



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული

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

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 133

doi.org/10.36073/1512-0902



ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის პრობლემები
მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 70
წლისთავისადმი

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY
DEDICATED TO THE 70TH ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGY

თბილისი-TBILISI
2023

ISSN 1512 – 0902
doi.org/10.36073/1512-0902

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული
ტომი № 133

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL.№133

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

©	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	2003
---	---	------

თბილისი _ TBILISI

2023

გამოცემა 1953 წლიდან Published since 1953	
FOUNDERS: Georgian Technical University Institute of Hydrometeorology Georgian National Academy of Sciences Georgian Academy of Agricultural Sciences	დამფუძნებლები: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია

<u>სარედაქციო კოლეგია</u>	<u>EDITORIAL BOARD</u>
თ.ცინცაძე (მთ. რედაქტორი)	T.Tsintsadze (Editor-in-Chief)
მთ. რედაქტორის მოადგილეები	DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF
გ.მელაძე	G.Meladze
ს.გორგიჯანიძე	S.Gorgijanidze
ე.ელიზბარაშვილი	E.Elizbarashvili
ლ.ინჭკირველი	L.Intskirveli
მ.ტატიშვილი	M.Tatishvili
<u>მდივნები</u>	SECRETARIES
ნ.კაპანაძე	N.Kapanadze
ნ.არუთინიანი	N.Arutiniani
<u>წევრები</u>	MEMBERS
გ.ალექსიძე	G.Aleksidze
აბდ-ალლა გად (საუდის არაბეთი)	Abd-Alla Gad (Saudi Arabia)
ც.ბასილაშვილი	Ts.Basilashvili
ნ.ბეგლარაშვილი	N.Beglarashvili
ნ.ბუაჩიძე	N. Buachidze
გ.გრიგოლია	G.Grigolia
გ.გუნია	G.Gunia
ხ.ეგამბერდიევი (უზბეკეთი)	Kh.Egamberdiev (Uzbekistan)
ბ.ხოლმატჯანოვი (უზბეკეთი)	B.Kholmatjanov (Uzbekistan)
ნ.დვალიშვილი	N.Dvalishvili
კ.ლაშაური (კანადა)	K.Lashauri (Canada)
შუნლინ ლიან (აშშ)	Shunlin Liang (USA)
რ.მაჰმუდოვი (აზერბაიჯანი)	R.Mahmudov (Azerbaijan)
მ.მელაძე	M.Meladze
რ.სამუკაშვილი	R.Samukashvili
ა.სურმავა	A.Surmava
მ.პიპია	M.Pipia
სადჰან კუმარ გოშ (ინდოეთი)	Sadhan Kumar Ghosh (India)
ლ.შავლიაშვილი	L.Shavliashvili
ლ.შენგელია	L.Shengelia
ზ.ხვედელიძე	Z.Khvedelidze

ელექტრონული ვერსია Electronic version	http://ecohydmnet.ge/publication-geo. http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/82330
--	---

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 70-ე მისის 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 დაზინძურება. 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 70-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, and Environmental Pollution.

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



ժողովրդական կուլտուրայի, նև՛ նախնաորդական ֆիլմերի և
դերասանության մեծամասնագետների մեջ ընդգրկված 70
հիշատակ Գրեգորյանն է. ընդ որում 1953 թվականին
նախնաորդական կուլտուրայի միջին ծրագրով
զանախոսությամբ, ինչպիսիք են մեծագույն տաղանդ
հինգերորդական ունեցողները.

և ինչպես մեծագույն ընդգրկված նախնաորդական կուլտուրայի
և ծրագրի ծրագրի միջնորդներում մասնակցությունը կուլտուրայի
կուլտուրայի մեծագույնները մասնակցությունը, ծրագրային, մեծագույն
և ծրագրային մեծագույնները մեծագույնները ընդ որում մեծագույնները
նախնաորդական կուլտուրայի.

Մեծագույն կուլտուրայի 70 հիշատակ, ընդ որում կուլտուրայի, մեծագույն
մեծագույնները և ընդ որում մեծագույնները, ընդ որում կուլտուրայի
ընդ որում կուլտուրայի մեծագույնները մեծագույնները.

մեծագույնները և ծրագրային կուլտուրայի
մեծագույնները ծրագրային
տղանդները ընդ որում

ს ა რ ზ ე ვ ი C O N T E N T S

1	ცინცაძე თ. ჰიდრომეტეოროლოგიის განვითარების ისტორია საქართველოში Tsintsadze T. History of development of hydrometeorology in Georgia.....	8
2	ელიზბარაშვილი ე. კლიმატოლოგიის განვითარების ისტორია საქართველოში Elizbarashvili E. History of the development of climatology in Georgia.....	13
3	გორგიჯანიძე ს., გრიგოლია გ., გაჩეჩილაძე გ. სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ლავებით ჩახერგილი მდინარეების დაგუბებული უბნების ეკოლოგიური საფრთხეები Gorgijanidze S., Grigolia G., Gachechiladze G. Ecological hazards of flooded areas of rivers choked with volcanic lavas in South Georgia.....	19
4	ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., კოკაია ნ., კიკნაძე დ., ხუფენია ნ. მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლა მდინარე ვერეს მაგალითზე Alaverdashvili M., Tsintsadze N., Kokaia, N., Kiknadze D., Khupenia N Calculation of the maximum discharges of river freshets in the case of the Vere River	22
5	გულაშვილი ზ., გორგიჯანიძე ს. ჭარბტენიანი რაიონების და ჭაობების გეოგრაფია საქართველოში Gulashvili Z., Gorgijanidze S. Geography of Wetland Areas and Marshes in Georgia.....	26
6	ტრაპაიძე ვ., ბრევვაძე გ., ცინცაძე ნ., ალავერდაშვილი მ., გრიგოლია გ., გაჩეჩილაძე გ. კალაპოტურ პროცესებზე წყლის მაქსიმალური ხარჯის ზემოქმედების შეფასება Trapaidze V., Bregvadze G., Tsintsadze N., Alaverdashvili M., Grigolia G., Gachechiladze G. Assessment of maximum water discharge effect on river bed evolution.....	31
7	ჩიტაძე თ. მინიმალური ხარჯების შედარებითი ანალიზი ეკოლოგიური ხარჯის განსაზღვრისათვის მდ. ალაზნის (შაქრიანი); მტკვრისა (ხერთვისი) და ფარავნის (ხერთვისი) მაგალითზე. Chitadze T . Comparative Analysis of Minimum Discharge for determining environmental discharge, on the example River Alazani(R.S shaqriani), Mtkvari (R.S Khertvisi), Faravani(R.S Khertvisi).....	34
8	კორძახია გ., შენგელია ლ., თვაური გ., ძაძამია მ., გულიაშვილი გ., ბერიძე ს. კლიმატის მიმდინარე ცვლილებების ფონზე აფხაზეთის მყინვარის უკანდახევის კვლევა აფხაზეთში თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dzadzamia M., Guliashvili G., Beridze S. Research of Abkhazian glacier retreat in the context of ongoing climate change using satellite remote sensing.....	38
9	ელიზბარაშვილი ე., სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ლ., ელიზბარაშვილი შ., ფიფია მ., ჭელიძე ნ. საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში Elizbarashvili E., Samukashvili R., Diasamidze L., Elizbarashvili Sh., Pipia M., Chelidze N. Dangerous meteorological phenomena in the Mtskheta-Mtianeti region.....	44
10	მელაძე მ., მელაძე გ. საქართველოს მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის გავრცელება Meladze M., Meladze G Distribution of red beet in high mountain agroclimatic conditions of Georgia.....	51
11	ამირანაშვილი ა., ბასილაშვილი ც., ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო. კატასტროფული წყალმოვარდნები ქ. თბილისის მიდამოებში Amiranashvili A., Basilashvili Ts., Elizbarashvili E., Varazanashvili O. Catastrophic floods in the vicinity of Tbilisi	56
12	ცინცაძე თ., ღლონტი ნ. საქართველოს ბიოკლიმატური პოტენციალის კვლევა ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტების ერთობლივ სამუშაოებში. Tsintsadze T., Ghlonti N. Research of the bioclimatic potential of Georgia in the joint works of the institutes of hydrometeorology and geophysics.....	62
13	სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც. ქარის ენერგეტიკული რესურსები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში Samukashvili R., Diasamidze Ts. Wind energy resources in Mtskheta-Mtianeti region.....	69

14	ამირანაშვილი ა., ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო., ფიფია მ. სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზი წელიწადის თბილ სეზონზე თბილისში 1891-2021 წლებში. Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Varazanashvili O., Pipia M. tatistical analysis of the number of days with hail during the warm season in Tbilisi in 1891-2021....	74
15	ბეგლარაშვილი ნ., ფიფია მ., ჯამრიშვილი ნ. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი და ხანგრძლივობა აჭარასა და გურიაში Beglarashvili N., Pipia M., Jamrishvili N. Number and duration of blizzard days in Adjara and Guria.....	78
16	სურმავა ა, გიგაური ნ., ინწკირველი ლ., გვერდწითელი ლ. ქ. რუსთავის და მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფეროში PM2.5-ის გავრცელების გამოკვლევა Surmava A., Gigauri N. Study of the spread of PM2.5 in the atmosphere of Rustavi and its environs.....	82
17	ბუაჩიძე ნ., ერისთავი დ., შუბლაძე ე. სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიების რემედიაცია ქართული ცეოლიტის (80% კლინოპტილოლიტი) გამოყენებით. Buachidze N., Eristavi D., Shubladze E. Remediation of landfill sites using Georgian zeolite (80% clinoptilolite).....	89
18	გუნია გ., სვანიძე ზ. საქართველოში კულტურული ტურიზმის განვითარების ეკოლოგიური და ბიოკლიმატური პირობების შესახებ. Gunia G., Svanidze Z. On ecological and bioclimatic conditions for the development of cultural tourism in Georgia.....;	96
19	შავლიაშვილი ლ., კუჭავა გ., შუბლაძე ე., ტაბატაძე მ. ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების შესწავლა L.Shavliashvili, G.Kuchava, E.Shubladze, M.Tabatadze Study of arsenic contamination of soils of Ambrolauri municipality.....	100
20	ძებისაშვილი ნ., დუღაშვილი დ., სურამელაშვილი ე. პოლიპროპილენის ნარჩენებისაგან ახალი ნახშირბადოვანი მასალის მიღება ჰორიზონტალური ტიპის რეაქტორის გამოყენებით და მისი სორბციული უნარის შესწავლა ამონიუმის აზოტის მაგალითზე Dzebisashvili N., Dughashvili D., Suramelashvili E. Obtaining the New Carbon Material from Polypropylene Waste Using the Horizontal Type Reactor and Studying its Sorption Capacity Using the Example of Ammonium Nitrogen.....	106
21	ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი. საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, ლოკალური ოროგრაფიის როლის შეფასება, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკაში Khvedelidze Z., Tatishvili M., Zotikishvili N., Samkharadze I. Evaluation the influence of local orography on the dynamics of turbulent air flow of the Atmospheric surface layer for certain regions of Georgia.....	112
22	კაპანაძე ნ., ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი. საშიში მოვლენების კლასიფიცირება საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით. Kapanadze N.i, Tatishvili M., Mkurnalidze I. Classification of hazardous events according to international standards.....	117
23	მკურნალიძე ი., კაპანაძე ნ. ვენახებისა და ბაღების წაყინვებისგან დაცვის მეთოდები. Mkurnalidze I., Kapanadze N. Methods for protecting vineyards and orchards from early frosts.....	124
24	ქურდაშვილი ლ., ხუციშვილი ე. რეგიონული ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კლიმატის ცვლილების ფონზე Kurdashvili L., Khutsishvili E. Prospects of regional tourism development against the backdrop of climate change.....	129

**ჰიდრომეტეოროლოგიის განვითარების ისტორია საქართველოში
ცინცაძე თ.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
საქართველო, ქ. თბილისი. tengiz.tsintsadze@gtu.ge

პირველი ინსტრუმენტული მეტეოროლოგიური დაკვირვებები საქართველოში დაიწყო XIX საუკუნის 30-იანი წლების დამლევს. 1844 წლის 14 მაისს თბილისში გაიხსნა რუსეთის იმპერიაში ერთ-ერთი პირველი მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორია. დაარსების დღიდანვე იგი გახდა კავკასიის ძირითადი მეტეოროლოგიური დაწესებულება, რომელიც დაკვირვებით საქმიანობასთან ერთად ანხორციელებდა დიდ კომპლექსურ სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებს. ობსერვატორიას დაევალია კავკასიაში მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ქსელის შექმნა, მისი სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობა.

1862 წელს თბილისში დამთავრდა მშენებლობა იმ დროისთვის საუკეთესო ობსერვატორიული ტიპის შენობისა, რომელიც დღეს განთავსებულია სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი (დავით აღმაშენებლის გამზ. 150^ა) 1867 წლიდან ობსერვატორიას ეწოდა თბილისის ფიზიკური ობსერვატორია და მასში მიმდინარეობდა მეტეოროლოგიური, მაგნიტური და ასტრონომიული დაკვირვებები. 1898 წლიდან მათ დაემატა სეისმური დაკვირვებებიც.

1924 წლიდან ობსერვატორიას დაერქვა თბილისის გეოფიზიკური და იგი გახდა საქართველოში ყველა გეოფიზიკურ სამუშაოთა სამეცნიერო ცენტრი. ობსერვატორიის სამუშაოთა ორგანიზაციას და მეცნიერულ ხელმძღვანელობას ეწოდნენ ცნობილი ქართველი მეცნიერები, რომლებიც სხვადასხვა დროს ასრულებდნენ ობსერვატორიის დირექტორის მოვალეობას: აკადემიკოსი ა. დიდებულიძე, პროფესორები ა. ბენაშვილი, რ. ხუციშვილი, მ. ნოდია, გ. ჩიჩუა, ი. ცუცქერიძე, კ. სულაქველიძე და სხვ.

ობსერვატორიამ დასაბამი მისცა საქართველოში დედამიწის შემსწავლელ და პლანეტურ მეცნიერებათა წამყვან ცენტრებს. კერძოდ, 1930 წელს ობსერვატორიისა და მეტეოროლოგიური ქსელის საფუძველზე ჩამოყალიბდა საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური კომიტეტი. 1931 წელს ობსერვატორიაში წარმოებული ასტრონომიული დაკვირვებები გადატანილ იქნა ამ წელს დაარსებულ საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალის აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში. 1932 წელს აკადემიის სისტემაში ჩამოყალიბდა გეოფიზიკის ინსტიტუტი, რომელსაც გადაეცა ობსერვატორიის რიგი განყოფილებებისა (სეისმური, მაგნიტური და სხვ.).

სსრკ მინისტრთა საბჭოს 1953 წლის 11 თებერვლის №406 დადგენილებით, **სსრკ მინისტრთა საბჭოს თავმჯდომარის ი.სტალინის ხელმოწერით**, თბილისის მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური (გეოფიზიკური) ობსერვატორიის (1844 წ.) ბაზაზე გაიხსნა, კავკასიაში პირველი საბუნებისმეტყველო სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულება.

КОПИЯ

СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 11 февраля 1953г. № 406

Москва, Кремль

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТБИЛИССКОГО НАУЧНОИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

В целях развития научных исследований в области гидрометеорологии Закавказья и улучшения гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства Грузинской ССР, Совет Министров СССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Предоставить Главному управлению гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР право организовать в 1953 году в г.Тбилиси на базе Тбилисской научноисследовательской гидрометеорологической обсерватории Тбилисский научноисследовательский гидрометеорологический институт, возложив на него:

- а) разработку новых и усовершенствование существующих методов долгосрочных и краткосрочных прогнозов погоды, агрометеорологических и гидрологических прогнозов, применительно к горным условиям Закавказья;**
- б) изучение метеорологических, климатических и гидрологических условий, имеющих значение для сельского хозяйства, промышленности, авиации и обороны, и в особенности вредных и опасных явлений погоды и гидрологического режима (град, грозы, ливни, селевые потоки, паводки, резкие изменения температуры) в сложных географических условиях Закавказья;**

Председатель Совета

Министров Союза СССР

И. Сталин

Управляющий делами

Совета Министров СССР

М. Помазнев

რომელსაც დაევალა როგორც საქართველოს, ასევე სომხეთის, აზერბაიჯანის და დაღესტნის ტერიტორიების ჰიდრომეტეოროლოგიური რეჟიმის მეცნიერული გამოკვლევა და წარმოებული დაკვირვებების სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობა..

დიდუბეში (ყოფილ კუკიაზე), მტკვრის შემადღებულ მარცხენა სანაპიროზე (დღევანდელი თამარ მეფის ხიდთან) მისთვის გამოყოფილ საკმაოდ დიდ ტერიტორიაზე, სადაც 1860-1861 წლებში პულკოვოს ობსერვატორიის ოდნავ შემცირებულ პროექტით მისთვის აგებული იქნა სპეციალური ნაგებობა



თბილისის მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორიის საერთო ხედი (1865 წ.)



ობსერვატორიის სიტუაციური გეგმა (1866 წ.)

შენობის პროექტის ავტორი იყო თბილისში ბევრი სხვა ნაგებობის დამპროექტებელი, ცნობილი გერმანელი არქიტექტორი ო.ი.სიმონსონი, ხოლო პროექტის სულისჩამდგმელი და ახალი ობსერვატორიის პირველი დირექტორი - ა. მორიცი.

თბილისის გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში თავისი სამეცნიერო მოღვაწეობა დაწყებული აქვთ აკადემიკოსებს ნ. მუსხელიშვილს, ი. ვეკუას, ე. ხარაძეს, თ. დავითიას, ბ. ბალავაძეს, პროფესორებს გ. თვალავაძეს, ს. ფაღავას და სხვ.



ი. ვეკუას,



ნ. მუსხელიშვილს



ე. ხარაძეს

აღნიშნულ პერიოდში ობსერვატორიას ხელმძღვანელობდნენ ცნობილი გერმანელი მეცნიერები (ა. მორიცი, ჰ. აბიხი, ი. მილბერგი და სხვ.)



რომლებიც დამკვირვებლად ადგილობრივ ნიჭიერ კადრებსაც არჩევდნენ. ერთ-ერთი მათგანი იყო სასულიერო სემინარიის ყოფილი სტუდენტი ი.ჯულაშვილი (სტალინი), რომელიც ობსერვატორიაში 1899-1901 წლებში შემოქმედებულ-დამკვირვებლად მუშაობდა



იოსებ ჯულაშვილი – თბილისის ფიზიკური ობსერვატორიის მეტეოდამკვირვებელი (მხატვარი პ.ალვაროვი, 1949წ.)

Handwritten: $\lambda = 41^{\circ}42'$ $\mu = ?$ $\lambda = 41^{\circ}45'$

სიმაღლე	მთაწარმო										მთაწარმო										მთაწარმო										მთაწარმო									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
მთაწარმო
მთაწარმო
მთაწარმო
მთაწარმო

Handwritten signatures: *Rov...*, *...*

1992 წლის 10 მარტიდან ამიერკავკასიის სამეცნიერო-კვლევითი ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი შევიდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სისტემაში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სახელწოდებით. ინსტიტუტის სამეცნიერო კვლევის ძირითად მიმართულებებს წარმოადგენდა:

- მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზული მეთოდების დამუშავება;
- სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების (წყალმოვარდნები, ღვარცოფების, თოვლის ზვავების, ქარიშხლების, სეტყვის, თქეში წვიმისა და სხვ.) შესწავლა, პროგნოზული მეთოდების შედგენა.
- კლიმატური, აგროკლიმატური და განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების (წყლის, ქარის, მზის რადიაციის) დადგენა;
- ჰიდრომეტეოროლოგიის ფაქტორებისა და ადამიანის საწარმოო მოღვაწეობის ბუნებრივ გარემოზე და კლიმატზე გავლენის ანალიზი, რეკომენდაციების შემუშავება გარემოზე ხელოვნური ზემოქმედების მავნე გავლენის შედეგების აღმოსაფხვრელად;
- ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და რაციონალური გამოყენების მიზნით გარემოს (ატმოსფერო, ნიადაგი, წყლები) ეკოლოგიური მდგომარეობისა და დაჭუჭყიანების დონის შესწავლა, მისი შედეგების შეფასება და პროგნოზირება;
- ღრუბლებისა და ნალექწარმოქმნელი ფიზიკური პროცესების შესწავლა;
- ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების მეთოდების და საშუალებების დამუშავება, მათი დანერგვა სახალხო მეურნეობაში.

დღიდან დაარსებისა ინსტიტუტში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა სტიქიურმა ჰიდრომეტეოროლოგიურ მოვლენების შესწავლას. ამ მიმართულებით კვლევის ძირითადი შედეგები გადმოცემულია კოლექტიურ მონოგრაფიებში: „სამიში ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენები კავკასიაში“ (გ.სვანიძის და ი.ცუცირიძის რედაქციით, 1980, 1983), „საქართველოს განახლებადი ენერგორესურსები“ (გ.სვანიძის, ვ.გაგუას, ე.სუხიშვილი. 1987), „კავკასიის შავი ზღვის სანაპირო მდინარეების მყარი ჩამონადენი“ (გ.ხმალაძე, 1978), „მდინარე ბზიფის ჰიდროლოგია“ (რედაქტორი გ.სვანიძე, 1981), „ამიერკავკასიის წყლის რესურსები“ (გ.სვანიძის და ვ.ცომიას რედაქციით, 1988), „ჰიდროლოგიური რიგების მათემატიკური მოდელირება“ (გ.სვანიძე 1977), „ამიერკავკასიისა და ჩრდილო კავკასიის ტერიტორიაზე ღვარცოფსაშიში მდინარეების კატალოგი“ (გ.ხმალაძის რედაქციით, 1969), „სამიში ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენები კავკასიაში“ (1980, 1983), „მთის მდინარეებისათვის გამჭოლი დაცვითი და სასაწყობი რკინა-ბეტონების მარეგულირებელი ნაგებობები“ (ი. ხერხეულიძე, 1962), „ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების პროექტირების ჰიდროლოგიური და ჰიდროტექნიკური საფუძვლები“ (გ. ხმალაძის რედაქციით, 1972), „ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ჰიდროლოგიური და ჰიდროტექნიკური პრობლემები“ (გ. ხერხეულიძის რედაქციით, 1984), „კოლხეთის დაბლობის ჰიდრომეტეოროლოგიური პირობები დაშრობის შემდეგ“ (1983), „მცირე მდინარეთა ჩამონადენზე სამეურნეო საქმიანობის გავლენის შეფასების მეთოდური რეკომენდაციები ჰიდროლოგიური გამოთვლების საწარმოებლად წყალსამეურნეო პროექტირების დროს“ (1986), სსრკ წყლის რესურსები და მათი გამოყენება“ (1987), „ამიერკავკასიის წყლის რესურსები“ (1969).

„საქართველოს ნიადაგებისა და ზედაპირული წყლების გაჭუჭყიანება სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის შედეგად“ (ზ. ჩანტლაძე, ლ. შავლიაშვილი, 1982), „საქართველოს მდინარეების ჰიდროქიმიკა ანთროპოგენური ზეგავლენის პირობებში“ (ზ. ჩანტლაძე, 1987), „მთიანი მხარეების ქიმიური დენუდაციის ჰიდროლოგიური ასპექტები“ (გ. გაჩეჩილაძე, 1989), „ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მონიტორინგი საქართველოს ტერიტორიაზე“ (გ. გუნია, 1985),

1970-იანი წლების მეორე ნახევარში აკად. გ. სვანიძის ინიციატივით ღრუბლების ფიზიკისა და აქტიური ზემოქმედების განყოფილებამ, ჰიდრომეტეოსამმართველოს სექციის საწინააღმდეგო სასახურთან ერთად, წამოიწყო ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები სიონის წყალსაცავის წყალმომკრებ აუზში. ჩატარდა კონვექციურ ღრუბლებზე ზემოქმედების რანდომიზებულ ექსპერიმენტთა დიდი სერია (ნ. ბეგალიშვილი, ბ. ბერიტაშვილი, მ. ვათიაშვილი, თ. ცინცაძე). 1980-იანი წლების დასასრულში ზაფხულის ღრუბლებიდან ხელოვნური ნალექების გამოწვევის მეთოდიკა წარმატებით დაინერგა სექციის საწინააღმდეგო სამსახურის დასაცავ ტერიტორიაზე 500 ათასი ჰა ფართობზე მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტურობით (გ. სვანიძე, ნ. ბეგალიშვილი, ბ. ბერიტაშვილი, თ. ცინცაძე, მ. ვათიაშვილი და სხვ.).

ამჟამად ინსტიტუტის ოთხ სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები, პროგრამული დაფინანსების ფარგლებში მიმდინარეობს: წყლის რესურსებისა და ჰიდროლოგიური პროგნოზების განყოფილებაში

მიმართულება “ჰიდროლოგია”

- დამუშავებული და დანერგილია წყალმომარაგების და ჩამონადენის საპროგნოზო მეთოდები. შესწავლილია ამ მოვლენათა რისკების განსაზღვრის, დატბორვის ზონების შეფასების და ინტეგრირებული მართვის სქემები ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით.
- შედგენილია ღვარცოფული ნაკადების, თოვლის ზვავებისა და სხვა გლაციოლოგიური კატასტროფული მოვლენების მონიტორინგის მოწყობის რეკომენდაციები, შემუშავებულია მათი საპროგნოზო მეთოდები.
- შესწავლილია საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის მგრძობიარობა და რეაქცია კლიმატის ცვლილებაზე. დაზუსტებულია ზედაპირული წყლების მარაგი საქართველოში და შეფასებულია მისი მოსალოდნელი ცვლილება სხვადასხვა კლიმატური სცენარების პირობებში.
- დამუშავებულია წყალმომარაგებისაგან, ღვარცოფისაგან, თოვლის ზვავებისაგან და მეწყერებისაგან სარკინიგზო და საავტომობილო გზების დაცვის რეკომენდაციები და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება.

კლიმატოლოგიისა და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში: *მიმართულება “კლიმატოლოგია და აგრომეტეოროლოგია, კლიმატის ცვლილება, მისი გავლენა ბუნებრივ და სოციალურ-ეკონომიკურ სფეროზე”*

- შეფასებულია საქართველოს კლიმატური, მათ შორის აგროკლიმატური, ნიადაგების, საკურორტო-ტურისტული, განახლებადი ენერგეტიკული (ქარი, მდინარეთა წყლები, მზის რადიაცია) რესურსები. შემუშავებულია მათი გამოყენების რეკომენდაციები ცალკეულ რეგიონებისთვის.
- შესრულდა სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენების კვლევა. კერძოდ, გვალვის, წყინვის, გრიგალური ქარების, მკვრივი ნისლის, ლიპყინულის, თოვლის ზვავების სივრცობრივი სტრუქტურის გამოკვლევები ჩატარდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტის ფარგლებში მ.ნოდის სახ.გეოფიზიკის ინსტიტუტთან ერთად. შედგენილია ამ მოვლენების სივრცობრივი განაწილების გეოინფორმაციული რუკები.
- გამოცემულია სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი ეკონომიკის სხვადასხვა დარგებში (სოფლის მეურნეობა, მშენებლობა, ტრანსპორტი, ენერგეტიკა, ტურიზმი და სხვ.) გამოსაყენებლად
- დამუშავდა კლიმატის ცვლილების სცენარები მიმდინარე საუკუნისათვის, შეიქმნა კავკასიის ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის სქემა კლიმატის ცვლილების გავლენით. გამოვლენილ იქნა კავკასიონის მყინვარების დინამიკა გასული საუკუნის განმავლობაში.
- შესრულდა საქართველოს ტერიტორიაზე გვალვიანობის განაწილების კარტირება ინტენსივობის კომპლექსური შეფასების საფუძველზე და შესწავლილი იქნა კლიმატის ცვლილების გავლენა გვალვის რისკების დინამიკაზე.
- აგროკლიმატოლოგიის ამოცანებთან დკავშირებით დასაბუთდა მაღალმთიან პირობებში პერსპექტიული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების შესაძლებლობები, დამუშავდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ძირითადი ფაზების და მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური საპროგნოზო სქემები და ვაზის მორწყვის სტოქასტური პროგნოზის მეთოდი. დადგენილ იქნა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების აგროეკოლოგიური ზონების სცენარები კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით.

ბუნებრივი გარემოს დაჭუჭყიანების მონიტორინგისა და პროგნოზების

განყოფილებაში მიმართულება “ბუნებრივი გარემოს კომპონენტების (ატმოსფერული ჰაერი, ზედაპირული და ზღვის წყლები, ნიადაგები, მცენარეული საფარი) დაბინძურება”

- შესრულებულია ტრანსსასაზღვრო მდინარეთა აუზების (მდ. მტკვარი, ალაზანი, იორი) და მდინეულის სამთო მომპოვებელ-გამამდიდრებელი კომბინატის მიმდებარე რაიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის გამოკვლევა – განსაზღვრულია ატმოსფერული ჰაერის, ზედაპირული წყლების, ნიადაგების და მცენარეული საფარის დაბინძურების დონეები და შემოთავაზებულია ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების რეკომენდაციები.
 - ჩატარებულია საქართველოს ძირითადი მდინარეებისა და წყალსაცავების, ასევე შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური გამოკვლევა.
 - ჩატარებულია ბუნებრივი გარემოს რადიონუკლიდური მონიტორინგი და შეფასებულია ჩერნობილის კატასტროფის წვლილი საქართველოს ტერიტორიის რადიონუკლიდებით დაჭუჭყიანებაში.
 - შექმნილია ბუნებრივი გარემოს კომპონენტებში (რელიეფის მშრალ ზედაპირზე, ჰაერში, ზედაპირულ და ზღვის წყლებში, ნიადაგებში) ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების კატასტროფული დაღვრის შედეგად ნახშირწყალბადების გავრცელების მათემატიკური მოდელების კომპლექსი.
 - შესრულებულია თენგიზის საბადოს (ყაზახეთი) ნავთობის ბაქო-თბილისი-ბათუმი რკინიგზით ტრანსპორტირების, ასევე ყულევის ტერმინალში ნავთობპროდუქტების გადაზიდვა-შენახვის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების პროექტები
 - სტანდარტულ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე შესწავლილ იქნა ატმოსფერულ ჰაერში ინგრედიენტთა კონცენტრაციების სივრცით-დროითი განაწილება და ქვეყნილ ზედაპირზე მათი დაღვრის მასშტაბები, ამისათვის საჭირო საანგარიშო სქემების შემუშავების გზით.
 - განსაზღვრულ იქნა ატმოსფეროში მყარი აეროზოლების ინტეგრალური მახასიათებლები, მათი ქიმიური შემცველობა და მათი ნივთიერებათა გეოგრაფიული განაწილების თავისებურებანი. დამუშავდა ატმოსფეროში მინარევთა კონცენტრაციების განსაზღვრის მეთოდები, ატმოსფეროს დაბინძურების შეფასების ახალი ხელსაწყო-მოწყობილობები და საპროგნოზო სქემები.
- ამინდის პროგნოზების, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების მოდელირების განყოფილებაში მიმართულება “მეტეოროლოგია (ატმოსფეროს ფიზიკა)”
- ამინდის მიკლევადიანი საპროგნოზო მეთოდების დამუშავების მიზნით შექმნილია კავკასიაში ჰიდროდინამიკური და თერმოდინამიკური ველების ფორმირების და განვითარების არასტაციონალური სამგანზომილებიანი ბაროკლინური მოდელი ნოტიო პროცესების პარამეტრიზებით და რელიეფის გათვალისწინებით. ამინდის გრძელვადიანი პროგნოზირების მიზნით შესწავლილია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მაკროცირკულაციური პროცესების დინამიკა და გამოვლენილია საქართველოს პირობებში ატმოსფეროს ანომალური მოვლენებთან მათი სტატისტიკური კავშირები.
 - შესრულებულია ღრუბლებისა და ნისლების წარმოქმნა-განვითარების გამოკვლევები ორგანოზომილ-ბიანი თერმოჰიდროდინამიკური მოდელების საფუძველზე.
 - ატმოსფერულ ნალექთა პროგნოზირების მიზნით დამუშავებულია ერთგანზომილებიანი ჰიდროდინამიკური ოპერატიული მოდელი მიკროფიზიკური პროცესების (კონდენსაცია, კრისტალიზაცია, სუბლიმაცია, კოაგულაცია და სხვ.) გათვალისწინებით.

უკ 551.5

**კლიმატოლოგიის განვითარების ისტორია საქართველოში
ელიზბარაშვილი ე.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
საქართველო, ქ. თბილისი. eelizbar@hotmail.com

საქართველოს კლიმატის შესწავლას ხანგრძლივი ისტორია გააჩნია. პირველი კლიმატური აღწერები გვხვდება ჯერ კიდევ ანტიკური დროის ფილოსოფოსების ნაწარმოებებში- ჰეროდოტე, ჰიპოკრატე (V ს. ძვ.წ.), სტრაბონი (I ს. ძვ.წ.) და სხვ. საქართველოს ცალკეული რეგიონების კლიმატური თავისებურებები მოიხსენიება შუა საუკუნეების ისტორიკოსების ნაწარმოებებშიც – გიორგი მერჩული, იაკობ ხუცესი, გიორგი ხანძთელი და სხვ. ისინი დასავლეთ საქართველოს ახასიათებენ, როგორც ნოტიოს, თბილს, ხოლო აღმოსავლეთს, როგორც მშრალს და ჯანმრთელს.

1631 წელს საქართველოში ჩამოვიდა იტალიელი მისიონერი არქანჯელო ლამბერტი, რომელმაც რამოდენიმე წელი დაჰყო გორში, ხოლო შემდეგ, 16 წლის განმავლობაში სამეგრელოში იცხოვრა. იტალიაში დაბრუნების შემდეგ მან გამოსცა ნაშრომი “სამეგრელოს აღწერა”, რომელშიც აღწერა კოლხეთის ჰავა, მისახლეობა და მათი სამეურნეო საქმიანობა. მისი აზრით, კოლხეთში ისეთი ნოტიო ჰავაა, რომ “მისი მსგავსი არსად მოიპოვება, ყველაფერი სველდება – ბალახი, ადამიანების ტანისამოსი, თითქმის წვიმა მოსულიყოს”-ო.

ვიზუალურ დაკვირვებებზე დაყრდნობით საქართველოს ცალკეული რეგიონების საინტერესო კლიმატური შეფასებები დაგვიტოვა ცნობილმა ქართველმა გეოგრაფმა, ისტორიკოსმა და მოგზაურმა ვახუშტი ბაგრატიონმა. ის თავის “აღწერა სამეფოსა საქართველოსაში” განსაკუთრებულ ყურადღებას ამახვილებს საქართველოს ცალკეული კუთხეების კლიმატურ თავისებურებებზე. კერძოდ, აღწერს, რომ კოლხეთის ბარი არის “... სველი, ნამიანი, და ნოტიო,” მთიანი აჭარა – “წვიმიანი, სოელი, ... დიდ თოვლიანი”, იმერეთის მაღლობზე “თოვლი დიდი”-ა, ივრის ზეგანი “არის ადგილი ... მცირე თოვლიანი” და ა.შ. საქართველოს დატენიანების ვახუშტისეული შეფასებები დღესაც კარგ შესაბამისობაშია რეალურ პირობებთან.

საქართველოს კლიმატის კვლევის მეცნიერულად დასაბუთებული შესწავლა მხოლოდ ინსტრუმენტული დაკვირვებების ორგანიზების შემდეგ მოხერხდა. 1844 წელს თბილისში დაარსდა კავკასიის მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური ობსერვატორია. იმ დროიდან თბილისის და საქართველოს კლიმატის შესახებ შეიძლება მსჯელობა ინსტრუმენტული დაკვირვებების საფუძველზე. 1850 წელს ა ფილადელფინმა გამოაქვეყნა თბილისის პირველი კლიმატური დახასიათება.

XIX საუკუნის დასასრულს და XX საუკუნის დასაწყისში საქართველოს კლიმატის კვლევას თავისი შრომები მიუძღვნეს გამოჩენილმა კლიმატოლოგებმა ა. ვოეიკოვმა, ბ. სტატკოვსკიმ, ე. როზენტალმა, გ. ვილდმა, სალაკკიმ, ა. ვოზნესენსკიმ, ა.ფიგუროვსკიმ, ო.დროზდოვმა და სხვ.

შემდგომში, საქართველოს კლიმატს და მის ცალკეულ ელემენტებს მიეძღვნა გამოკვლევათა დიდი რაოდენობა, რომელთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მკორძახიას ცნობილი მონოგრაფია “საქართველოს ჰავა” [1], რომელშიც, იმ დროისათვის საკმაოდ მდიდარი მონაცემთა ბაზის საფუძველზე, ავტორმა განიხილა კლიმატის გენეზისი, ატმოსფეროს ცირკულაციის ხასიათი და წარმოადგინა საქართველოს პირველი კლიმატური დარაიონება. მონოგრაფია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტების სამაგიდო წიგნად ითვლებოდა.

1971 წელს რუსულ ენაზე გამოიცა კოლექტიური მონოგრაფია საქართველოს კლიმატის და კლიმატური რესურსების შესახებ, რომელიც მომზადდა ამიერკავკასიის (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის) ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სპეციალისტების მიერ [2].

შემდგომ წლებში მომზადდა და გამოიცა რიგი მონოგრაფიები, რომლებიც განაზოგადებენ საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცალკეული ელემენტების განაწილების ხასიათს და რეჟიმს. მათ მიეკუთვნება ი.კვარაცხელიას [3] და კ.გოგიშვილის [4] მონოგრაფიები, რომლებშიც განზოგადებულია თავისუფალი ატმოსფეროს კლიმატის და კლიმატის ცირკულაციური ფაქტორების კვლევის შედეგები; ი.ცუცქირიძის [5], ნ.გვასალიას [6] და მ.ელიზბარაშვილის [7] მონოგრაფიები, რომლებშიც განზოგადებულია რადიაციული, თერმული და სითბური რეჟიმის ფუნდამენტურ გამოკვლევები, განხილულია ბიომეტეოროლოგიის საკითხების ფართო სპექტრი; შ.ჯავახიშვილის [8], ჟალიბეგოვას, ე.ელიზბარაშვილის, ზ.ჭავჭავანიძის [9.10] მონოგრაფიები, რომლებშიც განხილულია ატმოსფერული ნალექების მოსვლის პირობები, ტერიტორიული განაწილება, რეჟიმი და სტრუქტურა და სხვ. რ.სამუკაშვილის მონოგრაფიაში, რომელიც 2015 წელს გამოქვეყნდა [11], განხილულია მთლიანად კავკასიის რადიაციული რეჟიმი და შეფასებულია ჰელიოენერგეტიკული რესურსები.

ჩატარებულია კავკასიის ჰელიოენერგეტიკული დარაიონება და გამოვლენილია ჰელიოსისტემების ეფექტური ექსპლუატაციის რაიონები.

2007 წელს გამოქვეყნდა ეელიზბარაშვილის შემაჯამებელი მონოგრაფია “საქართველოს კლიმატური რესურსები” [12]. მასში განხილული იყო პრობლემასთან დაკავშირებული მრავალი საკითხი. ჰავის წარმომქმნელი ძირითადი ფაქტორები, კლიმატის ცალკეული ელემენტების რეჟიმი და რესურსი.

აღსანიშნავია საქართველოში ჩატარებული მიკროკლიმატური გამოკვლევები, რომლებიც მიზნად ისახავდა საკურორტო ადგილების საკურორტო ფაქტორების და რესურსების გამოკვლევებს, და კურორტების სამედიცინო მომსახურებას. აღნიშნულ სამუშაოებს ძირითადად აწარმოებდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის მასშტაბით ერთერთი მძლავრი სამეცნიერო ცენტრი – ი.კონიაშვილის სახელობის კურორტოლოგიის და ფიზიოთერაპიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ბ.ჯანაშია, რ.კავკასიძე, ნ.გონგლაძე, ეელიზბარაშვილი და სხვ). მრავალწლიური კვლევის შედეგები შაჯამდა რუსულ ენაზე მომზადებულ მონოგრაფიაში “Климатография курортов Грузии” (Элиზбарაშვილი Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш., 1980)[13] და საქართველოს კურორტების და საკურორტო რესურსების ატლასში [14], რომელმაც 1993 წლის საქართველოს სახელმწიფო პრემია დაიმსახურა.

ქართველი კლიმატოლოგებისთვის ყოველთვის აქტუალური იყო კლიმატის ცვლილების პრობლემა. თბილისის ტემპერატურის რიგების პირველი სტატისტიკური ანალიზი ჩაატარეს ი.ქურდიანმა (Курдиани И.Г., 1956) და გ.ჭირაქაძემ (Чиракадзе Г.И., 1959). ტემპერატურის მრავალწლიურ ცვლილებაში მათ სხვადასხვა ხანგრძლივობის ციკლები გამოავლინეს. ი.ცუცქერიძემ (Цуцქერიძე Я.А., 1960) თბილისის და გარდაბნის დაკვირვებათა მონაცემების შედარების საფუძველზე სცადა ურბანიზაციის ეფექტის აღმოჩენა.

საქართველოს კლიმატის ცვლილების პრობლემას მიემდვნა დ.მუმლაძის [15] სპეციალური მონოგრაფია. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე მან დაადგინა, რომ ტემპერატურის ზრდამ საქართველოში მაქსიმუმს 1966-1975 წლებში მიაღწია. საშუალო ტემპერატურის ზრდა ძირითადად ზამთრის ტემპერატურების ხარჯზე მიმდინარეობდა. იანვრის ტემპერატურის ნაზრდი 150 წლის მანძილზე $2,1^{\circ}\text{C}$ -ით შეაფასა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ გამოიცა მონოგრაფია “თბილისის კლიმატი” [16].

საქართველოს ტემპერატურის მრავალწლიური ცვლილების სრული სივრცითი სურათი წარმოდგენილია კ.თავართქილაძის, ეელიზბარაშვილის, დ.მუმლაძის და ჯ.ვაჩანაძის მონოგრაფიაში [17]. მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით, ეს გამოკვლევა გასული საუკუნის განმავლობაში ჩატარებულ გამოკვლევებს შორის ყველაზე გამართული და, შესაბამისად მიღებული შედეგებიც ყველაზე საიმედო იყო. მასში 90 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის შეიქმნა 1906-1996წწ პერიოდის მონაცემთა ბაზა. კვლევის ძირითადი შედეგი იმაში მდგომარეობს, რომ თანამედროვე გლობალური დათბობის საერთო ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოში დადგინდა ტემპერატურის ზრდა, ხოლო დასავლეთში - უმთავრესად კლება. საშუალო წლიური ტემპერატურის ზრდის ყველაზე მაღალი სიჩქარეები აღინიშნა ქვემო ქართლის ვაკეზე, ქართლის და კახეთის ქედებზე, ლიხის ქედის აღმოსავლეთ კალთებზე და ბორჯომის ხეობაში. ტემპერატურის უმნიშვნელო კლება აღინიშნა ჯავახეთის ზეგანზე. დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიის დიდ ნაწილზე წლიური ტემპერატურების მნიშვნელოვანი ცვლილება არ შეინიშნება, ცალკეულ რაიონებში კი შეიმჩნევა აცივება. აცივება დამახასიათებელია კოლხეთის დაბლობის შიდა რაიონებისათვის, მესხეთის ქედის დასავლეთი ნაწილისა და მდინარე ენგურის ხეობის ზემო წელისათვის. დათბობის ცალკეული კერებია შავი ზღვის სანაპიროზე, აჭარაში ჩაქვის მახლობლად, იმერეთის მაღლობზე და რაჭის ქედზე.

ჩვენი შემდგომი გამოკვლევებით აღმოჩნდა, რომ ლოკალური კლიმატების მოზაიკური ცვლილების ძირითადი მიზეზი ბუნებრივ ლანდშაფტური პირობების თავისებურებაშია. ჰუმიდურ ლანდშაფტებში სითბოს დიდი რაოდენობა აორთქლებაზე იხარჯება, მთებში კი თოვლის დნობაზე, ამიტომაც მათი რეაქცია გლობალური დათბობის მიმართ გაცილებით სუსტია, ვიდრე არაჰუმიდური ლანდშაფტებისა.

2001 წელს ნ.ბეგალიშვილის და ეელიზბარაშვილის საერთო რედაქციით გამოქვეყნდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელთა კოლექტიური მონოგრაფია “თბილისის კლიმატის მრავალწლიური ცვლილება და ციკლური რყევადობა”[18]. მასში, თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის 150 წლიანი დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე (1844-1995 წწ), ჩატარებულია კლიმატის მრავალწლიური ცვლილების და ციკლური რყევადობის მრავალმხრივი გამოკვლევა. ტემპერატურის მრავალწლიან სვლაში გამოვლინდა სხვადასხვა ხანგრძლივობის და ინტენსივობის დათბობის და აცივების ტალღები. საშუალო წლიური ტემპერატურის სვლაში 1850-1863 წლებში აღინიშნა აცივება, რომელიც 1864-1875

წლებში შეიცვალა დათბობით. 1876-1886 წლებში აღინიშნა აცივების ახალი ტალღა. 1887-1908 წლებში თბილისში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მერყეობდა უმნიშვნელოდ, ხოლო 1909-1963 წლებში გამოიკვეთა მისი ზრდის ტენდენცია, რომელიც 1964-1973 წლებში კლებით შეიცვალა. დაწყებული 1974 წლიდან ჰაერის ტემპერატურა იზრდება. ტემპერატურის ცვლილების ხასიათი და ინტენსივობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია წელიწადის სეზონზე, ყველაზე მგრძობიარეა ზამთარი. ტემპერატურის ცვლილების ასეთი ხასიათი განპირობებულია უმთავრესად ბუნებრივი ფაქტორებით, მათ შორის მზის აქტივობით და ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებით. დადგინდა, რომ მზის მაქსიმალური აქტივობის ეპოქებში ტემპერატურის საშუალო დონე მაღალია ვიდრე მზის მინიმალური აქტივობის ეპოქებში. დადგინდა აგრეთვე ტემპერატურის ცვლილების ტენდენციები ატმოსფეროს ცირკულაციის ფორმების განსხვავებულ ეპოქალურ პერიოდებში. დასავლეთის ცირკულაციის გააქტიურების ფაზას(1890-1930 წწ) საშუალო წლიური ტემპერატურის დაბალი, ხოლო ამავე ცირკულაციის შესუსტების ფაზას(1950-1990 წწ)-ტემპერატურის მაღალი დონე შეესაბამება. შებრუნებული სურათი აღინიშნება აღმოსავლეთის ცირკულაციის გააქტიურების პირობებში. მერიდიანული ცირკულაცია ტემპერატურის მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ განაპირობებს. ამავე მონოგრაფიაში კლიმატის ცალკეული ელემენტების სვლაში შეფასებული იყო ურბანიზაციის ეფექტი. თბილისის ტემპერატურულ რეჟიმში ურბანიზაციის ეფექტი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზაფხულში, შემოდგომის დასაწყისსა და ზამთრის პირველ ნახევარში. ზაფხულში ურბანიზაციის ეფექტი უდიდესია და ტემპერატურის საშუალო თვიურ სიდიდებში შეადგენს 1-1,30-ს, რაც გამოწვეულია ნაგებობათა დამატებითი გამოსხივებით და ქარის სიჩქარის შემცირებით, რის შედეგადაც ქალაქის ზედაპირიდან სითბოს გამოსხივება შემცირებულია. ზამთარში ურბანიზაციის ეფექტი 10-მდე აღწევს. ამ დროს ქალაქის სითბურ რაჟიმზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს სათბობის წვის შედეგად გამოყოფილი სითბო. ურბანიზაციის ეფექტი მინიმალურია გაზაფხულზე და 0,2-0,40-ს შეადგენს, რაც წელიწადის ამ დროისათვის დამახასიათებელი რადიაციული და ცირკულაციური პროცესებით აიხსნება.

