	ლენტეხი	ზუგდიდი		მესტია	ლენტეხი	ზუგდიდი
იანვარი	211 <sup>0</sup>	186 <sup>0</sup>	182 <sup>0</sup>	ივლისი	154 <sup>0</sup>	154 <sup>0</sup>	153 <sup>0</sup>
თებერვალი	155 <sup>0</sup>	186 <sup>0</sup>	162 <sup>0</sup>	აგვისტო	134 <sup>0</sup>	134 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>
მარტი	158 <sup>0</sup>	158 <sup>0</sup>	159 <sup>0</sup>	სექტემბერი	156 <sup>0</sup>	156 <sup>0</sup>	162 <sup>0</sup>
აპრილი	204 <sup>0</sup>	204 <sup>0</sup>	199 <sup>0</sup>	ოქტომბერი	162	182	175
მაისი	191 <sup>0</sup>	162 <sup>0</sup>	166 <sup>0</sup>	ნოემბერი	172	172	175
ივნისი	158 <sup>0</sup>	186 <sup>0</sup>	175 <sup>0</sup>	დეკემბერი	187	187	142

ცხრ.2. წნევის საშუალო მნიშვნელობები თვეების მიხედვით.

წნევა (2010-2016)					
	მესტია	ზუგდიდი		მესტია	ზუგდიდი
იანვარი	861	1006	ივლისი	855	996
თებერვალი	859	1003	აგვისტო	857	997
მარტი	861	1002	სექტემბერი	858	999
აპრილი	859	1001	ოქტომბერი	860	1005
მაისი	857	998	ნოემბერი	862	1003
ივნისი	855	997	დეკემბერი	863	1007

**ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА**

- ხვედელიძე ზ. – „რეგიონალური მიკროცირკულაციური ატმოსფერული პროცესების დინამიკა მთა-გორიან ტერიტორიაზე“ (მონოგრაფია) .თბილისი, 2018 წ. გვ.101.
- ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი. „მთა-ხეობიანი რელიეფის როლი ჰაერის ნაკადის ცირკულაციის შესწავლაში“. ფიზიკა №1(18), 2018 წ, გვ.15-25

=====

3. "Atmosfere General cirkulation Modeling"- 2008 – American institute of physics Washington. p.505.
4. R. Holton "Dynamic Meteorology" Fourth edition-university of Washington, 2004 p. 533.
5. ზ. ხვედელიძე, ნ. ზოტიკიშვილი „ქარისა და დედამიწის ლოკალური რელიეფის ურთიერთ-ქმედების ზოგიერთი თავისებურების მოდელური გათვლები საქართველოს ტერიტორიაზე“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://gesj.Internet-academy.Org.ge/physic/>; 2016, № 1(15) გვ.63-72.
6. Z.Khvedelidze, Inga Samkhatagze, Teimuraz Davitashvili "On Pressure Drop Distribution at High Power Perturbation Per Over the Mountainous Territory" . Ebullition the Georgian Academy of sciences,155 №1, 2015 p.62-67.

უაკ 627.14.211.215.176

**ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო-სვანეთის რეგიონზე/ხვედელიძე ზ., სამხარაძე ი., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ./სტუპ-ის კმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2020. - ტ.129. - გვ.113-115. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს, მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებით დადგენილია, ქვაბურების კლიმატური თავისებურებები და ჰაერის ნაკადის დინამიკის ბუნება. ეს თავისებურებანი ახსნილი იქნა მოდელური გათვლებით. საკვლევ რეგიონებზე მოდელურად შეფასებული პროცესები, რეალურად დაკვირვებული მოვლენების მიმართ 5%-8% პროცენტის მიახლოებაში თანხვედრილია.**

#### **UDC 517.51**

**Dynamics of microcirculation movement of air flow and climatic peculiarities in Samegrelo-Zemo Svaneti region./Khvedelidze Z., Samkharadze I., Tatishvili M., Zotikishvili N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2020 - vol.129 - pp.113-115. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. Based on the statistical processing of long-term meteorological data, the climatic features of the pits and the nature of the dynamics of the air flow are established. These features were explained by model calculations. Modularly evaluated processes in the studied regions with respect to the real observable phenomena coincide in an approximation of 5-8%.**

УДК 517. 51

**Динамика движения микроциркуляции воздуха и климатические особенности региона Самегрело-Земо Сванети. /Хведелидзе З.В., Самхарадзе И.Н., Зотикишвили Н.Ш., Татишвили М.Р./Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2020. вып.129 - с.113-115. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. На основании статистической обработки многолетних метеорологических данных установлены климатические особенности котлованов и природа динамики воздушного потока. Эти особенности были объяснены модельными расчетами. Модельно оцененные процессы в исследуемых регионах в отношении реально наблюдаемых явлений в приближении на 5-8% совпадает.**