საქართველოს კლიმატის ცვლილების თანამედროვე მდგომარეობა წარმოდგენილია კოლექტიურ მონიგრაფიაში (ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი მ., 2013) [19]. შექმნილია 25 კმ-იანი ბიჯის ბადური მონაცემთა უნიკალური ბაზა და შედგენილია ტემპერატურის და ნალექების ცვლილების გეოინფორმაციული რუკები. ბადური მონაცემებით შექმნილი რუკები აზუსტებს ტემპერატურის ცვლილების ხასიათს საქართველის ტერიტორიაზე. ბადური მონაცემების თანახმად ზომიერი დათბობის ზონა, სადაც ტემპერატურის ზრდის დეკადური სიჩქარე 0.060-0.100 შეადგენს, აღმოსავლეთ საქართველოში გაფართოებულია. ასეთივე სიჩქარით ტემპერატურის ზრდა გამოვლენილია არსიანის ქედზე, რაც არ აღინიშნებოდა სადგურების მონაცემებით შექმნილ სხვა რუკებზე. ლოკალიზებულია აცივების არეალი აფხაზეთის ტერიტორიაზე, სოხუმის მახლობლად. მესხეთის ქედის აღმოსავლეთი ნაწილის ჩრდილოეთ ფერდობზე გამოვლენილია ძლიერი, ხოლო იორის ზეგანის უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში- ზომიერი აციება. მნიშვნელოვნად შეცვლილია ნალექების წლიური ჯამების ცვლილების სურათი აჭარის მთიან რაიონებში. აქ ბადური მონაცემების თანახმად აღინიშნება ნალექების ზრდა 3-5% სიჩქარით, მაშინ, როდესაც სადგურების მონაცემებით აგებულ რუკებზე ნალექების ზრდის სიჩქარე არ აღემატება 1-3%-ს. შიდა ქართლში გაზრდილია არეალი, სადაც ნალექების ცვლილება არ აღინიშნება, ხოლო ნალექების 5%-ზე მეტი სიდიდით კლების არეალი ქვემო ქართლში ლოკალიზებულია.

მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში საქართველოს მრავალფეროვანი ბუნებრივი ლანდშაფტების კლიმატური თავისებურებების კვლევის შედეგად საფუძველი ჩაეყარა კლიმატოლოგიის ახალ მიმართულებას – ლანდშაფტების კლიმატოლოგიას, რომელიც იკვლევს ბუნებრივი ლანდშაფტების ფორმირების პირობებს, კლიმატურ რეჟიმს, ფუნქციონირების კლიმატურ კანონზომიერებებს, რესურსულ პოტენციალს, ლანდშაფტების რეაქციას გლობალური დათბობის მიმართ და მათ ტრანსფორმაციას.

საქართველოსათვის დამახასიათებელია საშიში და სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენები, რომლებიც ქვეყანას მნიშვნელოვან მატერიალურ ზარალს აყენებს, ხოლო ზოგჯერ ადამიანთა მსხვერპლსაც იწვევს. საქართველოში 1883 წლის შემდეგ (Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе., 1983)[20] სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენების კვლევები, ბუნებრივი კატასტროფების კვლევების საგრანტო პროექტის ფარგლებში ჩატარდა, და შედეგები მრავალრიცხოვან სტატიებში გამოქვეყნდა, ხოლო შემდეგ მოხდა მისი მონოგრაფიული განზოგადოება (Элиზбарაშვილი Э.Ш., Элиზбарაშვილი М.Э., 2012) [21].

საქართველოს კლიმატოლოგიური გამოკვლევების განვითარებაში მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასის (2011)[22] გამოქვეყნება. ატლასი შესრულდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში. ატლასში წარმოდგენილია 112 თემატური რუკა საქართველოს კლიმატის, კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების შესახებ.

საქართველოს რეგიონალური მართვის პირობებში აუცილებელია, რომ თითოეულ რეგიონს გააჩნდეს თანამედროვე მეცნიერულ დონეზე შეფასებული კლიმატის და კლიმატური რესურსების სრული კადასტრი. ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანი კლიმატოლოგიური გამოკვლევები მიმდინარეობს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ამავე განყოფილებაში. მხედველობაშია საქართველოს ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატის და კლიმატური რესურსების კვლევა. დაწყებული 2000 წლიდან შესრულებულია რამოდენიმე რეგიონის კლიმატური გამოკვლევა და გამოცემულია სერიით “საქართველოს ჰავა” (საქართველოს ჰავა. ტომი. 1, აჭარა, 2003; საქართველოს ჰავა. ტომი. 2, აფხაზეთი, 2006; საქართველოს ჰავა. ტომი. 3, სამეგრელო-ზემო სვანეთი, 2010; საქართველოს ჰავა. ტომი. 4, გურია, 2011; საქართველოს ჰავა. ტომი. 5, შიდა ქართლი, 2016; საქართველოს ჰავა. ტომი. 6, იმერეთი, 2019; საქართველოს ჰავა. ტომი. 7, კახეთი, 2020; საქართველოს ჰავა. ტომი. 8, რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი, 2021; საქართველოს ჰავა. ტომი. 9, მცხეთა-მთიანეთი, 2023).

საქართველოს კლიმატის თანამედროვე მდგომარეობას საფუძვლიანად ასახავს ე.ელიზბარაშვილის მონოგრაფია “საქართველის ჰავა”, რომელიც 2017 წელს გამოქვეყნდა [23]. მასში განხილულია საქართველოს ჰავის წარმომქმნელი ძირითადი ფაქტორები, ცალკეული კლიმატური ელემენტების რეჟიმი, კომპლექსური კლიმატური მახასიათებლები, ნიადაგების კლიმატი, მიკროკლიმატური გამოკვლევები, კლიმატური დარაიონების პრინციპები, ამინდის სტიქიური მოვლენები, კლიმატური რესურსების გამოყენების პერსპექტივები, კლიმატის ცვლილება.

ცალკე განხილვას იმსახურებს გამოკვლევები გამოყენებითი კლიმატოლოგიის დარგში, კერძოდ აგროკლიმატოლოგიაში გ.მელაძის, მ.მელაძის, ღარველაძის და სხვათა, და სამშენებლო კლიმატოლოგიაში ლ.ქართველიშვილის მონოგრაფიები. ამ სტატიის ავტორს მიაჩნია, რომ ამ დარგების განვითარების ისტორია წარმატებით შეუძლია წარმოადგინონ ჩამოთვლილმა ავტორებმა.

კლიმატოლოგიის განვითარება უშუალოდ უკავშირდება სამეცნიერო ხარისხის მიმნიჭებელი საბჭოების ფუნქციონირებას. 1990-იანი წლების დასაწყისში აკადემიკოსმა გივი სვანიძემ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ჩამოაყალიბა სადოქტორო საბჭო, რომელშიც მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგიის სპეციალობას წარმოადგენდნენ ზ.ხვედელიძე, ა.ხანთაძე, გ.მელაძე, ე.ელიზბარაშვილი და ნ.ბერუჩაშვილი.

განათლების რეფორმის შემდეგ, 2008-2020 წლებში, მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგიის სადოქტორო პროგრამა საქართველოში მხოლოდ ი.გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ფუნქციონირებდა, რის საფუძველზეც იქ აღიზარდა რამოდენიმე ათეული გეოგრაფიის დოქტორი კლიმატოლოგი, რომლებიც წარმატებით ეწევიან სამეცნიერო-კვლევით, პედაგოგიურ და საწარმოო საქმიანობას საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, გარემოს ეროვნულ სააგენტოში, საწარმოო გაერთიანება “დელტა”-ში და სხვა სასწავლო, სამეცნიერო თუ საწარმოო ცენტრებში. მათ შორის არიან ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლები გეოგრაფიის აკადემიური დოქტორები ნ.დვალისვილი, ნ.ბეგლარაშვილი, მ.ტაბატაძე, ხ.ჩიკვილაძე, შ.ელიზბარაშვილი, მ.ფიფია და მ.კაიშაური. ისინი დღეს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ბირთვის წარმოადგენენ და წარმატებით ასრულებენ ადგილობრივ თუ საერთაშორისო პროექტებს.

აუცილებლად მიგვაჩნია ადვანიშნოთ, რომ საქართველოს კლიმატოლოგიური გამოკვლევების განვითარებაში და მეტეოროლოგ-კლიმატოლოგთა თაობების აღზრდაში გან-საკუთრებული დამსახურება მიუძღვის მ.ნოდვას, თ.დავითაიას, ი.ქურდიანს, მ.კორმახიას, ი.ცუცქირიძეს, გ. სულაქველიძეს, გ.ჭირაქაძეს, გ.მელაძეს, ზ.ხვედელიძეს და ა.ხანთაძეს.

დასასრულს ავღნიშნავთ, რომ მრავალი წლის მანძილზე საქართველოს კლიმატოლოგიის პრობლემებზე წარმატებით მუშაობდნენ და მუშაობენ ა.ბალაბუევი, შ.გავაშელი, ს.გუნია, კ.გოგიშვილი, ლ.პაპინაშვილი, ე.სუბიშვილი, რ.კორმახია, ნ.ასლანიკაშვილი, მ.ხვიჩია, შ.ჯავახიშვილი, ა.კოტარია, რ.სამუკაშვილი, ჯ.ვაჩანაძე, ლ.ქართველიშვილი, კ.თავართქილაძე, დ.მუმლაძე, გ.გაგუა, ე.ელიზბარაშვილი, მ.მელაძე, მ.ფიფია, ნ.ჭელიძე, მ.ტატიშვილი, შ.ელიზბარაშვილი, ნ.შავიშვილი, ლ.დიასამიძე და სხვ.



სურ.1. თბილისის ი.ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სადისერტაციო საბჭოს წევრები. მარცხნიდან ე.ელიზბარაშვილი, ი.ბონდირევი, გ.მეტრეველი, ზ.ტატაშიძე, ნ.ბერუჩაშვილი



სურ.2. ი.გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭო. სხედან მარცხნიდან ი.ჭინჭარაშვილი, თ.მჭედლური, ე.ელიზბარაშვილი, თ.ნადირაძე; დგანან მარცხნიდან ჯ.ვაჩნაძე, ნ.ბეგალიშვილი, გ.მელაძე, ლ.ქართველიშვილი, მ.ალფენიძე

ლიტერატურა - REFERENCES

1. კორძახია მ. საქართველოს ჰავა. თბ., 1961, 200გვ.
2. Климат и климатические ресурсы Грузии .Под ред. В.П. Ломинадзе и Г.И.Чиракадзе. Л., Гидрометеиздат, 1971, 384с .
3. Кварацхелия И.Ф. Аэрологические исследования в Закавказье. Л.,1971, 200с .
4. Гогишвили К.С. Исследование циркуляционных факторов генезиса климата Грузии. Тб., 1974, 166с .
5. Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режимы территории Грузии. Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 23(29), Л., 1967, 163с .
6. Гвасалия Н.В. Тепловой баланс Грузии. Тб.,1986, 116с ..
7. ელიზბარაშვილი მ. საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურის ველი, თბილისი, 1999, 99გვ.
8. ჯავახიშვილი შ. ატმოსფერული ნალექები საქართველოს ტერიტორიაზე. თბ., 1981. 184 გვ.
9. Алибегова Ж.Д., Элизбарашвили Э.Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л., 1980, 136с .
10. ელიზბარაშვილი ე., ჭავჭავანიძე ზ. გვალვები, უნალექო და ნალექიანი პერიოდები საქართველოში. თბ., 1992, 110გვ.
11. სამუკაშვილი რ. კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმი. თბილისი, 2015, 338 გვ.

12. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბ., 2007, 328გვ.
 13. .Элизбарашвили Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш. Климатография курортов Грузии.Тб., 1980, 200 с.
 14. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989, 133გვ.
 15. მუმლაძე დ. საქართველოს კლიმატის თანამედროვე ცვლილება. თბ.,1991, 126გვ.
 16. Климат Тбилиси (под ред. Г.Г.Сванидзе,Л.К.Папинашвили). Л.,1992, 145с .
 17. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვაჩნაძე ჯ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი. თბ.,1999,120გვ .
 18. თბილისის კლიმატის მრავალწლიური ცვლილება და ციკლური რყევადობა (ნ.ბეგალიშვილის და ე.ელიზბარაშვილის რედაქციით). საქ.მეცნ.აკად. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.103, 2001, 130გვ.
 19. ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ. საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი, 2013, 128გვ.
 20. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Ленинград, Гидрометеиздат, 1983, 163с .
 21. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Зеон. Тбилиси,2012, 104 с.
- საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011,140გვ.
22. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს ჰავა. თბ., 2017, 360გვ.

უაკ 551.5

კლიმატოლოგიის განვითარების ისტორია საქართველოში /ელიზბარაშვილი ე./ნ.ჭელიძე/სტუ-ის ჰმ-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.13-18.-ქართ., რუზ. ქართ., ინგლ.

განალიზებულია საქართველოს კლიმატური კვლევების განვითარების ისტორია. განხილულია მონოგრაფიული ხასიათის გამოკვლევები, რომლებიც იკვლევენ საქართველოში კლიმატის ფორმირების ფაქტორებს, განაზოგადებენ საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცალკეული ელემენტების განაწილების ხასიათს, მიკროკლიმატურ თავისებურებებს, კლიმატურ რესურსებს და კლიმატის ცვლილების თავისებურებებს.

UDC 551.5

History of the development of climatology in Georgia /Elizbarashvili E./ Transactions IHM, GTU. -2023. - vol.133. -pp.13-18.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The history of the development of climate research in Georgia is analyzed. Monographic studies are discussed, which examine the factors of climate formation in Georgia, generalize the nature of the distribution of individual climate elements in the territory of Georgia, microclimatic features, climatic resources and features of climate change.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-19-21

უკ.551.583

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ლავებით ჩახერგილი მდინარეების დაგუბებული უბნების ეკოლოგიური საფრთხეები

გორგიჯანიძე ს., გრიგოლია გ., გაჩეჩილაძე გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

sophiogorgijanidze@gmail.com

საქართველოს რელიეფი ხასიათდება რთული აგებულებით, რაც გამოწვეულია მასზე მუდმივად სხვადასხვა შინაგანი და გარეგანი ძალების ზემოქმედებით. აღსანიშნავია ვულკანიზმი (შინაგანი ძალები), რომლის გავლენა დიდია სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე. აქ ფართოდ არის გავრცელებული ვულკანოგენური ქანები და მათთან დაკავშირებული ეფუზივები. ასაკის გათვალისწინებით (პალეოზოური-მეოტხეული პერიოდთან არის დაკავშირებული მათი აქტივობა. [1,2].

ამ პერიოდებთანაა დაკავშირებული მდინარის ხეობების გრანდიოზული ჩახერგვები (გადაკეტვები), დაგუბებები და გარღვევები. ეს პროცესები აყალიბებდნენ მათთვის დამახასიათებელი რელიეფის ფორმებს, როგორც არის ძველი მოსწორებული ზედაპირები, მაღალი მდინარეული ტერასები, ფხვიერი ნაფენებით ამოვსებული ხეობების ბრტყელი ფსკერები და ვიწრო ჩაჭრილი კანიონები. ზოგიერთ რეგიონში ამ პერიოდში წარმოშობილი ტბები დღესაც არსებობენ.

ლავური ღვარების მაგალითს წარმოადგენს თრიალეთის ქედი, კერძოდ კი ბორჯომის ხეობა, რომლის გაღრმავებას ხელი შეუწყო ბაკურანის ლავურმა ღვარმა და მაგიდისებური მაღლობის ანუ პლატოს სახე მიაღებინა. ასევე წარმოშვეს თორის ქვაბულიც ბაკურინისა და გუჯარეთის ვულკანურმა ცენტრებმა, რომელთა გრძელი და ვიწრო ღვარები მდინარეთა ხეობებს მიუყვებოდნენ. მაგალითად, გუჯარეთის წყლის ხეობა 40 კმ მანძილზე მთლიანად ამოვსებულია ლავური ღვარებით [3]. ამასთან, ბაკურანის ლავურ ღვარს ერთობლივი ჩრდილო-დასავლური მიმართულება და 13-14 კმ სიგრძე ჰქონია. მას ამოუვსია მდინარეების ძველი ხეობები და თავისივე გვერდის დამუშავება დაუწყია. ასევე მდ. ბორჯომულას ზემო წელში წარმოიშვა ციხისჯვრის ტაფობი, უფრო დასავლეთით დაბადველის პლატოზე, ხშირია დაგუბებული ტბები, რომელთა წარმოშობაც სწორედ ამ ლავური ღვარების ჩამოცოცებასთანაა დაკავშირებული. მათგან მნიშვნელოვანია კახისის ტბა, წეროს ტბა და სხვ. ამგვარ პატარა ტბებს ვხვდებით თვით ბაკურანის ლავურ ღვარზე, სოფ. საკოჭავთან [4,5,6].

უფრო რთულია სამხრეთ საქართველოს ზეგნის რაიონი. აქ გამოირჩევა ჯავახეთის ტბები, რომლებიც წარმოადგენენ ნაშთებს უფრო ვრცელი ქვედა მეოტხეული წყალსატევებისა. [7,8] ამ ტბებმა დაიკავეს ლავებით გადაღობილი ხეობები და სხვა უარყოფითი ფორმები. მათგან ზოგიერთი მთლიანად გამქრალია: მაგალითად, ბარალეთის ტბა, რომლის ფსკერიც წარმოადგენს ამავე სახელწოდების სოფლის მიდამოებში არსებულ ვაკეს. ახალქალაქის პლატოზე არსებულ ტბათა შორის ასევე უმნიშვნელოვანესია ზრესის ტბა, რომელიც ჭაობად გადაქცევის გზაზეა [3,4,9,10].

ი. აფხაზავას [11] და ვ. ცომიას [12] მონაცემებით კარწახ-ფარავანის ტერიტორიის ჩამოყალიბებამი ჯავახეთის ქედის ლავურ ღვარებს მიუძღვით წვლილი. აქ აღსანიშნავია ვულკანი მადათაფა, ამავე სახელწოდების ტბასთან. ტბების უმრავლესობის წარმოშობა დაკავშირებულია იმ ეროზიული ღრმულების და ხეობების ლავურ გადაკეტვასთან, რომლებიც გამოწვეულ იქნა ნეოგენურ გოდერძის წყებებში, (გარდა კარწახის ტბა – ტექტონიკური წარმოშობა). უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ეს ტბა განიცდის დეგრადაციას, ეს შემცირების ნიშნები უმეტესად კლიმატური და გეომორფოლოგიური ფაქტორებით არის გამოწვეული, თუმცა ადამიანის საქმიანობაც გასათვალისწინებელია. შემცირებას განიცდის მადათაფის და ფარავანის ტბა (სურ.1). მაგალითად ფარავანის ტბა თუ უწინ მისი ფართობი 52 კმ²-ს და სიღრმე 115-120 მ-ს შეადგენდა, ამჟამად ფართობი უდრის 37,5 კმ², ხოლო სიღრმე 3-3,5 მ-ია [8,9].

ამ გზით სამსარის ქედზე ვულკანურმა ღვარებმა და ასევე მცინვარულმა მოქმედებებმა წარმოშვეს აბულგელის (აბული) ტბა [3].

ხრამ-სომხეთის მთიან რაიონში, ქვედა მეოტხეულ ხანაში ჯავახეთის ქედის სამხრული ნაწილიდან ჩამოსული ბაზალტური ღვარები, მოძრაობის პერიოდში დრო და დრო კეტავდნენ მდინარის ხეობებს და წარმოქმნიდნენ ბუნებრივ კაშხლებს. სომხეთის ქედის რაიონიც, მოიცავს მდ. მაშავერას ხეობას და მის მარჯვენა შემდინარეებს, ისინი ლავებით დაგუბებულ და ფხვიერი ნაფენებით ამოვსებულ ხეობებს წარმოადგენენ, რომლებზეც შემდგომში კანიონებია ჩაჭრილი. ასეთი ხეობები კარგად აქვთ გამოხატული მდ. დებედას, წალკის ქვაბულის ჩრდილოეთით, განედური მიმართულებით, გადაჭიმულია თრიალეთის ძირა

დახრილი ვაკე, რომლის ფორმირებაც დაკავშირებულია თრიალეთის ქედის შუა ნაწილის სამხრეთის კალთებიდან გამომავალი პატარა მდინარეების ვულკანურ და ტექტონიკურ დაგუბებებთან. ამრიგად, იგი იყოფა კაზურის ვაკედ და რეხთარსონის ქვაბულებად, რომლებიც შესაბამისად განვითარებულია ქვიის და მისი მარცხენა შენაკადის გუმბათის წყლის ხეობებში [1,3].



სურ. 1. ფარავნის ტბა (travelingeorgia.ge/)

ტაშირის ანუ ირგანჩაის რაიონი მდ. ჯილდას სათავეებში მთლიანად წარმოადგენს ტაშის ლავური ღვარით შეგუბებულ და შემდეგ მისი მასალითვე ამოვსებულ ძველ ხეობას [3].

აღსანიშნავია, რომ ასეთი გრანდიოზული ჩახერგვების შედეგად წარმოშობილი ტბების გარღვევის არცერთი შემთხვევა არ არის დაფიქსირებული ამჟამად, რადგან ჩახერგილი მასისი ამგებელი ქანები მდარადია და არ ხდება მათი დაშლა ადვილად, ისინი ბაზალტური და გრანიტული წყებებით არის წარმოდგენილი. ადვილად არ ირეცხებიან და არ ირღვევიან. ამიტომ ამ პერიოდში მომხდარი ნაზღვევი კატასტროფული წყალმოვარდნების ფიქსირებაც არ ყოფილა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ჩახერგილი უბნები არ წარმოადგენენ საშიშ ობიექტებს. მაგრამ მაინც დიდია საფრთხეები თანამედროვე პერიოდში, რადგან მათ ემუქრებათ გაქრობა. როგორც ავღნიშნეთ მთავარი ფაქტორი ტბების შემცირებისა არის: კლიმატური, გეომორფოლოგიური და ათროპოგენური ფაქტორები. მაგალითად ზრესისი ტბა დაჭაობებას განიცდის სასოფლო-სამეურნე საქმიანობის გამო. ასევე აღსანიშნავია ფარავნის ტბა, რომელიც წლების განმავლობაში გამოიყენება, როგორც სასოფლო მეურნეობაში (თევზჭერა), ასევე ტურიზმის სფეროში. მნიშვნელოვანია გლობალური დათბობის პროცესი, რომელიც ტბის დაშრობას უწყობს ხელს, ნაშალი მასიალი ჩამოსვლა და გეომორფოლოგიური ცვლილებები. ეს პროცესები კი საბოლოოდ ხელს უწყობს ბუნებრივი წყალსატევების ბუნებრივი-ტერიტორიული კომპლექსის შეცვლას და ამ რაიონებში ეკოლოგიურ კატასტროფას, საშიშია ტბების ჭაობად გადაქმნა და საერთოდ გაქრობაც, რაც ასევე საშიშია. აღსანიშნავია, რომ ეს ტბები არ გამოირჩევიან მნიშვნელოვანი სიღრმეებით, ასევე უკავიათ გაცილებით დიდი ფართობები ვიდრე სხვა ტბებს, არ ახასიათებთ სანაპირო ხაზის მკვეთრი უსწორმასწორობანი და გამოირჩევიან ინტენსიური ჩამდინარე ნალექების დაგროვებით. ეს კი პირველი პირობაა ტბების ეკოლოგიური სფრთხეების გააქტირებისათვის.

საჭიროა შემცირდეს ადმინათა საქმიანობა ამ რეგიონში ინტენსიურად, მოხდეს მონიტორინგი და მათზე მუდმივი დაკვირვება, რათა შენარჩუნდეს ბუნებრივი ტერიტორიულ კომპლექსში უნიკალური დაგუბებული უბნები.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. მრევილიშვილი ნ. საქართველოს გეოლოგია. თსუ გამომც. თბ., 1997., გვ. 206.
2. საქართველოს გეოგრაფია. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ვ. ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. ნაწ. I., გამომც. „მეცნიერება“, თბ., 2000., გვ. 38-68.
3. მარუაშვილი ლ. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. ნაწ. II, თსუ გამომც. თბ., 1970., გვ. 6-341
4. ბუნებრივი _ კატასტროფული მოვლენები და მდგრადი განვითარების პრობლემა საქართველოში და მისაზღვრე ტერიტორიებზე. თსუ გამომც. თბ., 2003. გვ.48-58.

5. გამყრელიძე კ. თრიალეთის ქედის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის გეოლოგიური აგებულება. `საქართველოს გეოლოგიის ინსტიტუტის მოამბე`, ტ. 2, ნაწ. 3, თბ., 1936., გვ. 294-296.
6. გორგიჯანიძე ს. მდინარის ხეობების, კლდეზვავებით, მეწყერებითა და მყინვარული გამონატანით ჩახერგვასთან დაკავშირებული დაგუბებული ტბების კატალოგი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბ., 1998.
7. ნოზაძე თ. მეწყერებისა და კლდეზვავების გავრცელება მესხეთ-ჯავახეთში და მათთან ბრძოლის ღონისძიებები. საქართველოს გარემოს დაცვა. თსუ გამომც. თბ., 1992., გვ. 25-34.
8. ს.გორგიჯანიძე. საქართველოს გეოლოგიურ წარსულში ჩახერგვებით წარმოშობილი დაგუბებული ტბების გეოგრაფია. გვ. 162-171. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი შრომები ტომი # 106. ჰიდროლოგიის პრობლემები.
9. ასტახოვი ნ. ჯავახეთის ახალგაზრდა ვულკანოზმისა და ძველი გამყინვარების საკითხებისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის `მოამბე`. ტ.13, #1, თბ., 1952., გვ. 330-336.
10. აფხაზავა ი. ჯავახეთის ტბები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია, საქართველოს კლიმატურ და ჰიდროლოგიურ ელემენტთა შესწავლისათვის. გამომც. `მეცნიერება`. თბ., 1966., გვ. 43-57.
11. Озера Грузии. Апхазова И.С. Из. «МЕЦНИЕРЕБА». Тб., 1975., с. 168
12. Прошлое и современное гидрографо-гидрологическое состояние оз. Паравани и рекомендации по восстановлению его экологических условий. Цомая В.Ш. Труды НИГ МИ. 1990., вып. 92 (99), с. 12-28

უკ 551.583

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ლავებით ჩახერგილი მდინარეების დაგუბებული უბნების ეკოლოგიური საფრთხეები /გორგიჯანიძე ს., გ. გრიგოლია., გ.გაჩეჩილაძე/ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.19-21. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

სტატიაში მოცემულია სამხრეთ საქართველოს რეგიონში ვულკანური მოქმედებებით გამოწვეული მდინარეთა ხეობების გადაკეტვა. მათ შედეგად ვულკანური რელიეფის და მასთან ერთად დაგუბებული რაიონების და ტბების წარმოშობა, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სამხრეთ საქართველოს ბუნებრივ ტერიტორიული განვითარებისათვის. დაგუბებული ტბები გარღვევის საშიშროებას არ წარმოადგენენ, მაგრამ მათი ბუნებაში შენარჩუნება საფრთხის წინაშეა კლიმატური, გემორფოლოგიური და ანთროპოგენური ზემოქმედების გამო. ამისთვის საჭროა მათზე მონიტორინგი და მათი დაცვა. ესე სამუშაოები კი რეგიონის უნიკალურ ტბებს ააცილებს ეკოლოგიურ საფრთხეებს.

UDC 551.583

Ecological hazards of flooded areas of rivers choked with volcanic lavas in South Georgia /Gorgijanidze S. Grigolia G., Gachechiladze G./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.19-21. - Georg., Summ. Georg., Eng.

The article describes the blocking of river valleys caused by volcanic activity in the Southern Georgia region. As a result of them, the origin of the volcanic relief and the flooded areas and lakes which are of great importance for the natural territorial development of South Georgia. Damped lakes do not represent a danger of breakthrough, but Their preservation in nature is under threat due to climatic, geomorphological and anthropogenic influences. For this, it is important to monitor and protect them. These works will protect the unique lakes of the region from ecological threats.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-22-25

უაკ 627.14.215.1

**მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლა მდინარე ვერეს მაგალითზე
ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., კოკაია ნ., კიკნაძე დ., ხუფენია ნ**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინტიტუტი, თბილისი, საქართველო.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ელ-ფოსტა merab.alaverdashvili@tsu.ge

რაც უფრო განვითარებული ხდება ჩვენი სამყარო, მით უფრო დიდ საშიშროებას უქმნის მსოფლიოს საზოგადოებას ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფები. ეს იმით აიხსნება, რომ სწრაფად იზრდება დედამიწის მოსახლეობა და მასთან დაკავშირებით სახმელეთო და საჰაერო ტრანსპორტი, ხდება მოსახლეობის კონცენტრაცია დიდ ქალაქებში, შენდება ატომური სადგურები, მილსადენები, დიდი კაშხლები, ვითარდება ქიმიური მრეწველობა, რაც სულ უფრო მეტად ზრდის შესაძლო კატასტროფებთან დაკავშირებულ რისკს. აღნიშნულ მიზეზთა გამო, ჩვენი სამყარო ბოლო 50 წლის განმავლობაში, დგას გლობალური დათბობის ციკლის წინაშე, რომლის ფონზეც კლიმატი განიცდის მკვეთრ ცვალებადობას, რაც გამოიხატება დედამიწაზე კატასტროფული მოვლენების გახშირებით.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის შეფასების შესაბამისად, ბოლო 50 წლის მანძილზე მოხდა საშუალო კლიმატური ტემპერატურის $0,7^{\circ}\text{C}$ -ით ზრდა, რამაც გამოიწვია ექსტრემალური ჰიდრომეტეოროლოგიური კატასტროფების გახშირება. კვლევები გვიჩვენებს, რომ მომავალში კვლავ ნავარაუდევია ტემპერატურის ზრდა, რაც კიდევ უფრო გაახშირებს სტიქიურ მოვლენებს და მოსალოდნელია მდინარის ჩამონადენის განსხვავებული რეაქცია, ანუ გაიზრდება კრიტიკული დონეების საზღვრები, რაც გამოიხატება წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების სიხშირის გაზრდაში თავისი უარყოფითი შედეგებით.

კატასტროფები განსაკუთრებით მკვეთრ გამოხატულებას პოულობს მთიანი მხარის პატარა მდინარეებზე. აღნიშნულის ნათელ მაგალითს წარმოადგენს მდინარე ვერე, რომელზეც ჰიდრომეტრიული დაკვირვებები 1963 წლამდე სხვადასხვა წლებში ეპიზოდურად ხდებოდა, ხოლო 1963 წლიდან მდინარის ჰიდროლოგიური რეჟიმისა და ადგილის მიკროკლიმატური ფაქტორების შესწავლას დღევანდელ დღემდე (2022 წელი) ახდენს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სასწავლო ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორია. მდინარე ვერეს აუზში, წლის თბილ პერიოდში, თავსხმა წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნები ზოგჯერ კატასტროფულ ხასიათს იღებს, რომლებსაც ხშირად მოსდევს დიდი ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლიც.

ასეთი ხასიათის წყალმოვარდნებიდან შეიძლება აღინიშნოს 1897 წ. 30/V-ს, 1902 წ. 17/VIII-ს, 1903 წ. 3/VII-ს, 1940 წ. 10/V-ს, 1945 წ. 9/VI-ს, 1950 წ. 4/VII-ს, 1955 წ. 5/X-ს, 1960 წ. 5/VII-ს, 1963 წ. 3/VIII-ს და შემდგომში დაკვირვების პერიოდში მომხდარი წყალმოვარდნები. ასე მაგალითად, 1940 წლის 10 მაისს ძლიერი თავსხმა წვიმის შედეგად გამოწვეულმა კატასტროფულმა წყალმოვარდნამ (ი. ხერხეულიძის გათვლით $Q_{\text{მაქს.}} = 127 \text{ მ}^3/\text{წმ}$) კალაპოტთან ახლოს აგებული საცხოვრებელი სახლები მთლიანად დაანგრია, გამოიწვია დიდი ზარალი, იყო ადამიანთა მსხვერპლიც. ასევე უნდა აღინიშნოს 1960 წლის 5 ივლისის ძლიერი კატასტროფული წყალმოვარდნა ($Q_{\text{მაქს.}} = 259 \text{ მ}^3/\text{წმ}$), რომლის დროსაც ჩაიხერგა ვაკე-საბურთალოს დამაკავშირებელ გზაზე ახლად გაკეტებული გვირაბი, მდინარის წყლის დონემ მოიმატა 11 მეტრით, დაიტბორა ტერიტორიის დიდი ნაწილი, რომლის გარღვევის შემდეგ წყალმა დიდი ზარალი მიაყენა ქვედა წელში არსებულ ზოპარკს და მაუდის ფაბრიკას.

მდინარის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესწავლის პერიოდში (1963-2022) იყო დიდი წყალმოვარდნები:

1963 წელს - $140 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 1966 წელს - $70.3 \text{ მ}^3/\text{წმ}$,

1976 წელს - $79.1 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 1982 წელს - $109 \text{ მ}^3/\text{წმ}$;

დიდი წყალმოვარდნები გახშირდა 1990-იანი წლებიდან, რომლებიც წლის განმავლობაში რამდენჯერმე ხდებოდა, რომელთა შორის უნდა აღინიშნოს:

1992 წელს - $117 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 1993 წელს - $41.8 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 1994 წელს - $81.9 \text{ მ}^3/\text{წმ}$,

1995 წელს - $40.8 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 1997 წელს - $106 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ და განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს წყალმოვარდნები მაღალი მაჩვენებლებით 2000-იანი წლებიდან -

2002 წელს - $66.8 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 2007 წელს - $48.5 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 2009 წელს - $133 \text{ მ}^3/\text{წმ}$,

2010 წელს გაზაფხულზე სამჯერ $30 \text{ მ}^3/\text{წმ}$,

2011 წელს - $34.0 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 2012 წელს - $153 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, 2014 წელს - $30.2 \text{ მ}^3/\text{წმ}$,

აღნიშნული პერიოდის (1963-2015) ყველაზე მაქსიმალური ხარჯი -

2015 წლის 4 ივნისს $155,3 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ და ბოლოს

13-14 ივნისის კატასტროფული ხარჯი - 512 მ³/წმ,

როდესაც ვაკე-საბურთალოს გადასასველი გზის გვირაბის ჩახერგვის შედეგად მდინარის წყლის დონემ აიწია 17 მეტრით, ჩვენი გათვლით 45 წუთის განმავლობაში შეიქმნა დაახლოებით 600 ათასი მ³ მოცულობის წყალსატევი, რომლის გარღვევის შემდეგაც წყალი დიდი დაწნევით 500-550 მ³/წმ ხარჯით გაედინა გვირაბიდან და უდიდესი ზარალი მიაყენა ქვედა წელში არსებულ ქალაქის ტერიტორიას.

სტიქიამ როგორც ზედა წელში, ასევე ქვედა წელში ათეულობით მილიონი ზარალი მიაყენა ქალაქ თბილისის მოსახლეობას, ზოოპარკს, საუბედუროდ მას მოჰყვა ადამიანთა მსხვერპლიც, დაიღუპა 21 ადამიანი, 2 კი უზოუკვლოდა დაკარგული.

უნდა ითქვას, რომ გაზომვების არ არსებობის დროს, წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლა ხდება სხვადასხვა მეთოდებით და ემპირიული ფორმულებით. მდინარე ვერეზე მაქსიმალური ხარჯები ძირითადად გათვლილი გვაქვს შეზის ფორმულის გამოყენებით. მაგალითის სახით, შეიძლება განვიხილოთ ერთ-ერთი შემთხვევა - 2015 წლის 13-14 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნა, რომელიც გამოთვლ იქნა ორი მეთოდით:

1. გაზაფხულის მაქსიმალური ხარჯების გასანგარიშებლად ყველაზე მეტად ი. სოკოლოვსკის ფორმულაა მიღებული. იმის გამო, რომ მდინარე ვერე მიეკუთვნება პატარა აუზების წვიმის წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის მქონე მდინარეთა ტიპს, არსებული მრავალი ემპირიული ფორმულებიდან ჩვენს მიერ 14 ივნისის სელური ნაკადის საანგარიშოდ გამოყენებულ იქნა ი.სოკოლოვსკის ფორმულა:

$$Q_{\text{მაქს.}} = 0.28 \cdot P \cdot \alpha \cdot F / t \quad (1)$$

სადაც, 0.28 გადამყვანი კოეფიციენტი; P - საანგარიშო პერიოდში მოსული ატმოსფერული ნალექი, რომელიც ინტერპოლაცია ექსტრაპოლაციით აუზის საშუალო სიმაღლის დონეზე ტოლია 66 მმ; α - ჩამონადენისკოეფიციენტი (0.40); F - წყალშემკრები აუზის ფართობი (მ²); t - წყალმოვარდნის ხანგრძლივობის დრო (3.5 სთ), რომელიც გამოითვლება ფორმულით: $t = L/3.6 \cdot v^3$, სადაც, L - მდინარის მონაკვეთის სიგრძე (კმ); v - წყლის ნაკადის სიჩქარე (მ/წმ); წყალმოვარდნის მოცულობა (w) გამოითვლება ფორმულით $w = t \cdot \delta \cdot Q_{\text{მაქს.}}$ (მ³). თუ ჩავსვავთ მოცემულ სიდიდეებს (1) ფორმულაში, მივიღებთ, რომ $Q_{\text{მაქს.}} = 0.28 \cdot 66 \cdot 0.40 \cdot 200 / 3.5 = 455 \text{ მ}^3/\text{წმ}$. ე.ი. მდინარე ვერეს წყლის მაქსიმალური, კატასტროფული ხარჯი ი. სოკოლოვსკის ფორმულის მიხედვით ტოლია 455 მ³/წმ.

2. 2015 წლის 13-14 ივნისის კატასტროფული ხარჯის საანგარიშოდ ნაფეტვრების ხევის შეერთების შემდეგ შერჩეულ კვეთზე გამოიყენება ფორმულა:

$$Q = F \cdot C \cdot (R \cdot i)^{1/2} \quad (2)$$

სადაც, F - მოცემული მაღალი დონის ცოცხალი კვეთის ფართობია - 150 მ², რომელიც საშუალო სიღრმესთან ($h_{\text{საშ.}} = F/B = 3.75$) ერთად გაიანგარიშება წყლის მიერ დანატოვარი კვალის მიხედვით დატბორილი ცოცხალი კვეთის ფართობის ნიველირებითი აგეგმვის მიხედვით, დანარჩენი წევრები კი წარმოადგენენ მდინარის წყლის დინების საშუალო სიჩქარის საანგარიშო შეზის ფორმულას, ანუ:

$$V = C \cdot (R \cdot i)^{1/2} \quad (3)$$

სადაც, C - შეზის კოეფიციენტი, რომელსაც აქვს განზომილება მ^{0.5}/წმ; R - ჰიდრაულიკური რადიუსი, ან საშუალო სიღრმე, რომელიც ჩვენი შემთხვევისათვის ტოლია: $R = 50/40 = 3.75$; i - წყლის ზედაპირის დახრილობა უბანზე გათვლილი ნიველირებით უდიდესი დონეების დროს ნაპირენზე ნარჩენი მასალების ნიშნულების მიხედვით, რომელიც ტოლია 0.0102-ის. შეზის კოეფიციენტი დამოკიდებულია კალაპოტის მქისეობაზე და ჰიდრაულიკური რადიუსის სიდიდეზე, განისაზღვრება ემპირიული ფორმულების საშუალებით, ანდა აიღება წინასწარ მოცემული ცხრილიდან. ნ.ნ. პავლოვსკი იძლევა შემდეგი ხასიათის ემპირიულ ფორმულას:

$$C = 1/n \cdot R^r \quad (4)$$

სადაც, n - მქისეობის კოეფიციენტი და განისაზღვრება მ.გ. სრიბნის ცხრილიდან, დამოკიდებულია კალაპოტის მდგენელ მახასიათებლებზე, რომელიც ჩვენი შემთხვევისათვის ტოლია 0.040-ს (მე-4 კატეგორია), ნ.ნ.პავლოვსკის ცხრილის მიხედვით C განსაზღვრულ იქნა ჰიდრაულიკური რადიუსისა და მქისეობის კოეფიციენტის მიხედვით და ტოლია 33.75. საბოლოოდ, მოცემული მნიშვნელობების მიხედვით მივიღებთ, რომ წყლის საშუალო სიჩქარე, გაანგარიშებული შეზის (3) ფორმულით ტოლია 2.92 მ/წმ, ხოლო მაქსიმალური, კატასტროფული ხარჯი ნაფეტვრების ხევის შეერთების შემდეგ ტოლია $Q_{\text{მაქს.ნაფ.}} = 150 \cdot 2.92 = 438 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, რის მიხედვითაც ლაბორატორიის კვეთისათვის წყალშემკრები აუზების ფართობების ფარდობითი კოეფიციენტის K-ს გათვალისწინებით ($K = 178/163 = 1.09$) მიღებულია მაქსიმალური ხარჯი $Q_{\text{მაქს. ლაბ.}} = K \cdot Q_{\text{მაქს.ნაფ.}} = 1.09 \cdot 438 = 477 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, ხოლო მთლიანად, მდინარის აუზის წყლის მაქსიმალური ხარჯი შესაბამისი K კოეფიციენტის გათვალისწინებით ($K = 190/163 = 1.17$), ტოლია $Q_{\text{მაქს. აზ}} = K \cdot Q_{\text{მაქს.ნაფ.}} = 1.17 \cdot 438 = 512 \text{ მ}^3/\text{წმ}$.

ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდროლოგების მიერ ნაფეტვრების ხევის იგივე კვეთისათვის განსაზღვრული მაქსიმალური ხარჯი ტოლია 468 მ³/წმ.

კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით ლაბორატორიის მიერ დაკვირვებული 58 წლიანი რიგიდან გამოიყო ორი პერიოდი: პირველი - 1963 – 1990, როდესაც გვაქვს წყალმოვარდნები ნაკლები სიხშირით და მეორე - 1991 -2021 წლები, როდესაც ძლიერი, თავსხმა წვიმების შედეგად მკვეთრად გახშირებულია წყალმოვარდნები თავისი სიძლიერითაც, რაც ნათლად ჩანს აღნიშნული პერიოდების საშუალო მრავალწლირი ხარჯების მაჩვენებლების გაზრდით შესაბამისად 0,92-დან 1,06მ³/წმ - მდე, რის გამოც, ჩვენს მიერ მდინარე ვერეზე ლაბორატორიის კვეთში წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლილი შედეგები შეზის ფორმულის გამოყენებით წარმოდგენილი გვაქვს 1990-იანი წლებიდან დღევანდელ დღემდე, რომელიც მოცემულია ცხრილი 1-ს სახით. ცხრილში მოცემული მნიშვნელობებიდან, საძიებელი წყლის მაქსიმალური ხარჯები მიიღება მაქსიმალური დონის მიერ დანატოვარი კვალის მიხედვით ნიველირებით აგებული ცოცხალი კვეთის ფართობების გადამრავლებით შეზის ფორმულით გათვლილ საშუალო სიჩქარეებზე.

ცხრილი 1

თარიღი	ხსმ./R	C	vსმ.	F	Qმაქს.
30.06.1997	1.35	27.8	3.28	32.3	106
30.06.2002	1.07	27.4	2.86	23.3	66.8
09.05.2008	0.86	26.7	2.51	11.5	28.9
23.05.2009	0.79	26.5	2.39	10.6	25.3
17.06.2009	1.51	28.1	3.51	38.0	134
16.03.2010	0.88	26.7	2.54	11.3	28.7
04.06.2011	0.98	27.0	2.70	12.6	34.0
12.05.2012	1.62	28.2	3.61	42.4	153.1
10.06.2013	0.79	26.5	2.39	9.92	23.7
04.06.2015	1.66	28.3	3.68	42.2	155.3
14.06.2015	3.75	33.75	2.92	150	477
07.07.2017	1.12	27.2	2.91	11.2	32.6
12.06.2018	0.99	26.4	2.64	10.9	28.7
19.06.2019	0.77	26.4	2.32	10.2	23.7
01.05.2022	0.85	26.7	2.60	11.3	30.4

უნდა აღინიშნოს, რომ 2015 წლის კატასტროფული წყალმოვარდნის შემდგომ მოკლე ვადაში მდინარის აუზის ოთხ პუნქტში(სვანიძე ზ.დ.460მ, ბაგებისხევი-580მ,ვანათი-1055მ,დრე-1200მ)მოხდა სწრაფი შეტყობინების ნალექშომებისა და დონშომების დამონტაჟება, განვილილ პერიოდში გაკეთდა ვაკე-საბურთალოს გვირაბის შემდეგ ახალი გზის სრული რეკონსტრუქცია თავისივე გვირაბების შესასვლელ-გამოსასვლელებით და შესაბამისი სანაპირო ზოლის გამაგრებებით, მაღალ, ევროპულ დონეზე მოხდა წყნეთი-ბეთანიის დამეწყრილი სამანქანო გზის მონაკვეთის აღდგენა, ნაფეტვრების ხიდთან და მის ქვევით (ზ.დ. 542მ, 472მ) ცხური ტიპის რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების მშენებლობა, ასევე, ლაბორატორიის ტერიტორიის ზევით, 260 მეტრის მანძილზე, მდინარის კალაპოტის გაგანიერება 15 მეტრამდე და მთლიანად ბეტონირებულ კვეთში მოთავსება, მის ზემოთ ჯერ მარჯვენა, შემდეგ მარცხენა სანაპიროს 5 მეტრის სიმაღლის და შესაბამისად 150 და 200 მეტრის სიგრძის ცალმხრივი ბეტონის კედლის გაკეთება, ასევე ვაკე-საბურთალოს გვირაბის შემდეგ, 112-ის მიდამოებში, მოხდა კალაპოტის გაგანიერება და 200 მ² ფართობზე ფერდობების გამაგრება ბეტონის კონსტრუქციის ბალიშებით.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნაფეტვრების ხევთან სამივე ხერხით გათვლილი მაქსიმალური ხარჯები - ი. სოკოლოვსკის სელური ნაკადის საანგარიშო ფორმულით (455მ³/წმ), ჩვენს მიერ შეზის ფორმულით (438მ³/წმ) და გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ გათვლილი (468მ³/წმ) შედეგების შედარებით მიღებული მნიშვნელობები საკმაოდ ახლოს არიან ერთმანეთთან, რაც მიგვანიშნებს ჩვენს მიერ ლაბორატორიის კვეთში (ცხრილი1) 1990-იანი წლებიდან მოყოლებული დღევანდელ დღემდე შეზის ფორმულის გამოყენებით გათვლილი წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების საიმედოობაზე.

უაკ 627.14.215.1

მდინარეთა წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლა მდინარე ვერეს მაგალითზე
 /ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე ნ., კოკია ნ., კიკნაძე დ., ხუფენია ნ/ სტუ-ის კმი-ის შრომათა კრებული-2023-
 ტ.133.-გვ.22-25. -ქართ. რეზ.:ქართ., ინგლ.

როგორც დაკვირვებებიდან ჩანს, მდინარე ვერეს ჰიდროლოგიური რეჟიმი, წლის თბილ პერიოდში, უეცარი თავსხმა წვიმების შედეგად, ხასიათდება დიდი წყალმოვარდნებით. კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, განსაკუთრებით 1990-იანი წლების შემდგომი პერიოდიდან, გახშირდა მათი რაოდენობა და სიძლიერე. წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების გათვლა შეზის ფორმულის გამოყენებით ძირითადად მოცემულია ცხრილი 1-ის სახით. სტატიაში, მაგალითის სახით, მდინარე ვერეზე 2015 წლის 14 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნის ხარჯის გათვლა ნაფეტვრების ხევის შეერთების შემდეგ მიმდებარე კვეთისათვის მოცემულია 2 მეთოდით - სოკოლოვსკის და შეზის ფორმულების გამოყენებით, ხოლო ნაფეტვრების ხევთან გათვლილი მაქსიმალური ხარჯის მიხედვით ლაბორატორიის კვეთისათვის და მთლიანად მდინარე ვერეს აუზისათვის მათი ფართობების ფარდობითი კოეფიციენტების გამოყენებით მიღებულია 14 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნის მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები შესაბამისად 477 და 512 მ³/წმ ოდენობით. ამასთანავე, უნდა აღინიშნოს, რომ ნაფეტვრების ხევთან არსებული მაქსიმალური ხარჯების სამივე შედეგის შედარებით ჩანს, რომ ისინი საკმაოდ ახლოს არიან ერთმანეთთან, რაც მიგვანიშნებს ჩვენს მიერ ლაბორატორიის კვეთში 1990-იანი წლებიდან მოყოლებული დღევანდელ დღემდე შეზის ფორმულის გამოყენებით გათვლილი წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების საიმედოობაზე.

UDC 627.14.215.1

Calculation of the maximum discharges of river freshets in the case of the Vere River / Alaverdashvili M., Tsintsadze N., Kokaia, N., Kiknadze D., Khupenia N./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.22-25.- Georg., Summ. Georg., Eng.

As the observations show, the hydrological regime of the Vere River, in the warm period of the year, as a result of sudden heavy rains, is characterized by large freshets. Due to global climate change, especially since the 1990s, their number and intensity have increased. Calculation of the maximum discharges of freshets using Chezy formula is mainly given in the form of Table 1. In the article, as an example, the calculation of the discharge of the catastrophic freshet on the Vere River on 14 June 2015 for the adjacent section after the connection of the Napetvrebi ravine is given by 2 methods - using the Sokolovsky and Chezy formulas, and according to the maximum discharge calculated at the Napetvrebi ravine for the laboratory section and for the entire Vere river basin using the relative coefficients of their areas, the values of the maximum discharges of the June 14 catastrophic freshet were obtained in the amount of 477 and 512 m³/s, respectively. In addition, it should be noted that comparing all three results of the maximum discharges at Napetvrebi ravine, it can be seen that they are quite close to each other, which indicates the credibility of the maximum discharges of freshets calculated by us in the laboratory section from the 1990s to the present day using the Chezy formula.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-26-30

უკ 551.583

ჭარბტენიანი რაიონების და ჭაობების გეოგრაფია საქართველოში

გულაშვილი ზ¹, გორგიჯანიძე ს²

¹ ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
zaza.gulashvili@tsu.ge, sophiogorgijanidze@gmail.com

ჭაობების ჰიდროლოგია ფართო ცნებაა ხმელეთის ჰიდროლოგიაში. ჭარბტენიანი ტერიტორიების გავრცელების ცოდნა მნიშვნელოვანია მათი განსხვავებული თავისებურებების გამო. აქ აუცილებელია გამოიყოს წყლის რეჟიმი, განსხვავებული ფლორა და ფაუნა და ტორფის დანალექების გავრცელება. ამ უკანასკნელს ეკონომიკური თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ძირითადი საკითხი ჭარბტენიანი ტერიტორიების არის გამოიკვლიოს: ჭაობების წყლის ბალანსი, წყლის ნაკადების ფორმირების პირობები ჭარბტენიან ტერიტორიაზე, წყლის მოძრაობის ფილტრაცია, აორთქლება და გაყინვა. ეს თვისებები განაპირობებენ სწორედ ტორფის წყებების განლაგებას. (სურ. 1)



სურ. 1 საქართველოს ჭარბტენიანი ტერიტორია (კოლხეთის ჭაობი)

ჭაობების ჰიდროლოგია მჭიდროდ არის დაკავშირებული აგრეთვე პრაქტიკულ ცნებებთან. აქ უნდა აღვნიშნოთ ჰიდროტექნიკური მელიორაცია და ჭარბტენიანი რაიონების დაშრობა. ეს ბოლო დაკავშირებულია მოსახლეობის განსახლების ზრდასთან, თავისთავად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო აქტივობებიც.

ჭაობების ჩამოყალიბების ფიზიკურ-გეოგრაფიული ხასიათი მრავალფეროვანია. ჭაობწარმოქმნელი ფაქტორები არის როგორც დაბალი ტემპერატურის პირობებში, რომლის კლასიკური მაგალითია, რუსეთი და კანადა, ასევე ხდება ზომიერ და სუბტროპიკულ კლიმატშიც. თუმცა ფართობული გავრცელება ყველაზე მეტად არის ზომიერ განედებშია. ჭარბტენიანი ადგილები არის არა მარტო ჩადაბლებებში და მდინარეთა დადაბლებებში, არამედ მთის ფერდობებზეც გვხვდება და წყალგამყოფებზეც. [1].

უნდა აღვნიშნოთ, რომ მათ ჩამოყალიბებაში დიდი ადგილი უკავია გრუნტის აგებულებას, და ნიადაგის შემცველობას წყლის რაოდენობის და გაჯერების ხარისხის მიხედვით. წყლის დგომა და წყლის სუსტი ნაკადი ჭაობის ზედაპირს ავსებენ ნალექებით, ამ დროს იზღუდება წყალჰაერის და მინერალიზის პროცესები ამ ტერიტორიაზე მცხოვრები ცოცხალი სამყაროსთვის, რასაც მივყავართ ჟანგდაბის შემცირებამდე. იქმნება ერთგვარი სისტემა, რომელშიც მიმდინარეობს ორგანული სამყაროს კვდომის შემდგომი „განმარხება“ და დაგროვება. წარმოიქმნება მრავალი ბიოქიმიური პროცესები, რაც რეალურად ხელს უწყობს ორგანული სასუქის ჩამოყალიბებას. ეს ორგანული სასუქია - ტორფი, რომელსაც არ აქვს წყალგამტარიანობის უნარი და მაღალი თბოტევადობისაა.

ჭაობწარმოქმნელი თავისებურებების მიხედვით ჭაობები დავყავით:

1. ჭარბი, შემდგარი და წყლის ნაკადით სუსტი, წარმოქმნის პროცესი, რომლის დროს ხდება ნალექების დაგროვება მხოლოდ ზედაპირულად;
2. ტორფის წარმოქმნის აქტიური პროცესი, სადაც ყალიბდება ეს სასარგებლო მინერალი;
3. მცენარეული საფარის ჩამოყალიბება, რომელიც ხელს უწყობს ჭარბტენიანი ტერიტორიის განსხვავებული ლანდშაფტის წარმოქმნას. აქ გვხვდება ისეთი ორგანიზმების თანაცხოვრება, რომლებიც ადაპტირებული არიან უჟანგბადო გარემოსთან და ჭარბ ტენთან.

აღსანიშნავია, რომ ჭაობებს გააჩნიათ თავის კვების და საზრდოობის არე. თუმცა აქაც სხვადასხვაობაა ჭაობების გავრცელების არეალიდან გამომდინარე. მაგალითად, ჩრდილოეთში გავრცელებული ჭაობები იკვებებიან მარადი მზარლობის წყლის დნობის შედეგად, ხოლო ზომიერ განედებში უხვი ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე, ასევე მიწისქვეშა წყლებით.

კვების წყაროდან გამომდინარე ჭაობები იყოფა ქვედაურ და ზედაურ ჭაობებად. აქ ასევე უნდა აღვნიშნოთ ტენიანობის კოეფიციენტიც, რომელიც ასევე განსაზღვრავს ჭარბტენიანი ლანდშაფტის გავრცელების ფართობებს.

ზედაური ჭაობები იკვებებიან ატმოსფერული ნალექით. აქ ისევე მნიშვნელოვანია ცოცხალი ორგანიზმების გავრცელება, რადგან ევტროფიკაცია იქნება თუ არა სწორედ ამაზეა დამოკიდებული. დაგროვილი და ერთგვარი „დამდგარი“ წყალი ხელს უწყობს ჰიდროლოგიური ასპექტების განსაზღვრას ამ ტერიტორიაზე. თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს რომ ცოცხალი ორგანიზმების „შეტევა“ წყალზე მის მნიშვნელობას ამცირებს.

ქვედაური ჭაობები იკვებებიან მიწისქვეშა ან მარადმზარლობის თოვლის დნობის შედეგად. ამ დროს ზედაპირული ჰიდროლოგიური რეჟიმი ფაქტობრივად აღარ ვლინდება. აქტიურად მიმდინარეობს ორგანული სამყაროს დაგროვება და თავისთავად ტორფიც ინტენსიურად წარმოიქმნება.

მნიშვნელოვანია კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორის მინიჭება ჭარბტენიანი რაიონისთვის, რადგან მის გარშემო ყალიბდება განსაკუთრებული ჰავა, რომელიც ამ ტერიტორიას ანესტიანებს. აქ მთავარი ფაქტორი ტემპერატურაა, რომელიც ნესტიანობის ინტენსიობას, აორთქლებას და ცოცხალი ორგანიზმების სიცოცხლის უნარიანობას განსაზღვრავს.

ჭაობები მნიშვნელოვან ფართობზე ვრცელდება საქართველოშიც, კერძოდ, კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილში, შავი ზღვის სანაპირო ზოლის გასწვრივ და აღმოსავლეთით, ხმელეთის სიღრმეში ქალაქ სამტრედიამდე. ჭაობიანი არეალები სამ ძირითად უბნად და 21 ქვეუბნებადაა დაყოფილი და ლანდშაფტების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა (ნახ. 1) [2]. ჭარბტენიანი ტერიტორიების შეწავლა და დაცვა როგორც მთელ მოსფლიოში ასევე აქტუალურია საქართველოშიც. რასაც მოწმობს 1971 წლის გაერთიანება, ჭარბტენიანი ტერიტორიების დაცვის შესახებ რამსარის კონვენცია. 1997 წლიდან კონვენციას მიუერთდა კოლხეთის დაბლობზე არსებული ჭარბტენიანი ტერიტორიების ნაწილი – 29 000 ჰა (დაცული ტერიტორიების სტატუსით) და მათ მსოფლიო მნიშვნელობის ჭაობების სტატუსი მიენიჭა. აღნიშნული დაცული ტერიტორიები მცირე ნაწილია იმასთან შედარებით, ვიდრე თვით კოლხეთის დაბლობზე გავრცელებული დაჭაობებული მასივების ფართობი (220 000 ჰა).

ძველი დროიდან მოყოლებული მე-20 საუკუნის დასაწყისამდე, კოლხეთის დაჭაობებული ტერიტორიებზე წლების განმავლობაში ცხოვრების გაუსაძლისი პირობები ყალიბდებოდა, მძვინვარებდა მალარიის ეპიდემია, რაც მოსახლეობის დიდი რაოდენობით შემცირების მიზეზი ხდებოდა, ამას ემატებოდა მდინარეთა წყალუხვობის პერიოდში დაფიქსირებული წყალდიდობები. სტიქიასთან საბრძოლველად აგებული პრიმიტიული ბარიერები არაეფექტურად მუშაობდნენ და დროთა განმავლობაში იშლებოდა. სწორედ აღნიშნული გარემოებები აიძულებდა ადგილობრივ მოსახლეობას გადასულიყვნენ შედარებით დაცულ ადგილებზე, საქალაქო დასახლებებში და შედეგად მივიღეთ დაცლილი ფართობები.

გარდა ეპიდემიის აღმოფხვრისა და ჭარბტენიანი უბნების სასოფლო-სამეურნეო მიზნით ათვისებისა, პრევენციული ღონისძიებები წარმოებდა ასევე გაზაფხულის წყალუხვობის პერიოდში მოსალოდნელი სტიქიური უბედურებების პრობლემის თავიდან ასაცილებლად [3]. სტიქიური მოვლენების რისკები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე კვლავ აქტიური და მზარდი ტენდენციით ხასიათდება. ამას ადასტურებს ბოლო წლების განმავლობაში მომხდარი სტიქიური უბედურებების რიგიც, გახშირებული ნალექიანობის შედეგად ადიდებული მდინარეები. კოლხეთის უახლეს ისტორიას ახსოვს 1895 წლის ძლიერი წყალდიდობა, როდესაც მდინარე რიონის ადიდების შედეგად დაიტბორა ქალაქი ფოთი და მიმდებარე სოფლები, რამაც აუარებელი ზიანი მიაყენა ქალაქის მოსახლეობას და მათ ქონებას. ჩატარებული ღონისძიებების მიუხედავად, სამწუხაროდ, მე-XX საუკუნის 80-იან წლებშიც განმეორდა მსგავსი სტიქიური მოვლენა, რაც კვლავ მდინარე რიონის ადიდების შედეგი იყო და არანაკლები ზიანის მომტანი, ვიდრე საუკუნის წინ. სტიქიები კოლხეთის აუზის მდინარეებზე თანამედროვეობის აქტუალურ პრობლემად რჩება (ბოლო დიდი სტიქიური მოვლენა დაფიქსირდა მდინარე რიონზე 2020 წლის ივლისში). ეს ფაქტები მიგვითითებს იმაზე, რომ წარსულში წარმოებული სამუშაოები მნიშვნელოვან ხარვეზებს შეიცავდა, შეცდომები იყო დაშვებული ასევე სამუშაოთა მართვის პრინციპებში, და ამჟამად არ არსებობს სტიქიების რისკების პრევენციის ჩამოყალიბებული გეგმა. წყალდიდობების პროგნოზირებისა და გაფრთხილების სისტემის განვითარება არსებითი ელემენტია როგორც რეგიონის, ასევე ქვეყნის სტრატეგიული განვითარებისათვის, ხოლო დატბორვის მხრივ საშიში მოწყვლადი ტერიტორიების

თანამედროვე მდგომარეობის ზონირების გარეშე შეუძლებელი იქნება წყლის რესურსების ეფექტური მართვის სქემის შემუშავება.



ნახ. 1. ჭაობების გავრცელების საზღვრები კოლხეთის დაბლობის ფარგლებში XX ს-ის 90-იანი წლების მდგომარეობით:

1. ჩრდილოეთი ნაწილი მდ. ღალიძგიდან მდ. ენგურამდე;
2. ცენტრალური ნაწილი მდ. ენგურიდან მდ. ნატანებამდე;
3. სამხრეთი ნაწილი მდ. ნატანებიდან ქ. ქობულეთამდე

სამწუხაროდ წყლის რესურსების მართვის მხრივ წარმოებულ სამუშაოებს ბოლო ათწლეულებში განვითარებული ნეგატიური მოვლენების გამო გაგრძელება არ მოჰყვა. გასული საუკუნის 90-იანი წლების დასაწყისიდან დღემდე რაიმე მნიშვნელოვანი მეცნიერული ტიპის აქტივობა კოლხეთის ჭაობების შესწავლის მიზნით ფაქტიურად არ შეინიშნება. შესწავლის ობიექტებს ძირითადად დაცული ტერიტორიების შიდა პერიმეტრში მოქცეული სფაგნუმის ჭაობების მცირე არეალები წარმოადგენენ. ეს, რა თქმა უნდა, საკმარისი არ არის. როგორც უკვე ვთქვით დაცული არეალების გარეთ ბევრად მეტი ფართობია ჭაობიანი ტერიტორიებისა, რომლებიც თავის მხრივ მჭიდრო კავშირშია კოლხეთის დაბლობის გავლით ზღვაში ჩამდინარე მდინარეთა წყლის რეჟიმებთან. ადრე დაშრობილი ტერიტორიების დიდი ნაწილი განიცდის მეორეულ დაჭაობებას.

ცალკე შეიძლება აღინიშნოს ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების პრობლემა. გასულ საუკუნეში დაკვირვებები რამდენიმე ძირითად დასახლებულ პუნქტსა და მათ მახლობელ ტერიტორიებზე წარმოებდა და იქმნებოდა მონაცემებზე დაკვირვებათა უწყვეტი რიგი. თუმცა, უშუალოდ ჭაობიან ტერიტორიებზე დაკვირვების სადგურების ქსელი არც ერთ დროს არ ფუნქციონირებდა, რის გამოც არ არსებობს მონაცემების ერთიანი სტატისტიკური ბაზა, რაც არ იძლევა დაბლობის ბუნებრივი პირობების ზუსტი მახასიათებლების დადგენის საშუალებას. ჰიდრომეტრიული მონაცემები კი ერთ-ერთი გადამწყვეტი კომპონენტია, რომლის საფუძველზე შეიძლება სამომავლოდ ეკონომიკის განვითარებისათვის აუცილებელი ფართომასშტაბიანი პროექტების დაგეგმვა ჭარბტენიან ტერიტორიებზე.

მდინარეთა წყლის რეჟიმზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატის ცვლილება, დიდი რაოდენობით აორთქლებული წყლის მასები, რომლებიც შემდეგ ნალექების სახით გვევლინება და ამას დამატებული საშუალო ტემპერატურების მატების გამო მყინვარებზე ყინულოვანი მასის დგომის პერიოდის შემცირება ქმნის ჩამონადენის მატებას და იწვევს ძლიერ წყალდიდობებს. თუ ტენდენცია გაგრძელდა და არ დაისახა სტიქიების „დახვედრის“ ალტერნატიული გზები, დარწმუნებით ვიტყვით, რომ პროცესები უფრო გახშირდება და დიდ მასშტაბებს მიაღწევს. თავისთავად პრობლემა ხელს უშლის სოფლის მეურნეობის, ტურიზმის, სატრანსპორტო ინდუსტრიის განვითარებას. საშიშროების წინაშე აყენებს საწარმოთა მუშაობის პროცესს. ქალაქების მოსახლეობის მატება და ზოგადად, სოციალურ-ეკონომიკური პროგრესი განაპირობებს ურბანული ტერიტორიების ზრდის და ახალი მაგისტრალების ან ნაგებობების მშენებლობის აუცილებლობას. შესაბამისად, სტიქიური საფრთხის შემცველი ზონებისა და დატბორვის არელების შეუსწავლლობა, საფრთხის ასაცილებლად ჰიდროტექნიკური ნაგებობების არარსებობა ზრდის ეკონომიკის სხვადასხვა დარგის განვითარების რისკებს. პრობლემების პრევენცია კი თანამედროვე პრინციპებით კვლევების წარმოებას საჭიროებს. ამიტომ საწყის ეტაპზე საჭიროა კოლხეთის ჭარბტენიანი არელების სრულყოფილი შესწავლა თანამედროვე პირობების გათვალისწინებით, შემდეგი პარამეტრების დადგენით: საკვლევი უბნის ჰიდროგრაფიული აღწერა; ბალანსის ელემენტების შესწავლა; წყლის ობიექტების მორფომეტრიული მახასიათებლების დადგენა; ჭაობის და წყლის ნაკადების ჰიდროლოგიური დაკვირვების სტატისტიკური მონაცემების ერთიანი ბაზის შექმნა; ჭაობების ცალკეული უბნების და ჯამური გავრცელების ტერიტორიული საზღვრების დეტალიზაცია; მორფოლოგიური ერთეულების თანამედროვე მდგომარეობა; მდინარეთა წყლის დონეები და ხარჯები; ჭაობის და მდინარეთა წყლის დონეები, ხარჯები, მიმართულებები და სხვა მახასიათებლები და ტორფის დანალექების სისქის კვლევა ზონდირების მეთოდით; ეს პარამეტრები კი განსაზღვრავენ ჭაობის მნიშვნელობას და დროულ რეაგირებას გარკვეულ უარყოფით შედეგებზე.

კოლხეთის დაბლობის შესწავლა 21-ე საუკუნის განვითარებადი ქართული საზოგადოებისათვის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პრიორიტი უნდა გახდეს. კვლევის სრულიად ახალი ტენდენციების ძიება და კოლხეთის დაბლობისა და აქ არსებული ჭაობების ჯერ კიდევ შეუსწავლელი მასივების ახალი შესაძლებლობების გამოვლენა მისი, როგორც ახალი, განვითარებული სოფლის მეურნეობის, სასოფლო-სამეურნეო წარმოების, ტურიზმისა და ახალი ინფრასტრუქტურული და სატრანსპორტო დერეფნის ფუნქციების მქონე ეკონომიკური ზონის ჩამოყალიბებისათვის, მნიშვნელოვანს გახდის მის ღირებულებას, რაშიც თავის მხრივ ასევე აუცილებელ პირობად უნდა იქნეს გათვალისწინებული 2002 წელს მიღებული წყლის ევროპული ჩარჩო დირექტივის პრინციპები. უნდა აღინიშნოს, რომ კოლხეთის დაბლობის წყლის ეკოსისტემების შესწავლა შეუძლებელია კომპლექსური მიდგომის გარეშე. ამიტომაც კვლევა გამიზნულია ჭარბტენიანი ტერიტორიების საკმაოდ ვრცელ მასივებზე არსებული ურბანული ზონების სამომავლო გაძლიერებისთვის იყოს დასაბუთებული და მეცნიერულად გამართული. რაც საშუალებას მოგვცემს ტერიტორიის პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით. თუნდაც ტორფის მოპოვებისთვის, ან ბუნებრივი სამყაროსთვის. ასეთი კვლევის დაგეგმვისათვის კი კოლხეთის ჭარბტენიანი რეგიონი უნიკალური მაგალითია.

იმედია, რომ უახლოეს მომავალში აქტუალობას შეიძენს კოლხეთის დაბლობის ახლებური ტიპის ეკონომიკურ რეგიონად ჩამოყალიბების იდეა, რასაც შედეგად მაღალტექნოლოგიური და ინფრასტრუქტურული განვითარება უნდა მოყვეს. ამიტომ უნდა დაიგეგმოს განვითარების მომავალი გეგმებიც, რაც გულისხმობს ახალი სატრანსპორტო გზების, აეროპორტების, სარკინიგზო დერეფნების, მილსადენების მშენებლობებს და ქიმიური წარმოების (ტორფის მარაგზე) და რეკრეაციული ფუნქციის მქონე ზონების წარმოქმნას.

ამას გარდა, საფუძველი ჩაეყრება ჭარბტენიანი ზონების, როგორც კოლხეთის შესახებ, ისე სხვა ჭაობების სრულყოფილი მეცნიერული ცოდნის დაგროვებას, გაიზრდება დაინტერესება მეცნიერების სხვა დარგების მკვლევართა მხრიდან. დაცულ ტერიტორიებზე გაფართოვდება სამეცნიერო მუშაობა. რაც ქვეყნისთვის სამომავლოდ კიდევ ერთ-ერთ პერსპექტიული არეალს შექმნის.

ლიტერატურა - REFERENCES

13. Гидрология болот. К.Е. Иванов гидрометеорологическое издательство. Л. 1953 г. 295
14. Колхидская низменность. Научные предпосылки освоения. Изд. Наука, М., 1990, 248 с.
15. ო. ჩიქოვანი, "კოლხეთის დაბლობის ამოშრობის ისტორია". თბ., 1982, 184 გვ.
16. "საბჭოთა საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების ისტორიიდან". გამომცემლობა "მეცნიერება", თბ., 1979, 136 გვ.

უკ 551.583

ჭარბტენიანი რაიონების და ჭაობების გეოგრაფია საქართველოში /გულაშვილი ზ., გორგიჯანიძე ს./ სტუ-ის შრომების კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.26-30. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

ჭაობები საქართველოში მნიშვნელოვან ფართობზე ვრცელდება. ყველაზე დიდი ფართობი მათ უკავია დასავლეთ საქართველოში კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილში და ჯამურად 2200 კმ² შეადგენენ, რომელთაგან 29 000 ჰა მოქცეულია კოლხეთის ეროვნული პარკის და ქობულეთის დაცული ტერიტორიების ფარგლებში. ისინი შეტანილია 1971 წელს მიღებული რამსარის კონვენციის ნუსხაში, ხოლო 2021 წელს კოლხეთის ჭაობები კოლხეთის ტროპიკულ ტყეებთან ერთად იუნესკოს მსოფლიო მემკვიდრეობის სიასაც დაემატა. დიდია ჭარბტენიანი არელების როლი ბუნებრივი ეკოსისტემების შენარჩუნებისა და ნაპირდაცვის საქმეში. ჭაობების აქტიური შესწავლა კოლხეთში გასული საუკუნის 20-იანი წლებიდან იღებს სათავეს, რა დროსაც მიდინარეობდა კვლევები მათი გავრცელების, ტიპების, წარმოშობის, კვების რეჟიმების და სხვა პარამეტრების მიხედვით. კვლევების ძირითადი მიზანია დაჭაობებული ტერიტორიების სასოფლო-სამეურნეო მიზნით ათვისება და შესაბამისად ამ ტერიტორიებზე გამავალი მდინარეებისთვის, ძირითადად რიონისთვის დამახასიათებელი სტიქიური მოვლენების პრევენცია.

მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებიდან კოლხეთის ჭაობებში აქტიური კვლევების თითქმის ნულამდე დავიდა, ქვეყანაში არსებული მძიმე სოციალურ-პოლიტიკური ვითარების გამო და დღემდე თითქმის არ შეინიშნება სამეცნიერო აქტივობები მათი თანამედროვე მდგომარეობისა და გეოგრაფიული კომპონენტების შესწავლის კუთხით. თანამედროვე მეთოდები კი გულისხმობს მათ კვლევას დაცვისა და შენარჩუნების მიზნით, ასევე ადამიანისა და ბუნების ჰარმონიული თანაარსებობის პრინციპების დანერგვას. ამასთანავე აუცილებელი პირობაა სოციალური ფაქტორების გათვალისწინებით ჭარბტენიანი არელების მართვის გეგმების შემუშავება. ამიტომ, აუცილებელია აქტიური კოლხეთის რეგიონში კვლევების განახლება და ჭაობების შესახებ ახალი ცოდნის დაგროვება, რითაც ხელი შეეწყობა რეგიონის მდგრადი განვითარების გეგმების განხორციელებას.

UDC 551.583

Geography of Wetland Areas and Marshes in Georgia /Gulashvili Z, Gorgijanidze S./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.26-30. - Georg., Summ. Georg., Eng.

Swamps spread over a significant area in Georgia. They occupy the largest area in Western Georgia in the western part of the Kolkheti Lowland and comprise 2200 km², of which 29,000 ha are included within the Kolkheti National Park and Kobuleti protected areas. They were included in the list of the Ramsar Convention adopted in 1971, and in 2021 the Kolkheti Wetlands were added to the UNESCO World Heritage List along with the Kolkheti Rainforests. Wetlands' role in preserving natural ecosystems and coastal protection is great. The active study of wetlands in Kolkheti dates back to the 20s of the last century when the research was carried out according to their distribution, types, origin, feeding regimes, and other parameters. The main goal of the studies was to utilize the swampy areas for agricultural purposes and, accordingly, to prevent the natural events characteristic of the rivers passing through these areas, mainly for Rion.

Since the 90s of the 20th century, active research in Kolkheti swamps has decreased to almost zero, due to the severe socio-political situation in the country, and until now there are almost no scientific activities in terms of studying their modern condition and geographical components. Modern methods involve their research for protection and preservation, as well as the introduction of the principles of harmonious coexistence of man and nature. In addition, it is a necessary condition to develop wetland management plans taking into account social factors. Therefore, it is necessary to actively renew research in the Kolkheti region and accumulate new knowledge about wetlands, thus facilitating the implementation of sustainable development plans for the region.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-31-33

უპკ 551

კალაპოტურ პროცესებზე წყლის მაქსიმალური ხარჯის ზემოქმედების შეფასება

ტრაპაიძე ვ², ბრეგვაძე გ¹, ცინცაძე ნ², ალავერდაშვილ მ²

გრიგოლია გ², გაჩეჩილაძე გ²

¹ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

²ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

თბილისი, საქართველო, vazha.trapaidze@tsu.ge

საქართველოში რელიეფის მრავალფეროვანი ბუნების და კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ტენდენციების ფონზე მკვეთრად არის გაზრდილი კატასტროფული მოვლენების სიხშირე. ეს პროცესები ბოლო წლებში განსაკუთრებით გააქტიურდა ქვეყნის თითქმის ყველა მთიან რეგიონში, რაც იმის მაჩვენებელია რომ ინსტენსიური თავსხმა წვიმების დროს ადგილი აქვს წყლის ნაკადების დიდი რაოდენობით გავლას და კალაპოტის მნიშვნელოვან დეფორმაციებს. განსაკუთრებით რთული შემთხვევებია როდესაც ადგილი აქვს რამოდენიმე ბუნებრივი პროცესის და ანთროპოგენური ფაქტორების ზედდებას.

წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების “საველე ლაბორატორიად” შეიძლება ჩაითვალოს საქართველო, რომლის ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი თავისი ჰიდროგრაფიული ქსელით, მშრალი ხეების სიხშირითა და მოსული ნალექების ინტენსიურობის განაწილების არათანაბრობით ქმნის ხელსაყრელ პირობებს, მდინარეთა სიღრმული გარეცხვის ინსტენსიურობის გაზრდისათვის.

მდინარეთა ნაპირების რღვევა და მოსახლეობის, სხვადასხვა სახის ნაგებობების (მილსადენები, საავტომობილო გზები) დაცვა ჩვენი ქვეყნისთვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს, რადგან საკომუნიკაციო ნაგებობებს ქვეყნისათვის არა მარტო დიდი სარგებლობის, არამედ დიდი ზიანის მოტანაც შეუძლიათ, რაც მაგალითად მილსადენებით დაზიანების შემთხვევაში გარემოზე მნიშვნელოვან უარყოფით ზემოქმედებაში გამოიხატება.

მდინარის კალაპოტში წყლის ნაკადი გავლენას ახდენს კალაპოტის მოხაზულობაზე, სიღრმეთა განაწილებასა და მდინარის გასწვრივი პროფილის ხასიათზე. თავის მხრივ, კალაპოტი გავლენას ახდენს წყლის დინების სტრუქტურაზე. ამგვარად, წყლის დინება და კალაპოტი მუდამ ურთიერთმოქმედებაშია. კალაპოტური პროცესებიდან ძირითადად დამახასიათებელია სიღრმული გარეცხვები. მდინარის კალაპოტის მდგრადობა დამოკიდებულია ნაკადის დინების სიჩქარეზე: რაც უფრო დიდია ნაკადის სიჩქარე, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს კალაპოტის გარეცხვა. მეორეს მხრივ, ნაკადის სიჩქარე დამოკიდებულია დახრილობასა და კალაპოტის მქისეობაზე, რაც უფრო მსხვილია კალაპოტის ამგები გრუნტი, მით უფრო დიდია კალაპოტის მქისეობა. ერთნაირი დახრილობის პირობებში მქისეობის გადიდების დროს სიჩქარეც მცირდება. აქედან გამომდინარე მდგრადობის შეფასების ფორმულაში ძირითადი წევრები ნაწილაკის დიამეტრი, მდინარის დახრილობა და ნაკადის სიჩქარეა. კალაპოტის მდგრადობის კოეფიციენტი ითვალისწინებს მხოლოდ იმ დეფორმაციას, რომელიც წარმოებს წყლის ნაკადის ძალით და არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ყოველგვარი დეფორმაციისათვის.

კალაპოტის პროცესების განვითარება კონკრეტულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განისაზღვრება წყლის მასისა და მყარი ნატანი მასალის ურთიერთქმედებით. ნატანი მასალით აგებული კალაპოტის მყარი ზედაპირი აძლევს მიმართულებას მოძრაე წყალს, ე.ი. კალაპოტი წარმართავს მდინარის ნაკადის დინებას. თავის მხრივ კალაპოტის წარმოქმნილი მყარი ნატანი მასალა წყლის ნაკადის დინების მოქმედებით თვითონვე მოდის მოძრაობაში მდინარის სიგრძისა და სიგანის მიხედვით.

“კალაპოტწარმოქმნილი ხარჯის” ცნება პრაქტიკაში საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება, თუმცა უმეტეს შემთხვევაში ამ ტერმინს სხვადასხვა განსხვავებული წყლიანობის აღსანიშნავად იყენებენ. ჰიდროლოგიური რეჟიმის ნებისმიერ ფაზაში ხდება კალაპოტის ფორმების ცვლილება, თუნდაც მცირე ზომით. მაგრამ განსაკუთრებით წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯის დროს.

გეოლოგიურ – გეომორფოლოგიური ფაქტორიდან გამომდინარე შეძლება იყოს კალაპოტური დეფორმაციების თავისუფალი და შეზღუდული უნარის მქონე მონაკვეთები. აქედან პირველი ხასიათდება ადვილადშლადი და ადვილადრეცხვადი ქანების გავრცელებით, მდინარეებს აქვთ ფართო ჭალა, რომლის ფარგლებშიც დაეხეტება კალაპოტი. კალაპოტური დეფორმაციების შეზღუდული განვითარების პირობებში გვერდით და სიღრმით ეროზიას წინააღმდეგობას უწევს ძნელადრეცხვადი ან კლდოვანი ქანები. რომლებითაც აგებულია მდინარის ხეობა და ხშირად კალაპოტი ყალიბდება ჭალის არმქონე და ღრმად ჩაჭრილ ხეობაში. ეს განსაკუთრებით კარგად ჩანს მთიანი რეგიონების მდინარეების კალაპოტების განვითარებაზე.

კალაპოტური პროცესების შესაბამისი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის (მილსადენით წყალსადინარების წყალქვეშა გადაკვეთისას ან საავტომობილო გზების სახიდე გადასასვლელის) გაანგარიშების მთავარი ელემენტია წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე, რომელიც რთულ ამოცანას წარმოადგენს რადგან ისმის კითხვა თუ რა ალბათობის (პროცენტული უზრუნველყოფის) იყოს მოცემული სიდიდე, რომლის დიაპაზონი საკმაოდ დიდია 5% დან 0.01%-მდე. ზოგადად, რაც უფრო მცირეა უზრუნველყოფის ალბათობის სიდიდე, საიმედოობასთან ერთად იზრდება მშენებლობის პროცესში მატერიალური დანახარჯები.

გვაქვს ორი შემთხვევა: 1. საკვლევ ობიექტზე არსებობს დაკვირვებული მონაცემები და 2. დაკვირვებული მასალა არ არსებობს. პირველ შემთხვევაში, მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშება დამოკიდებულია განაწილების ფუნქციის შერჩევაზე და მისი პარამეტრების შეფასების სიზუსტეზე, მეორე შემთხვევაში, ძირითადად გამოიყენება ემპირიული ფორმულები, რომელთაც სხვადასხვა საფუძველი აქვს და მათი გამოყენება ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით ხდება.

დაკვირვებული მონაცემებისასთვის მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო მოდელი უზრუნველყოფის მრუდით გამოისახება, რომლის მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ საანგარიშო უზრუნველყოფის შესაბამისი ხარჯი (%), რომელიც ითვალისწინებს ამ ხარჯის ერთჯერად გადამეტებას განსახილველ პერიოდში საშუალოდ ერთხელ n მრავალი წლიურიდან.

საანგარიშო უზრუნველყოფის დადგენა დამოკიდებულია ნაგებობების კაპოტალურობის კლასზე, რაც გულისხმობს სიმტკიცეს, კატეგორიებს, ფინანსურ, ნაგებობის სიდიდეს, შესაძლო ავარიის შემთხვევაში ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ზიანს და ა.შ.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საანგარიშო უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებული კრიტერიუმები მოქმედებს. საერთაშორისო მითითებებში ჩამოთვლილი განაწილების ფუნქციებიდან რომელიმეს უპირატესობა არ აქვს მინიჭებული. საქართველოში ძირითადად იყენებდნენ და ამჟამადც ფართოდ გავრცელებულია სამპარამეტრიანი გამა, ბინომილური და 80-იანი წლებიდან N_B ჯონსონის განაწილება. სხვადასხვა განაწილების ფუნქციის გამოყენებით გამოთვლილი ხარჯები განსხვავებულ შედეგს გვაძლევს.

უმრავლეს შემთხვევაში, ჰიდროლოგიაში გამოყენებული განაწილების ფუნქციის საზღვრები და კონკრეტული ფორმის მისაღებად მასში შემავალი შესაფასებელი სტატისტიკური პარამეტრების რაოდენობა ურთიერთკავშირშია. სტატისტიკაში დადგენილია, რომ განაწილების ფუნქციის ფორმას ძირითადად განსაზღვრავს პირველი ოთხი მომენტი და გასათვალისწინებელი მომენტების შემდგომი ზრდა მის ფორმაზე პრაქტიკულად აღარ მოქმედებს.

ჰიდროლოგიაში სამპარამეტრიანი ფუნქციის გამოყენების უპირატესობა დაფუძნებულია იმ მოსაზრებაზე, რომ ექსცესის (მეთხე მომენტის) შეფასება დიდ ცდომილებასთან არის დაკავშირებული ჰიდროლოგიური მონაცემების სიმცირის გამო. გარდა ამისა, სამი პარამეტრის მნიშვნელობის დამთხვევის შემთხვევაში სხვადასხვა განაწილების ფუნქციებს შორის პრაქტიკულად განსხვავება არ შეინიშნება. განაწილების ფუნქციების შედარებისას ეს მოსაზრება მართლდება, მაგრამ სხვა შემთხვევაში განაწილების ფუნქციებს შორის განსხვავებები მნიშვნელოვანია. საინჟინრო ობიექტებისა და კონსტრუქციების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია შეირჩეს შესაბამისი განაწილების მრუდი, რომელიც ყველაზე მისაღებია.

უმრავლეს შემთხვევაში დაკვირვების მონაცემების დამუშავების შედეგად მიღებული სიდიდეები გვაძლევს მალთან დაბალ მნიშვნელობებს, და მისი გამოყენება შეუძლებელია. ამის ძირითადი მიზეზები იმაში მდგომარეობს რომ მყისური მაქსიმუმები რომლებიც დაკვირვებებს შორის პერიოდში გადიან რჩებიან აღურიცხველები და ამ შემთხვევაში გამოიყენება მეთოდები რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯის გაანგარიშების მეთოდოლოგიაში“ (ლ.ვლადიმროვი), მაგრამ პრაქტიკაში აჩვენა რომ მცირე წყალსადინარების შემთხვევაში სიდიდეები აქაც გადამეტებულია.

ემპირიული ფორმულების ანალიზისას აქტუალურია უზრუნველყოფის წყლის ხარჯის სიდიდის აღება. აქაც როგორც პრაქტიკაში, ისე მეთოდურ მითითებებში უპირატესობა ენიჭება 1%-იან უზრუნველყოფას, მაგრამ ზოგიერთ მონაკვეთზე თანამედროვე კლიმატური ტენდენციების გათვალისწინებით 0,5 %-იანი უზრუნველყოფის სიდიდის აღება რეალურთან უფრო მიახლოებულ სიდიდეს გავძლევს, მაგალითად სწორხაზოვან უბნებზე კალაპოტების სიღრმითი დეფორმაციებისას.

მდინარის ნაკადი და მისი კალაპოტი მუდმივ ურთიერთქმედებაშია. კალაპოტი მართავს მდინარის წყლის ნაკადს და ქანობის შესაბამისად სიჩქარეთა განაწილების ხასიათს განაპირობებს. მაგრამ მაქსიმალური ხარჯი არის სწორედ ის სიდიდე როდესაც წყლის ნაკადი წარეცხვების, ნატანის ტრანსპორტირებისა და დალექვების ხარჯზე, კალაპოტის ფორმას ყველაზე სწრაფად და დიდი დიაპაზონში ცვლის.

ზოგადად ყველა შემთხვევას ინდივიდუალურად უნდა მივუდეთ, მაგრამ დაკვირვების მონაცემების დამუშავების შედეგად მიღებული პარამეტრების დამუშავებისას შესაძლოა გამოვიყენოთ 0.5%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯი, ხოლო ემპირიული ფორმულებით მიღებული მონაცემების დამუშავებისას 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის ხარჯი.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ კალაპოტური პროცესებზე, განსაკუთრებით სიღრმით ეროზიებზე, უმნიშვნელოვანეს გავლენას ახდენს მაქსიმალური ჩამონადენი და მისი გავლისას იმ შემთხვევაში თუ კალაპოტს გადაკვეთს ჰიდროტექნიკური ნაგებობა (ხიდი, მილსადენი) იზრდება გარემოზე ზემოქმედების რისკი. შესაბამისად მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო უზრუნველყოფის შეჩვენა წარმოადგენს მეტად საპასუხისმგებლო საქმეს.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. დ. კერესელიძე, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე, ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდები. თბილისი, „უნივერსალი“, 2009
2. Larry W. Mays, Water resources engineering. John Wiley & Sons, Inc. 2011
3. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. Л., Гидрометеиздат, 1984.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, Закавказье и Дагестан, Выпуск 1, Западное Закавказье, Л., Гидрометеиздат, 1969.

კალაპოტურ პროცესებზე წყლის მაქსიმალური ხარჯის ზემოქმედების შეფასება /ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ., ცინცაძე ნ., ალავერდაშვილი მ., გრიგოლია გ., გაჩეჩილაძე გ/ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.- ტ.133.-გვ.31-33. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

საქართველოს მთიანი რელიეფი და კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ტენდენციები ზრდის კატასტროფული მოვლენების სიხშირეს, რაც იმის მაჩვენებელია რომ ინსტენსიური თავსხმა წვიმების დროს ადგილი აქვს წყლის ნაკადების დიდი რაოდენობით გავლას და კალაპოტის მნიშვნელოვან დეფორმაციებს. დეფორმაციების შესაბამისი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის გაანგარიშების მთავარი ელემენტია წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე, რომელიც რთულ ამოცანას წარმოადგენს რადგან ისმის კითხვა თუ რა ალბათობის (პროცენტული უზრუნველყოფის) იყოს მოცემული სიდიდე, რომლის დიაპაზონი საკმაოდ დიდია 5% დან 0.01%-მდე. ზოგადად, რაც უფრო მცირეა უზრუნველყოფის ალბათობის სიდიდე, საიმედოობასთან ერთად იზრდება მშენებლობის პროცესში მატერიალური დანახარჯები.

სხვადასხვა ქვეყანაში არსებობს სხვადასხვანაირი მიდგომა მდინარეთა გადაკვეთებზე მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშების დროს, მართალია ყველა შემთხვევა ინდივიდუალურად უნდა იქნეს განხილული, მაგრამ ასევე მნიშვნელოვანია ერთიანი მეთოდის შემუშავება, რომელიც რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებულ შედეგს მოგვცემს.

Assessment of maximum water discharge effect on river bed evolution /Trapaidze V., Bregvadze G., Tsintsadze N., Alaverdashvili M., Grigolia G., Gachechiladze G./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.31-33. - Georg., Summ. Georg., Eng.

Mountainous relief of Georgia and climate change current trends increase the frequency of catastrophic phenomena that is manifested in particular in the fact that during intensive pouring rains takes place formation (passing) of water flows in large quantities and substantial river bed deformations. The main element of calculation of hydraulic constructions corresponding to these deformations is a value of maximum water discharge, determination of which is a complicated problem due to a question raised regarding the probability (percent provision) of this value, range of which is quite large – from 5% to 0,01%. In general, the less is the value of this probability, the more are the material expenses in the construction process (along with reliability).

Different countries use different approaches when calculating maximum water discharges at the river crossings. Though, every single case has to be considered on the individual basis, the development of the common methodology, which gives us a result, close to the maximum to reality is no less important.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-34-37

უკ 551

მინიმალური ხარჯების შედარებით ანალიზი ეკოლოგიური ხარჯის განსაზღვრისათვის მდ.ალაზნის (შაქრიანი), მტკვრისა (ხერთვისი) და ფარავნის (ხერთვისი) მაგალითზე.

ჩიტაძე თ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
ქ. თბილისი, საქართველო, Tamuna.chitadze662@ens.tsu.edu.ge

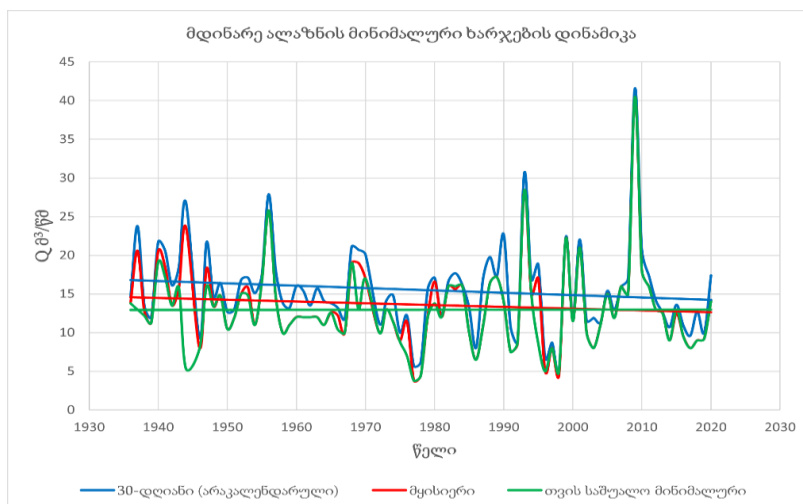
ინტენსიური სამრეწველო განვითარების პირობებში, არსებითი მნიშვნელობა შეიძინა გარემოს დაბინძურებისა და წყლის დეფიციტის პრობლემამ. წყლის რესურსების ოპტიმალური, რაციონალური გამოყენებისათვის მინიმალური ხარჯების განსაზღვრა და ანალიზი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. მინიმალური წყლის ხარჯების დადგენა ხელს შეუწყობს გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას და ამასთანავე შესაძლებლობას მოგვცემს განისაზღვროს ის გარემოსდაცვითი ხარჯის სიდიდეც, რაც განაპირობებს პერსპექტიული ჰიდროელექტროსადგურების ძირითად ტექნიკურ-ეკონომიკურ მახასიათებლებს და განსაზღვრავს მათი განხორციელების ეკონომიკურ მიზანშეწონილობას. საქართველოს ჰიდროელექტროსადგურების დაპროექტებისას გარემოსდაცვითი (ეკოლოგიური) წყლის ხარჯის სიდიდედ მიიღება წყალმიმღები ნაგებობის კვეთში მდინარის საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯის 10% (რომელიც არ არის განსაზღვრული ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის სახით).

აქედან გამომდინარე, ქვემოთ განხილულია მინიმალურ და გარემოსდაცვით იგივე ეკოლოგიურ ხარჯს შორის არსებული ურთიერთდამოკიდებულება, ამასთანავე შედარებულია 95%-იანი უზრუნველყოფისა და მოქმედი საანგარიშო მეთოდით განსაზღვრული გარემოსდაცვითი ხარჯის თავსებადობა მდინარე ალაზნის (ჰ/ს შაქრიანი), მტკვრისა (ჰ/ს ხერთვისი) და ფარავნის (ჰ/ს ხერთვისი) მაგალითზე. აღნიშნული მდინარეები შეირჩა გრძელი დაკვირვებული მონაცემთა რიგის გამო. [1]

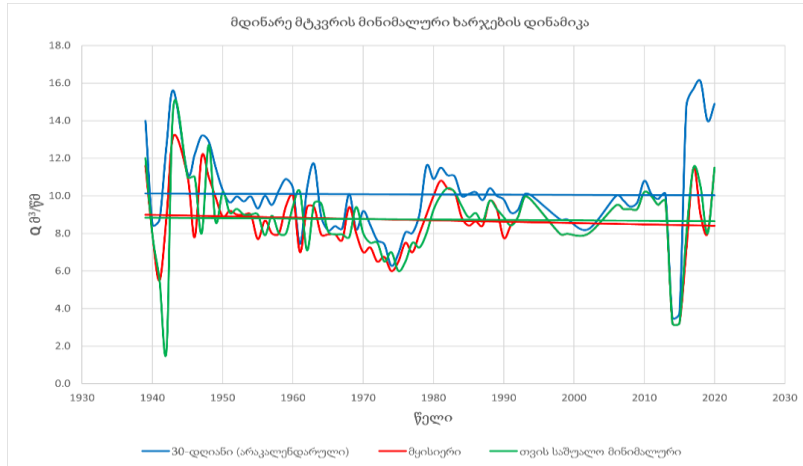
მინიმალური ხარჯების ფაქტორივი დაკვირვების მონაცემების მრავალწლიური რიგის დამუშავების შედეგად საკვლევ მდინარეებზე გამოიყო სამი სახის მინიმალური ხარჯი, კერძოდ:

- 30-დღიანი მინიმალური ხარჯი (არაკალენდარული წელი);
- მყისიერი მინიმალური ხარჯი;
- ყოველდღიური საშუალო მონაცემიდან აღებული მინიმალური ხარჯი.

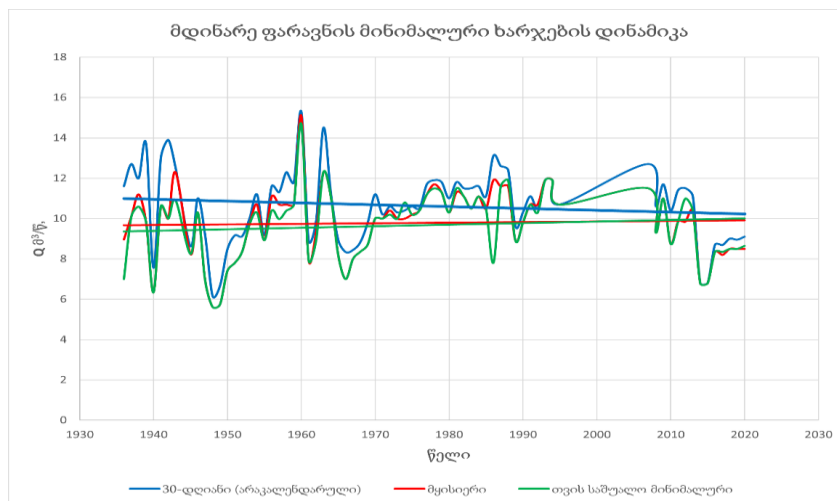
ქვემოთ წარმოდგენილია თითოეული მდინარის მინიმალური ხარჯების დინამიკა. ამასთანავე, საშუალოდ წყალმცირე, წყალმცირე, მეტად წყალმცირე და კატასტროფულად წყალმცირე უზრუნველყოფის სიდიდეები. მდინარეთა წყლიანობის განაწილების მკაფიო და მთლიან სურათს წლის განმავლობაში სწორედ ხარჯების უზრუნველყოფის დახასიათება წარმოადგენს. (სურ. 1,2,3)



სურ. 1. მდინარე ალაზნის (ჰ/ს შაქრიანი) 30-დღიანი (არაკალენდარული), მყისიერი და თვის საშუალო მინიმალური ხარჯების დინამიკა



სურ. 2. მდინარე მტკვრის (ჰ/ს ხერთვისი) 30-დღიანი (არაკალენდარული), მცისიერი და თვის საშუალო მინიმალური ხარჯების დინამიკა



სურ. 3. მდინარე ფარავანის (ჰ/ს ხერთვისი) 30-დღიანი (არაკალენდარული), მცისიერი და თვის საშუალო მინიმალური ხარჯების დინამიკა

შერჩეულ მდინარეთა სადგურებზე დაკვირვების პერიოდის ხანგრძლივობა რეპრეზენტატულია. შესაბამისად, ჰიდროლოგიური რიგის მიხედვით განსაზღვრულია ხარჯის საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობა \bar{Q} (ნორმა); მომენტთა მეთოდით დათვლილია ვარიაციისა (Cv) და ასიმეტრიის (Cs) კოეფიციენტები. [2] Cv და Cs კოეფიციენტების მიხედვით დადგინდა სამპარამეტრიანი გამა-განაწილების ორდინატები და დამუშავებული მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრა 70; 80; 90; 95; 97; 99; 99.5; 99.9-იანი უზრუნველყოფები.

შემუშავებული სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების თანახმად, (SNIP 3907-85) მინიმალური სანიტარული დონე უნდა იყოს არანაკლები მინიმალური საშუალო-დღიური ხარჯისა და ყოფიერ ჰიდროგეოლოგიურ რეჟიმზე წყალმცირობის პერიოდის 95%-იანი უზრუნველყოფით. [3],[4]. აქედან გამომდინარე, ქვემოთ შედარებულია 95%-იანი უზრუნველყოფისა და მოქმედი საანგარიშო მეთოდით განსაზღვრული გარემოსდაცვითი ხარჯის თავსებადობა. (ცხრ. 1, 2, 3)

ცხრ. 1. სხვადასხვა უზრუნველყოფის (P %) მინიმალური წყლის ხარჯები მდინარე ალაზანზე (ჰ/ს შაქრიანი)

P %	70	80	90	95	97	99	99.5	99.9
მცისიერი	10.4	9.37	8.23	7.40	6.87	6.05	5.64	4.95
თვის საშუალო მინიმალური	9.86	8.93	7.86	7.08	6.68	5.99	5.62	4.99
30-დღიანი	12.2	11.1	9.69	8.79	8.23	7.32	6.87	6.05

ცხრ. 2. სხვადასხვა უზრუნველყოფის (P %) მინიმალური წყლის ხარჯები მდინარე მტკვარზე (ჰ/ს ხერთვისი)

P %	70	80	90	95	97	99	99.5	99.9
მყისიერი	7.86	7.25	6.38	5.64	5.15	4.31	3.87	2.87
თვის საშუალო მინიმალური	7.52	7.04	6.44	5.99	5.72	5.26	5.03	4.58
30-დღიანი	8.79	8.11	7.21	6.50	6.07	5.30	4.90	4.13

ცხრ. 3. სხვადასხვა უზრუნველყოფის (P %) მინიმალური წყლის ხარჯები მდინარე ფარავანზე (ჰ/ს ხერთვისი)

P %	70	80	90	95	97	99	99.5	99.9
მყისიერი	8.95	8.40	7.62	6.98	6.58	5.80	5.37	4.56
თვის საშუალო მინიმალური	8.87	8.31	7.54	6.90	6.48	5.70	5.28	4.45
30-დღიანი	9.67	9.08	8.25	7.57	7.13	6.32	5.85	4.99

გარემოსდაცვითი ხარჯის გამოთვლის მოქმედი მეთოდით ეკოლოგიური ხარჯი განსაზღვრულია საშუალო მრავალწლიური ხარჯის 10%-ით, რომელიც მდინარე ალაზანზე (ჰ/ს შაქრიანი) ტოლია 4.20 მ³/წმ; მდინარე მტკვარზე (ჰ/ს ხერთვისი)- 3.40 მ³/წმ. მდინარე ფარავანზე (ჰ/ს ხერთვისი)-1.80 მ³/წმ.

ჩატარებული გამოთვლების შედეგად საშუალო მრავალწლიური ხარჯის 10%-სა და SNIP-ით გათვალისწინებულ Q_{95%}-იანი უზრუნველყოფის ხარჯებს შორის მოცემულ მდინარეთა სადგურებზე თანაზომადობა არ იკვეთება (მიუხედავად საკმაოდ ხანგრძლივი დაკვირვების პერიოდისა). აღნიშნულიდან გამომდინარე ცხადია რომ მიუხედავად იმისა, თუ რა მნიშვნელობითაა გამოსახული გარემოსდაცვითი, ეკოლოგიური სანიტარული ხარჯი, ამ სიდიდის უნიფიცირებულად გამოყენება ყველა მდინარისათვის არამართებულია და საჭიროებს ინდივიდუალურ მიდგომას. მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში გარემოსდაცვითი წყლის ხარჯის მნიშვნელობა დადგენილია ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორცაა: მდინარის კალაპოტის ფორმა, ნაკადის სიჩქარე, იხტიოფაუნისათვის საჭირო წყლის ხარჯის თანაზომადობა მდინარის მინიმალურ ხარჯთან და სხვა. [5] ამრიგად, გარემოსდაცვითი ხარჯის სიდიდე უნდა განისაზღვროს, როგორც მდინარის საზრდოობის ყველა სახეობის მიერ უზრუნველყოფილი ის მინიმალური ჩამონადენი, რომელიც შექმნის გარანტირებულ პირობებს მდინარის ბიოლოგიური ორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობის შესანარჩუნებლად. ეს ყოველივე კიდევ ერთხელ ცხადყოფს თუ რაოდენ მნიშვნელოვანია საქართველოში დროულად შეიქმნას ეკოლოგიური მიზნით გადინებული წყლის ხარჯების ნორმატიული სიდიდეების განმსაზღვრელი საკანონმდებლო ბაზა და შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაცია.

ლიტერატურა – REFERENCES

1. გარემოს ეროვნული სააგენტო, ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი-Department of Hydrometeorology , LEPL National Environmental Agency
2. დ. კერესელიძე; ვ. ტრაპაიძე; გ. ბრეგვაძე. ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდები.
3. გ. ბრეგვაძე, გ. გრიგოლია, დ. კერესელიძე; ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები ტომი №107, 2002; ახალი მიდგომა მინიმალური ჩამონადენის საანგარიშოდ.
4. Санитарные правила и нормы (СанПин), гигиенические нормативы и перечни методических рекомендаций по коммунальной гигиене (вопросы охраны атмосферного воздуха, водоемов и др.) [files.stroyinf.ru /Data2/1/4294853/4294853863.htm](http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294853/4294853863.htm) -(4.2)
5. Nature and limitations of environmental flow methodologies and its global trends; www.jce-ieb.org/doc_file/3802005.pdf

უაკ 551

მინიმალური ხარჯების შედარებითი ანალიზი ეკოლოგიური ხარჯის განსაზღვრისათვის მდ. ალაზნის (შაქრიანი); მტკვრისა (ხერთვისი) და ფარავნის (ხერთვისი) მაგალითზე / ჩიტაძე თ / ს. / სტუ-ის ჰმ-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.34-37. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

მინიმალურ ჩამონადენს დიდი პრაქტიკული დანიშნულება აქვს სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო წყალმომარაგების დაპროექტებაში, მდინარეების წყლის მინიმალური ხარჯების დასადგენად გამოიყენება ზამთრის და ზაფხულ-შემოდგომის სეზონების ჩამონადენის დაკვირვების მონაცემები. შერჩეულია მდინარეთა ის სადგურები რომლებზეც გრძელი დაკვირვებული მონაცემების რიგია. კერძოდ: მდინარე ალაზანი (ჰ/ს შაქრიანი), მდინარე მტკვარი (ჰ/ს ხერთვისი), მდინარე ფარავანი (ჰ/ს ხერთვისი).

მინიმალური ხარჯების ფაქტორული დაკვირვების მონაცემების მრავალწლიური რიგის დამუშავების შედეგად საკვლევ მდინარეებზე გამოიყო სხვადასხვა მინიმალური ხარჯი, კერძოდ:

- 30-დღიანი მინიმალური ხარჯი (არაკალენდარული წელი);
- მყისიერი მინიმალური ხარჯი;
- ყოველდღიური საშუალო მონაცემიდან აღებული მინიმალური ხარჯი.

საქართველოში დღესდღეობით ეკოლოგიური მიზნით გადინებული წყლის ხარჯების ნორმატიული სიდიდეების განმსაზღვრელი საკანონმდებლო ბაზა და შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაცია არ არსებობს, რაც რასაკვირველია წყლის რესურსების დაცვისა და გამოყენების თვალსაზრისით არაერთი პრობლემის გამომწვევი მიზეზია. აქედან გამომდინარე გასათვალისწინებელია მინიმალურ და გარემოსდაცვით ხარჯს შორის არსებული რთული ურთიერთდამოკიდებულება.

UDC 551

Comparative Analysis of Minimum Discharge for determining environmental discharge, on the example River Alazani(R.S shaqriani), Mtkvari (R.S Khertvisi), Faravani(R.S Khertvisi)/Chitadze T./ Transactions IHM, GTU. -2023. - vol.133. –pp34-37. - Georg., Summ. Georg., Eng.

Minimal runoff plays a crucial role in designing industrial and domestic water supply, to determine minimal discharge of water in rivers observation data of winter and summer-autumn seasons are used. There are selected the stations of rivers which have the longest observed data series. These rivers are Alazani (H/S shakriani), river Mtkvari (H/S Khertvisi), river Paravani (H/S Khertvisi).

As a result of actual observed data of minimum discharges were allocated to the research rivers, such as:

- 30-day minimum discharge (non-calendar year)
- Instantaneous minimum discharge
- Minimum discharge taken from daily average data.

Nowadays, in Georgia there is no legal basis and corresponding normative-technical documentation for determining the normative values of discharge of water discharged for ecological purposes which of course is the cause of numerous problems in terms of conservation and use of water resources. Therefore, it is crucially important to take into consideration the complex relationship between minimum and environmental flows.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-38-43

უკ 551.50.501.7

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე აფხაზეთის მცინვარის უკანდახევის კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით

კორძაბია გ*, შენგელია ლ*, თვაური გ**, მაძამია მ***, გულიაშვილი გ***, ბერიძე ს***

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო, giakordzakhia@gmail.com, larisa.shengelia@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, giorgi.guliashvili6@gmail.com, beridzesopio@gmail.com

შესავალი

მცინვარებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესწავლა მნიშვნელოვანია როგორც გრძელვადიან პერსპექტივაში მცინვარების დნობასთან (ნელი პროცესები) დაკავშირებული ადაპტაციის სტრატეგიისა და შემარბილებელი ქმედებების შემუშავებისთვის, ასევე მცინვარული წარმოშობის სტიქიური ბუნებრივი რისკების იდენტიფიცირებისთვის (სწრაფი პროცესები). მცინვარული კატასტროფების რისკების შემცირება მნიშვნელოვანია მოსახლეობის, ასევე ინფრასტრუქტურისა და ტრანსპორტის უსაფრთხოებისთვის. ზოგადად, კატასტროფების რისკის შემცირება პირდაპირ კავშირშია კლიმატის ცვლილების ადაპტაციასთან, რაც უაღრესად მნიშვნელოვანია ქვეყნ(ებ)ის მდგრადი განვითარებისთვის.

მთებსა და მიმდებარე დაბლობებზე ადგილი აქვს კრიოსფერულ ცვლილებებს, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ფიზიკურ, ბიოლოგიურ და ადამიანურ სისტემებზე [1]. მაღალი სანდობით, სხვადასხვა ქვეყნების დაკვირვებების/კვლევების საფუძველზე დადგენილია მცინვარების ძლიერი დეგრადაცია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედების საფუძველზე [2], განსაკუთრებით ბოლო ათწლეულების განმავლობაში. ამ დაკვირვებებისა და კლიმატური მოდელირების საფუძველზე განსაზღვრულია, რომ სავარაუდოდ, მიმდინარე პროცესი ყველაზე უარყოფითი/საშიშია სამხრეთ ანდებში, კავკასიაში და ევროპის ალპებში/პირენეებში [1]. გარდა ამისა, კლიმატის მიმდინარე ცვლილებით გამოწვეული მცინვარების დეგრადაცია დიდ გავლენას ახდენს წყლის რესურსების ბალანსზე.

მცინვარები ყველაზე მეტად მოწყვლადია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედების მიმართ ამდენად მათი დეგრადაციის ხარისხი თვალსაჩინოდ ასახავს კლიმატის ცვლილების სიჩქარეს.

საქართველოში მცინვარებზე მეცნიერული დაკვირვებები 1860 წლიდან დაიწყო. მცინვარებზე დაკვირვებები როგორც წესი, ძირითადად, მიწისპირა დაკვირვებებით მიმდინარეობდა. უნდა აღინიშნოს, რომ წლის განმავლობაში ექსპედიციური სამუშაოებით შესაძლებელი იყო მოცული ყოფილიყო ერთი ან ორი ხეობის მცინვარები, რაც რაოდენობრივად რამდენიმე ათეულ მცინვარს შეადგენდა მაშინ, როდესაც საქართველოში 600-ზე მეტი მცინვარი იყო აღრიცხული. ამდენად ნათელია, რომ მიწისპირა დაკვირვებებით ყველა მცინვარზე დაკვირვებას რამდენიმე ათეული წელიწადი ესაჭიროებოდა. საქართველოში ჯერ კიდევ მეფის რუსეთის იმპერიაში, ხოლო შემდგომ ყოფილ საბჭოთა კავშირში დიდი მოცულობის გლაციოლოგიური სამუშაოები ჩატარდა, რის საფუძველზეც შეიქმნა ყოფილი სსრკ მცინვარების კატალოგი (შემდგომში კატალოგი), რომლის სხვადასხვა ტომები გამოიცა გასული საუკუნის 60-იან და 70-იან წლებში. დასავლეთ საქართველოს მცინვარები განხილულია [3]-ში.

კლიმატის ცვლილების გაეროს ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მეორე და მესამე ეროვნულ კომუნიკაციებში [4,5] მოყვანილია ცდები კლიმატის ცვლილების მცინვარებზე ზემოქმედების შესწავლისათვის. წარმოდგენილი ფრაგმენტალური შედეგები მეტყველებენ, რომ არსებული ინფორმაცია არასაკმარისია რათა რამდენადმე დასაბუთებული სამეცნიერო დასკვნა იყოს მოყვანილი მცინვარების უკანდახევის რაოდენობრივი მახასიათებლების შესახებ. ამ ნაშრომებმა დასაბუთეს, რომ სავლელე გლაციოლოგიური კვლევების საფუძველზე შეუძლებელია დიდი მცინვარების უკანდახევის და მით უმეტეს მცინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის მეცნიერული კვლევა.

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მცინვარებზე ზემოქმედების მეცნიერულად დასაბუთებული შედეგების მისაღებად აუცილებელია მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენება, რადგან თდზ შესაძლებელს ხდის დიდ რეგიონებში მცინვარების ერთდროულად შესწავლას ყველა საჭირო დეტალით და სიზუსტით შეზღუდული რესურსების და დროის პირობებში [6-8].

მცინვარები დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში (საქართველოს ოკუპირებული ტერიტორია) და ისინი მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ გარემოზე, კერძოდ, მათ დიდი წვლილი შეაქვთ მდინარეების წყლის რეჟიმის, რეგიონალური კლიმატური პირობების, უნიკალური ლანდშაფტების და შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ფორმირებაში.

ამჟამად, ოკუპაციის და სათანადო სპეციალისტების არარსებობის გამო აფხაზეთში მცინვარებზე მიწისპირა დაკვირვებები საერთოდაც შეჩერებულია.

აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში არსებული მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლა ადგილობრივი გლაციოლოგიური სკოლის არარსებობის გამო და დღევანდელი პოლიტიკური მდგომარეობის გათვალისწინებით, მხოლოდ თდზ-ის საშუალებით არის შესაძლებელი.

მაღალი გარჩევადობის თდზ-ის გამოყენებით აფხაზეთის მცინვარების უკანდახევის მეცნიერული კვლევა არის ამ სამუშაოს ძირითადი მიზანი.

კვლევის არეალი, მეთოდოლოგია

მცინვარები საქართველოში (სამხრეთ კავკასია) განლაგებულია კავკასიონის ქედზე (სამხრეთი ნაწილი) და კონცენტრირებულია მდინარეების ენგურის, რიონის, კოდორის, თერგის და სხვა მდინარეების აუზებში. აფხაზეთის მცინვარები იკავებენ კავკასიონის ქედის დასავლეთ ნაწილს მდინარეების ბზიფის, კელასურის და კოდორის მცინვარულ აუზებში.

მაღალი გარჩევადობის თდზ გამოყენების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა განისაზღვროს მცინვარების, მათ შორის აფხაზეთის მცინვარების მახასიათებელი უმეტესი პარამეტრი. ეს მიიღწევა ისტორიული მონაცემების, კატალოგში დაცული მცინვარების სქემების, არსებული სავსე სამუშაოების მასალების, საექსპერტო ცოდნის და თდზ-ის კომპლექსური გამოყენების საფუძველზე [9–11]. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ავტორების შემუშავებული მეთოდოლოგია ეფუძნება ასევე მსოფლიოს საუკეთესო პრაქტიკებს [12–15]. მეთოდოლოგია ასევე ითვალისწინებს თდზ-ის მონაცემების და ხარისხის კონტროლის განხორციელებას, რაც წარმატებული შედეგების მიღების წინაპირობაა.

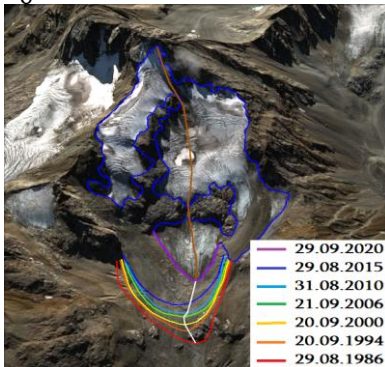
კლიმატის მიმდინარე ცვლილება მნიშვნელოვან, ნეგატიურ გავლენას ახდენს მცინვარებზე და იწვევს მათ დეგრადაციას. ეს ვითარება ნათლად ვლინდება დიდი მცინვარების (ფართობი 2 კმ²-ზე მეტი) უკანდახევაში, რაც კლიმატის რეგიონალური ცვლილების ეფექტური ინდიკატორია.

მონაცემები და შედეგები

აფხაზეთის მცინვარების უკანდახევის დინამიკა დადგენილია თდზ-ის საფუძველზე მცინვარის ენის ბოლოს გადაადგილების მდებარეობების განსაზღვრით. აფხაზეთის გლაციალური აუზებიდან შევარჩიეთ ისეთი მცინვარ(ებ)ი, რომელთა ენის ბოლო არის ფორმირებული და არ არის დაფარული ნაშალი მასალით. ამისათვის განხილული მცინვარებიდან: № 21 მარუხი, № 37 სოფრუჯუ, №52 სამხ. პტიში, № 118 საკენი, და № 125 ჩეპარა), ჩვენი მიზნებისათვის ვალიდურია მხოლოდ ჩეპარას მცინვარი.

დიდი მცინვარებისათვის მცინვარის ენის ბოლოს უკანდახევის დინამიკისა და სიჩქარის დადგენის მეთოდოლოგია მოყვანილია [7]-ში. ამ სამუშაოში გამოყენებულია თანამგზავრ LANDSAT-ის სხვადასხვა სენსორის მონაცემები, ხოლო მცინვარის საბოლოო მდებარეობის კონტურები განსაზღვრულია დაზუსტებულია მაღალი გარჩევადობის (1.5 მ) SPOT 6 თანამგზავრის 2020 წლის 23 სექტემბრის სურათის მიხედვით. შედეგებს მნიშვნელოვნად აპირობებს თანამგზავრული მონაცემების დამუშავების დონე. გათვალისწინებულია თანამგზავრული მონაცემების მიღების თარიღი და ღრუბლიანობა, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში საკმაოდ მაღალი ღრუბლიანობის სურათებიც რეპრეზენტატულია.

1-ლ ნახ.-ზე ნაჩვენებია მცინვარი ჩეპარას უკანდახევის სქემატური სურათი მიღებული თდზ-ის საფუძველზე.



ნახ. 1. მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის გამოსახულების სქემატური სურათი

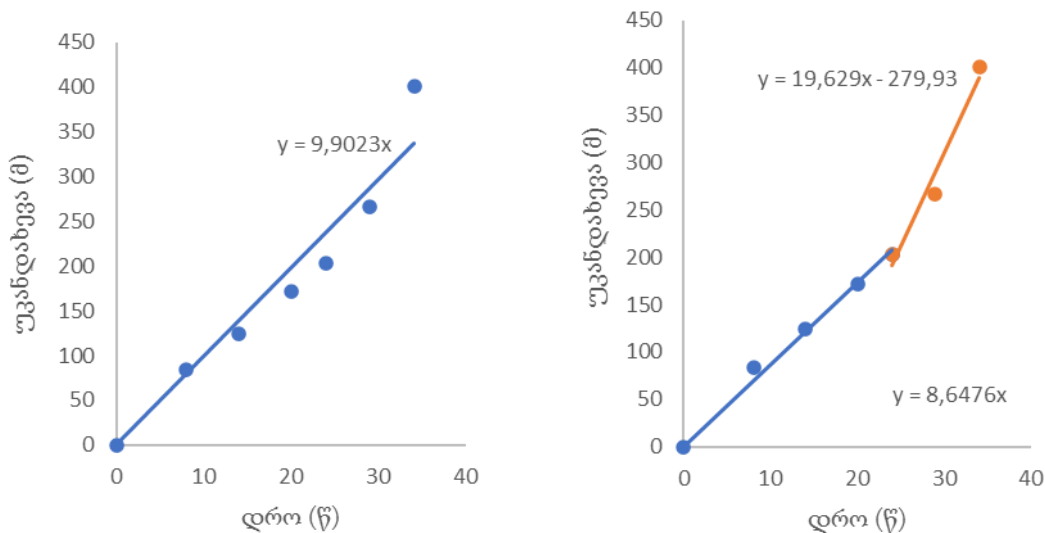
სურათზე სხვადასხვა წელს მცინვარების მდებარეობა სხვადასხვა ფერის კონტურით არის ნაჩვენები. კონტურების გადამკვეთი თეთრი ფერის ტეხილი ხაზის საშუალებით გამოთვლილია მცინვარის უკანდახევის სიგრძე SPOT 6 თანამგზავრის 2020 წლის 23 სექტემბრის სურათის ფონზე.

ცხრილ 1-ში მოყვანილია თდზ-ის მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრული მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის სხვადასხვა მახასიათებელი.

№	თანამგზავრის ტიპი	თარიღი	კოორდინატები		უკანდახევა (მ)
			განედი	გრმედი	
1	Landsat 5 TM	8/29/1986	43.15195	42.10432	0
2	Landsat 5 TM	9/20/1994	43.151344	42.10501	83.9
3	Landsat 7 +ETM	9/20/2000	43.15108	42.10529	124.5
4	Landsat 7 +ETM	9/21/2006	43.15065	42.10553	171.5
5	Landsat 8 OLI TIRS	8/31/2010	43.15042	42.1054	203.1
6	Landsat 8 OLI TIRS	8/29/2015	43.14987	42.10539	266.9
7	Spot 6	9/29/2020	43.14865	42.10552	400.9

ცხრილი 1. მცინვარ ჩეპარას ენის მდებარეობა და უკანდახევის მანძილები თარიღების მიხედვით.

ნახ.2-ზე წარმოდგენილია თდზ-ის მონაცემებით აგებული მცინვარ ჩეპარას ენის მდებარეობის ცვლილების გრაფიკი და შესაბამისი ტრენდი. საწყისი მდგომარეობა შეესაბამება 1986 წელს. მცინვარ ჩეპარაზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედების დეტალიზაციისათვის აგებულია გრაფიკი, სადაც სადამკვირვებლო პერიოდი გაყოფილია ორ ქვეპერიოდად: 1986–2010 წწ. და 2010–2020 წწ.

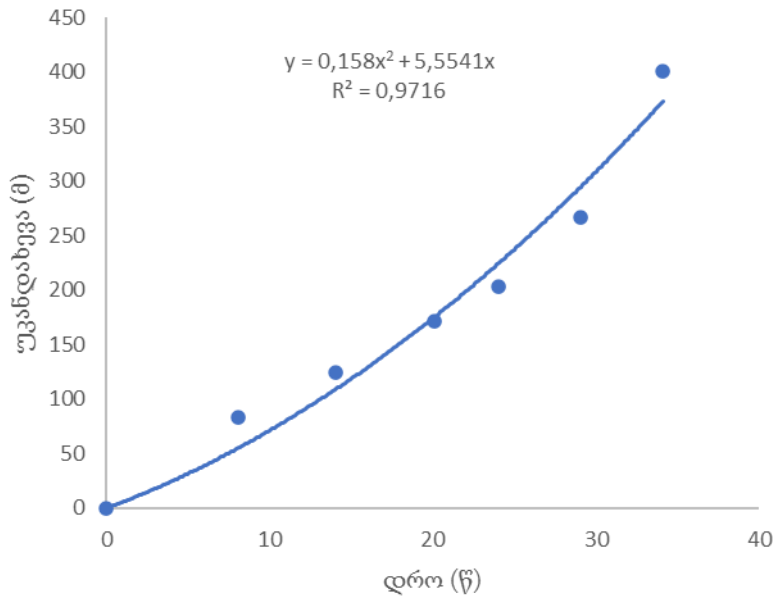


ნახ. 2. მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის გრაფიკი და ტრენდი: ა) დაკვირვების სრული პერიოდისათვის, ბ) დაკვირვების ორი ქვეპერიოდისათვის

ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის სიჩქარე: მთლიან პერიოდში შეადგენს მიახლოებით 9.9 მ/წელი; ეს სიჩქარე პირველ ქვეპერიოდში არის მიახლოებით 8.3 მ/წელი; ხოლო მეორე ქვეპერიოდში - მიახლოებით 19.6 მ/წელი. ბოლო ქვეპერიოდში უკანდახევა მნიშვნელოვნად აღემატება უკანდახევას პირველ ქვეპერიოდში, ანუ მცინვარის უკანდახევა არაწრფივი ხასიათისაა, რაც მცინვარზე კლიმატის რეგიონალური ცვლილების გაზრდილ ზემოქმედების ხარისხზე მეტყველებს.

ამდენად ეს მონაცემები ადასტურებს, რომ ჩეპარას მცინვარის სწრაფი დეგრადაცია გამოწვეულია კლიმატის თანამედროვე ცვლილებებით. მეორეს მხრივ მცინვარის უკანდახევის მონაცემები ეფექტური ინდიკატორია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების და მისი დროში აქსელერაციის.

ჩატარებული გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ჩეპარას მცინვარის არაწრფივი უკანდახევა მაღალი სიზუსტით აღიწერება მეორე რიგის პარაბოლას მრუდით (ნახ.3).



ნახ. 3. მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის გრაფიკი

ამ გრაფიკის აღმწერი განტოლება არის:

$$y = 0.158x^2 + 5.5541x \quad (1),$$

სადაც x -ით აღნიშნულია დრო, ხოლო y -ით - უკანდახევა.

მას მერე რაც დაწვრილებით იქნა გამოკვლეული მცინვარ ჩეპარას დეგრადაცია კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით, საინტერესოა განისაზღვროს ამ მცინვარის სრული დნობის თარიღი. შედარებით მარტივია ამ საკითხის გადაწყვეტა იმ პირობებში თუკი კლიმატის ცვლილება ისეთნაირადვე გაგრძელდება, როგორც აქამდე იყო. ამ სცენარს, კლიმატოლოგიაში ისევე როგორც სხვა საქმიანობაში ეწოდება ჩვეულებრივი ბიზნესი (Business as Usual /BaU/).

მაშასადამე BaU სცენარის შემთხვევაში განტოლება (1) უცვლელია და რომ განვსაზღვროთ მცინვარ ჩეპარას სრული დნობის თარიღი საჭიროა ამ განტოლების ამოხსნა იმ პირობით, რომ მცინვარის უკანდახევის მანძილი უნდა შეადგენდეს საწყის მომენტში მცინვარის სიგრძეს ანუ $y_{სრ.დნობის} = 1823.9$ მ-ს. განტოლების დადებითი ამონახსნია $X \approx 91$ წელი. საბოლოოდ საწყის მომენტს (1986 წ.) თუ მივამატებთ ამ სიდიდეს მივიღებთ, რომ მცინვარ ჩეპარას სრული დნობის სავარაუდო თარიღია 2077 წ.

დასკვნა

შესწავლილია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენა აფხაზეთის დიდ მცინვარებზე.

დიდი მცინვარ(ებ)ის უკანდახევის დინამიკა დადგენილია თდზ-ის საფუძველზე მცინვარის ენის ბოლოს გადაადგილების მდებარეობების განსაზღვრით. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად აფხაზეთის გლაციალური აუზებიდან შეირჩა ისეთი მცინვარ(ებ)ი, რომელთა ენის ბოლო არის ფორმირებული და არ არის დაფარული ნაშალი მასალით. ამ მოცემულობას განხილული მცინვარებიდან: №21 მარუხი, №37 სოფრუჯუ, №52 სამხ. პტიში, № №118 საკენი და №125 ჩეპარა, აკმაყოფილებს მხოლოდ ჩეპარას მცინვარი.

მოცემულ ნაშრომში მცინვარ ჩეპარას უკანდახევა და ტრენდები შესწავლილია 34-წლიანი პერიოდისათვის. კლიმატის ცვლილების გავლენის დეტალიზაციისათვის სადამკვირებლო პერიოდი გაიყო ორად. ანალიზმა აჩვენა, რომ მცინვარ ჩეპარას უკანდახევის სიჩქარე მთლიანი და პირველი პერიოდისათვის მნიშვნელოვნად ნაკლებია ვიდრე მეორე პერიოდში რაც მცინვარის დეგრადაციის აქსელერაციაზე მეტყველებს, ანუ მცინვარის უკანდახევა არაწრფივი ხასიათისაა, რაც მცინვარზე კლიმატის რეგიონალური ცვლილების გაზრდილ ზემოქმედების ხარისხზე მეტყველებს. სცენარი BaU-ს საფუძველზე განსაზღვრულია მცინვარ ჩეპარას სრული დნობის სავარაუდო თარიღი.

მადლიერება

კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით [FR-21-1996].

ლიტერატურა -REFERENCES

1. Tignor M. et.al. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. *A Special Working Group II Technical Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland. 2018, 755 p.
2. Bates B.C. et. al. IPCC (2008). Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change and Water*. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland. 2008, 210 pp.
3. Каталог ледников СССР Т. 9, вып. 3, ч.1; вып. 1, ч. 2-6. (1977) Т. 8, вып. 11, ч.12, Л.: Гидрометеоиздат 1975.
4. Georgia's Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Tbilisi, Georgia. 1999, 240 p. [unfccc.int › resource › docs › natc › geonc2](#)
5. Georgia's Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Tbilisi, Georgia. 2015, 261p. [unfccc.int › resource › docs › natc › geonc3](#)
6. Kordzakhia G. *Fourth National Communication of Georgia, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. 4.4 Glaciers, Tbilisi, Georgia, 2021, pp. 241-250. [unfccc.int/sites/default/files/resource/4%20Final%20Report%20-%20English%202020%2030.03_0.pdf](#)
7. Kordzakhia G., Shengelia L., Tvaauri G., Dzadzamia M. East Georgia Glacial Basins Degradation Dynamics Under the impact of Current climate change. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, Vol. 16, №1, 2022, pp. 32-39.
8. Kordzakhia G., Shengelia L., Tvaauri G., Dzadzamia M. 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.
9. Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvaauri G. A., Dzadzamia M. Sh. The climate change impact on the glaciers of Georgia. *In Journal- World science*, vol. 1, № 4(44), Warsaw, Poland, 2019, pp. 29-34.
10. Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А. Методика и результаты изучения некоторых ледников Грузии. «География: развитие науки и образования», Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXVIII Герценовские чтения 22-25 апреля 2015 г., посвященной 70-летию создания ЮНЕСКО, Изд-во Российский государственный педагогический университет им. Герцена, Санкт-Петербург, 2015. С. 117-124.
11. შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ. საქართველოს მყინვარების არეალის შესწორება სსრკ მყინვარების კატალოგში. *მეცნიერება და ტექნოლოგიები*, სამეცნიერო რეცენზირებული ჟურნალი, ISSN 0130-7061 ონდექსი 76127, №1 (733), 2020. გვ.9-15.
12. Kordzakhia G. , Shengelia L., Tvaauri G., Dzadzamia M. Research of the Devdoraki Glacier Based on Satellite Remote Sensing Data and Devdoraki Glacier Falls in Historical Context. *American Journal of Environmental Protection*, vol. 4, issue 3-1, 2015, pp. 14-21.
13. Khalsa, S.J.S., Dyrurgerov, M.B., Khromova, T., Raup, B.H. and Barry R. G. Space-Based Mapping of Glacier Changes Using ASTER and GIS Tools, *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, vol. 42, No. 10, 2004, 21-77.
14. Pellikka Petri, Rees W. Gareth. Remote Sensing of Glaciers Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers. CRC Press, Taylor Francis Group, Boca Raton London New York Leiden. 2010, 330 p.
15. Bolch, T. and Kamp, U. (2005) Glacier Mapping in High Mountains Using DEMs, Landsat and ASTER Data. 8th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, La Paz, Bolivia, 22 March.
16. Aqil Tariq, Hong Shu. *Remote Sens.* 2020, 12, 1-23, Doi: [doi.org/10.3390/rs12203402](#)

უკ 551.50.501.7

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე აფხაზეთის მყინვარის უკანდახევის კვლევა აფხაზეთში თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით /კორძახია გ., შენგელია ლ., თვაური გ.,ძაძამია მ., გულიაშვილი გ., ბერიძე ს./სტუპ-ის კმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133. 38-46 -გვ.ქართ., რეპ. ქართ.,ინგლ.

დედამიწაზე არსებული გარემოს სისტემებიდან მყინვარები ყველაზე მეტად მოწყვლადია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედების მიმართ. ამდენად, მათი დეგრადაცია თვალსაჩინოდ ასახავს კლიმატის ცვლილების სიჩქარეს. მყინვარებზე თანამედროვე კლიმატის ცვლილების გავლენის მეცნიერულად შესწავლის ერთადერთი გზა არის მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული დისტანციური

ზონდირების (თდზ) გამოყენება, რადგან ეს ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა ერთდროულად იყოს განხილული მყინვარების მდგომარეობა დიდ ფართობებზე. აფხაზეთის ავტონომიურ რესპუბლიკაში არსებული მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლა ადგილობრივი გლაციოლოგიური სკოლის არარსებობის გამო და დღევანდელი პოლიტიკური მდგომარეობის გათვალისწინებით, მით უმეტეს აუცილებელია თდზ-ის საშუალებით. მაღალი გარჩევადობის თდზ-ის გამოყენებით აფხაზეთის მყინვარების უკანდახევის კვლევა არის ამ სამუშაოს ძირითადი მიზანი. დიდი მყინვარის უკანდახევის გარდა განისაზღვრება მყინვარის სრული დნობის თარიღი გარკვეული კლიმატური სცენარის ფარგლებში.

UDC 551.50.501.7

Research of Abkhazian glacier retreat in the context of ongoing climate change using satellite remote sensing /Kordzakhia G., Shengelia L., Tvaure G., Dzadzamia M., Guliashvili G., Beridze S. /. Transactions IHM, GTU. -2023. - vol.133. -pp.38-43. - Georg., Summ. Georg., Eng.

Glaciers are the most vulnerable to the effects of climate change on all the ecological systems that exist on Earth. Thus, their degradation reflects the rate of climate change. The only way to scientifically study the impact of modern climate change on glaciers is to use high-resolution satellite remote sensing (SRS) since this technology allows you to simultaneously study the state of glaciers over large areas. The study of the current state of glaciers in the Autonomous Republic of Abkhazia due to the lack of a local glaciological school and taking into account the current political situation the study of the glaciers must be carried out by SRS. The research of the retreat of the Abkhazian glaciers using high-resolution SRS is the main goal of this work. In addition to the retreat of a large glacier, an approximate date is determined for the complete melting of the glacier within a certain climate scenario.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-44-50

უკ 551.524

საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში

ელიზბარაშვილი ე., სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ლ., ელიზბარაშვილი შ., ფიფია მ., ჭელიძე ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველო, ქ. თბილისი. eelizbar@hotmail.com

შესავალი

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი ძირითადად სასოფლო-სამეურნეო მხარეს წარმოადგენს, სადაც გამოიყოფა მეცხოველეობის (თიანეთი, დუშეთი, ყაზბეგი) და მებოსტნეობა-მებაღეობის (მცხეთა, ნაწილობრივ დუშეთი) რაიონები. საქართველოს სამხედრო გზა ამ რეგიონზე გადის, ის რუსეთ-საქართველოს დამაკავშირებელი ერთადერთი მაგისტრალია ამჟამად. სამრეწველო ობიექტები თავმოყრილია მცხეთასა და დუშეთში. მხარეში მდებარეობს ქვეყნის მთავარი სამთო-სათხილამურო კურორტი გუდაური.

რეგიონის ეკონომიკაზე და მოსახლეობის სამეურნეო საქმიანობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ამინდის ისეთი საშიში და არაკეთილსასურველი მოვლენები, როგორცაა ძლიერი ქარი, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური და უხვი ნალექები, სეტყვა და სხვა.

ძლიერი ქარების, რომელთა სიჩქარე ტოლია ან მეტი 15მ/წმ, რეჟიმული მახასიათებლების შესწავლა აუცილებელია ქარისმიერი დატვირთვის პარამეტრების სიდიდეების დასადგენად ეკონომიკის რიგი დარგების სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტებზე (საცხოვრებელი, სამეურნეო, რეკრეაციული და სხვა) მათი ექსპლუატაციის პროცესში.

ქარბუქი ზიანს აყენებს მოსახლეობას, ეკონომიკის ცალკეულ დარგებს. ავტომაგისტრალზე ქარბუქის მიერ წარმოქმნილი ნამქერების შედეგად მოძრაობა ფერხდება. ქარბუქი ჰორიზონტალური ხილვადობის გაუარესების შედეგად აფერხებს ავიაციის ნორმალურ მუშაობას. ქარბუქი ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას, აძლიერებს რაიონის ზვავსაშიშროებას.

ძლიერი ნისლი მხედველობის სიშორეს ამცირებს 50 მეტრამდე და მეტად, რითაც უარყოფითად მოქმედებს ტრანსპორტის ყველა სახეობის (სახმელეთო,საჰაერო) ნორმალურ ფუნქციონირებაზე. იგი ასევე უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებში (მათ შორის ადამიანის ორგანიზმში) მიმდინარე ნორმალური თერმოლეგურაციის პროცესებზე.

ინტენსიური ნალექები, როდესაც დღეღამის განმავლობაში მოსული რაოდენობა აღემატება 20 მმ-ს, და უხვი ნალექები, როდესაც მათი დღე-ღამური ჯამები აღემატება 30მმ-ს აგრეთვე ამინდის საშიშ მოვლენად მიიჩნევა, რადგანაც შესაძლოა სტიქიური მოვლენების განვითარება გამოიწვიოს, მათ შორის წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, დატბორვა, თოვლის ზვავის ჩამოსვლა, ღვარცოფი და სხვა, და ამით დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენოს ქვეყნის ეკონომიკას.

სეტყვა ხშირად იწვევს მნიშვნელოვან მატერიალურ ზარალს, აზიანებს სახლების სახურავებს და კედლებს, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, ვენახებს, კლავს პირუტყვს.

მონაცემები და მეთოდები

კვლევაში გამოყენებულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები დაწყებული დღიდან მათი დაარსების დღიდან დამთავრებული იმ დრომდე, როდემდეც ფუნქციონირებდა სადგური, აგრეთვე გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მონაცემთა ბაზები, ლიტერატურული მონაცემები [1-8] და ავტორების საკუთარი კვლევები. დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავებაში გამოიყენებოდა კლიმატოლოგიაში აპრობირებული მონაცემთა ინტერპოლაციის და ექსტრაპოლაციის მეთოდები.

შედეგების განხილვა

ძლიერი ქარები. რეგიონის ტერიტორიაზე ძლიერი ქარებით ($v \geq 15$ მ/წმ) დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა წელიწადში მაქსიმალურია მ/მთ ყაზბეგში (85 დღე), შემდეგია მუხრანში, – 67 დღე. დღეების მინიმალური რაოდენობა წელიწადში აღნიშნულია სტეფანწმინდაში და ფასანურში (1 დღე), ბარისახოში – 2 დღე, დუშეთში და გუდაურში შესაბამისად 5 და 6 დღე. ძლიერი ქარით დღეების უდიდესი რაოდენობა წელიწადში მაქსიმალურია მუხრანში (167 დღე) მაშინ, როდესაც ეს მაჩვენებლები მ/მთ ყაზბეგზე ტოლია 132. ე.ი. არ არსებობს ძლიერი ქარების ამ მახასიათებლებს და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

სხვადასხვა ალბათობის ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები (მ/წმ), რომლებიც შესაძლოა 1,5,10,15,20 წელიწადში ერთხელ მოცემულია ცხრილ 1.-ში.

ცხრილი 1. სხვადასხვა ალბათობის ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები, რომლებიც შესაძლოა 1,5,10,15,20 წელიწადში ერთხელ (მ/წმ)

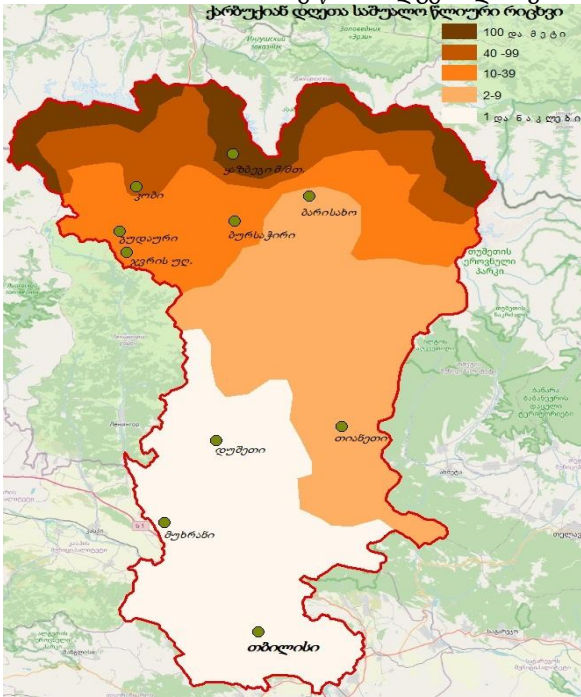
სადგური	თ ვე				
	წელიწადში	5 წელიწადში	10 წელიწადში	15 წელიწადში	20 წელიწადში
მ/მთ ყაზბეგი	49	57	60	63	65
სტეანწმინდა	14	17	19	20	21
ბურსაჭირი	21	25	26	27	28
გუდაური	38	47	52	54	56
ბარისახო	15	18	20	21	22
ფასანაური	12	15	16	16	17
თიანეთი	13	17	19	19	20
დუშეთი	25	31	33	32	34
მუხრანი	23	29	33	34	35

ძლიერი ქარების ალბათობა მაქსიმალურია იმ რუბეებისათვის, რომლებისთვისაც აღინიშნება ქარების მაქსიმალური განმეორადობა და პირიქით. მაგალითად, სადგურ ყაზბეგში წელიწადში მაქსიმალური განმეორადობით ხასიათდებიან დასავლეთის მიმართულების ქარები. ამ მიმართულების ძლიერი ქარების ალბათობაც (15,...,40მ/წმ) მაქსიმალურია წელიწადში სხვა მიმართულებებთან შედარებით.

ქარი, რომლის სიჩქარე მეტია 32 მ/წმ-ზე ცნობილია გრიგალის სახელწოდებით. გრიგალური ქარები დიდ ზიანს აყენებენ სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებს. სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე მთელი წლის განმავლობაში ადგილი აქვს გრიგალურ ქარებს. ჯვრის უღელტეხილზე გრიგალური ქარები საერთოდ არ აღინიშნება,

ქარბუქი. მთიან რაიონებში ქარბუქების მოვლენაზე დიდ გავლენას ახდენს რელიეფის ხასიათი და ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე. ქარის სიჩქარისა და რელიეფის თავისებურების გარდა ქარბუქის ინტენსივობა დამოკიდებულია თოვლის ინტენსივობაზე, თოვლის და მისი საფარის ფიზიკურ თვისებებზე.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ქარბუქიან დღეთა საშუალო რაოდენობის რუკა.

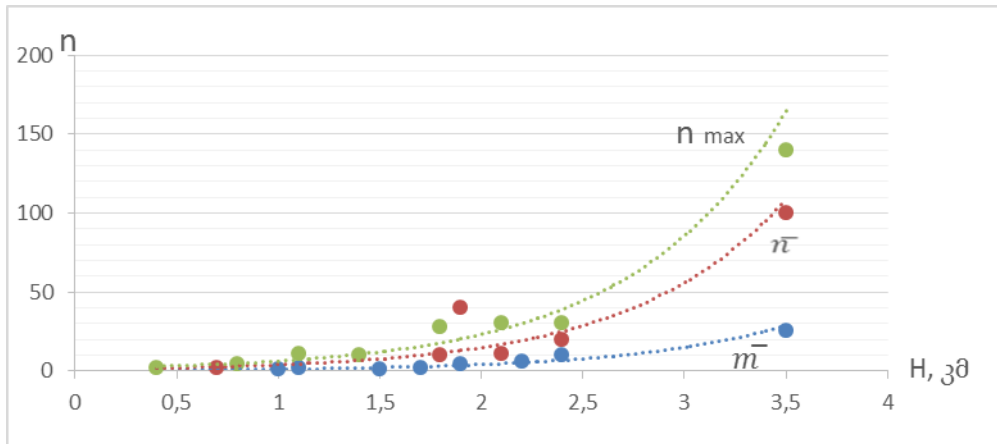


ნახ.1. ქარბუქიან დღეთა საშუალო რაოდენობა

როგორც რუკიდან ჩანს ქარბუქიან დღეთა უდიდესი რიცხვი აღინიშნება კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში და აღემატება 100 დღეს.

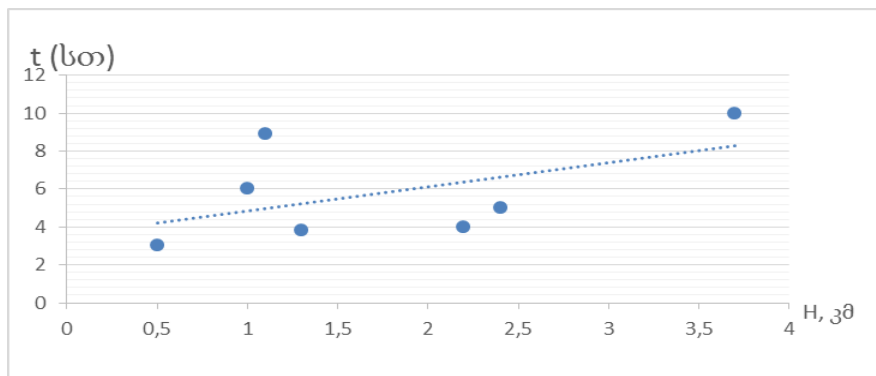
ნახ.2-ზე წარმოდგენილია ქარბუქიან დღეთა საშუალო (\bar{n}) და მაქსიმალური n_{max} რიცხვების აგრეთვე ქარაბუქიან დღეთა საშუალო რიცხვის \bar{m} დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას 0-0.7კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში საშუალო \bar{n} , მაქსიმალური n_{max} და ქარახვეტიან დღეთა რაოდენობები წელიწადში მატულობენ: პირველი (\bar{n}) 1-3 დღიდან 100 დღემდე, მეორე (n_{max}) ასევე 1-3 დღიდან 143 დღემდე, მესამე (\bar{m}) ასევე 1-3 დღიდან 27 დღემდე.



ნახ.2. ქარბუქიან დღეთა საშუალო (\bar{n}) და მაქსიმალური n_{max} რიცხვების აგრეთვე ქარახვეტიან დღეთა საშუალო რიცხვის \bar{m} დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H.

ნახ.3-ზე წარმოდგენილი ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტური სიმაღლეზე.



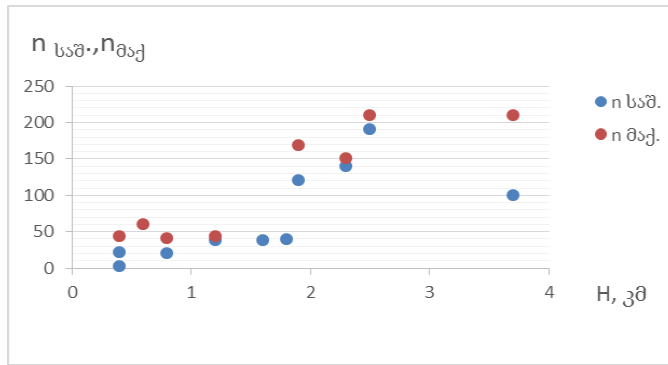
ნახ.3. ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტური სიმაღლეზე.

როგორც ნახ. 3.-დან ჩანს, ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობები დღეში ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით სადგურებისათვის მ/მთ ყაზბეგი, ჯვრის უღელტეხილი, ბარისახო, თბილისი განლაგდებიან ერთ წრფეზე. სამი სადგურის (თიანეთი, დუშეთი, გუდაური) გარდა დამოკიდებულების $t=f(H)$ პირველი ოთხი სადგურისთვის (მ/მთ ყაზბეგი, ჯვრის უღელტეხილი, ბარისახო, თბილისი) აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:

$$t=2H+2 \tag{1}$$

ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობა თვეში შვიდივე სადგურზე მაქსიმალურია თებერვალში და მარტში. წელიწადში ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობით პირველ ადგილზეა მ/მთ ყაზბეგი (1027სთ), მეორეზე ჯვრის უღელტეხილი (184,5სთ), მესამე გუდაური (45,2სთ). ე.ი. ყველა მთიან სადგურზე აღინიშნება ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობის მაღალი მნიშვნელობები.

ნისლი. ნახ. 4.-ზე წარმოდგენილია ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულების გრაფიკული სახე.

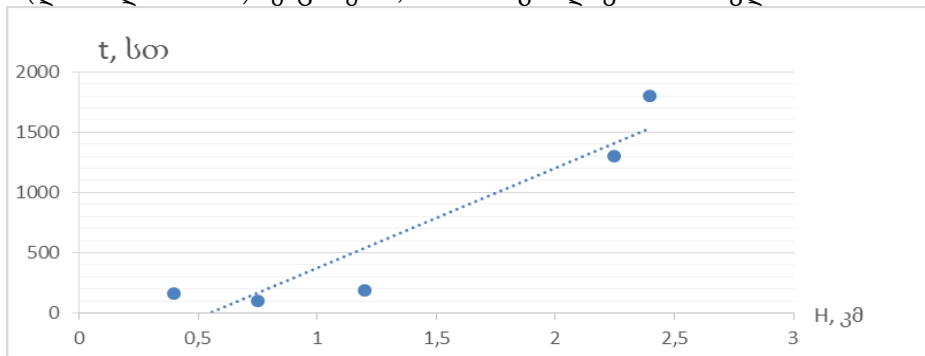


ნახ. 4. წელიწადში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{\max} რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულება

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ნისლიან დღეთა ეს მაჩვენებლები ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას იზრდებიან, მაგრამ რა კანონზომიერებით ხდება მათი მატება ამის დადგენა შეუძლებელია. ნისლიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობით პირველ ადგილზეა ჯვრის უღელტეხილზე (239 დღე წელიწადში), მეორე ადგილზეა მ/მთ ყაზბეგი (214 დღე), მესამეზე – გუდაური (178 დღე). ასევე ნისლიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობის შედარებით დიდი მაჩვენებელი აღნიშნულია სადგურ ბურსაჭირში (161 დღე წელიწადში). რაც შეეხება დანარჩენ სადგურებს მათთვის ნისლიან დღეთა მაქსიმალური მაჩვენებელი წელიწადში არ აღემატება 65 დღეს.

გარდა ნისლწარმოქმნელი ზოგადი პროცესებისა, როგორცაა შედარებით ცივ ქვეყნებში ზედაპირზე თბილი ჰაერის მასის გადაადგილება, როდესაც ადგილი აქვს წყლის ორთქლის კონდენსაციის და შედეგად ადვექციური ნისლის წარმოქმნას, მოწმენდილი ცის პირობებში ქვეყნის ზედაპირის და ჰაერის მიწისპირა ფენის გაციება გრძელტალღიანი გამოსხივების შედეგად და მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია მთავრდება რადიაციული ნისლის წარმოქმნით. როგორც ნახ. 4.-დან ჩანს მცხეთა-მთიანეთის მხარეში ნისლიან დღეთა რაოდენობა წელიწადში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გარდა დამოკიდებულია ოროგრაფიის თავისებურებაზე.

ნახ.5.-დან გამომდინარეობს, რომ მცხეთა-მთიანეთის მხარეში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების სინქრონულად ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში იზრდება. ჯვრის უღელტეხილზე ის აღწევს აბსოლუტურ მაქსიმუმს (190,3სთ). ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის დიდი მნიშვნელობებით გამოირჩევა გუდაური (1383,1სთ). რაც შეეხება ყაზბეგს აქ ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში ორჯერ ნაკლებია ვიდრე გუდაურში და თითქმის სამჯერ ნაკლებია ვიდრე ჯვრის უღელტეხილზე, რაც განპირობებულია იმით, რომ კავკასიონის მთიან რეგიონში 3კმ სიმაღლეზე ზევით ადგილი აქვს ღრუბლიანობის (და ნისლიანობის) შემცირებას, მათი ხანგრძლივობის ჩათვლით.



ნახ. 5. ნისლების საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, წელიწადი.

დამოკიდებულება $t=f(H)$, სადაც t არის ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში (სთ), H-სადგურის აბსოლუტური სიმაღლე (კმ) ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით (სადგურ მ/მთ ყაზბეგის გამოკლებით)

$$t=870,0H-266,7 \quad (2)$$

ამ გამოსახულების თანახმად, როდესაც $H=1$ კმ, $t=603$ სთ, $H=2$ კმ $t=1480$ სთ, $H=2,5$ კმ $t=1910$ სთ

წყინვები. წყინვა ეწოდება საშუალო დღელამურ ტემპერატურათა დადებით ფონზე ჰაერის, ან ნიადაგის ზედაპირის მინიმალური ტემპერატურის 0° -ზე დაბლა დაცემას. წყინვა ნიადაგში ჰაერზე ადრე

მყარდება, ჯერ უკვე მაშინ, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა დაახლოვებით 1⁰-ია, ამიტომ ატმოსფერული წყინვა თავისთავში ყოველთვის შეიცავს ნიადაგის წყინვებს.

განსაკუთრებით საშიშია წყინვა უყინვო პერიოდის განმავლობაში, ანუ გაზაფხულის უკანასკნელი და შემოდგომის პირველი წყინვების საშუალო თარიღებს შორის. ამ პერიოდისათვის ძირითადად დამახასიათებელია ადვექციურ-რადიაციული წყინვები, რომლებიც წარმოიქმნება ცივი ჰაერის მასის შემოჭრის და ღამის გამოსხივებების ხარჯზე მისი შემდგომი გაციებით. ასეთი წყინვები საშუალო დღეღამური ტემპერატურების მაღალ ფონზე გაზაფხულის დასასრულს და ადრეულ შემოდგომაზე, ხოლო მთებში ზაფხულშიც კი მიმდინარეობს.

უყინვო პერიოდის წყინვების დროს მინიმალური ტემპერატურების სპექტრი ფართოა. სწორედ ამ მინიმალური ტემპერატურა განსაზღვრავს წყინვის ინტენსივობას.

რაც უფრო დაბალია მინიმალური ტემპერატურა, მით უფრო ზიანდება მცენარე. მაგალითად ძალიან ძლიერი წყინვის დროს, როდესაც მინიმალური ტემპერატურა მინუს 8⁰-ზე დაბლა ეცემა, ზიანდება წყინვის მიმართ განსაკუთრებით მდგრადი მცენარეები: საადრეო საგაზაფხული ხორბალი, მარცვლოვან-პარკოსანნი, საადრეო ზეთოვანი კულტურები, ქერი და სხვ.

წყინვის არეალი ვრცელდება რამოდენიმე ასეულიდან, რამოდენიმე ათასეულ კვადრატულ კილომეტრ ფართობზე. ამავე დროს უფრო ხშირია ლოკალური წყინვები, რომელთა არეალიც რამოდენიმე ათეული კვადრატული კილომეტრით შემოიხზავრება. ასეთი პროცესების განვითარებას ჩაკეტილი ქვაბულები და მდინარეთა ფართო ველები ექვემდებარება.

ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ატმოსფერული ნალექები. მთელი წლის განმავლობაში ინტენსიურ ნალექებთან დღეთა რიცხვი დიდ ფარგლებში მერყეობს და ტერიტორიაზე ძირითადად 6-21-ს შეადგენს. უხვნალექიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში იცვლება 1-2-დან 10-15 და მეტ დღემდე. უხვი ნალექები განსაკუთრებით ხშირია კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში, სადაც მერყეობს 6-10 დღეს შორის. ინტენსიური და უხვი ნალექები წლის განმავლობაში განსაკუთრებით ხშირია გაზაფხულის მეორე ნახევარსა და ზაფხულში, როდესაც გააქტიურებულია კონვექციური პროცესები.

დღეისათვის არ არის განსაზღვრული კატასტროფული ნალექების ზოგადი განმარტება. კატასტროფულს შეიძლება მივაკუთვნოთ ექსტრემალურად ინტენსიური ნალექები, აგრეთვე მნიშვნელოვანი ნალექები, რომლებიც მოდის რამოდენიმე დღეღამის განმავლობაში, იწვევს წყალდიდობას, წყალმოვარდნას, ღვარცოფულ პროცესებს, თოვლის ზვავებს ან სხვა სტიქიურ მოვლენებს, და მთლიანობაში ქმნის საგანგებო სიტუაციას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მნიშვნელოვანი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის თანახმად ნალექების კატასტროფულობის ხასიათზე შეიძლება ვიმსჯელოთ დღეთა რიცხვით 50 მმ-ზე მეტი ნალექებით (R50), მაქსიმალური დღეღამური (RX1) და მაქსიმალური 5 დღეღამის ნალექებით (RX5).

ცხრილში 6 წარმოდგენილია კატასტროფული ხასიათის ნალექების რამოდენიმე მახასიათებელი რეგიონის ორი პუნქტისათვის.

ცხრილი 6. კატასტროფული ხასიათის ნალექების მახასიათებლები

პუნქტი	R50	R50	RX1	RX1
	დღე	max დღე	მმ	max მმ
ფასანაური	0.6	4	64	149
ყაზბეგი	0.8	4	60	129

ცხრილში 6 RX1max - ნალექების უდიდესი დღეღამური მაქსიმუმია, როდესაც მისი რაოდენობა ტოლია ან აღემატება 50მმ-ს.

ცხრილში 7 წარმოდგენილია კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობა რეგიონის იმავე პუნქტებში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ალბათობა განსაკუთრებით დიდია ყაზბეგში ივლის-აგვისტოს თვეებში და 11-15%-მდე აღწევს. კატასტროფული ხასიათის ნალექები იშვიათია ზამთარში.

ცხრილი 7. კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობა (%)

პუნქტი	თ ვ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ფასანაური		0	2	3	5	8	9	3	3	9	6	3
ყაზბეგი		5	2	6	8	9	11	15	6	5	2	0

ხშირად ერთ დღელამეში მოსული ნალექების ჯამი აღემატება ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ნალექებისათვის დადგენილ კრიტერიუმებს- 20; 30 და 50 მმ-ს (იხ.ცხრილი 8).

ცხრილი 8. ნალექების დღელამური მაქსიმუმების მახასიათებლები. მმ.

პუნქტი	აბსოლუტური მაქსიმუმი	საშუალო მაქსიმუმი	მოსალოდნელი 100 წელიწადში ერთხელ
გუდაური	100	33	106
ფასანაური	93	35	96
თიანეთი	105	32	110
დუშეთი	82	29	84

ცხრილიდან ჩანს, რომ ნალექების აბსოლუტური მაქსიმუმი რამოდენიმეჯერ აღემატება ინტენსიური და უხვი ნალექების კრიტერიუმებს. კონკრეტულად გუდაურსა და თიანეთში შეადგენს 100-105 მმ-ს. რამდენადმე ნაკლებია ფასანაურში (93 მმ), ხოლო დუშეთში 82 მმ-ია. ამავე ცხრილის თანახმად საუკუნეში ერთხელ მაინც მოსალოდნელი დღელამური ნალექების ჯამები საკმაოდ მაღალია, და გუდაურსა და თიანეთში შეადგენს 106-110 მმ-ს, ფასანაურში 96 მმ-ს, ხოლო დუშეთში-84 მმ-ს.

სეტყვა. საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვის ფორმირება და მოსვლა განისაზღვრება როგორც ფრონტალური, ისე შიდამასობრივი პროცესებით. საკვლევ რეგიონში, სეტყვიან დღეთა რიცხვი წელიწადში 20-ს აჭარბებს. აქ სეტყვის პროცესები აქტიურია გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში, აპრილიდან სექტემბრამდე, როდესაც იქმნება ხელსაყრელი პირობები კონვექციური ღრუბლების განვითარებისთვის. თუმცა სეტყვა ყველაზე საშიშია ივნისსა და სექტემბერში, როდესაც ის ყველაზე დიდ საფრთხეს უქმნის სოფლის მეურნეობას (ცხრილი 9).

ცხრილი 9. სეტყვიან დღეთა წლიური რაოდენობა და სეტყვის მოსვლის პერიოდი (თვეები) კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში

დაკვირვებათა პუნქტები	სიმაღლე ზ.დ. (მ)	საშუალო დღეთა რაოდენობა	უდიდეს დღეთა რაოდენობა	სეტყვის მოსვლის პერიოდი (თვეები)
გუდაური	2194	9	21	II-XI
ჯვრის უღელტეხილი	2395	6	13	IV-X
მამისონის უღელტეხილი	2854	8	20	V-X

სეტყვიან დღეთა რიცხვი გაცილებით ნაკლებია რეგიონის სხვა პუნქტებში (დუშეთი, ფასანაური, თიანეთი, ბარისახო, სტეფანწმინდა). მთლიანად მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის სეტყვიან დღეთა წლიური რიცხვი საშუალოდ 1.8 შეადგენს, თუმცა ყველაზე საშიში სეტყვიანობის მხრივ არის გუდაურის ზონა, სადაც, როგორც ვნახეთ სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი 9, ხოლო უდიდესი რიცხვი 21-ია.

სეტყვის ინტენსივობა დამოკიდებულია სეტყვის ზომაზე და სეტყვის ხანგრძლივობაზე. სეტყვის მარცვლის დიამეტრი ფართოდ მერყეობს, რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე სანტიმეტრამდე. რაც უფრო დიდია სეტყვის ზომა, მით უფრო ძლიერია ეფექტი, მაგალითად, 5 სმ-ზე მეტი დიამეტრის სეტყვას აქვს ძალიან ძლიერი, კატასტროფული ეფექტი. სეტყვის ზომის შემცირებით მცირდება ზემოქმედების ეფექტი და 5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის სეტყვას აქვს სუსტი ეფექტი .

სეტყვა 100%-ით აზიანებს ყველაზე ხშირად 1-5 კმ² ფართობს(37%) და 1კმ²-ზე ნაკლებ ფართობს (34%). 5კმ² მეტი ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება 30%-ზე ნაკლები შემთხვევისას. 5-50კმ² ფართობის ტერიტორია მთლიანად ზიანდება 26% შემთხვევისას.

სეტყვის შემთხვევათა 60%-ის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 წთ-ზე ნაკლებს, ხოლო 80%-ის ხანგრძლივობა - 10წთ-ზე ნაკლებს. სეტყვის ხანგრძლივობის ნახევარ საათზე მეტი განმეორებადობა შეადგენს მხოლოდ 3%-ს. ხოლო საათზე მეტი განმეორებადობა სეტყვის ხანგრძლივობისა 1%-ზე ნაკლებია. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 9 - 10 წთ.-ს.

სეტყვიანობა შესაძლებელია დღელამის ნებისმიერ დროს, თუმცა ყველაზე მეტად სეტყვა მოდის დღის მეორე ნახევარში, უმეტესად შუადღის ან საღამოს საათებში. შემთხვევათა დაახლოებით 80%-ისას სეტყვა მოდის 12 - დან 21 სთ - მდე. სეტყვის მოსვლის ყველაზე დიდი ალბათობა შეესაბამება 15 - დან 18სთ - მდე პერიოდს (37%), 12 - დან 15 სთ- მდე შემთხვევათა 26% - ია. ღამის საათებში, 24 - დან 06 სთ - მდე სეტყვის მოსვლის ალბათობა შეადგენს მხოლოდ 5% -ს.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 2017, 360გვ.
2. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი. ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები. ნაწ.1, თბილისი, 2004, 133გვ.
3. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011, 140გვ.
4. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004, 120გვ.
5. Алибегова Ж.Д., Элизбарашвили Э.Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л., 1980, 136с.
6. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1983, 163с .
7. Справочник по климату СССР вып. 14, I-V, Л., Гидрометеоиздат, 1966.
8. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеоро-логические явления на территории Грузии. Зеон. Тбилиси,2012, 104 с.

უკ 551.524

საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში /ელიზბარაშვილი ე., სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ლ., ელიზბარაშვილი შ., ფიფია მ., ჭელიძე ნ./სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.44-50. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

განხილულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ეკონომიკაზე და მოსახლეობის სამეურნეო საქმიანობაზე უარყოფითად მოქმედი საშიში და არაკეთილსასურველი მეტეოროლოგიური მოვლენები: ძლიერი ქარი, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ნალექები, სეტყვა. დადგენილია ამ მოვლენების სტატისტიკური მახასიათებლები (საშუალო, უდიდესი, ხანგრძლივობა, ინტენსივობა, ალბათობა). მიღებული შედეგები მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობების, კავშირგაბმულობის, ელექტროგადამცემი და მილსადენი ხაზების და სხვა სამუშაოების დაგეგმარებისას.

UDC 551.524

Dangerous meteorological phenomena in the Mtskheta-Mtianeti region / Elizbarashvili E., Samukashvili R., Diasamidze L., Elizbarashvili Sh., Pipia M., Chelidze N./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp44-50.- Georg., Summ. Georg., Eng.

Dangerous and unfavorable meteorological phenomena that affect the economy of the Mtskheta-Mtianeti region and the economic activity of the population are discussed: strong wind, snowstorm, fog, intense, heavy and catastrophic precipitation, hail. Statistical characteristics of these events (mean, largest, duration, intensity, probability) are established. The results obtained are recommended for use in planning civil and industrial buildings, communications, power lines and pipelines, and other works.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-51-55

უკ 551.583

საქართველოს მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის გავრცელება მელაძე გ., მელაძე მ.

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

ჭარხალი (*Beta vulgaris* L.) მნიშვნელოვანი ძირხვევნა კულტურაა, რომელსაც უხსოვარი დროიდან იყენებდნენ საკვებად. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე II - I საუკუნეში ხმელთაშუა ზღვისპირეთში ის მოჰყავდათ როგორც საბოსტნე, ისე სამკურნალო კულტურა. მისი ყველა კულტურული ფორმა წარმომოხილია ველური სახეობიდან, რომელიც ამჟამად იწარმოება ამიერკავკასიაში, ასევე ინდოეთში, ეგვიპტეში, ირანში. ევროპაში XII - XIII საუკუნეებიდან დაიწყო წითელი ჭარხლის მოყვანა, რომელიც XVII საუკუნის დასაწყისიდან ერთერთ წამყვან ბოსტნულ კულტურად იქცა [1].

ველურად მზარდი ჭარხლისაგან ხანგრძლივი სელექციის შედეგად მიღებული იქნა ოთხი ძირითადი სახესხვაობა - სუფრის და შაქრის ჭარხალი, ფოთლოვანი და საკვები ჭარხალი. მისი ველური და კულტურული სახეობები გაერთიანებულია ერთ გვარში და წარმოდგენილია ერთწლიანი და მრავალწლიანი სახეობებით. სუფრის ჭარხალი ფორმის მიხედვით არის მრგვალი, შებრტყელებული და წაგრძელებული. ფართოდ არის გავრცელებული მრგვალი და შებრტყელებული ფორმების სახეობები. მაღალი მოსავლიანობით ხასიათდება მრგვალი (ბურთისებრი) და წაგრძელებული სახეობები.

ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობით ჭარხალი უნიკალურია. მისი ძირხვევნა შეიცავს წყალს - 88,0%-მდე, მშრალ ნივთიერებას (12,0%), აზოტოვან ნივთიერებას (1,26%), ცხიმებს (0,13%), უჯრედის (0,89%), შაქრებს (2,35%), ნაცარს (1,04%), პექტინებს, ვიტამინებს, ცილებს, ორგანულ მჟავებს, მინერალურ მარილებს და მიკროელემენტებს. საკვებად გამოიყენება მისი ძირხვევნები და შედარებით ნორჩი ფოთლები. ძირხვევნებთან შედარებით მის ფოთლებში C ვიტამინი ორჯერ მეტია. იგი მდიდარია იოდის შემცველობით. ჭარხალი გამოიყენება სხვადასხვა დაავადების წინააღმდეგ, მათ შორის: ავტაიმუნოზის, სისხლნაკლებობის დროს, ასევე სასარგებლოა მისი გამოყენება დამწვრობის, წყლულების და ჭრილობების შემთხვევებში.

სუფრის ჭარხალი აქტიურად იზრდება ჰუმუსით მდიდარ, კორდიან-ეწეროვან, ნეიტრალური არის რეაქციის (pH 6.0-7.2) მქონე შავმიწა და ტორფიან ნიადაგებზე. ის მგრძობიარეა მჟავე ნიადაგების მიმართ. ნიადაგის ოპტიმალური მჟავიანობიდან მცირედი გადახრა უარყოფითად მოქმედებს მცენარის ზრდაზე. იგი განიცდის მანგანუმის და ბორის დეფიციტს და სუსტად ვითარდება. ამ მოვლენას ხშირად აქვს ადგილი სუფრის ჭარხლის კომერციული წარმოებისას კარბონატულ ნიადაგებზე, რაც შემდგომში ტუტეობის შემცირების შესაბამისი ღონისძიებების გატარებას მოითხოვს. სუფრის ჭარხლის ტენზე მოთხოვნილება იზრდება, განსაკუთრებით თესლის აღმოცენებისა და ძირხვევნების ზრდის ფაზებში. გვალვის დროს ძირხვევნები უხემდება, შრება, ხოლო ზედმეტი ტენიანობა იწვევს მათ ლპობას.

სუფრის ჭარხალი ზიანდება სოკოვანი (ჭრაქი, ნაცრისფერი სიდამპლე, ნაცარი, ჟანგა), ვირუსული (სიხუჭუჭე, მოზაიკა) და ბაქტერიული (ფესვების კიბო, ფესვის ტუბერკულოზი) დაავადებებით. ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის შენარჩუნება და კულტურათა შესაბამისი მონაცვლეობა მნიშვნელოვანი ღონისძიებებია სხვადასხვა დაავადების გაჩენის რისკების შემცირების მიმართულებით. განსაკუთრებით ეს ეხება ძირხვევნების ლპობას, რადგან სუფრის ჭარხალი მგრძობიარეა დაავადებისადმი, მაშინ როდესაც იგი იწარმოება სუსტი აერაციის მქონე და საკვები ნივთიერებებით ღარიბ ნიადაგებში [1].

საქართველოს მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის გავრცელების ზონები მოიცავს დასავლეთ და აღმოსავლეთ კავკასიონის მაღალმთიან მთისწინებს, სამხრეთ საქართველოს მესხეთ-ჯავახეთის და აჭარა-გურიის რეგიონებს. 1400 მ-დან 2000 მეტრ სიმაღლემდე ზღვის დონიდან აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით შეადგენს 2000-1200°C. სავეგეტაციო პერიოდი ხასიათდება ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობებით, ამიტომ აქ შეიძლება საკმაოდ მაღალი, ეკოლოგიურად სუფთა ჭარხლის მოსავლის მიღება. მნიშვნელოვანია, რომ სითბური რეჟიმი უზრუნველყოფს აღნიშნული კულტურის სრული ციკლის განვითარებას და კონდიციური თესლების მიღებას, სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებისას (ნიადაგში ტენის შენარჩუნებისათვის

კულტივაცია, სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა და სხვა). ზღვის დონიდან 2000-2400 მ სიმაღლემდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 1200-700°C. მიუხედავად აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის სიმცირისა, სუფრის ჭარხალი აღწევს ზრდა-განვითარების გარკვეულ ციკლს. რაც შეეხება ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფას, დასავლეთ კავკასიონის მაღალმთიანი მთისწინებში მისი რაოდენობა შეადგენს 600-1000 მმ, აღმოსავლეთ კავკასიონის ზონებში - 400-1000 მმ, ხოლო აჭარა-გურიის ზონებში - 600-800 მმ. სავსებით პერიოდში ნალექების რაოდენობა დამაკმაყოფილებელია, სუფრის ჭარხლის გავრცელებისთვის, თუმცა სამცხე-ჯავახეთის ზონაში ცალკეულ წლებში ნალექების სიმცირის გამო, სასურველია 1-2-ჯერადი მორწყვა, პროდუქტიულობის გაზრდისა და გარანტირებული მოსავლის მიღებისათვის [2]

მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის თესვის თარიღია 29.V, აღმოცენების - 17.VI, ძირხვენების ზრდის (დამსხვილების) დასაწყისი - 16.VII, ტექნიკური სიმწიფე - 4.X.

სუფრის ჭარხლის ორგანული სასუქით (15 ტ/ჰა) ნიადაგის განოყიერების პირობებში, თესვა - აღმოცენების ფენოლოგიურ ფაზებს შორის დღეთა რიცხვი შეადგენს 19 დღეს, აღმოცენება - ძირხვენების ზრდის (დამსხვილების) დასაწყისი - 29 დღეს, აღმოცენება - ძირხვენის ზრდის (დამსხვილების) დასაწყისი - ტექნიკური სიმწიფე შეადგენს 80 დღეს.

ცხრილში 1 მოყვანილია მაღალმთიან პირობებში სუფრის ჭარხლის ფენოლოგიურ ფაზებს შორის აგრომეტეოროლოგიური მაჩვენებლები.

ცხრ. 1 სუფრის ჭარხლის ფენოლოგიურ ფაზებს შორის აგრომეტეოროლოგიური მაჩვენებლები

ფენოლოგიური ფაზები	აქტიური ტემპ-ის ჯამები (≥10°C)	ნიადაგის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა (°C)		ნიადაგის სიღრმის საშ. ტემპერატურა (°C)		ნალექების ჯამი (მმ)
		მინიმალური	მაქსიმალური	5 სმ	20 სმ	
თესვა-აღმოცენება	202	5.4	34.0	13.1	11.4	37
აღმოცენება - ძირხვენების ზრდის დასაწყისი	402	5.7	35.6	13.1	12.5	105
ძირხვენების ზრდის დასაწყისი - ტექნიკური სიმწიფე	982	5.0	37.9	13.6	14.5	148

ცხრილში მოცემულ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებში, სუფრის ჭარხლის ფენოლოგიური ფაზები წარმატებით ვითარდება და იძლევა საკმაოდ მაღალ მოსავალს.

სუფრის ჭარხლის ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე აგროკლიმატური პირობების გავლენასთან ერთად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ნაყოფიერების გათვალისწინება. მისი გაუმჯობესებისა და თვისებების ხანგრძლივად შენარჩუნებისათვის მაღალმთიან პირობებში ერთერთ ძირითად საშუალებას წარმოადგენს ორგანული სასუქი, რომელიც ტრადიციული და ყველაზე სრულფასოვანი სასუქია. იგი შეიცავს მცენარისათვის საჭირო ყველა საკვებ ელემენტებს და სასარგებლო მიკროორგანიზმებს. ორგანული სასუქი შეიცავს 20-30% ორგანულ ნივთიერებებს, ფოსფორს (P₂O₅) - 0,23%, კალიუმს (K₂O) - 0.59%, კირს (CaO) - 0.40%, აზოტს: საერთო აზოტი - 0.45%, ამიაკური - 0.14% [3].

ორგანული სასუქი კომპლექსურად მოქმედებს, კერძოდ, მცენარეებს ამარაგებს საკვები ნივთიერებებით და ამავე დროს დადებით გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე და მასში მიკროორგანიზმების მოქმედების პროცესებზე. იგი გამოიყენება არამარტო მცენარეთა ზრდა-განვითარებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებისათვის, არამედ ადიდებს მოსავალს და აუმჯობესებს მის ხარისხს. ორგანული სასუქი (ნახევრად გადამწვარი ნაკელი, კომპოსტი) თავის მხრივ წარმოადგენს მსუბუქად დატენიანებულ მასას, რომელსაც დაკარგული აქვს თავისი წინანდელი წონის 50%. მისი ეფექტურობა ვლინდება ყველა ტიპის ნიადაგზე. ნიადაგში მისი შეტანის დღიდან მოქმედებს 3-4 წლის განმავლობაში. სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ნახევრად გადამწვარი ორგანული სასუქის გამოყენება დიდ გავლენას ახდენს სუფრის ჭარხლის მოსავლის ზრდაზე. ნაყოფიერ ნიადაგს შეუძლია დააკმაყოფილოს მცენარეთა მოთხოვნილება საკვებ ელემენტებზე, ტენზე და ა.შ., მხოლოდ ხელსაყრელ აგროკლიმატურ პირობებთან კავშირში. ნიადაგში ტენის მარაგი დამოკიდებულია ატმოსფერულ ნალექებზე. მისი განაწილება ტერიტორიების მიხედვით, განაპირობებს მცენარის ტენით უზრუნველყოფის ხარისხს. ტენიანობის პირობების სწორი აგრომეტეოროლოგიური შეფასებისათვის, საჭიროა სუფრის ჭარხლის ტენით უზრუნველყოფის ცოდნა, მისი ფაზების განვითარების პერიოდში, რათა ნორმალურად მიმდინარეობდეს მოსავლის ფორმირება.

მცენარისათვის ნალექები, ეფექტურია იმ შემთხვევაში, როცა ისინი განიცდიან ტენის ნაკლებობას. ასეთი პერიოდი მათთვის კრიტიკულია. ამიტომ მცენარის ნორმალური განვითარების და პროდუქტიულობისათვის საჭიროა ატმოსფერული ნალექების გარკვეული რაოდენობა. მაღალმთიანი

ზონის პირობებში, მნიშვნელოვანია სუფრის ჭარხლის ძირითად ფაზებს შორის ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა (ცხრილი 2).

ცხრ. 2 სუფრის ჭარხლის ძირითად ფაზებს შორის ნალექების უზრუნველყოფა და დღეთა რიცხვის ალბათობა, (%)

ფენოლოგიური ფაზა	ატმოსფერული ნალექების (მმ) უზრუნველყოფა, %									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
ძირხვენების ზრდის დასაწყისი - ტექნიკური სიმწიფე	36	97	114	122	133	149	167	190	210	235
ფენოლოგიური ფაზა	დღეთა რიცხვის ალბათობა, %									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
ძირხვენების ზრდის დასაწყისი - ტექნიკური სიმწიფე	80	81	82	83	85	88	91	96	102	103

ცხრილში მოცემული ატმოსფერული ნალექების (მმ) სხვადასხვა უზრუნველყოფის (%) გარდა, წარმოდგენილია სუფრის ჭარხლის ძირითადი ფენოლოგიური ფაზებს შორის დღეთა რიცხვები (%). ძირხვენების ზრდიდან (დამსხვილებიდან) - ტექნიკურ სიმწიფემდე ფაზებს შორის დღეთა რიცხვის 90%-ით ალბათობა შეადგენს 80, ხოლო 5%-ით - 103 დღეს.

გამომდინარე იქედან, რომ ორგანული სასუქის (ნაკელი) დოზები დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე და სუფრის ჭარხლის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე, კერძოდ შავმიწა ნიადაგებზე, რომლებიც მნიშვნელოვანი რაოდენობის ჰუმუსს შეიცავს, მიღებულია 15-20 ტონა ორგანული სასუქის (ნაკელი) შეტანა 1 ჰა-ზე. 1 ჰექტარზე 15 ტონა ორგანული სასუქის შეტანის შემთხვევაში სუფრის ჭარხლის საშუალო მოსავალი 51.8 ტონას შეადგენს, ხოლო 20 ტონის შემთხვევაში - 64.5 ტონას, რაც ლოგიკურად უნდა ჩაითვალოს, რადგან ეფექტს იწვევს საკმაოდ მაღალი დოზით (20 ტონა) ორგანული სასუქის გამოყენება.

მაღალმთიან ზონაში წარმოებული სუფრის ჭარხლის კვებითი ღირებულების მაჩვენებლები არ ჩამორჩება დაბლობი ზონის პირობებში წარმოებული, ამავე კულტურის მაჩვენებლებს, ზოგიერთ შემთხვევაში აღემატება კიდევ, რაც მათი ფართოდ გავრცელების და გამოყენების პერსპექტიულობის საფუძველია (ცხრილი 3).

ცხრ. 3 სუფრის ჭარხლის ძირხვენების და ფოთლების კვებითი ღირებულების მაჩვენებლები

კვებითი ღირებულების მაჩვენებლები	სუფრის ჭარხლის ძირხვენები		სუფრის ჭარხლის ფოთლები	
	საშუალო	მერყეობის ზღვარი	საშუალო	მერყეობის ზღვარი
მშრალი ნივთიერებები, (%)	15.92	13.17-21.36	11.42	9.37-14.91
შაქრები (%)	15.62	2.52-9.29	0.56	0.47-0.68
საქაროზა	5.61	2.52-9.29	0.02	0.0-1.0
პექტინური ნივთიერებები, (%)	0.62	0.41-0.79	0.80	0.47-1.08
ნედლი უჯრედანა, (%)	1.60	0.89-2.03	1.49	0.88-2.41
pH	6.55	6.20-6.95	6.72	6.55-6.95
მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებები, (%)	0.15	0.08-0.19	0.19	0.06-0.29
საერთო ფენოლები, (მგ/100გრ)	325.83	150-680	316.0	170.0-520.0
ვიტამინი, C	102.45	39.13-160.0	95.08	10.1-126.0
ნაცარი, (%)	1.00	0.91-1.19	2.35	0.02-2.74
ნედლი ცილა, (%)	2.17	1.92-2.42		
წვენის მღებავი ნივთიერებები, (მგ/100გრ)	14.4	10.10-18.70	-	-
კაროტინი, (მგ/100გრ)	-	-	4,7	3.18-6.05

ცხრილიდან ჩანს, რომ მთიან პირობებში წარმოებული სუფრის ჭარხალი (ბორდო-237) მშრალი ნივთიერებების, შაქრების, პექტინური ნივთიერებების, ნედლი უჯრედანას, ნაცრის და ნედლი ცილის შემცველობით, ლიტერატურაში ცნობილ აღნიშნული მაჩვენებლების მერყეობის ზღვრებშია. რაც შეეხება სუფრის ჭარხლის ფოთლებს, ის ხარისხიან პროდუქტს წარმოადგენს. მშრალი ნივთიერებების, ვიტამინ C, ნაცრის, კაროტინის და სხვა შემადგენლობით, ლიტერატურულ მონაცემებთან შედარებით, ისინი უფრო მაღალი კვებითი ღირებულებისაა [4].

უნდა აღინიშნოს, რომ მაღალმთიანი ტერიტორიები ხასიათდებიან მაღალი ენერგეტიკული რესურსებით და ხელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური პირობებით, რაც განაპირობებს ზემოაღნიშნულ შედეგებს. მაღალმთიან პირობებში, ისევე, როგორც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უმრავლესობა, სუფრის ჭარხალიც გამოირჩევა მაღალი ფოტოსინთეზური პროდუქტიულობით და პროდუქციის მაღალი ხარისხით, რაც ეფუძვნება მაღალმთიანი კლიმატის თავისებურებებს. კერძოდ, ეს არის მზის სხივების მდიდარი სპექტრული შემადგენლობა და მათში ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) მაღალი შემცველობა, რაც მცენარეში ააქტიურებს ფოტოსინთეზურ და ბიოქიმიურ პროცესებს. აღნიშნულ პირობებში მცენარეები განიცდიან უფრო მეტ ინტენსიურ დასხივებას და მოკლეტალღოვანი რადიაციის ზემოქმედებას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მაღალმთიან პირობებში სუფრის ჭარხლის მოსავალი დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერებაზე, აგრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან კავშირში, კერძოდ, ატმოსფერულ ნალექებთან, ნიადაგის ტენიანობასთან და ტემპერატურასთან. დადგენილია მჭიდრო კორელაციური დამოკიდებულება ამ ფაქტორებს შორის, სადაც სუფრის ჭარხლის საერთო მრავლობითი კოეფიციენტი შეადგენს $R=0.96$, ხოლო სუფრის ჭარხლის მოსავლის ჩვენს მიერ შედგენილ საპროგნოზო განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$U=0.473x+0.422y+2.860z-25.0$$

სადაც, U - მოსავალია (ტ/ჰა); x - ნაყოფიერი (ორგანული სასუქით) ნიადაგი; y - ატმოსფერული ნალექები ჯამია (მმ), VII-VIII თვეებში; z - ნიადაგის ტემპერატურა 20 სმ სიღრმეში, იმავე პერიოდში. განტოლების საშუალო კვადრატული ცდომილება $\sigma_u=\pm 11.1$; პროგნოზი შედგება სექტემბრის პირველ პენტადაში, წინასწარობა 1.5-2 თვეა. მითითებულ ფაქტორებზე (პრედიქტორებზე) მონაცემების აღება ემთხვევა სუფრის ჭარხლის ძირხვევნების დამსხვილების ფაზიდან რიგებს შორის ფოთლების შეკვრის ფაზამდე პერიოდს.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. agrokavkaz.ge/dargebi/mebostneoba/suphris-tcharkhali-organuli-methodith-moqhvanis-dzirithadi-tsesebi.html
2. Meladze G., Meladze M. Propagation of deserving plants in mountain agroecological conditions of Georgia considering the soil Productivity. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 172, № 3, 2005, pp.512-514
3. Meladze G., Meladze M. Perspectives of ecologically pure yield of some agricultural products in Samtskhe-Javakheti's region of Georgia. Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, 173, № 2, 2006, pp.319-321
4. Meladze G., Meladze M. Production of ecological pure vegetable cultures under conditions of organic agriculture in alpine zone of Georgia. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 172, № 1, 2005, pp.154-155

უაჯ 551.583

საქართველოს მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის გავრცელება /მელაძე მ., მელაძე გ./ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.51-55.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

განხილულია საქართველოს მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში სუფრის ჭარხლის გავრცელების ზონები. აგრომეტეოროლოგიური მაჩვენებლების საფუძველზე, გამოყოფილია საკვლევი კულტურის გავრცელების ორი ზონა. I - ზონა ვრცელდება ვრცელდება 1400 მეტრიდან 2000 მ სიმაღლემდე (ზღ.დონიდან), სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 2000-1200 $^{\circ}\text{C}$. II - ზონა ვრცელდება ვრცელდება 2000 მეტრიდან 2400 მ სიმაღლემდე, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 1200-700 $^{\circ}\text{C}$. მოცემულია სუფრის ჭარხლის ფენოლოგიური ფაზების დადგომის თარიღები და ფაზებს შორის აგრომეტეოროლოგიური მაჩვენებლები. მაღალმთიანი პირობებისათვის დადგენილია მჭიდრო კორელაციური დამოკიდებულება მოსავალსა და აგრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებს (ატმოსფერული ნალექები, ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა) შორის ($R=0.96$). აღნიშნული დამოკიდებულების მიხედვით, შედგენილია სუფრის ჭარხლის მოსავლის საპროგნოზო განტოლება.

UDC 551.583

Distribution of red beet in high mountain agroclimatic conditions of Georgia /Meladze M., Meladze G./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.51-55.- Georg., Summ. Georg., Eng.

Distribution zones of red beet in high mountain agroclimatic conditions of Georgia are discussed. On the basis of agrometeorological indices, two zones of distribution of red beet are distinguished. The first zone extends from 1400 meters to 2000 meters above sea level, where the sum of active temperatures ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) make 2000-1200 $^{\circ}\text{C}$. The second zone extends from 2000 meters to 2400 meters above sea level, where the sum of active temperatures ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) make 1200-700 $^{\circ}\text{C}$. The dates of the phenological phases of red beet and the agrometeorological indices between the phases are given. For highland conditions, a close correlation ($R=0.96$) between yield and agrometeorological factors (atmospheric precipitations, soil moisture and temperature) has been established. According to the mentioned attitude, a red beet yield prediction equation has been drawn up.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-56-61

უკ 551. 482. 215. 3

კატასტროფული წყალმოვარდნები ქ. თბილისის მიდამოებში

ამირანაშვილია. *, ბასილაშვილიც. **, ელიზბარაშვილიე. **, ვარაზანაშვილიო. *

* თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი

** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლო-გიის ინსტიტუტი

E-mail: tsisanabasilashvili@gmail.com

მტკვარი ამიერკავკასიის უდიდესი მდინარეა, საქართველოში მოქცეულია მისი შუაწელის დაახლოებით 400 კმ მონაკვეთი. თბილისის ქვაბულის ძირზე გავლისას წყლის საშუალო წლიური ხარჯი 203 მ³/წმ-ს შეადგენს. მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობა 1152 მ³/წმ-ია, ხოლო უდიდესი მაქსიმალური ხარჯი 2450 მ³/წმ დაფიქსირდა 1968 წლის 19 აპრილს. კლიმატის მიმდინარე დათბობის ფონზე მტკვრის მაქსიმალური ხარჯი ყოველწლიურად მცირდება 0,76 მ³/წმ-ით [1].

მტკვრის ყველა შენაკადი თბილისის ქვაბულში იბადება და იქვე ვითარდება. ისინი მცირე წყლიანობით ხასიათდებიან, ზოგიერთი კი პერიოდულობით გამოირჩევა, მათი წყლიანობა მხოლოდ ნალექიანობის დროს ვლინდება, ძირითადად გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში. მტკვრის მარჯვენა მხარეს მთაწმინდის ქედის ფერდობებზე ჰიდროგრაფიული ქსელი უფრო ხშირია და ხასიათდება ვიწრო ხეობებით, მეტი ვარდნითა და დახრილობით, ვიდრე მარცხენა მხარეს, სადაც ფართო კალაპოტიანი მდინარეები ვაკის ტიპისაა და უხვადაა მშრალი ხევ-ხეობები.

მდ. მტკვარსა და მის მრავალრიცხოვან შენაკადებს, ქ. თბილისისა და მისი მოსახლეობისთვის დრო და დრო მოაქვთ დიდი ზიანი. ამას განაპირობებს ამ ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები. თბილისი და მისი მიდამოები მდ. მტკვრის ორივე მხარეზე ქვაბულშია მოქცეული, რომელიც რთული ტექტონიკურ - ლითოლოგიური აგებულებით გამოირჩევა, ძლიერ არის დაღარული ციცაბო ხეობებითა და ხრამებით, განსაკუთრებით მარჯვენა მხარეს. მარცხენა მხარე კი დანაწევრებულია ნაკლებად, ძირითადად მშრალი ხევებით. ქვაბულის გარშემო გავრცელებული მდ. მტკვრის ხეობის ბუნებრივი ტერასები ჰქმნის საფეხურებრივ რელიეფს, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ეროზია და მეწყრული მოვლენები, რის გამოც ბუნებრივის გარდა, აქ მრავლადაა ანთროპოგენური ტერასებიც, რომლებიც მოსახლეობას ძველთაგანვე შეუქმნია, თავსხმა წვიმებითა და მწირი მცენარეულობით გამორჩეულ ფერდობებზე, ეროზიული და მეწყრული მოვლენების განვითარების საწინააღმდეგოდ.

ცხრილ 1-ში მოცემულია მტკვრის შენაკადების მორფომეტრიული მახასიათებლები, ნალექიანობა და წყლის ჩამონადენი. წყლიანობის მიხედვით მარჯვენა შენაკადებიდან გამოირჩევა მდ. ვერე და დიდმის წყალი, მარცხენა შენაკადებიდან კი მდ. ლოჭინი [2]. მცირე მდინარეებისა და ხევებისათვის დამახასიათებელია ღვარცოფული მოვლენები, რითაც არაერთხელ დაზარალებულა ქალაქი და მისი შემოგარენი.

ცხრილი 1. მდ. მტკვრის შენაკადების მორფომეტრიული მახასიათებლები,

ატმოსფერული ნალექები (მმ) და წყლის წლიური ხარჯები (მ³/წმ)

მდინარე	მხარე	სიმაღლე, მ		მდინარის ვარდნა	წლიური ნალექი	წლიური ხარჯი
		სათავე	შესართ.			
დიდმისწყალი	მარჯვ	1400	420	920	762	0,38
ვერე	მარჯვ	1700	395	1300	712	0,98
ვარაზისხევი	მარჯვ	830	403	427	-	-
გაბანანთწყალი	მარჯვ	540	390	150	-	-
ავანანთწყალი	მარჯვ	540	400	140	-	-
წავისისხევი	მარჯვ	1200	385	915	746	0,11
კრწანისისხევი	მარჯვ	1025	380	645	746	0,20
გლდანისხევი	მარცხ	1170	416	754	728	0,21
ხევძმარი	მარცხ	900	410	490	660	0,15
კუკიისხევი	მარცხ	600	387	213	-	-
ჩულურეთხევი	მარცხ	580	385	95	-	-
დოლაბაურხევი	მარცხ	600	368	232	-	-
ვაზისუბნისხევი	მარცხ	560	358	202	-	-
ორხევი	მარცხ	900	350	550	608	0,07
ლოჭინი	მარცხ	1085	350	735	675	0,78

თბილისის ქვაბულის ირგვლივ აღმართული მთების ფერდობები ზოგან ციცაბო, ფლატე კალთების სახით დაქანებულია მტკვრის ხეობის ძირისკენ, ხევების ვარდნა და კალაპოტების დახრა დიდია, რაც

წარმოადგენს წყალმოვარდნების ერთ-ერთ წინაპირობას. ვინაიდან ძლიერი თავსხმა წვიმების დროს მათგან მოვარდნილი მაღალი სიჩქარის წყლის ნაკადის ნიაღვრები დიდ ზიანს აყენებდნენ ქალაქსა და მის მოსახლეობას, ამიტომ ეს ხეები დაიხურა და მათ ზემოდან მოასფალტებული ქუჩები და ბაღები გაშენდა. მაგრამ ზოგჯერ ქალაქის გაფართოების პროცესში ეს ხდებოდა ჰიდროდინამიკური პირობების გათვალისწინების იგნორირებით. მიმდინარეობდა ხეების მიწით ამოვსება, მათი გადახურვა და ხეების კალაპოტების ბეტონის კედლებით შევიწროება, ალაგ-ალაგ კი მათი ჩამონადენი მიწისქვეშა გვირაბებში გაატარეს.

ტერიტორიის დიდი ნაწილის ასფალტით დაფარვამ შეამცირა ზედაპირული წყლების ფილტრაცია ნიადაგის სიღრმეში, რამაც ხელი შეუწყო ქუჩებში ძლიერი წვიმების ნიაღვრების გახშირებას და შესაბამისად დაბალ ადგილებზე მდებარე საცხოვრებელი სახლებისა და სხვა ნაგებობების დაზიანებისა და ნგრევის მატებას. ამას ემატება ისიც, რომ ქალაქი იზრდება და არსებული სანიაღვრე და სადრენაჟო ქსელი ვერ უზრუნველყოფს თავსხმა წვიმების დროს ხეების დიდი რაოდენობის წყლის სწრაფ ჩადინებას მდ. მტკვარში. ამის გამო ნიაღვრებით ივსებოდა შენობების სარდაფები და პირველი სართულები, ნატანი მასალებით იფარებოდა ქუჩები, ძლიერი ნიაღვრების მოვარდნა ადამიანთა მსხვერპლსაც იწვევდა [3]. ეს ფაქტი მეტად საყურადღებოა, რადგან კლიმატური პროგნოზების მიხედვით გლობალური დათბობის პირობებში მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობის გაზრდა, რაც გამოიწვევს მაღალი კატასტროფული წყალმოვარდნების გახშირებას.

ამრიგად, ბოლო პერიოდში ქ. თბილისში წყალმოვარდნებით მიყენებული ზარალის გაზრდა გამოწვეულია უხვი ნალექების განმეორების მატებით, ქვეფენილი ზედაპირის ძლიერი ანთროპოგენური ცვლილებითა და ნიადაგების ინფილტრაციის უნარიანობის შემცირებით.

უსაფრთხოებისა და ზარალის შემცირების მიზნით, საჭიროა პირველ რიგში უკვე გავლილი წყალმოვარდნების შესწავლა. ამისთვის განხილულ იქნა როგორც ისტორიული, ინფორმაციული და ლიტერატურული წყაროები, ასევე რამდენიმე ათეული წლების მანძილზე მდინარეებზე მიმდინარე სტაციონალური დაკვირვებების მასალები (ცხრილი 2).

372 წლის განმავლობაში 2023 წლამდე ქ. თბილისის მიდამოებში აღრიცხულია მხოლოდ 67 შემთხვევა მნიშვნელოვანი წყალმოვარდნებისა. ყველაზე მეტი (48) შემთხვევა დაფიქსირდა 1801 – 1900 წლებში, რომელიც შეადგენს 33 %-ს ყველა აღრიცხული წყალმოვარდნებისა. ყველაზე ნაკლები (7) შემთხვევაა აღრიცხული 1651 – 1800 წლებში, რაც აიხსნება იმ ფაქტით, რომ ადრე ქალაქი ნაკლებად იყო დასახლებული. მოსახლეობის დიდი ნაწილი ძირითადად მთებში სახლობდნენ მტრის შემოსევისაგან თავდაცვის მიზნით და ამიტომ წყალმოვარდნების აღრიცხვა ნაკლებად ხდებოდა. შემდგომში მოსახლეობა ჩამოსახლდა ბარში და ბევრგან მოხდა მდინარეთა სანაპიროების ათვისება და ტყეთა ჩეხვა. გაიზარდა წყალმოვარდნების დამანგრეველი მოქმედება, ამიტომ 1930-იანი წლებიდან დაიწყო მდ. მტკვრისა და სხვა მდინარეების კალაპოტების სანაპირო ჯებირების შენება. სწორედ ამან განაპირობა 1941 – 1980-იან წლებში წყალმოვარდნების შემცირება. მაგრამ XX საუკუნის 80-იანი წლებიდან მოიმატა კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ, გაიზარდა ნალექების ინტენსივობა, კატასტროფული წყალმოვარდნები და დალუპულთა რაოდენობა. ამის მაგალითი იყო ქ. თბილისში მდ. ვერეზე 2015 წლის 13-14 ივნისის კატასტროფა, რომლის დროს დაიღუპა 24 ადამიანი, მრავალი ცხოველი და განადგურდა ქალაქის მრავალი ინფრასტრუქტურა.

ცხრილი 2. თბილისის ქვაბულის მდინარეებზე აღრიცხული წყალმოვარდნების შემთხვევებისა და დალუპულ ადამიანთა რაოდენობის ისტორიული ქრონოლოგია

წლების ინტერვალი	წლების რაოდენობა	შემთხვევათა რაოდენობა	% საერთო რაოდენობიდან	დალუპულთა რაოდენობა	% საერთო რაოდენობიდან
1651 – 1800	150	7	10,4	-	-
1801 – 1900	100	16	23,9	48	33,3
1901 – 1940	40	18	26,9	43	29,9
1941 – 1980	40	7	10,4	18	12,5
1981 – 2022	42	19	28,4	35	24,3
ჯამი	372	67	100	144	100

ცხრილ 3-ში მოცემულია თბილისის ქვაბულში მდ. მტკვარსა და მის შენაკადებზე აღრიცხული კატასტროფული წყალმოვარდნები და მათ მიერ გამოწვეული ზარალი და მსხვერპლი.

ცხრილი 3მდ. მტკვარსა და მის შენაკადებზე აღრიცხული კატასტროფული წყალმოვარდნები

№	წელი	თვე / დღე	მდინარე	მიყენებული ზარალი	დაღუპულთა რაოდენობა
1	1651	8/11	შენაკადები	მტკვრის შენაკადების ერთდროულმა ძლიერმა წყალმოვარდნებმა დიდი ზარალი მიაყენეს თბილისსა და მის მოსახლეობას	-
2	1858	8/28	მტკვარი	დაიტბორა რიყე, დაიხრჩო 38 ხარი, 10 კამეჩი, 16 აქლემი, მრავალი ცხენი, წყალმა წაიღო 23 ურემი და 4 წისქვილი	13
3	1896	5/5	მტკვარი	დაიტბორა რიყე და სახლების ქვედა სართულები, შეწყდა კონკის მოძრაობა, ადამიანები ქუჩაში ნავებით მოძრაობდნენ	-
4	1896	5/10	მტკვარი	დაიტბორა რიყე, ორთაჭალის ბაღები, წაილეკა ხე-ტყის ქარხანა	-
5	1897	5/29	შენაკადები	ერთდროულად ადიდებულმა შენაკადებმა დიდი ზარალი მიაყენეს ქალაქს, ნავთლულში წყალმა გაიტაცა და მტკვარში ჩაიტანა სამცხენიანი ფურგონი 19 ჯარისკაცით	(25)
6	1900	5/22	მტკვარი	წაილეკა ავჭალისა და აგურხანის ბაღები	-
7	1900	6/2	მტკვარი	წაილეკა ორთაჭალა	-
8	1900	6/19	მტკვარი	წყალმა ჩაწყვიტა ვერის ბორნის ჯაჭვი და იყო მსხვერპლი	> 10
9	1902	8/14	წავისის წყალი	მთლიანად განადგურდა აბანოების უბანი	(10)
10	1924	6/24	ვერე	ადიდებულმა წყალმა მტკვარში ჩაიტანა და დაახრჩო ღამის გასათევად დაბანაკებული გლეხები ხარ-ურემიანად	> 10
11	1932	5/15	მტკვარი	ღამის 11 საათზე წაილეკა ორთაჭალის ბაღები	> 10
12	1940	5/10	ვერე	დაინგრა კალაპოტთან ახლოს მდგომი სახლები	
13	1940	5/10	მტკვარი	ქვა-ტალახიანი ნატანით დაიფარა ქუჩები, სახლების სარდაფები და პირველი სართულები, ზოგან შეწყდა მოძრაობა	> 20
14	1955	10/5	წავისის წყალი	მთიდან წამოსულმა წყალმა წაილეკა აბანოთუბანი	>10
15	1960	7/5	ვერე	ადიდებულმა ვერემ მის ზემო და შუა წელში დაანგრია ყველა ხიდი, წისქვილები და ჰიდრონაგებობები. ჩაიხერგა ვაკე - საბურთალოს გვირაბი, წყლის დონემ 5,5 მ-ით აიწია, გარღვევის შემდეგ წყალი (259 მ ³ /წმ ხარჯით) დიდი დაწნევით დაეშვა მტკვრისაკენ, შეიჭრა ზოოპარკში და აბრეშუმის ფაბრიკაში.	-
16	1960	5/13	წყნეთის წყალსაცავი	წყალსაცავის გარღვევის შედეგად დაზიანდა 40 სახლი, ელექტრო და კავშირგაბმულობის ხაზები, საკოლმეურნეო ბაზარი, კანალიზაციისა და წყალმომარაგების, ელექტრო და გაზომომარაგების ობიექტები, წაილეკა ნათესები	8
17	2010	6/23	გლდანულა	მდინარის დონემ 6-7 მ-ით აიწია. სოფ. ცხვარიჭამიასთან ხიდს ბურჯები გამოუნგრია, ხიდი ჩაინგრა და ჩაიყოლა მანქანა და ხალხი. 2 ადამიანი დაიღუპა, დანარჩენი სავადმყოფოში	2
18	2012	5/13	დუქნისხევი კრწანისის ტბა	ადიდებულ მდინარესა და კრწანისის ტბის დონემ 1,5–2,2 მ-ს მიაღწია, დაიტბორა ორთაჭალა, 5 სახლი და საკარმიდამო ნაკვეთები, სრულად დაინგრა 11 საცხოვრებელი სახლი	5

19	2013	5/12	კრწანისის ხევი	წყალმოვარდნამ ღვარცოფული ნაკადის თანხლებით დიდი ზიანი მიაყენა კალაპოტის გასწვრივ განლაგებულ საცხოვრებელ სახლებს.	3
20	2015	6/13	ვერე	მდ. ვერეს კალაპოტში ჩაეშვა 1 მლნ მ ³ მოც.ლობის მეწყერი, ვაკე-საბურთალოს გვირაბი ჩაიხერგა და წყლის დონე 17 მ-ით აიწია, დაინგრა შენობები, მათ შორის თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ლაბორატორია, სვანიძის ქუჩაზე დაზარალდა 39 ოჯახი, დაიღუპა 8 ადამიანი	8
21	2015	6/14	ვერე	ვაკე-საბურთალოს გვირაბი 40 წუთის შემდეგ გაირღვა, 600 ათასი მ ³ მოცულობის წყალსაცავი. ის 20 წუთში დაიცალა, წყალი დიდი დაწნევით დაეშვა ძირს და მტკვრის შესართავამდე 8 კმ სიგრძეზე დაანგრია შენობა-ნაგებობები, ზოოპარკი და მისი მრავალი მობინადრე, დაიღუპა კიდევ 16 ადამიანი	16

მდ. მტკვარზე მაღალ წყალმოვარდნებს ძირითადად, ადგილი აქვს აპრილ-მაისის თვეებში, როდესაც მთებში თოვლის ინტენსიურ დნობას თან ერთვის კოკისპირული წვიმები. მდინარეთა დონეების მაქსიმუმი აღინიშნება აპრილის ბოლოს ან მაისის დასაწყისში. მისი მნიშვნელობა მდ. მტკვარზე ქ. თბილისთან შეადგენს საშუალოდ 3-4 მ-ს.

მდ. მტკვარზე წყალმოვარდნის შესახებ ცნობა პირველად გამოქვეყნდა 1839 წელს გაზეთ „კავკაზში“, სადაც აღნიშნული იყო, რომ მტკვარმა დატბორა რიყის ტერიტორია, 29 მაისს წყლის დონემ მეტეხის ხიდთან რეკორდულ სიმაღლემდე 9,6 მ-მდე აიწია. ასეთივე დატბორვა განმეორდა 1853 წლის 25 ივლისს. 1858 წელს კი წყალმოვარდნამ იმსხვერპლა 13 ადამიანი, 38 ხარი, 10 კამეჩი, 23 ურემი, 16 აქლემი, მრავალი ცხენი, 4 წისქვილი და სხვ. გაზეთ „ივერიის“ ცნობით, 1896 წლის 5 მაისს მტკვრის წყლის დონემ ისე აიწია, რომ წაიღო მის მარცხენა მხარეს არსებული მადათაფის კუნძული, მარჯვენა მხარეს კი წაიღო სახლები, შეწყდა კონკის მოძრაობა, ხალხი ქუჩებში ნაგებით გადაადგილდებოდა. შენობების დაზალი სართულები წყლით იყო დაფარული. 10 მაისს დაიტბორა რიყე, ორთაჭალის ბაღები, წყალმა წაიღო სახერხი ქარხანა. დიდი წყალმოვარდნა განმეორდა აგრეთვე 1915 წლის 6 მაისს [4].

XX საუკუნის 30-იან წლებში, როცა მდ. მტკვარზე აიგო ნაპირსამაგრი ნაგებობები, შეწყდა რიყის დატბორვები. მდინარის წყლიანობის ვიზუალური დახასიათებები შეიცვალა სპეციალიზირებული დაკვირვებების მასალებით, რომელთა 1980 წლამდე არსებული სისტემატიზირებული მონაცემები გამოქვეყნებულ იქნა ყოველწლიურების, ცნობარების, წყლის კადასტრისა და კაპიტალური მონოგრაფიების სახით.

მდ. მტკვარზე ყველაზე წყალუხვი წყალმოვარდნა აღინიშნა 1968 წლის 18-19 აპრილს, როცა მდინარემ მთელ მის სიგრძეზე საქართველოს ფარგლებში დაანგრია ნაპირსამაგრი ნაგებობები, ხიდები და შეწყდა საავტომობილო და სარკინიგზო მოძრაობა. ქ. თბილისში 19 აპრილს გაიარა უდიდესმა წყლის პიკმა 2450 მ³/წმ ხარჯით, რამაც 650 მ³/წმ-ით ანუ 36 %-ით გადააჭარბა მდინარის კალაპოტის მაშინდელ გამტარუნარიანობას 1800 მ³/წმ წყლის ხარჯით, რომელიც მაშინ გათვლილი იყო 1928 წლის მაქსიმალურ ხარჯზე (1789 მ³/წმ). ამიტომ 19 აპრილს გაივსო რა მდინარის კალაპოტი, წყალი გადავიდა ნაპირებიდან და რიყეზე დატბორა სახლების სარდაფები და პირველი სართულები [5]. ეს ფაქტი მიანიშნებს იმაზე, რომ დროთა განმავლობაში უნდა დაზუსტდეს ადრე გაანგარიშებული მდინარეთა წყლის მახასიათებლები ახალი მონაცემების გათვალისწინებით, რათა სწორად წარიმართოს საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებები ნაგებობათა უსაფრთხოების მიზნით.

მდ. მტკვრის გარდა, ქ. თბილისში ხშირად მისი მცირე ზომის შენაკადებზე ფორმირდება კატასტროფული წყალმოვარდნები. [6] წყაროს ცნობით 1651 წლის 11 აგვისტოს მდ. მტკვრის შენაკადებზე ერთდროულად მოხდა ძლიერი წყალმოვარდნები, რომლებმაც თბილისსა და მის მოსახლეობას დიდი ზარალი მიაყენა. გაზეთ „კვალის“ (№ 23) ინფორმაციით, ერთდროულმა წყალმოვარდნებმა გაიარეს მტკვრის შენაკადებზე აგრეთვე 1897 წლის 29 მაისს, როდესაც დაღუპულ ადამიანთა რაოდენობა დაახლოებით 25 იყო. 1940 წლის 10 მაისს კოკისპირული წვიმების (166 მმ) შედეგად ზოგიერთ ხევზე ერთდროულად გაიარა ძლიერმა წყალმოვარდნებმა, დაიტბორა და ქვატალახიანი ნატანით დაიფარა ქუჩები, ამოივსო შენობათა სარდაფები და პირველი სართულები. ზოგიერთ ქუჩაზე რამდენიმე დღით შეწყდა ტრანსპორტის მოძრაობა, ნიაღვრებმა შეიწირეს ორ ათეულზე მეტი ადამიანის სიცოცხლე [3].

თბილისის ქვაბულის რელიეფისა და ჰაერის მასების ცირკულაციის თავისებურებების გამო, ხშირია შემთხვევები, როცა თბილისის ერთ-ერთ რომელიმე ნაწილში მოდის ძლიერი თავსხმა წვიმა, იმავე დროს კი,

მეზობლად მდებარე უბანში ცა მხოლოდ მოღრუბლულია ან სულ მოწმენდილია. ასეთ ბუნებრივ პირობებში ხდება ლოკალური ხასიათის წყალმოვარდნები. მაგალითად 1955 წლის 5 ოქტომბერს მდ. წავკისისწყალმა წალეკა აბანოთუბანი, ქვა-ღორღით ამოავსო აბანოები და იყო ადამიანთა მსხვერპლი. 2010 წლის 22 ივნისს კი ძლიერმა ლოკალური ხასიათის წყალმოვარდნამ მდ. გლდანისხევეზე დაანგრია ხიდი და რამდენიმე ადამიანი იმსხვერპლა [5]. ამ მხრივ მეტად გამორჩეულია მდ. ვერე, რომელზეც რამდენჯერმე განმეორდა კატასტროფული წყალმოვარდნა. 1924 წლის 14 ივნისის გაზეთ „კომუნისტის“ ცნობით 12 ივნისს ღამით მოსული კოკისპირული წვიმის შედეგად მდ. ვერეს აზვირთებულმა წყალმა მტკვრის შესართავის სიახლოვეში, ღამის გასათევად დაბანაკებული გლეხები ხარ-ურემიანად მტკვარში ჩაიტანა და დაახრჩო [7].

მდ. ვერეზე უძლიერესმა წყალმოვარდნამ გაიარა აგრეთვე 1960 წლის 15 ივლისს, რომლის მაქსიმალური ხარჯი იყო 259 მ³/წმ. მაშინ ადიდებულ წყალს მიჰქონდა მრავალი ძირიანად მოთხრილი ხეები, რომელნიც გაიჭედნენ ვაკე-საბურთალოს გვირაბთან და დაგუბებული წყალი გარღვევის შემდეგ დიდი დაწნევით წავიდა მტკვრის შესართავთან. ვერეს ხეობაში დაინგრა ხიდები, წისქვილები და სხვა ნაგებობები. შემდეგ შეიჭრა ქ. თბილისის ზოოპარკისა და აბრეშუმის ფაბრიკის ტერიტორიაზე, რომელთაც დიდი ზარალი მიაყენა [8].

მდ. ვერეზე განსაკუთრებით შემზარავი იყო 2015 წლის 13-14 ივნისის კატასტროფული წყალმოვარდნა, როდესაც რამდენიმე საათის განმავლობაში 180 მმ-მდე მოსულმა ნალექმა გამოიწვია ვერეს წყლის ხარჯის აწევა 176 მ³/წმ-მდე. მას დაემატა მთის ფერდობიდან დიდი ზომის (1 მლნ მ³) მეწყრის ჩამოსვლა ვერეს კალაპოტში, რამაც გამოიწვია ვაკე-საბურთალოს გზაზე არსებული გვირაბის ჩახერგვა, სადაც გაჭედილი იყო 2 კამაზი, რკინები და ტყიდან ჩამოტანილი ხის მორები. გვირაბთან შეიქმნა 17 მ სიმაღლისა და 600 ათასი მ³ მოცულობის ხელოვნური წყალსაცავი. ამის გამო დაიტბორა მიმდებარე სვანიძის ქუჩის ტერიტორია, რამაც გამოიწვია იქ არსებული შენობა-ნაგებობების ნგრევა, მათ შორის თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორია, სადაც 1963 წლიდან მიმდინარეობდა დაკვირვებები მდ. ვერეს წყლიანობაზე. სვანიძის ქუჩაზე დაზარალდა 39 ოჯახი, დაიღუპა 8 ადამიანი.

14 ივნისის 00:45 სთ-ზე (დაგუბებიდან 45 წუთის შემდეგ) მოხდა აღნიშნული წყალსაცავის გარღვევა და წყალი 468 მ³/წმ ხარჯით დაეშვა მტკვრის შესართავისკენ. წყალს, სხვა მრავალ ნატანთან ერთად, მოჰქონდა ტყიდან ჩამოტანილი ხის მორები და მოგლეჯილი ხეები, რომელთა რაოდენობა ვიზუალურად დაახლოებით 400 სატვირთო მანქანას შეავსებდა. წყლის ასეთმა ძლიერმა ნაკადმა თბილისის საზღვრებში 8 კმ მანძილზე გამოიწვია დიდი ნგრევა. წაილეკა ზოოპარკი და მისი უამრავი მობინადრე, დაიღუპა კიდევ 16 ადამიანი, განადგურდა მდინარის კალაპოტის სიახლოვეში არსებული ქუჩები და შენობები [7, 8].

აღსანიშნავია, რომ მდ. ვერეზე ასეთი უძლიერესი წყალმოვარდნა გამოიწვია მის აუზში მოსულმა მაღალი ინტენსივობის თავსხმა წვიმამ, რომელიც ატარებდა ლოკალურ ხასიათს. მის მეზობლად მდებარე დილმისწყლისა და წავკისისხევის აუზებში კი მოვიდა მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობის ნალექი. ეს მაშინ, როცა მათ წყალგამყოფ ქედებს შორის მანძილი მხოლოდ 10-12 კმ-ია.

ზოგადად, მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებით, თბილისის ქვაბულში მოსული ნალექების ინტენსივობა საკმაოდ მაღალია. მაგალითად, 1900 წლის 30 აგვისტოს დაფიქსირდა ნალექების რეკორდული (6,82 მმ/წთ) ინტენსივობა. ძლიერი წყალმოვარდნების ფორმირებისათვის კი საკმარისია ნალექების რაოდენობამ ხანმოკლე დროში, 40 მმ-ს გადააჭარბოს [3]. ამის მოლოდინი კი კლიმატის მიმდინარე დათბობის პირობებში მაღალია, რასაც ემატება ის სავალალო ფაქტიც, რომ ხშირია მდინარეთა ხეობის ფერდობებზე წყალშემკავებელი ფუნქციის მქონე ტყეებში ხეთა უსისტემო ჭრები. გარდა ამისა, ქალაქის ფარგლებში მდ. მტკვარი და მისი შენაკადები განიცდიან ინტენსიურ ანთროპოგენურ ზემოქმედებას, რის შედეგადაც მდინარეები იმყოფებიან მძიმე ეკოლოგიურ მდგომარეობაში. მათი კალაპოტები და ჭალები ათვისებულია საცხოვრებელი და სხვა ნაგებობებით, ღია კალაპოტები კი ზოგან წარმოადგენენ საკანალიზაციო სისტემას და მათში უხვად იყრება საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიც. ამის გამო, მათი წყალი დაბინძურებულია, კალაპოტების წყალგამტარიანობა კი შემცირებული.

ამრიგად, დიდი ინტენსივობის ნალექების შემთხვევაში, მდინარეთა მაღალი წყლიანობის დროს შეიძლება მოხდეს შენობა-ნაგებობების დატბორვა და დაზიანება. მდინარეთა ხეობის ფერდობებზე არსებული მეწყრული მოვლენებიც ზოგჯერ კეტავენ მათ კალაპოტებს, რომელთა გარღვევა იწვევს დიდ კატასტროფებს. ეს რომ არ მოხდეს, საჭიროა შესაბამისმა ადმინისტრაციულმა ორგანოებმა ჩაატარონ სათანადო [9] პრევენციული ღონისძიებები. პირველ რიგში უნდა აიკრძალოს მდინარეთა ჭალებსა და სანაპიროებთან შენობა-ნაგებობების განლაგება, მდინარეთა წყალგამტარიანობის გაზრდის მიზნით საჭიროა გაიწმინდოს მათი კალაპოტები, ხეობათა ფერდობებზე კი უნდა განახლდეს და გაფართოვდეს ტყის საფარი.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Ts. Basilashvili. Changes of Georgian mountainous rivers, water flows, problems and recommendations. American Journal of Environmental Protection, № 3-1, Science Publishing Group (USA), 2015, 38-43.
2. ბასილაშვილი ც. მდ. მტკვრის ჰიდროგრაფიული ქსელი თბილისის ქვაბულში // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 3 (737), თბ., 2021, 17-29.
3. თბილისის ბუნებრივი კატასტროფები. CENN, თბ., 2016, 66.
4. Сванидзе Г.Г., Хмаладзе Г.Н. Паводки и наводнения. В Кн: Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Гидрометеоиздат, Л. 1983, 194-210.
5. ბასილაშვილი ც., ცომაია ვ. კატასტროფული წყალდიდობები საქართველოს მდინარეებზე და მათი უსაფრთხოება. წგნ: კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. თბ., 2012, 20-109.
6. აგულეცი ზ. დღიურები. მეცნიერება, თბ., 1979, 121.
7. მდინარე ვერეს 2015 წლის 13 ივნისის წყალმოვარდნა. CENN, თბ., 2015, 35.
8. კერესელიძე დ., ალავერდაშვილი მ., ცინცაძე თ., ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ. რა მოხდა 2015 წლის 13 ივნისს მდ. ვერეს წყალშემკრებ აუზში. თბ., 2015, 40.
9. Basilashvili Ts. Recommendations of mitigating damages caused by river flooding in Georgia. International scientific conference "Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation. Proceedings, Tb, 2021, 194-198.

უაკ 551. 428. 215. 3

კატასტროფული წყალმოვარდნები ქ. თბილისის მიდამოებში/ამირანაშვილი ა., ბასილაშვილი ც., ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო./ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2023- ტ.133 -გვ.56-61. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ.

აღწერილია მდ. მტკვარსა და მის შენაკადებზე გავლილი მრავალჯერადი კატასტროფული წყალმოვარდნები, მათ მიერ მიყენებული ზარალი და მსხვერპლი. აღნიშნულია, რომ ზარალის გაზრდა გამოწვეულია უხვი ნალექების განმეორადობის მატებით, აგრეთვე ქვეყნილი ზედაპირის ძლიერი ანთროპოგენური ცვლილებით, ნიადაგების ინფილტრაციისა და მდინარეთა კალაპოტების გამტარუნარიანობის შემცირებით. კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობის მოსალოდნელი გაზრდა გამოიწვევს კატასტროფული პროცესების გახშირებას. უსაფრთხოებისა და ზარალის შემცირების მიზნით აუცილებელია ჩატარდეს შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები.

UDK 551. 428. 215. 3

Catastrophic floods in the vicinity of Tbilisi. /Amiranashvili A., Basilashvili Ts., Elizbarashvili E., Varazanashvili O./ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2023. – vol.133 – pp.56-61 -Georg.; Abst.: Georg., Eng.

Catastrophic floods of the river are described. Kura and its tributaries, which caused enormous damage and casualties. It is noted that the increase in damage is caused by an increase in the frequency of high rains, strong anthropogenic changes in the underlying surface, as well as a decrease in the infiltration capacity of the soil and the water permeability of river channels. Under the conditions of global warming, the expected increase in the intensity of precipitation will cause more frequent catastrophic floods. In order to ensure safety and reduce losses, appropriate preventive measures should be taken.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-62-68

უაკ 551.586

საქართველოს ბიოკლიმატური პოტენციალის კვლევა ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტების ერთობლივ სამუშაოებში

ცინცაძე თ.,* ლლონტი ნ.**

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

**ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდისა გეოფიზიკის ინსტიტუტი. თბილისი, საქართველო. tengo_hydro@live.ru

შესავალი

ადამიანის ორგანიზმზე კლიმატის, ამინდის პირობების, ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის, ასევე სხვადასხვა ჰელიო-გეოფიზიკური და კოსმოსური ფაქტორების გავლენის შესწავლა მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში მიმდინარეობს. კვლევების დიდი რაოდენობა ეძღვნება ცალკეული მეტეოროლოგიური და ჰელიო-გეოფიზიკური ელემენტების, კოსმოსური ამინდის პარამეტრების, ასევე, ადამიანის ჰაბიტატში საერთო ეკოლოგიურ სიტუაციის ფორმირებაში მათი კომბინაციის როლის შესწავლას, ასევე, ადამიანის ჯანმრთელობაზე მათი ზემოქმედების ხარისხის შესწავლას.

დღესდღეობით არსებობს 200-ზე მეტი ბიომეტეოროლოგიური და ბიოკლიმატური ინდექსი, რომლებიც განსაზღვრავენ მეტეოროლოგიური და კლიმატური ფაქტორების გავლენას ადამიანის ჯანმრთელობაზე. კერძოდ, კურორტულ-ტურისტული ინდუსტრია ხშირად იყენებს, როგორც ცალკეულ მეტეოროლოგიურ პარამეტრებს, ასევე, სხვადასხვა მარტივ და რთულ თერმულ ინდექსებს.

მარტივი თერმული ინდიკატორები თავის თავში მოიცავენ ერთზე მეტ მეტეოროლოგიურ პარამეტრს და ითვალისწინებენ ადამიანის ორგანიზმზე ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობის, ქარის სიჩქარის და სხვ. კომბინირებულ ზემოქმედებას.

რთული თერმული ინდექსები დაფუძნებულია ადამიანის ორგანიზმის ენერგეტიკული რესურსების და სითბური ბალანსის მოდელზე. რთული ინდექსების გამოსათვლელად, დამატებით, ზემოთ ნახსენებ მეტეოროლოგიურ მონაცემებთან ერთად აუცილებელია ინფორმაცია ცის ღრუბლებით დაფარვის ხარისხის, მზის გამოსხივების ინტენსივობისა და სხვ. შესახებ. [1].

ბოლო, დაახლოებით ასი წლის განმავლობაში მსოფლიოში ჩატარებულია საკმაოდ ბევრი კვლევა ბიოკლიმატოლოგიის, ბიომეტეოროლოგიის და სამედიცინო მეტეოროლოგიის სფეროში. მსგავსი კვლევების განხორციელებაში აქტიურ მონაწილეობას იღებდნენ და იღებენ ქართველი მეცნიერები, მათ შორის სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი და თსუ-ს გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

ქვემოთ წარმოდგენილია აღნიშნული ინსტიტუტების მიერ თანამედროვე კვლევების მოკლე მიმოხილვა ბიოკლიმატოლოგიის შესახებ ბოლო 15 წლის განმავლობაში.

მიმოხილვა

პოსტსაბჰოთა სივრცეში, მათ შორის საქართველოში, საკმაოდ პოპულარული იყო ბიოკლიმატური მაჩვენებლის სახით ჰაერის ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურის (EET -ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის და ქარის სიჩქარის კომბინაცია) და რადიაციულ-ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურის (REET-ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის, ქარის სიჩქარის და მზის გამოსხივების ინტენსივობის კომბინაცია) გამოყენება [1-6]. ბიოკლიმატური ინდექსების ფიზიკური სიდიდეების მაჩვენებლებთან ერთად ასევე, აღწერა ხდება ტერმინებით, როგორცაა (მაგალითად, "ცივი", "კომფორტული", "თბილი", "სითბური ან მზის დარტყმა", "მომეტებული დაღლილობა", "მოყინვის რისკი" და ა.შ.). ასეთი ტერმინოლოგია მოსახლეობის ფართო მასებისთვის უფრო გასაგებია, ვიდრე ფიზიკური სიდიდეები.

ადამიანთა ორგანიზმზე ზემოთ ხსენებული ფაქტორების (როგორც ცალკეული, ასევე, კომპლექსური) ზემოქმედება შესაძლებელია გამოვლინდეს, როგორც უცაბედად, ასევე, საათების, დღე-ღამის, თვის და დროის უფრო ხანგრძლივ პერიოდში [3,5,6].

მაგალითად, ნაშრომში [3] წარმოდგენილია ჰაერის ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურის (EET) და მაგნიტური ქარიშხლების თვიური ხანგრძლივობის (D) საშუალო თვიური მონაცემების, ქ. თბილისის მოსახლეობის გულსისხლძარღვთა დაავადებებისგან სიკვდილიანობასთან კავშირის შესწავლის შედეგები.

სიკვდილიანობის რეგრესიული კავშირების ანალიზმა EET და D-სთან აჩვენა, რომ თითოეული ცვლადის წვლილი სიკვდილიანობის ცვლადობაში (ვარიაციის დიაპაზონის ფარგლებში) არის შემდეგი. დიაპაზონში 5°-4.6°: EET – 8.6% , D – 22.2%; დიაპაზონში 5.2° - 21.8°: EET – 26.3% , D - უმნიშვნელო.

ნაშრომში [4] დადგენილია, რომ ქუთაისში, კავშირს ჰაერის საშუალოთვიურ ტემპერატურასა და ადამიანის ფიზიკური მდგომარეობის ისეთ მაჩვენებლებს შორის, როგორცაა სასწრაფო სამედიცინო დახმარების გამოძახების საერთო რაოდენობა, ჰოსპიტალიზაციისა და სიკვდილიანობის შემთხვევები, აქვს პოლინომიის მესამე ხარისხის ფორმა. საერთო ჯამში, თბილი თვეების პერიოდში ხდება სასწრაფო დახმარების გამოძახების, ჰოსპიტალიზაციისა და სიკვდილიანობის საერთო რაოდენობის შემცირება. ცივი თვეების პერიოდთან შედარებით, ცხელ თვეებში დაიკვირვება ჯანმრთელობის ამ მაჩვენებლების გაუარესება (სასწრაფო სამედიცინო დახმარების გამოძახების, ჰოსპიტალიზაციისა და სიკვდილიანობის რაოდენობის გაზრდა).

თერმული ინდექსები გავლენას ახდენენ არა მარტო ადამიანის ჯანმრთელობაზე, არამედ სხვადასხვა ვირუსული დაავადებების გავრცელებაზე, მათ შორის კორონავირუსის COVID-19 გავრცელებაზე. ნაშრომში [7] წარმოდგენილია კვლევის შედეგები, რომელიც გვიჩვენებს 2020 წლის 1 სექტემბრიდან 31 მაისამდე ქ. თბილისის მოსახლეობის მარტივი თერმული ინდექსების ცალკეული კომპონენტების დღეღამური მნიშვნელობების გავლენას (ჰაერის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე) კორონავირუსით COVID-19 (IR) ინფიცირების დადებითობის მაჩვენებელზე. შედეგად მივიღეთ, რომ IR-ს მნიშვნელობა უარყოფით კორელაციურ კავშირშია ჰაერის ტემპერატურასა და ქარის სიჩქარესთან, და დადებით კავშირშია ჰაერის ფარდობით ტენიანობასთან. შესწავლილია ოთხი სხვადასხვა თერმული ინდექსის (ჰაერის ეფექტური ტემპერატურა მისენარდის მიხედვით და სხვ.) გავლენა IR-ს მნიშვნელობაზე, რომლებიც გასაშუალოებულია მათი კატეგორიების სკალების დიაპაზონში. შედეგად მივიღეთ, რომ ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის ზრდა იწვევს IR-ს მნიშვნელობის შემცირებას. უკანასკნელი შემთხვევისას თერმული ინდექსების კავშირის მნიშვნელოვნების დონე IR-ს მნიშვნელობებთან გაცილებით მაღალია, ვიდრე IR-ს კავშირისას ამ ინდექსების ცალკეულ კომპონენტებთან.

ინფორმაციას თერმული ინდექსების საშუალოთვიური მნიშვნელობების შესახებ აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, მაგალითად, ადგილმდებარეობის საერთო ბიოკლიმატური პოტენციალის შეფასებისთვის კურორტულ-ტურისტული განვითარების მიზნით, ამ ინდექსებისა და მათი კომპონენტების მრავალწლიური დინამიკის შეფასებისთვის კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით და სხვ.[1,2,4,6,8].

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მრავალი ინდექსი იქნა შემუშავებული ტურისტული საქმიანობისთვის კლიმატის შესაბამისობის შესაფასებლად, ყველაზე ფართოდ ცნობილი და გამოყენებადი ინდექსია მეჩკოვსკის მიერ შემოთავაზებული ტურიზმის კლიმატური ინდექსი (TCI), [onlinelibrary.wiley.com/ doi/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x], და ამავე დროს, პირველად პოსტსაბჭოთა სივრცეში იყო გათვლილი თბილისისთვის [9]. ეს ინდექსი შემუშავებულია კლიმატური მონაცემების გამოყენებისთვის, რომლებიც პრაქტიკულად ყველა ქვეყანას აქვს. TCI არის ხუთი ფაქტორის ზალების ჯამი, რომლებიც განისაზღვრება სპეციალური ცხრილებისა და ნომოგრამების გამოყენებით შვიდი მეტეოროლოგიური პარამეტრის კომბინაციის გზით (ჰაერის თვიური საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურა, თვიური საშუალო და მაქსიმალური ფარდობითი ტენიანობა, თვიური ნალექთა ჯამი, მზის ნათების თვიური ხანგრძლივობა, ქარის საშუალოთვიური სიჩქარე). TCI-ის რიცხვითი მნიშვნელობები იცვლება 30-დან 100-მდე, კატეგორიები –“მიუღებელი”-დან “იდეალური”-მდე.

ამ ინდექსის ერთ-ერთ უპირატესობად ითვლება საარქივო მონაცემების გამოყენების შესაძლებლობა, რაც TCI-ის ცვლილების დინამიკის თვალყურის დევნების საშუალებას იძლევა დროში კლიმატის ცვლილებასთან კავშირში. ამ ინდექსის სხვა უპირატესობას წარმოადგენს სხვადასხვა ქვეყნების ბიოკლიმატური რესურსების ერთმანეთთან შედარების შესაძლებლობა, რომელსაც შეუძლია ხელი შეუწყოს

საერთაშორისო თანამშრომლობას ე.წ. საშუალო ინდივიდისთვის (საშუალო ტურისტისთვის) საკურორტო სეზონის ოპტიმალური დროის განსაზღვრაში.

სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებში TCI-ის საშუალო თვიური მნიშვნელობების გამოთვლა ხდებოდა საქართველოსთვის (თბილისი, ბათუმი, ანაკლია, თელავი და სხვ.), სომხეთისთვის (ერევანი), აზერბაიჯანისთვის (ბაქო) [9-17]. ნაშრომში [18] წარმოდგენილია მონაცემები TCI-ის საშუალო თვიური მნიშვნელობების შესახებ 21 პუნქტისთვის საქართველოში და 6 პუნქტისთვის ჩრდილოეთ კავკასიაში.

მომაცემთა ანალიზმა აჩვენა, რომ TCI-ის საშუალო წლიური მნიშვნელობა იცვლება 39-დან (“არახელსაყრელი”, გუდაური) 65-მდე (“კარგი”, თბილისი), მინიმალური საშუალოთვიური - 16-დან (“უკიდურესად არახელსაყრელი”, ბახმარო) 47-მდე (“მისაღები”, თბილისი, თელავი), მაქსიმალური საშუალოთვიური 62-დან (“კარგი”, გუდაური) 84-მდე (“შესანიშნავი”, ესენდუკი, ჟელეზნეოვოდსკი).

TCI-ის მნიშვნელობების მიხედვით შესწავლილ უბნებს შორის მაღალი წრფივი კორელაცია აღინიშნება. კორელაციის კოეფიციენტის R მნიშვნელობები იცვლება 0.56-დან 1.0-მდე. R მნიშვნელობები 0.91-1.0 დიაპაზონში აღინიშნება შემთხვევების 60.6%-ში. R მნიშვნელობები 0.51-0.7 დიაპაზონში შეინიშნება მხოლოდ 3.4% შემთხვევაში.

საშუალო წლიური და ნახევარწლიური TCI-ის მნიშვნელობების ვერტიკალურ განაწილებას აქვს მეორე ხარისხის პოლინომის ფორმა. საშუალო წლიური TCI-ის მნიშვნელობები და TCI-ის მნიშვნელობები წლის თბილი ნახევრისთვის იზრდება რელიეფის სიმაღლესთან ერთად (500-100 მ-მდე), შემდეგ მცირდება. წლის ცივი ნახევრისთვის TCI-ის მნიშვნელობები ოდნავ იცვლება 1000 მ სიმაღლემდე, შემდეგ მცირდება.

წარმოდგენილია დეტალური ინფორმაცია TCI-ის კატეგორიების შესახებ საშუალოდ წლის განმავლობაში, თბილი და ცივი პერიოდებში, ასევე ყოველთვიურად. ეს მონაცემები, კერძოდ, შეიძლება სასარგებლო იყოს სხვადასხვა ტურისტული სააგენტოსთვის. დადგინდა, რომ ზოგადად, 79%-ზე მეტ შემთხვევაში, TCI-ის მნიშვნელობები არის „მისაღები“-დან „შესანიშნავი“-მდე კატეგორიების დიაპაზონში. ანუ წელიწადის თვეების აბსოლუტურ უმრავლესობაში საქართველოსა და ჩრდილოეთ კავკასიის შესწავლილი ტერიტორიები ე.წ. „საშუალო ტურისტებისთვის“ შესაფერისია [18].

უნდა აღინიშნოს, რომ არახელსაყრელი ბიოკლიმატური პირობები წელიწადის რომელიმე სეზონზე საშუალო ინდივიდისთვის, ყოველთვის არ არის ტურისტული საქმიანობის შეწყვეტის მიზეზი მოცემულ სეზონზე. ადგილობრივი პირობებიდან გამომდინარე ადამიანთა გარკვეული კატეგორიისთვის წელიწადის მთითებულ თვეებში, შესაძლებელია განვითარდეს ზამთრის, სპორტული, ექსტრემალური და მრავალი სხვა სახის ტურიზმი, მათ შორის სამედიცინო და რეკრეაციული.

ამიტომ, მიუხედავად TCI-ის ფართო გამოყენებისა, ეს ფაქტი მნიშვნელოვანი კრიტიკის საგანი გახდა, რაც აღნიშნულია შრომებში [19, 20].

TCI-ის ოთხი საკვანძო ნაკლი თავისთავში მოიცავს: (1) შეფასების სუბიექტური სისტემა და კლიმატის ცვლადების შეწონილობა; (2) კლიმატური პარამეტრების (მაგ. წვიმა, ქარი) გავლენის ხელახალი განმარტებების იგნორირება; (3) კლიმატის მონაცემების დაბალი დროითი გარჩევადობა (ანუ ყოველთვიური მონაცემები) შეზღუდულია ტურიზმის სფეროში გადაწყვეტილების მიღებისთვის; (4) ძირითადი ტურისტული სეგმენტებისა და მიმართულებებისთვის კლიმატის ცვალებადი მოთხოვნების უგულებელყოფა (მაგ. სანაპირო, ურბანული, ზამთრის სპორტული ტურიზმი და ა.შ.).

ზემოთ მონიშნული TCI-ის შეზღუდვების დასაძლევად შემუშავდა Holid Climate Index - HCI, (ქართული ინტერპრეტაციით - დასვენების კლიმატის ინდექსი), რომელიც ავტორთა [Scott, Ruddy, და სხვ., doi:10.3390/atmos7060080www] აზრით უფრო რეპრეზენტატორულად აფასებს ადგილმდებარეობის კლიმატურ ვარგისიანობას ტურიზმისთვის. სიტყვა „დასვენება“ შერჩეული იქნა იმის უკეთესად გამოსახატავად, რისთვისაც ეს ინდექსი შემუშავდა (ე.ი. დასასვენებელი ტურიზმი), რაც გულისხმობს იმას, რომ ტურიზმს აქვს საკმაოდ ფართო განსაზღვრება: „ტურიზმი არის სოციალური, კულტურული და ეკონომიკური ფენომენი, რომელიც გულისხმობს ადამიანების გადაადგილებას ქვეყნებში ან ადგილებში მათი ჩვეულებრივი გარემოს მიღმა, პირადი ან საქმიანი/პროფესიული მიზნებისთვის“ [UNWTO, www.unwto.org]. HCI-ის მთავარი მიღწევა არის ის, რომ მისი სარეიტინგო სკალის ცვლადები და

კომპონენტების შეწონვის სისტემა ეფუძნება ლიტერატურაში ტურისტებისთვის მოხსენებული კლიმატური პირობების მზარდ რაოდენობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლიმატური მიმზიდველობის რეიტინგები გამომდინარე TCI-ის და CI-ის მნიშვნელობებიდან (TCI და CI კატეგორიები) პრაქტიკულად ემთხვევა 19, 20.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ბოლო წლებში გამოჩნდა მნიშვნელოვანი კვლევები მსოფლიოს სხვადასხვა ადგილებში HCI-ის შესახებ, მათ შორის საქართველოში, TCI და HCI მნიშვნელობების შედარებითი ანალიზის ირგვლივ [19-24].

ასე, [20]-ში ჩატარდა მონაცემების შედარებითი ანალიზი TCI და HCI-ის თვიური მნიშვნელობების შესახებ თბილისში 1956 წლიდან 2015 წლამდე პერიოდში. საშუალო თვიური HCI მნიშვნელობები მთელი დაკვირვების პერიოდისთვის მერყობდა 62.0-დან („კარგი“, იანვარი) 83.8-მდე („შესანიშნავი“, მაისი). როგორც TCI-ის შემთხვევაში, HCI-ის მონაცემებით, თბილისში ბიოკლიმატური პირობები ხელსაყრელია საკურორტო და ტურისტული მიზნებისთვის მთელი წლის განმავლობაში. ამ ორი ინდექსის მნიშვნელობებისა და კატეგორიების შედარება აჩვენებს, რომ მათი წლიური რყევები ბიომოდალურია. თუმცა, იმის გათვალისწინებით, რომ TCI გამოითვლება ეგრეთ წოდებული "საშუალო ტურისტებისთვის" (განურჩევლად სქესის, ასაკის, ფიზიკური მდგომარეობისა), ამ ინდექსის მნიშვნელობები და კატეგორიები უფრო დაბალია, ვიდრე HCI-ის მნიშვნელობები და კატეგორიები.

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, ჰაერის ტემპერატურის უპრეცედენტო მატების გამო, ჩვენს პლანეტაზე კლიმატის ცვლილების პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალური გახდა. ამავდროულად, ჰაერის ტემპერატურისა და სხვა კლიმატის ელემენტების ცვლილებას აქვს მნიშვნელოვანი სივრცითი და დროითი არაერთგვაროვნება როგორც გლობალურად, ისე რეგიონალურ (თუნდაც რთული რელიეფის მქონე პატარა ქვეყნების ტერიტორიებზე) მასშტაბებში.

კლიმატის ცვლილების ეს პრობლემა ძალიან აქტუალურია საქართველოშიც, მის ტერიტორიაზე არსებული კლიმატური რეგიონების მრავალფეროვნების გამო. ამასთან, ატმოსფეროს თერმული რეჟიმის ცვლილებები ზრდის გარე ფაქტორებისგან ადამიანების დაუცველობას.

გარემოს ნეგატიური ზემოქმედების ზრდა ადამიანის ჯანმრთელობაზე შეიძლება შერბილდეს საკურორტო და ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებით, რაც ადამიანებს საშუალებას აძლევს გაიარონ მკურნალობა, ჯანმრთელობისა და რეაბილიტაციის ღონისძიებები და აქტიურად დაისვენონ. ამიტომ, ბოლო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ეკონომიკის ამ სექტორის განვითარებას და, შესაბამისად, არსებული და პერსპექტიული საკურორტო და ტურისტული ზონების ცნობილი და ახალი ბიოკლიმატური რესურსების გარკვევას და იდენტიფიცირებას [1, 25].

ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია კლიმატის ცვლილების გავლენის შესწავლა სხვადასხვა თერმული ინდექსების, მათ შორის TCI და HCI ცვალებადობაზე.

შრომებში [1, 8] ჩატარდა მონაცემების დეტალური სტატისტიკური ანალიზი შვიდი მეტეოროლოგიური პარამეტრის შესახებ (ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა და საშუალო თვიური მაქსიმალური ტემპერატურა, ჰაერის საშუალო თვიური ფარდობითი ტენიანობა და საშუალო თვიური მინიმალური ფარდობითი ტენიანობა, თვიური ნალექთა ჯამი, საშუალო თვიური მზის ხანგრძლივობა დღის განმავლობაში, საშუალო თვიური ქარის სიჩქარე), რომელიც დაკავშირებულია ზოგიერთ მარტივ თერმულ ინდექსთან და კლიმატური ტურიზმის ინდექსთან, აჭარის (ბათუმი, ქობულეთი, ხულო, გოდერძის უღელტეხილი - გოდერძი) და კახეთის (თელავი, დედოფლისწყარო, ყვარელი, საგარეჯო) რვა წერტილში. შესწავლილია ამ პარამეტრების ცვალებადობის თავისებურებები 1986-2010 წლებში. (დროის მეორე პერიოდი) 1961-1985 წწ. (დროის პირველი პერიოდი).

წარმოდგენილია აჭარის და კახეთის მითითებული პუნქტებისთვის ტურიზმის კლიმატის ინდექსის მონაცემების ანალიზის შედეგები. მოყვანილია დეტალური ინფორმაცია TCI-ის, მისი კატეგორიებისა და ხუთი ქვე-ინდექსის, მათი საშუალო, მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობების შესახებ მთელი დაკვირვების პერიოდისთვის და შიდაწლიური სვლის ხასიათის შესახებ.

შესწავლილია კლიმატის ცვლილების გავლენა 1986-2010 წლებში TCI-ის და მისი კომპონენტების საშუალოთვიური მაჩვენებლების ცვალებადობაზე 1961-1985 წლებთან შედარებით. შეფასდა წელიწადში საშუალო დღეთა რიცხვი TCI-ის სხვადასხვა კატეგორიით დროის სამ პერიოდში.

კერძოდ, დადგინდა, რომ საშუალოდ შესწავლილ რაიონებში მასობრივი ტურიზმისთვის ხელსაყრელია წლის შემდეგი თვეები: კახეთის ყველა წერტილი - მთელი წლის განმავლობაში; ბათუმი, ქობულეთი და ხულო - მარტიდან ნოემბრამდე, გოდერძი - აპრილიდან ოქტომბრამდე.

კახეთის პირობებში მნიშვნელოვანი ცვალებადობა წლიური საშუალო დღეთა რიცხვისა TCI კატეგორიაში „მისაღები“ და უფრო მაღლა მეორე პერიოდში, პირველთან შედარებით (2%-ის ფარგლებში) არ დაიკვირვება. ბათუმსა და ქობულეთში ეს ცვალებადობა ასევე 2%-ის ფარგლებშია, ხულოში კი „საშუალო ტურისტისათვის“ ხელსაყრელი ბიოკლიმატური პირობების გაუარესება (ხელსაყრელი დღეების შემცირება 6,05%-ით), ხოლო გოდერძზე - გაუმჯობესება (ხელსაყრელი დღეების მატება 12,4%-ით).

ჩატარებულმა კვლევებმა კიდევ ერთხელ დაადასტურა საქართველოში მრავალფეროვანი კლიმატური და ბიოკლიმატური პირობების არსებობის ფაქტი და მათი დროებითი ცვალებადობის თავისებურებანი. კეთდება დასკვნა, იმის შესახებ, რომ აუცილებელია კლიმატის ცვლილების (ასევე ბიოკლიმატის) დეტალური შესწავლა არა მხოლოდ რეგიონული, არამედ ადგილობრივი მასშტაბით.

ნაშრომში [19] განხორციელდა HCI-ის მნიშვნელობების ინტერვალური პროგნოზირება მომავალი ათწლეულების განმავლობაში ქალაქ თბილისის პირობებში. ნაჩვენებია, რომ მომდევნო რამდენიმე ათწლეულში, HCI-ის მნიშვნელობების მაქსიმალური კატეგორიები (ზედა დონის 95%-ის ნდობის ინტერვალის საშუალო) შეიძლება გაიზარდოს ერთი გრადაციით შემდეგ თვეებში: იანვარი: „კარგი“ → „ძალიან კარგი“; მარტი, ივლისი და აგვისტო: „ძალიან კარგი“ → „შესანიშნავი“; აპრილი და ივნისი: „შესანიშნავი“ → „იდეალური“. მინიმალური HCI-ის კატეგორიები (ქვედა დონის 95%-ის ნდობის ინტერვალის საშუალო) შეიძლება შემცირდეს ერთი გრადაციით შემდეგ თვეებში: იანვარსა და თებერვალში: „სასიამოვნო“ → „მისაღები“; აპრილი და აგვისტო: „კარგი“ → „სასიამოვნო“; სექტემბერი: „ძალიან კარგი“ → „კარგი“. მოსალოდნელია, რომ HCI-ის მინიმალური მნიშვნელობის კატეგორია მაისში ერთი გრადაციით გაიზარდება: „კარგი“ → „ძალიან კარგი“.

ნაშრომში [24] წარმოდგენილია მონაცემები დასვენების კლიმატური ინდექსის მრავალწლიანი საშუალო თვიური მნიშვნელობების შესახებ საქართველოს 13 მთიანი რეგიონისთვის (ბახმარო, ბაკურიანი, ბორჯომი, გოდერძი, გუდაური, ხაიში, ხულო, ლენტეხი, მესტია, ფასანაური, შოვი, სტეფანწმინდა, თიანეთი). ჩატარდა HCI-ის ყოველთვიური, სეზონური და წლიური მნიშვნელობების დეტალური ანალიზი 60 წლიანი პერიოდისთვის (1956-2015 წწ.). საქართველოს სამი პუნქტისთვის (გოდერძი, ხულო და მესტია) 1961-2010 წწ. მონაცემების მიხედვით, ჩატარდა HCI-ის და ტურიზმის კლიმატური ინდექსის ყოველთვიური მნიშვნელობების შედარება. შესწავლილი იქნა HCI-ის ცვალებადობა 1986-2015 წწ.-ში 1956-1985 წწ.-თან შედარებით და ასევე გამოკვლეულ იქნა HCI-ის ტრენდები 1956-2015 წწ.-ში.

მესტიის მაგალითზე შეფასდა HCI-ის ყოველთვიური, სეზონური და წლიური მნიშვნელობების მოსალოდნელი ცვლილებები 2041-2070 და 2071-2100 წწ.-ში.

კერძოდ, 2041-2070 და 2071-2100 წწ. 1956-2015 წწ. შედარებით HCI-ის მნიშვნელობების და მათ კატეგორიების ცვლილება გაუმჯობესების თვალსაზრისით მოსალოდნელია მაისსა და ოქტომბერში („ძალიან კარგი“ → „შესანიშნავი“).

ივლისსა და აგვისტოში მოსალოდნელია HCI-ის მნიშვნელობების შემცირება და შესაბამისად მისი კატეგორიის გაუარესება ერთი საფეხურით („შესანიშნავი“ → „ძალიან კარგი“). 2071-2100 წლის ივნისში, HCI-ის კატეგორია გაუარესდება ერთი დონით "შესანიშნავი" → "ძალიან კარგი".

ამრიგად, მესტიაში, სულ მცირე, 2100 წლამდე მოსალოდნელია ტურიზმისთვის ხელსაყრელი ბიოკლიმატური პირობების შენარჩუნება.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. ქართველიშვილი ლ., ამირანაშვილი ა., მეგრელიძე ლ., ქურდაშვილი ლ. ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შეფასება კლიმატის ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა "მწიგნობარი", ISBN 978-9941-485-01-5, თბილისი, 2019, 161 გვ., <http://dspace.nplg.gov.ge/bitstream/1234/293074/1/turistulRekreaciuliResursebisShefasebaKlimatisCvilebebisFonze.pdf>

2. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L. G. Долговременные вариации эффективной температуры воздуха в Тбилиси, Материалы межд. конф. «Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе», Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тбилиси, 18-19 ноября, 2008, с. 214–219.
3. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Kartvelishvili L. G., Nodia X.A., Хуродзе Т.В. Влияние эффективной температуры воздуха и магнитных бурь на здоровье населения г. Тбилиси, Материалы межд. конф. «Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе», Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тбилиси, 18-19 ноября, 2008, с. 434–437.
4. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L. G. , Saakashvili N.M., Чихладзе В.А. Долговременные вариации эффективной температуры воздуха в Кутаиси, «Современные проблемы использования курортных ресурсов», Сборник научных трудов международной конференции, Саирме, Грузия, 10-13 июня 2010 г., ISBN 978-9941-0-2529-7, Тбилиси, 2010, с. 152-157.
5. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Kartvelishvili L.G., Khazaradze K.R., Khazaradze R.R. Effects of Variations of the Monthly Mean Air Temperature on the Population Health of Imereti Region of Georgia. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia, 21-22 September, 2018, pp. 38-41. http://dSPACE.gela.org.ge/bitstream/123456789/7278/1/Kut_2018_1.5.pdf
6. Amiranashvili A., Japaridze N., Kartvelishvili L., Megrelidze L., Khazaradze K. Statistical characteristics of the monthly mean values of air effective temperature on Mtskheta in the Autonomous Republic of Adjara and Kakheti (Georgia). Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 69, Tbilisi, 2018, pp. 118 – 138, (in Russian). http://dSPACE.gela.org.ge/bitstream/123456789/7509/1/IG_T_69_2018_Red_13.pdf
7. Amiranashvili A., Japaridze N., Kartvelishvili L., Khazaradze K., Revishvili A. Preliminary Results of a Study on the Impact of Some Simple Thermal Indices on the Spread of COVID-19 in Tbilisi. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 25(2), 2022, pp. 59–68. DOI: doi.org/10.48614/ggs2520225961
8. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Megrelidze L.D. Changeability of the Meteorological Parameters Associated with Some Simple Thermal Indices and Tourism Climate Index in Adjara and Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 21(2), Tbilisi, 2018, pp. 77-94. <http://www.adry.tsu.ge/index.php/GGS/article/view/2529>
9. Amiranashvili A., Matzarakis A., Kartvelishvili L. Tourism Climate Index in Tbilisi, Papers of the Int. Conf. “Climate, Natural Resources, Disasters in the South Caucasus”, Trans. of the Institute of Hydrometeorology, vol. No 115, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 18 – 19 November, 2008, pp. 27 - 30.
10. Amiranashvili A., Matzarakis A., Kartvelishvili L. Tourism Climate Index in Batumi, “Modern Problems of Using of Health Resort Resources”, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, pp. 116-121.
11. Kartvelishvili L., Matzarakis A., Amiranashvili A., Kutaladze N. Assessment of touristic-recreation potential of Georgia on background regional climate change, Proc. of IIST International Scientific-Practical Conference “TOURISM: ECONOMICS AND BUSINESS”, June 4-5, Batumi, Georgia, 2011, pp. 250-252.
12. Amiranashvili A., Chargazia Kh., Matzarakis A., Kartvelishvili L. Tourism climate index in the coastal and mountain locality of Adjara, Georgia. International Scientific Conference “Sustainable Mountain Regions: Make Them Work”. Proceedings, Borovets, Bulgaria, ISBN 978-954-411-220-2, 14-16 May, 2015, pp. 238-244, http://geography.bg/MountainRegions_Sofia2015
13. Amiranashvili A., Japaridze N., Kartvelishvili L., Khazaradze K., Khazaradze R. Tourism climate index in some locations of Georgia. Report. First Caucasus Mountain Forum: Bridging Science and Practice for Sustainability. Tbilisi, Georgia 28 November – 1 December 2016. <http://caucasus-mt.net/events/CMF>
14. Amiranashvili A. G., Japaridze N. D., Kartvelishvili L. G., Khazaradze R. R. Tourism Climate Index in Telavi (Eastern Georgia). The Questions of Health Resort Managing, Physiotherapy and Rehabilitation, International Collection of Scientific Articles, Vol. I, ISSN 2449-271X, Tbilisi, 2016, p. 76-81.
15. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Kartvelishvili L.G., Khazaradze K.R., Kurdashvili L.R. Tourism Climate Index in Kutaisi (Georgia). International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia, 21-22 September, 2018, pp. 227-230. http://dSPACE.gela.org.ge/bitstream/123456789/7330/1/Kut_2018_2.19.pdf
16. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Matzarakis A., Megrelidze L.D. The Statistical Characteristics of Tourism Climate Index in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 21(2), Tbilisi, 2018, pp. 95-112. <http://www.adry.tsu.ge/index.php/GGS/article/view/2530>
17. Amiranashvili A., Kartvelishvili L. Statistical Characteristics of the Monthly Mean Values of Tourism Climate Index in Mestia (Georgia) in 1961-2010. Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 22(2), 2019, pp. 68 – 79, <http://openjournals.gela.org.ge/index.php/GGS/>
18. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Kartvelishvili L.G., Khazaradze K.R., Matzarakis A., Povolotskaya N.P., Senik I.A. Tourism Climate Index of in the Some Regions of Georgia and North Caucasus. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 20B, 2017, pp. 43–64.

19. Amiranashvili A., Kartvelishvili L., Matzarakis A. Changeability of the Holiday Climate Index (HCI) in Tbilisi. Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. LXXII, Tbilisi, 2020, pp. 129-137. http://www.dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/8935/1/16_Tr_72_2020.pdf
20. Amiranashvili A., Kartvelishvili L., Matzarakis A. Comparison of the Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Tbilisi. Int. Sc. Conf. „Modern Problems of Ecology“, Proc., ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp. 424-427. <http://www.dspace.gela.org.ge/handle/123456789/8851>
21. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G. Holiday Climate Index in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(1), 2021, pp. 44-62. DOI: doi.org/10.48614/ggs2420212883
22. Amiranashvili A.G., Revishvili A.A., Khazaradze K.R., Japaridze N.D. Connection of Holiday Climate Index with Public Health (on Example of Tbilisi and Kakheti Region, Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24 (1), 2021, pp. 63-76. DOI: doi.org/10.48614/ggs2420212884
23. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Kutaladze N.B., Megrelidze L.D., Tatishvili M.R. Changeability of the Meteorological Parameters Associated with Holiday Climate Index in Different Mountainous Regions of Georgia in 1956-2015. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(2), 2021, pp. 78-91. DOI: doi.org/10.48614/ggs2420213326
24. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Kutaladze N.B., Megrelidze L.D., Tatishvili M.R. Holiday Climate Index in Some Mountainous Regions of Georgia. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 24(2), 2021, pp. 92 – 117. DOI: doi.org/10.48614/ggs2420213327
25. Kartvelishvili L, Amiranashvili A, Modrekidze M. Evaluation of Tourist-recreational Resources in the Background of Climate Change. Int. Sc. Conf. “Modern Problems of Ecology”, Vol. 8, 2022, mpe.openjournals.ge/index.php/mpe/article/view/5980.

უკ 551.586

საქართველოს ბიოკლიმატური პოტენციალის კვლევა ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტების ერთობლივ სამუშაოებში./ცინცაძე თ., ლლონტი ნ. /მ.სტუ-ის ჰმ-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.62-68.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

წარმოდგენილია საქართველოს ბიოკლიმატური პოტენციალის შესწავლის შედეგების მოკლე მიმოხილვა სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის და თსუ-ს გეოფიზიკის ინსტიტუტების ერთობლივ მუშაობაში ბოლო 15 წლის განმავლობაში. კერძოდ, წარმოდგენილია მონაცემები ისეთი ბიოკლიმატური პარამეტრების სივრცით-დროითი მახასიათებლების შესახებ, როგორცაა ჰაერის ეფექტური ტემპერატურა, ტურიზმის კლიმატური ინდექსი, დასვენების კლიმატური ინდექსი.

UDC 551.586

Research of the bioclimatic potential of Georgia in the joint works of the institutes of hydrometeorology and geophysics. /Tsintsadze T., Ghlonti N./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.62-68.- Georg., Summ. Georg., Eng..

A brief review of the results of the study of the bioclimatic potential of Georgia in joint works of the institutes of hydrometeorology, GTU and geophysics, TSU over the past 15 years is presented. In particular, data on spatio-temporal characteristics of such bioclimatic parameters as air effective temperature, Tourism Climate Index, Holiday Climate Index are presented.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-69-73
 უკ 551.583

ქარის ენერგეტიკული რესურსები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში

სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც.

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

ქარის ენერჯის წარმატებული ათვისების განსახორციელებლად აუცილებელია ქარის რეჟიმული მახასიათებლების ცოდნა. საქართველოში ქარის ენერგეტიკული რესურსების კვლევა დაიწყო XX საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან, 1959 წელს გამოქვეყნდა ა. ბალაბუევის და ე. სუხიშვილის შრომები [1, 2]. 1971 წელს საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ნაშრომში (Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971) ქარის საშუალო წლიური და თვიური სიჩქარეების ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა საქართველოს ტერიტორიისათვის ქარის ენერჯი დანადგარების განლაგების პერსპექტიული ადგილები და შედგენილი იქნა ქარის ენერჯორესურსების განაწილების სქემატური რუკა [3]. 1987 წელს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ (Сваниძე, Гагуა., Сухишвили) გამოქვეყნდა ფუნდამენტური ნაშრომი, რომელშიც გაანალიზებული და შეფასებულია ქარის, მზის და ჰიდროენერჯის პოტენციალი საქართველოს ტერიტორიაზე [4]. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული რესურსები კარტირებულია სპეციალური შინაარსის ატლასებში [5,6].

კვლევაში გამოყენებულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები დაწყებული მათი დაარსების დღიდან დამთავრებული იმ დრომდე, როდემდეც ფუნქციონირებდა სადგური, აგრეთვე გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მონაცემთა ბაზები და ლიტერატურული მონაცემები. დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავებაში გამოიყენებოდა კლიმატოლოგიაში აპრობირებული მეთოდები.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ქარის აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების სიდიდე. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ორი სადგურისათვის მოცემულია ცხრილ 1-ში. ამავე ცხრილში შედარებისათვის მოცემულია ანალოგიური მონაცემები თბილისისა და სამგორისათვის.

ცხრილი 1. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%).

სადგური	ქარის სიჩქარე				
	0-2	≥ 3	≥ 5	≥ 8	≥ 10
მ/მთ ყაზბეგი	48	52	46	32	27
მუხრანი	75	25	15	9	7
თბილისი	50	50	38	29	26
სამგორი	56	44	32	20	14

ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) წლიური განმეორადობა ამ სადგურების მონაცემების თანახმად იცვლება 25-52 %-ის ფარგლებში. ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი (52 %) დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის (სადგური მ/მთ ყაზბეგი). ამ ზონაში ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 5$ მ/წმ) განმეორადობა შეადგენს 46 %-ს. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის დაბლობ ნაწილში ქარის სიჩქარეების $v \geq 3$ მ/წმ განმეორადობა წელიწადში შეადგენს 25-50 %-ს ქარის 10 მ/წმ-ში სიჩქარე აღინიშნება ოთხივე სადგურზე მაქსიმუმით მ/მთ ყაზბეგზე (27 %) და თბილისში (26 %), მინიმუმით სადგურებზე მუხრანში და საგარეჯოში (7-14 %). ქარის 10 მ/წმ-ში სიჩქარე დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონების მიხედვით და წელიწადში მოცემულია ცხრილ 2-ში.

როგორც ცხრილ 2-ის მონაცემებიდან ჩანს, ქარის საშუალო სიჩქარეების ხანგრძლივობა წელიწადში განხილულ სადგურებზე მერყეობს 1987-4591 საათის ფარგლებში. ქარის საშუალო სიჩქარეების ზრდის შემთხვევაში ადგილი აქვს მისი ხანგრძლივობის შემცირებას. მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე ქარის სიჩქარის $v \geq 10$ მ/წმ დროს მისი ხანგრძლივობა მცირდება ორჯერ მეტად ქარის სიჩქარის $v \geq 3$ მ/წმ

ხანგრძლივობასთან შედარებით, ანალოგიურ მოვლენას (შემცირებას) ადგილი აქვს თბილისი აეროპორტში, ხოლო თბილისი ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის ტერიტორიაზე ქარის სიჩქარის ზრდა 3 მ/წმ-დან 10 მ/წმ-მდე მისი ხანგრძლივობა მცირდება თითქმის 28-ჯერ.

ცხრილი 2. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონებში და წელიწადში (საათი)

სადგური	ქარის სიჩქარე, მ/წმ							
	≥ 3	≥ 4	≥ 5	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 9	≥ 10
ზამთარი								
მ/მთ ყაზბეგი	1132	1033	990	872	836	767	718	663
მუხრანი	1498	373	302	253	177	171	116	112
დიღომი	871	587	572	434	422	287	273	187
თბილისი, ჰმო	329	194	121	83	55	38	24	20
თბილისი, აეროპორტი	894	823	749	663	605	563	499	493
სამგორი	825	656	588	466	128	343	307	220
გაზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1143	1059	971	810	764	710	628	565
მუხრანი	648	551	396	330	267	254	202	200
დიღომი	1108	778	767	671	607	491	463	343
თბილისი, ჰმო	585	326	188	111	69	48	32	23
თბილისი, აეროპორტი	1194	918	872	802	715	673	601	594
სამგორი	966	733	683	549	516	436	394	321
ზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1085	1004	899	687	617	503	444	363
მუხრანი	493	365	285	207	159	145	103	100
დიღომი	1224	837	818	687	670	492	467	294
თბილისი, ჰმო	600	318	158	81	57	28	19	17
თბილისი, აეროპორტი	1394	1183	1021	908	830	775	696	693
სამგორი	1145	925	859	709	668	531	457	347
შემოდგომა								
მ/მთ ყაზბეგი	1231	1135	1078	921	861	726	663	591
მუხრანი	348	183	170	133	88	83	61	54
დიღომი	817	496	388	354	337	225	217	146
თბილისი, ჰმო	346	202	97	54	35	21	7	7
თბილისი, აეროპორტი	954	818	719	639	558	525	469	433
სამგორი	816	647	603	452	414	326	284	184
წელიწადი								
მ/მთ ყაზბეგი	4591	4241	3932	3292	3082	2706	2453	2182
მუხრანი	1987	1472	1153	923	691	653	485	466
დიღომი	4020	2698	2545	2146	2036	1495	1420	970
თბილისი, ჰმო	1860	1040	564	329	216	135	82	67
თბილისი, აეროპორტი	4436	3742	3361	3012	2708	2536	2265	2243
სამგორი	3752	2961	2733	2176	2026	1636	1442	1072

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა განსახილველ რეგიონში იცვლება წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით. განსახილველ ტერიტორიაზე ქარის საშუალო სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ზამთარში იცვლება 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. თბილისის აეროპორტში და სამგორში ის შეადგენს შესაბამისად 24 და 23 საათს, ხოლო დიღომში და მუხრანში 18 და 15 საათს. ეს მახასიათებელი გაზაფხულზე იცვლება ისევ 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში, დიღომში ხანგრძლივობა ტოლია 20 საათის, სამგორში კი 22 საათისა, ხოლო სადგურზე მუხრანი და თბილისი აეროპორტი - შესაბამისად 14 და 18 საათისა.

ზაფხულში ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა მერყეობს 14 (მუხრანი) – 26 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. შემოდგომაზე კი 13 (მუხრანი) – 29 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის

ფარგლებში. ზაფხულში ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისის აეროპორტში – 21 საათი და სამგორში – 23 საათი, მინიმუმი - მუხრანში და თბილისის ჰმო-ს ტერიტორიაზე – 14 სთ, შემოდგომაზე კი მახასიათებლის მაქსიმუმი დაფიქსირებულია აეროპორტში 22 სთ და სამგორში 23 სთ, მინიმუმი - თბილისის ჰმო-ს ტერიტორიაზე – 12 სთ და მუხრანში – 13 სთ.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა სადგურებზე ძირითადად აღინიშნება წელიწადის ცივ (X-II) პერიოდში. იგი შეადგენს მ/თ ყაზბეგზე 288 სთ-ს ოქტომბერში, მუხრანში 108 სთ-ს მაისში, დილოში 138 სთ-ს სექტემბერში, თბილისი ჰმო-ში 102 სთ-ს დეკემბერში, თბილისის აეროპორტში 204 სთ-ს ოქტომბერში, სამგორში 192 სთ-ს სექტემბერში.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს გარდა ქარის საშუალო სიჩქარის და მისი აქტიური სიდიდეებისა, აგრეთვე არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) სიდიდის ხანგრძლივობას და განმეორადობის ალბათობა, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა (t სთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P %) წელიწადში საათების რიცხვიდან მოცემულია ცხრილ 3-ში.

ცხრილი 3. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა (სთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P %) წელიწადში საათების რიცხვიდან.

სადგური	t/P	ზანთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წელი
მ/თ ყაზბეგი	t	1088	1065	1123	953	4169
	P	12	12	13	11	48
მუხრანი	t	1662	1560	1715	1836	6773
	P	19	18	19	21	77
თბილისი ჰმო	t	1289	1100	984	1367	4740
	P	15	12	11	16	54
თბილისი აეროპორტი	t	1831	1623	1608	1838	6900
	P	21	18	18	21	78
სამგორი	t	1235	1242	1063	1368	5008
	P	5	14	12	16	57

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობის განმეორადობა (%) სეზონების მიხედვით წელიწადში საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით მოცემულია ცხრილ 4-ში. აქვე მოცემულია ამ მახასიათებლების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობაც. ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა აღნიშნულია ზამთარში.

ცხრილი 4. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა განმეორადობა (%) საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით (1), ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური სვლა (2) (საათი), ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა (სთ) და მისი უზრუნველყოფა.

სადგური	1	წელიწადის სეზონი				უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა	თვე	უზრუნველყოფა, %
	2	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა			
მ/თ ყაზბეგი	1	25	25	27	23	326	VII	0,7
	2	45	24	26	25			
მუხრანი	1	24	23	26	27	354	X	0,8
	2	45	34	45	55			
დილოში	1	27	23	21	29	204	XII	0,9
	2	25	19	16	24			
თბილისი ჰმო	1	26	24	23	27	462	II	0,9
	2	46	27	30	43			
თბილისი აეროპორტი	1	29	24	19	28	318	XII	1,0
	2	32	19	16	26			
სამგორი	1	27	25	21	27	438	II	1,0
	2	36	26	22	34			

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისში (462 სთ) და სამგორში (438 სთ), მინიმუმი დილოში (204 სთ). ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური მაქსიმუმი სადგურებზე მ/მთ ყაზბეგი, მუხრანი, თბილისი აღნიშნულია ზამთარში (45, 45, 46 სთ) და შემოდგომაზე სადგურ მუხრანში (55 სთ) და თბილისში ჰმო (43 სთ). მინიმუმი კი ზაფხულში (16 სთ) – დილოში და თბილისის აეროპორტში.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საერთო განაწილების მიხედვით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე გამოიყოფა ოთხი ენერგეტიკული ზონა.

პირველ ზონაში, რომელსაც უკავია რეგიონის ტერიტორიის მთიანი ჩრდილოეთის ნაწილი (წინამთის საზღვრამდე) ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში ნაკლებია 2000 საათზე. ამ ზონაში ცალკეულ ქედებზე და თხემებზე გამოიყოფა ადგილბი, სადაც ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 400-5000 საათის ფარგლებში მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგი.

მეორე ზონას მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში უკავია წინამთის ტერიტორიის ვიწრო ზოლი, სადაც ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 2000-3000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ხელშემწყობი პირობები ნელსვლიანი ქარის სისტემების შეზღუდული გამოყენებისათვის. აქ ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 800-1500 საათის ფარგლებში. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 5750-6350 საათს, ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 17 საათს, ხოლო ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ტოლია 27 საათის.

მესამე ზონას უკავია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მთათაშორის დაბლობი ტერიტორია. აქ ქარის საშუალო საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 3000-4000 საათს. აქ არსებობს რენტაბელური პირობები მხოლოდ ნელსვლიანი ქარის დანადგარებისათვის. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში ტოლია 1450-2700 საათისა. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 5800-5500 საათის ფარგლებში, ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 27 საათს, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა კი 25 საათის. ამ ზონაში ქარის ენერგეტიკული დონის მიხედვით შედის მდ. მტკვრის აუზის ნაწილი ქ. მცხეთიდან ქ. რუსთავამდე (რომელსაც შეიძლება ეწოდოს მეოთხე ზონა), სადაც ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ყველა პირობა ნელსვლიანი და შეზღუდული ჩქარსვლიანი ქარის დანადგარების ეფექტური ექსპლუატაციისა. ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ და $v \geq 5$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა შეადგენს შესაბამისად 4000-5000 და 2000-4000 საათს. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში.

ამრიგად, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების უზრუნველყოფის ფართო დიაპაზონი. აქ არსებობს პირობები, რომლებიც რენტაბელურია არა მარტო ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის, არამედ ნებისმიერი ტიპის ქარის ენერგოდანადგარების ეფექტური გამოყენებისათვისაც.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Балабуев А.Г., Месхи И.С. Ветроэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси АН ГССР, 1959.
2. Сухишвили Э.В. Ветроэнергетические ресурсы Грузии. Труды ТбилНИГМИ, 1959.
3. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды Зак НИГМИ, вып. 44(50), Л., Гидрометеиздат, 1971.
4. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1987.
5. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
6. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.

უაკ 551.583

ქარის ენერგეტიკული რესურსები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში/სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც./ სტუ-ის ჰმო-ის შრომათა კრებული-201.-ტ.133.-გვ.69-73.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

გამოკვლევულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ქარის ენერგეტიკული მახასიათებლები: აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობა და განმეორადობა. ჩატარებულია რეგიონის დარაიონება ენერგეტიკული რესურსების თვალსაზრისით. დადგენილია, რომ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების უზრუნველყოფის ფართო დიაპაზონი. აქ არსებობს პირობები, რომლებიც რენტაბელურია არა მარტო ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის, არამედ ნებისმიერი ტიპის ქარის ენერგოდანადგარების ეფექტური გამოყენებისათვისაც.

UDK 551 583

Wind energy resources in Mtskheta-Mtianeti region/Samukashvili R., Diasamidze Ts./ Transactions IHM, GTU. -201. -vol.133. -pp.69-73.- Georg., Summ. Georg., Eng.

Wind energy characteristics of Mtskheta-Mtianeti region are investigated: duration and repetition of active and inactive speeds. Regionalization of the region in terms of energy resources has been carried out. It is determined that the Mtskheta-Mtianeti region is characterized by a wide range of wind energy resources. Here there are conditions that are profitable not only for the normal operation of low-speed wind turbines, but also for the efficient use of any type of wind power plant.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-74-77

უაკ 551.506.3

სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზი წელიწადის თბილ სეზონზე თბილისში 1891-2021 წლებში

ამირანაშვილი ა.,* ელიზბარაშვილი ე.,** ვარაზანაშვილი ო.,* ფიფია მ.**

*ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტი.

** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,
თბილისი, საქართველო. mikheil.pipia@tsu.ge

შესავალი

სეტყვის პროცესები მიმდინარეობს მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში [1], მათ შორის საქართველოში [2-19]. სოფლის მეურნეობის პროდუქციის ყოველწლიური საერთო დანაკარგი სეტყვისგან მიყენებული დაზიანებისა შეადგენს 4-18%-ს (11 მილიარდი ამერიკული დოლარი [www.meteorf.ru/activity/activ/antigrad/obs-info/]). სეტყვისგან მიყენებული ზარალის მიხედვით საქართველო ერთ-ერთი ყველაზე სეტყვასაშიში ქვეყანაა მსოფლიოში. აქედან გამომდინარე, როგორც ადრე, ახლაც, ბოლო წლებში, ჩვენს ქვეყანაში სეტყვის პრობლემებისადმი მიძღვნილი ბევრი ნაშრომი მოიცავს კვლევის ფართო სპექტრს - დაწყებული სეტყვიანობის მახასიათებლების სივრცულ-დროითი კვლევით [2-14], საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვის მარცვლების საშუალო მაქსიმალური ზომების განაწილების მოდელირებით [15-16], დამთავრებული სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების მეთოდების შემუშავებით [17].

ამ კვლევების შესახებ დეტალური მიმოხილვითი ინფორმაციის გაცნობა შესაძლებელია შრომებში [18,19]. აღნიშნული კვლევების მნიშვნელობიდან გამომდინარე, ამჟამად მიმდინარეობს სეტყვის პროცესების კატალოგის შექმნა, როგორც შემადგენელი ნაწილი კატალოგისა, საქართველოში საშიში ბუნებრივი მოვლენების შესახებ [20].

ქვემოთ წარმოდგენილია 1981-დან 2021-მდე თბილისში სეტყვიან დღეთა რიცხვის ცვალებადობის კვლევის შედეგები.

შედეგები

ნაშრომში გამოყენებულია საქართველოს გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემები წლის თბილ სეზონზე (აპრილი-ოქტომბერი) თბილისში 1891 წლიდან 2021 წლამდე სეტყვიან დღეთა რიცხვის შესახებ, სისტემატიზირებულია ნაშრომების [14, 20] შესაბამისად, რომელიც ხორციელდება შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (SRNSF) მიერ დაფინანსებული პროექტის „ბუნებრივი საშიშროების ტენდენციები საქართველოში: რაოდენობრივი მასშტაბების კლასიფიკაცია და საფრთხის შეფასება“ (საგრანტო ხელშეკრულება No. FR-21-1808) მიხედვით.

მონაცემთა ანალიზი ჩატარდა მათემატიკური სტატისტიკის სტანდარტული მეთოდების გამოყენებით [21]. გამოიყენება შემდეგი აღნიშვნები და აბრევიატურები. Max არის მაქსიმალური მნიშვნელობა, Min არის მინიმალური მნიშვნელობა, Average არის საშუალო მნიშვნელობა, St Dev არის სტანდარტული გადახრა, Cv არის ვარიაციის კოეფიციენტი ($Cv = 100 \text{ St Dev}/\text{Average}$, %), Count არის გაზომვების რაოდენობა (წლები), X არის წლები.

HD არის სეტყვიან დღეთა რიცხვი წელიწადის თბილ ნახევარში (შემდგომში სეტყვიან დღეთა რიცხვი), HD_Real არის სეტყვიან დღეთა გაზომილი რიცხვი, HD_3 ... HD_11 არის შესაბამისად, მცოცავი სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი 3, 5, 7, 9 და 11 წლებისთვის.

a და b - წრფივი რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები $HD = a \cdot X + b$; R - წრფივი კორელაციის კოეფიციენტი სეტყვიან დღეთა რიცხვსა და წლებს შორის: ზომიერი კორელაცია ($0.5 \leq R < 0.7$); დაბალი კორელაცია ($0.3 \leq R < 0.5$); უმნიშვნელო კორელაცია ($0 \leq R < 0.3$).

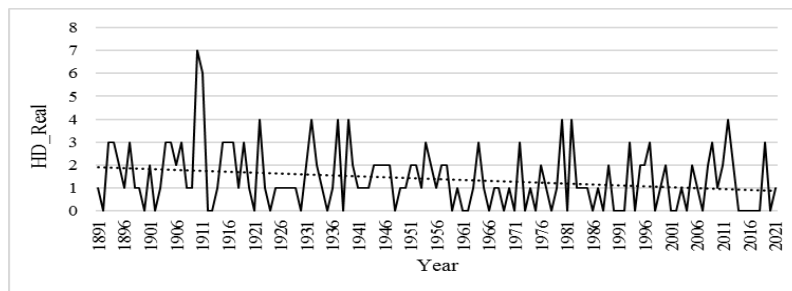
შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 1. და ნახ. 1-2.

ცხრილში 1. წარმოდგენილია სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური მახასიათებლების შესახებ თბილისში 1891 - 2021 წლებში. ამავე ცხრილში მოყვანილია დროის მითითებულ პერიოდში სეტყვიან

დღეთა რიცხვის დროში მსვლელობის წრფივი რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების მნიშვნელობები, აგრეთვე HD-სა და X-ს შორის კორელაციის კოეფიციენტი.

ცხრილი 1. სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური მახასიათებლები თბილისში

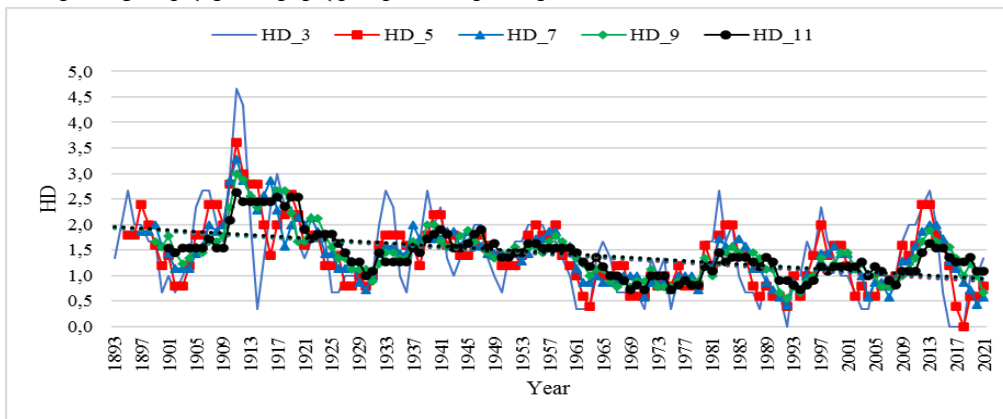
Variable	HD_Real	HD_3	HD_5	HD_7	HD_9	HD_11
Max	7	4.7	3.6	3.3	3.0	2.6
Min	0	0	0	0.4	0.6	0.7
Average	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
St Dev	1.34	0.80	0.63	0.54	0.49	0.44
Cv,%	95.9	56.8	44.9	38.7	34.6	31.4
Count	131	129	127	125	123	121
a	-0.00771	-0.00808	-0.00823	-0.00809	-0.00781	-0.00796
b	16.47	17.21	17.53	17.26	16.72	17.02
R	-0.22	-0.38	-0.48	-0.54	-0.57	-0.63



ნახ. 1. გაზომილი სეტყვიან დღეთა რიცხვის ცვალებადობა თბილისში 1891-2021 წლებში

როგორც ამ ცხრილი 1.-დან ჩანს, სეტყვიან დღეთა რიცხვის მაქსიმალური მნიშვნელობები მერყეობს 7-დან (HD_Real) 2,6-მდე (HD_11); მინიმალური - 0-დან (HD_Real - HD_5) 0,7-მდე (HD_11). ცვალებადობის კოეფიციენტი ყველაზე მაღალია HD_Real-ისთვის (95.9%) და ყველაზე დაბალი HD_11-ისთვის (31.4%).

სეტყვიან დღეთა რიცხვის ტრენდი უარყოფითია (ცხრ. 1, ნახ. 1,2). ამასთან, წრფივი რეგრესიის კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოძრავი სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის დროითი ცვალებადობისთვის მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისგან.



ნახ. 2. მცოცავი სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის ცვალებადობა თბილისში 1893, 1895, 1897, 1899 და 1901-დან 2021 წლამდე (შესაბამისად - 3, 5, 7, 9 და 11 წელი).

კორელაციის კოეფიციენტების მნიშვნელოვნების დონე არ არის 0.03-ზე უარესი. HD-სა და X-ს შორის კორელაციის ხარისხი შემდეგია. წყვილისთვის HD_Real - X: უმნიშვნელო კორელაცია; წყვილისთვის HD_3 - X ი HD_5 - X: დაბალი კორელაცია; წყვილისთვის HD_9 - X ი HD_11: ზომიერი კორელაცია. ნახ. 1 და 2-ის შედარება, ისევე როგორც ცხრილი 1-ის მონაცემები, აჩვენებს, რომ სეტყვიან დღეთა რიცხვის მცოცავი

საშუალო დროის სერია უფრო რეპრეზენტატულია მათი ცვალებადობის კანონზომიერების იდენტიფიცირებისთვის, ვიდრე HD_Real დროის სერია.

აღსანიშნავია ასევე, რომ გაზომილი სეტყვიან დღეთა რიცხვის დროის სერიისთვის HD და HD_11 პერიოდულობის გამოკვეთილი პიკი არ დაიკვირვება. HD_3 დროითი სერიისთვის პერიოდულობა შეადგენს 14 წელს, HD_5 – 32 წლები, HD_7 და HD_9 – 31 წელი.

უახლოეს მომავალში, სამუშაოების შედეგები გამოყენებული იქნება თბილისში სეტყვით მოსალოდნელი დღეების ინტერვალური პროგნოზირებისთვის მომდევნო ათწლეულების განმავლობაში, თავდაპირველი დაკვირვების სერიის პერიოდულობის გათვალისწინებით.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

26. Dessens J., Frale R. Haistone Size Distributions in Southwestern France. *Atmospheric Research*, 33, 1994, pp. 57- 73.
27. Гигинеишвили В.М. Градобития в Восточной Грузии. Л., “Гидрометеоиздат”, 1960, 123 с.
28. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Под ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л., “Гидрометеоиздат”, 1980, 288 с.
29. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В. Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, ISSN 1512-1135, Тб., 2004, с.133-141.
30. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Nodia A.G., Khurodze T.V., Toronjadze A.F., Bibilashvili T.N. Spatial-temporary characteristics of number of days with a hails in the warm period of year in Georgia. Proc. 14th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Bologna, Italy, 18-July 2004, pp. 2_2_215.1-2_2_215.2
31. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Нодия А.Г., Церетели Н.С., Хуродзе Т.В. Статистические характеристики числа дней с градом в год в Грузии. Материалы межд. конф. “Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе”, Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тб., 18-19 ноября, 2008, с. 427-433.
32. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси, Зеон, 2012, 104 с.
33. Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A., Tsereteli E., Elizbarashvili E., Dolidze J., Qaldani L., Saluqvadze M., Adamia Sh., Arevadze N., Gventcadze A. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Natural Hazards*, Vol. 64, Number 3 (2012), pp. 2021-2056, DOI: 10.1007/s11069-012-0374-3, http://www.springerlink.com/content/9311_p18582143662/fulltext.pdf. 2013.
34. Элизбарашвили Э. Ш., Амиранашвили А. Г., Варазанашвили О. Ш., Церетели Н. С., Элизбарашвили М. Э., Элизбарашвили Ш. Э., Пипия М. Г. Градобитие на территории Грузии. *Европейские географические исследования*, т. 2, № 2, ISSN: 2312-0029, DOI: 10.13187/egs.2014.2.55, www.ejournal9.com, 2014, с. 55-69.
35. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Пипия М.Г., Церетели Н.С., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Э.Ш. Некоторые данные о градобитиях в Восточной Грузии и экономическом ущербе от них. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тб., 2014, с. 145-150.
36. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Некоторые характеристики градовых процессов в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодия, т. 65, ISSN 1512-1135, Тб., 2015, с.77-100.
37. Janelidze I., Pipia M. Hail Storms in Georgia in 2016-2018. Int. Sc. Conf. “Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation”. Proc., ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, Tbilisi, 2019, pp. 144 -146.
38. Beglarashvili N., Janelidze I., Pipia M., Varamashvili N. Hail Storms in Kakheti (Georgia) in 2014-2018. Int. Sc. Conf. „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 7, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, pp. 176-179.
39. Amiranashvili A., Basilashvili Ts., Elizbarashvili E., Gaprindashvili G., Varazanashvili O. Statistical Analysis of the Number of Days with Hail in Georgia According to Meteorological Stations Data in 2006-2021. Int. Conf. of Young Scientists “Modern Problems of Earth Sciences”. Proceedings, ISBN 978-9941-36-044-2, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, November 21-22, 2022, pp. 164-168.
40. Amiranashvili A., Bolashvili N., Gulashvili Z., Jamrshvili N., Suknidze N., Tavidashvili Kh. Distribution of Hail by Mean Max Size on the Territories of Municipalities of the Kakheti Region of Georgia. International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation“. Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021. Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, 2021, pp. 84 - 87.
41. Amiranashvili A.G., Bolashvili N.R., Gulashvili Z.M., Jamrshvili N.K., Suknidze N.E., Tavidashvili Kh.Z. Modeling the Distribution of Hailstones by Mean Max Sizes on the Territory of Kakheti (Georgia) using Data of the Freezing Level in the Atmosphere and Radar Measurements. *Journal of the Georgian Geophysical Society*, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, *Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, v. 24(1), 2021, pp. 25-36. DOI: doi.org/10.48614/ggs2420212881

42. Amiranashvili A., Chikhladze V., Dzdzuashvili U., Ghloni N., Sauri I., Telia Sh., Tsintsadze T. Weather Modification in Georgia: Past, Present, Prospects for Development. International Scientific Conference “Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation”. Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, Tbilisi, 2019, pp. 216-222, <http://dspace.gela.org.ge/handle/123456789/8613>
43. Бердзенишвили Н.М., Киркитадзе Д.Д. Обзор некоторых исследований градовых и грозовых процессов в Грузии. Труды Института геофизики им. Михаила Нодиа, ISSN 1512-1135, т. LXXV, 2022, с. 57 – 75, <http://openlibrary.ge/handle/123456789/10301>
44. Пипиа М.Г. Об исследованиях современного изменения климата Грузии в институте геофизики им. М. Нодиа, ТГУ. Труды Института геофизики им. Михаила Нодиа, ISSN 1512-1135, т. LXXV, 2022, с. 93 – 116. http://www.dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/10299/1/11_Tr_IG_75_2022.pdf
45. Varazanashvili O.Sh., Gaprindashvili G.M., Elizbarashvili E.Sh., Basilashvili Ts.Z., Amiranashvili A.G. Principles of Natural Hazards Catalogs Compiling and Magnitude Classification. Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 25(1), 2022, pp. 5-11. DOI: doi.org/10.48614/ggs2520224794
46. Hinkle D. E., Wiersma W., Jurs S. G. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. Boston, MA, Houghton Mifflin Company, ISBN: 0618124055; 9780618124053, 2003, 756 p.

უაკ 551.506.3

სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზი წელიწადის თბილ სეზონზე თბილისში 1891-2021 წლებში. /ამირანაშვილი ა., ელიზბარაშვილი ე., ვარაზანაშვილი ო., ფიფია მ./სტუ-ის კმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.74-77.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

წარმოდგენილია თბილისში 1891 წ. 2021 წ. წლის თბილ სეზონში სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზის შედეგები. შესწავლილია სეტყვიან დღეთა რიცხვის გაზომილი მნიშვნელობების დროითი ცვალებადობა, აგრეთვე სეტყვიან დღეთა რიცხვის მცოცავი საშუალო მნიშვნელობა 3, 5, 7, 9 და 11 წლის განმავლობაში. აღმოჩნდა, რომ ყველა მითითებული დაკვირვების რიგები უარყოფითია და აღწერილია წრფივი რეგრესიის განტოლებით. ამავდროულად, წლებს შორის და სეტყვიან დღეთა გაზომილი რიცხვის, ისევე როგორც სეტყვიან დღეთა რიცხვის მცოცავი საშუალოთა, წრფივი კორელაციის დონე იზრდება, როდესაც გასაშუალებების დიაპაზონი იზრდება 11 წლამდე (-0.22-დან -0.63-მდე შესაბამისად).

UDK 551.506.3

Statistical analysis of the number of days with hail during the warm season in Tbilisi in 1891-2021. /Amiranashvili A., Elizbarashvili E., Varazanashvili O., Pipia M./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.74-77.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The results of a statistical analysis of the number of days with hail during the warm half-year in Tbilisi from 1891 to 2021 are presented. The temporal variability of the measured values of the number of days with hail, as well as the moving averages of the number of hail days for 3, 5, 7, 9, and 11 years, has been studied. It is found that the time course of all the indicated series of observations is negative and is described by the linear regression equation. At the same time, the level of linear correlation between years and the measured number of days with hail, as well as moving averages of the number of hail days, increases as the averaging range increases up to 11 years (from -0.22 to -0.63, respectively).

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-78-81

უაკ 551.59

ქარბუქიან დღეთა რიცხვი და ხანგრძლივობა აჭარასა და გურიაში

ბეგლარაშვილი ნ.,* ფიფია მ.,** ჯამრიშვილი ნ.**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,

**ი. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი.
თბილისი, საქართველო. beglarashvilinani@yahoo.com

შესავალი

საქართველოში, მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, ხშირია ამინდის მკვეთრად გაუარესების შემთხვევები, რასაც დიდი ზიანი მოაქვს ადგილზე და აზარალებს მთლიანად ქვეყნის ეკონომიკას. ამიტომ, მნიშვნელოვანია სხვადასხვა საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების, მათ შორის ქარბუქის კლიმატური მახასიათებლების შესწავლა, რაც ხელს შეუწყობს შეადგენლობის ფარგლებში წინასწარი ზომების გატარებას ქარბუქით გამოწვეული ზიანის მინიმუმამდე დაყვანისათვის და ამ კუთხით უსაფრთხო გარემოს ჩამოყალიბებას. ასევე, მნიშვნელოვანია საქართველოს, როგორც რეგიონალური სატრანსპორტო (როგორც საავტომობილო და სარკინიგზო, ასევე, საჰაერო და საზღვაო) „ჰაბის“ შეუფერხებელი ფუნქციონირებისთვის ქარბუქის ეფექტურად მართვის ღონისძიებების გატარება.

ქარბუქი გავრცელებულია საქართველოს მთელს ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით მდგრადი თოვლის საფარის მქონე რაიონებში. ქარბუქი საქართველოს ტერიტორიაზე დაიკვირვება ძირითადად კავკასიონის საუღელტეხილო მონაკვეთებზე, აჭარა-იმერეთის, სურამისა და თრიალეთის ქედებზე და სამცხე-ჯავახეთის მთიანეთზე. საქართველოს მთიან რაიონებში ქარბუქი შესაძლებელია ძირითადად ნოემბრიდან აპრილის ჩათვლით. მხოლოდ განსაკუთრებით მაღალმთიან რაიონებში დაიკვირვება ოქტომბრიდან მაისის ჩათვლით და ძალიან იშვიათად - სექტემბერში.[1-5].

ქარბუქის კლიმატური კვლევა მიზნად ისახავს მისცეს სახელმწიფოს სხვადასხვა სექტორის დაინტერესებულ დარგებს მონაცემები ქარბუქის ტერიტორიალური განაწილების, მისი ინტენსივობის, განმეორადობის, ხანგრძლივობისა და თოვლის გადაადგილების მიმართულების შესახებ.

წინამდებარე ნაშრომი შეისწავლის ქარბუქის ზოგიერთი კლიმატური მახასიათებლის, კერძოდ, დღეთა რიცხვისა და ხანგრძლივობის განაწილებას აჭარისა და გურიის რეგიონების ტერიტორიაზე. როგორც ცნობილია ეს რეგიონები გამორჩეულია თავიანთი გეოგრაფიული რელიეფით, ისინი იყოფიან ბარისა და მთის ნაწილებად. ბუნებრივ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე რეგიონებში განსაკუთრებით მთიან და მაღალმთიან რაიონებში ხშირია დიდთოვლობა და ძლიერი ქარები, რაც ქარბუქის განვითარებას უწყობს ხელს.

ნაშრომში გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემები ქარბუქიანობის შესახებ, რომელიც მოიცავს 1993-2022 წლებს.

კვლევა ჩატარდა კლიმატოლოგიაში ფართოდ აპრობირებული მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდების გამოყენებით.

შედეგები

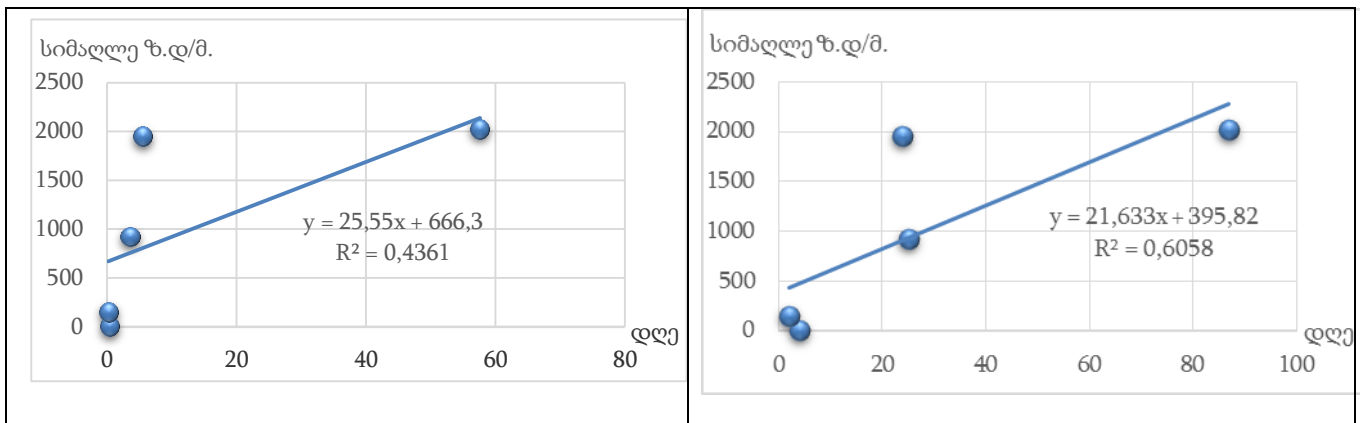
შესწავლილ იქნა ქარბუქიანობის შესახებ აჭარისა და გურიის რეგიონში არსებული ხუთი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები, რომელიც მოიცავს საერთო ჯამში 1993-2022 წლებს. არსებული მასალების გაანალიზების შედეგად შედგენილ იქნა ცხრილი (ცხრ.1), რომელშიც მოყვანილია ქარბუქის დღეთა რიცხვის(საშუალო, მაქსიმალური) და ხანგრძლივობის(სთ.) მაჩვენებელი. ასევე, მოყვანილია ზღვის დონიდან მეტეოსადგურების მდებარეობა.

როგორც ცხრილი 1. გვიჩვენებს, ქარბუქიანობით გამორჩეულია გოდერძის უღელტეხილი, სადაც საშუალო დღეთა რიცხვი მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით შეადგენს 57.6 დღეს წლის განმავლობაში, ხოლო მაქსიმალური მაჩვენებელი 87 დღეა. შესაბამისად, ქარბუქიანობის ხანგრძლივობაც ყველაზე მაღალია გოდერძის უღელტეხილზე - საშუალო 696.5 სთ. და მაქსიმალური 1166.3 სთ. ასეთი ხშირი ქარბუქიანობის განმაპირობებელი ძირითადი მიზეზი არის გოდერძის უღელტეხილის მდებარეობა ზღვის დონიდან(2025მ.). როგორც ცნობილია ქარბუქის დღეთა რიცხვი და ხანგრძლივობაც ემორჩილება ვერტიკალური ზონალობის კანონს: ადგილის აბსოლიტური სიმაღლის ზრდისას ქარბუქის აქტივობა იზრდება [6-7].

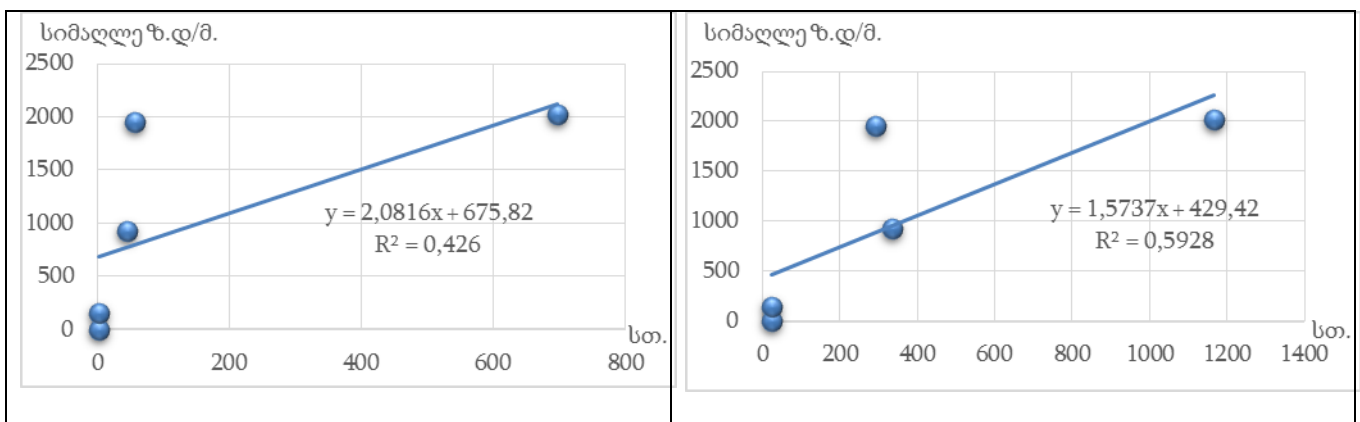
ცხრილი.1 ქარბუქის დღეთა რიცხვი და ხანგრძლივობა მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით აჭარისა და გურიის რეგიონებში(1993-2022).

მეტეოსადგური	საშ. დღეთა რიცხვი	მაქს. დღეთა რიცხვი	საშ. ხანგრძლივობა (სთ)	მაქს. ხანგრძლივობა (სთ)	სიმაღლე ზ.დ/მ.
ბათუმი (1993-2010)	0.4	4	2.3	25.3	3
გოდერძის უღ. (1993-2006)	57.6	87	696.5	1166.3	2025
ხულო (1993-2022)	3.6	25	44.2	335.8	923
ბახმარო (1993-2010)	5.5	24	57.4	293.8	1950
ჩოხატაური (1993-2022)	0.2	2	2.8	24	150

თუ როგორი კავშირია ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასა და ქარბუქის დღეთა რიცხვის და ხანგრძლივობის ზრდას შორის წარმოდგენილია გრაფიკებზე (ნახ.1-4.), რომელიც ჩვენს მიერ შედგენილი იქნა ცხრილი 1.-ის მიხედვით, შესაბამისი კვადრატული განტოლებებით(y-ქარბუქიან დღეთა რიცხვი; x-ადგილის სიმაღლე) და დეტერმინაციის კოეფიციენტით(R²).



ნახ.1 ქარბუქის საშუალო (ა) და მაქსიმალური (ბ) დღეთა რიცხვის ცვლილება ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში აჭარისა და გურიის რეგიონებში



ნახ.2 ქარბუქის საშუალო (ა) და მაქსიმალური (ბ) ხანგრძლივობის ცვლილება ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში აჭარისა და გურიის რეგიონებში.

როგორც გრაფიკებიდან (ნახ.1,2) ჩანს, ქარბუქის დღეთა რიცხვი და ქარბუქის ხანგრძლივობა ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება. თუმცა, მათ შორის კორელაციური კავშირი დეტერმინაციის კოეფიციენტების მიხედვით არაერთგვაროვანია. მაგალითად, ქარბუქის საშუალო დღეთა

რიცხვის და საშუალო ხანგრძლივობის კორელაციის კოეფიციენტი 0.65-0.66 შეადგენს, ხოლო ქარბუქის მაქსიმალურ დღეთა რიცხვის და მაქსიმალური ხანგრძლივობის კოეფიციენტი 0.77-0.78-ია. მიზეზი იმისა, რომ ქარბუქიანობასა და ადგილის სიმაღლის ზრდას შორის კორელაცია არც თუ ისე მაღალია, არის ის რომ ქარბუქის განვითარებაზე გავლენას ახდენს არა მხოლოდ ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდა, არამედ ისეთი ფაქტორები, როგორცაა მოსული მყარი ნალექის რაოდენობა, რელიეფის კონფიგურაცია, ამინდის ცვალებადობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება და სხვ.[8-10].

დასკვნა

კვლევის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომლის მიხედვითაც ირკვევა, რომ ბოლო 30 წლის მონაცემების ანალიზის მიხედვით, ქარბუქიან დღეთა საშუალო რიცხვის უდიდესი წლიური მაჩვენებელი აჭარის მაღალმთიან რაიონებში შეადგენს 57.6 დღეს, საშუალო ხანგრძლივობის უდიდესი წლიური მაჩვენებელი 696.5სთ.(გოდერძის უღ. 2025 მ/ზ.დ.).

გურიის შემთხვევაში ქარბუქიან დღეთა საშუალო რიცხვის უდიდესი წლიური მაჩვენებელი შეადგენს 5.5დღეს, საშუალო ხანგრძლივობის - 57.4სთ. (ბახმარო 1950 მ/ზ.დ.).

კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ბონდის მხარდაჭერით“ [გრანტის ნომერი FR-22-2882].

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Elizbarashvili E., Elizbarashvili M., Elizbarashvili Sh., Pipia M., Kartvelishvili L. Blizzards in Mountain Regions of Georgia. Russian Meteorology and Hydrology, ISSN 1068-3739, 2020, Vol. 45, No. 1, pp. 58–62. Russian Text The Author(s), published in Meteorologiya i Gidrologiya, No. 1, 2020, pp. 110–114.
2. Pipia M., Elizbarashvili E., Amiranashvili A., Beglarashvili N. Dangerous regions of blizzard in Georgia. Annals of Agrarian Science, ISSN 1512 – 1887, v. 17, Tbilisi, 2019, pp.403 – 408.
3. ფიფია მ., ბეგლარაშვილი ნ. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი საქართველოში 1966-2017 წლების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, თბილისი, ტომი 125, 2018, გვ. 63-67.
4. ფიფია მ., ჯინჭარაძე გ., ბეგლარაშვილი ნ. ქარბუქი მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512 - 0902, ტ. 132, თბილისი, 2022, გვ. 41–43.
5. Pipia M., Beglarashvili N. Blizzard duration on the territory of Georgia. Ecology & Safety, Published at: <http://www.scientific-publications.net>, ISSN 1314-7234, Vol. 13. Burgas, 2019, pp. 120-126.
6. სამუკაშვილი რ., ამინდის საშიში მოვლენები, ქარბუქი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, საქართველოს ჰავა 5. შიდა ქართლი, თბილისი, 2015, ტ.122, გვ.82-87.
7. სამუკაშვილი რ., ამინდის საშიში მოვლენები, ქარბუქი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, საქართველოს ჰავა 4. გურია, თბილისი, 2011, ტ.118, გვ.72-74.
8. პაპინაშვილი ლ., ამინდის საშიში მოვლენები, ქარბუქი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, საქართველოს ჰავა 1. აჭარა, თბილისი, 2003, ტ.110, გვ.114-119.
9. Elizbarashvili E. Sh., Elizbarashvili M. E., Kartvelishvili L. G., Pipia M. G., Elizbarashvili Sh. E., Blizzards on the Territory of Georgia. European Geographical Studies, Bratislava, V.5(1), 2018, pp. 50-60.
10. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Зеон, Тбилиси, 2012. 104 с.

უაკ 551.59

ქარბუქიან დღეთა რიცხვი და ხანგრძლივობა აჭარასა და გურიაში /ბეგლარაშვილი ნ., ფიფია მ., ჯამრიშვილი ნ. / სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023-ტ.133-გვ.78-81.- ქართ. რეზ.: ქართ.; ინგ. შესწავლილია, 5 მეტეოსადგურის მიხედვით 1993-2022 წლების მონაცემები ქარბუქიანობის შესახებ გურიისა და აჭარის რეგიონში. გაანალიზებულია ქარბუქის კლიმატური მახასიათებლების - დღეთა რიცხვის და ხანგრძლივობის, განაწილება აჭარისა და გურიის ტერიტორიაზე ბოლო 30 წლიანი პერიოდისთვის. შედგენილია შესაბამისი ცხრილი. აგებულია გრაფიკები, რომლებიც გვიჩვენებს ქარბუქის დღეთა რიცხვისა და ხანგრძლივობის ცვლილებას ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში. მოყვანილია შესაბამისი კვადრატული განტოლებები და დეტერმინაციის კოეფიციენტი(R^2).

UDC 551.59

Number and duration of blizzard days in Adjara and Guria / Beglarashvili N., Pipia M., Jamrishvili N. / Transactions IHM, GTU. - 2023. - V.133. - pp.78-81. - -Georg.; Abst. Georg., Eng.

The data on the blizzard for 1993-2022 were studied in Guria and Adjara according to data from 5 weather stations. The distribution of climatic characteristics of snowstorms - the number of days and duration in the territory of Adjara and Guria over the past 30 years is analyzed. A corresponding table has been compiled. Graphs have been constructed showing the change in the number and duration of snowstorms depending on the height of the area above sea level. The corresponding quadratic equations and the coefficient of determination (R^2) are given.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-82-88

უკ 504.5.054.

ქ. რუსთავის და მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ის გავრცელების გამოკვლევა

სურმაგა ა., გიგაური ნ., ინწვირველი ლ., გერდწითელი ლ.*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ქ. თბილისი, საქართველო, natiagigauri18@yahoo.com

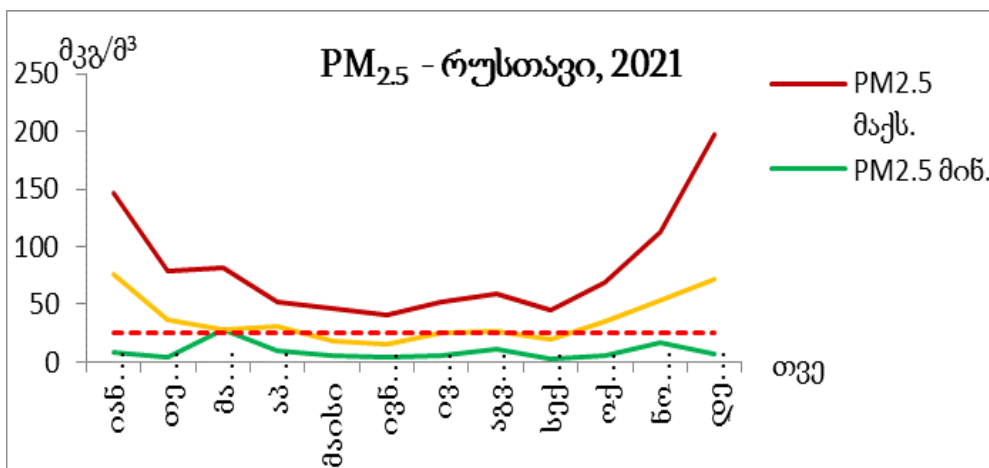
1. შესავალი. ქ. რუსთავი - საქართველოს ინდუსტრიული ცენტრი მდებარეობს ქ. თბილისის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 27 კმ მანძილზე. მისი მოსახლეობა აღემატება 138 ათას კაცს. ქალაქს უკავია ქვემო ქართლის ვაკის ჩრდილოეთით მდებარე 60.6 კმ² ფართობის სამკუთხედის მსგავსი ფორმის ტერიტორია ზღვის დონიდან 370 მ სიმაღლეზე. რუსთავი ჩრდილო-დასავლეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრულია თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთი და ივრის ზეგნის დასავლეთი კალთებით, შესაბამისად. სამხრეთიდან და დასავლეთიდან აკრავს იალღუჯისა და ჩათმის მთები, ხოლო აღმოსავლეთით გარდაზნისა და ფონიჭალის ველები.

მისი ცენტრალური და ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი უკავია საცხოვრებელ კვარტლებსა და ადმინისტრაციულ ობიექტებს. სამრეწველო ობიექტები ძირითადად განლაგებულია აღმოსავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილებში. ქალაქში ძირითადად განლაგებულია მეტალურგიული, ქიმიური, საშენ მასალათა საწარმოები და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტები.

2. ნატურული დაკვირვების შედეგები. გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების [1, 2] – თანახმად ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით, მათ შორის 2.5-ით დაბინძურების დონე ხშირ შემთხვევაში აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ ნორმებს.

ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ატმოსფერული ჰაერის მიკროაეროზოლებით, დაბინძურების საშიშროებიდან გამომდინარე, ატმოსფეროში მიკროაეროზოლების კონცენტრაციის შესწავლასა და ჰაერის დაცვის ღონისძიების დამუშავებას დიდი სამედიცინო და ეკოლოგიური მნიშვნელობა გააჩნია. წარმოდგენილ ნაწილში, ნატურული რეგულარული დაკვირვებებითა და რიცხვითი მოდელირებით შეისწავლება ქ. რუსთავში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე 2.5-ის გავრცელება აღმოსავლეთის ფონური ქარის დროს.

ქ. რუსთავის ატმოსფეროში 2.5 ნაწილაკების მონიტორინგი ხორციელდება გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ (http://air.gov.ge/reports_page). მონიტორინგის მონაცემებზე დაყრდნობით აგებულია 2.5-ის 2021 წლის ყოველთვიური, ყოველდღიური და საათობრივი გრაფიკები. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია 2021 წლის ყოველთვიური საშუალო მინიმალური და მაქსიმალური კონცენტრაციების მნიშვნელობები.



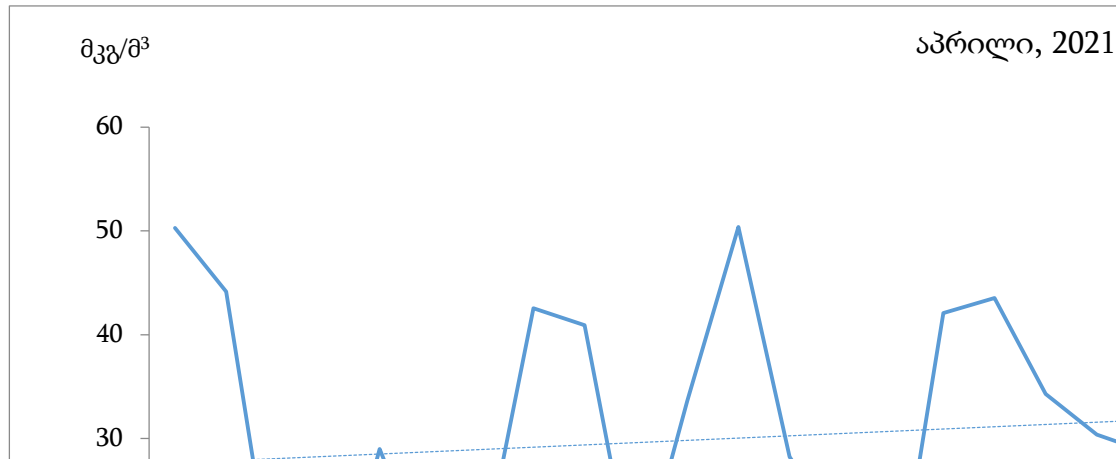
ნახ.1. 2.5-ის 2021 წლის ყოველთვიური აბსოლუტური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები.

ნახ. 1-დან ჩანს, რომ 2.5-ის მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური კონცენტრაციების მნიშვნელობები იცვლება

49-200 მკგ/მ³, 20-75 მკგ/მ³ და 1-25 მკგ/მ³ ფარგლებში, შესაბამისად. მაქსიმალური და საშუალო თვიური კონცენტრაციები ზამთრის თვეებში აღემატება ზღვრულად დასაშვებ მნიშვნელობებს.

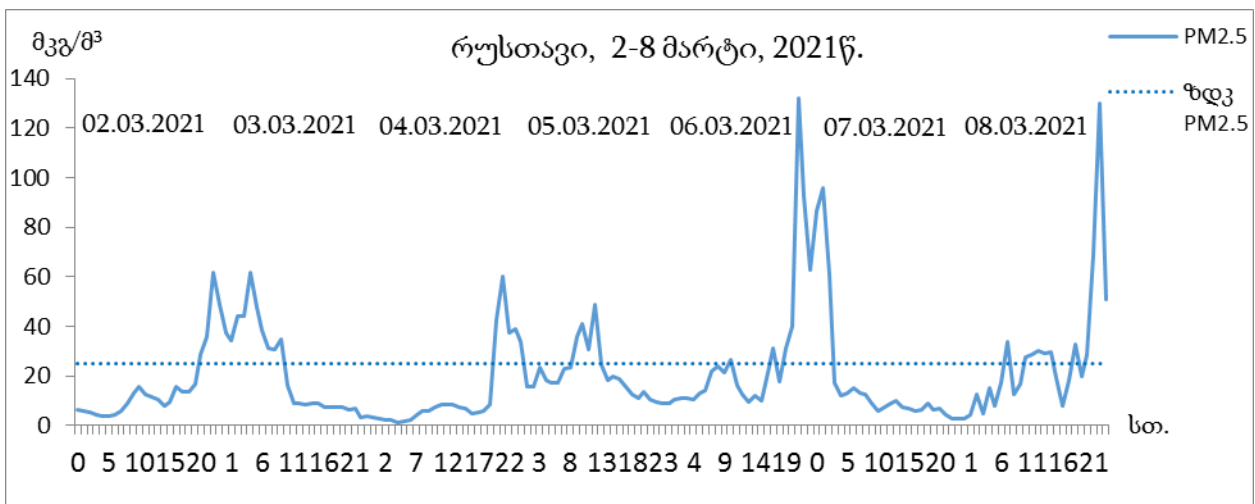
ნახ. 2 -ზე ნაჩვენებია 2.5-ის საშუალო დღეღამური კონცენტრაციების ცვლილება 2021 წლის აპრილის თვეში. როგორც ნახ. 2 - დან ჩანს კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობები იცვლება 5 - 42

მკგ/მ³ ინტერვალში. საშუალო დღეღამური კონცენტრაციის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე (ზდკ) გადაჭარბებას და ნაკლებობას ადგილი აქვს ერთმანეთის მიმდევრობით, დაახლოებით 5-8 დღიანი ინტერვალებით.



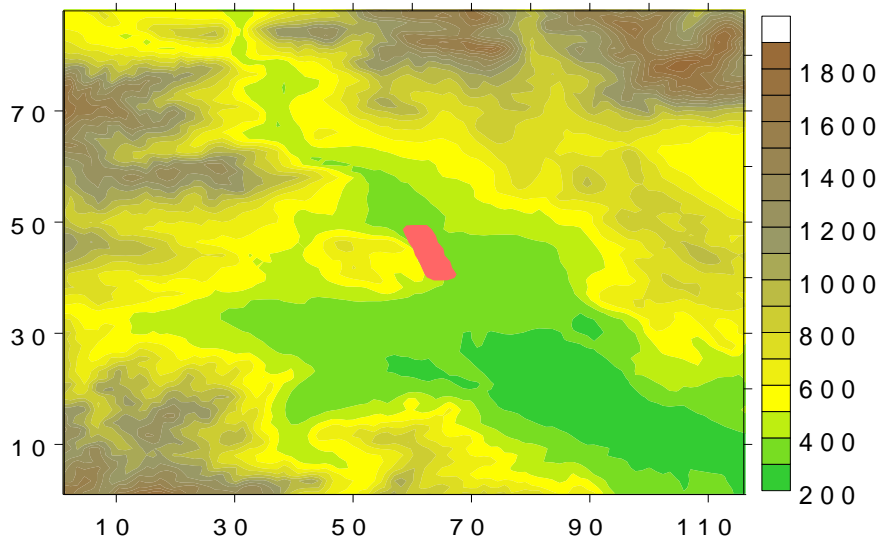
ნახ.2. 2.5-ის საშუალო დღეღამური კონცენტრაციების ცვლილება 2021 წლის აპრილის თვეში.

ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია 2.5-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციების ცვლილება 2021 წლის 2-8 მარტის განმავლობაში. ნახ. 3-დან ჩანს რომ კონცენტრაციის მაღალი მნიშვნელობები ძირითადად დაიკვირვება დღის 11-13, 18-21 საათების განმავლობაში. ამასთან მათი მნიშვნელობები ცალკეულ შემთხვევებში აღწევს 6 ზდკ-ს.



ნახ.3. 2.5-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციების ცვლილება 2021 წლის 2-8 მარტის განმავლობაში.

3. რიცხვითი მოდელირების შედეგები. საქართველოს ტერიტორიაზე მეზომასშტაბის ატმოსფერული პროცესების განვითარებისა და ატმოსფეროში მინარევების გავრცელების რიცხვითი მოდელის [3, 4] საშუალებით მოდელირებულია ქ. რუსთავის ატმოსფეროში არსებული 2.5 გავრცელება ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების დროს. მოდელირება განხორციელებულია 118×91×31 რიცხვით ბადეზე 1კმ ჰორიზონტალური და 1/31 განუზომადი ვერტიკალური ბიჯებით რაც, ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენასა და თავისუფალ ატმოსფეროში, შეესაბამება დაახლოებით 300 მ-ს. ატმოსფეროს ქვედა 100 მ სისქის მიწისპირა ფენაში აღებულია 17 ვერტიკალური ბადური წერტილები, ხოლო ბიჯი იცვლება 0.5 მ-დან 15 მ-დე. მოდელირებისას დაშვებულია, რომ ქ. რუსთავის ტერიტორიაზე 2.5-ის კონცენტრაცია დროში მუდმივია და ტოლია 50 მკგ/მ-ის. ქ. რუსთავის და მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფი და დაბინძურების წყაროს მდებარეობა ნაჩვენებია ნახ. 4-ზე.

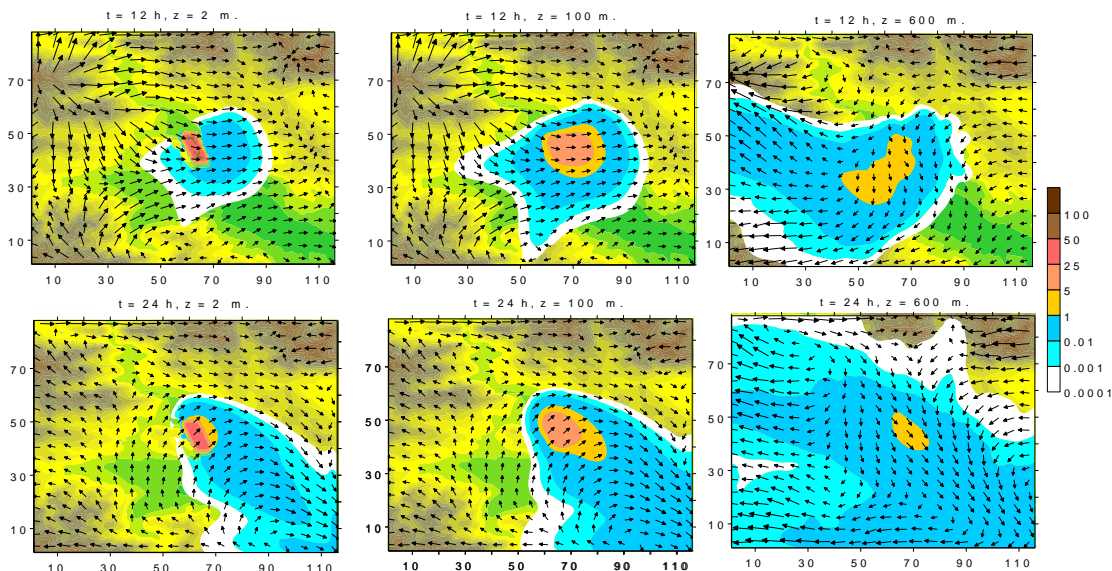


ნახ. 4. მოდელირების არის რელიეფის სიმაღლე (მ) და დაბინძურების წყაროს მდებარეობა.

ნახ. 4-დან ჩანს, რომ ქ. რუსთავის მიმდებარე ტერიტორიის რელიეფი არის რთული და მისი სიმაღლე იცვლება 370 მ-დან 1400 მ-მდე რიცხვითი გამოთვლები მიმდინარეობდა 3 დღის ინტერვალისთვის მუდმივი ფონური ქარის შემთხვევისათვის. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ დამაბინძურებელი ინგრედიენტის გავრცელება მიმდინარეობს კვაზიპერიოდულად 24- საათიანი პერიოდით.

2.5-ის გავრცელება ფონური აღმოსავლეთის ქარის დროს

სუსტი ქარი. ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია გამოთვლებით მიღებული ლოკალური ქარის სიჩქარისა და 2.5-ის კონცენტრაციების ველები ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო ფენაში ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს.



ნახ. 5 ქარის სიჩქარისა და 2.5 -ის კონცენტრაციის განაწილება ზ = 2, 100 და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს, როცა ტ = 12 და 24 სთ.

ფონური ქარის სიჩქარე იცვლება 1 მ/წმ-დან (მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე) 20 მ/წმ-მდე (ტროპოპაუზაზე). ნახ. 5-დან ჩანს, რომ რელიეფისა და ტემპერატურის დელტამური ცვლილება 12 სთ-ისთვის იწვევს მიწისპირა ქარის სიჩქარის რთულ და მნიშვნელოვან ცვლილებას. ის წარმოშობს ქვემო ქართლის ვაკის ტერიტორიაზე ფონური ქარის საწინააღმდეგო დინებას, რომელიც შეესაბამება ქარის ჰორიზონტალურ გრიგალურ ცირკულაციას. ცირკულაციის სიდიდე თანდათანობით მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში (მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე) მას გააჩნია ტალღური შემფოთების სახე. რაც შეეხება მთიან ტერიტორიებს,

ოროგრაფიული ზემოქმედება, თრიალეთის ქედის მაქსიმალური სიმაღლეების არეში, წარმოშობს ქარის სიჩქარის დივერგენციის ზონებს.

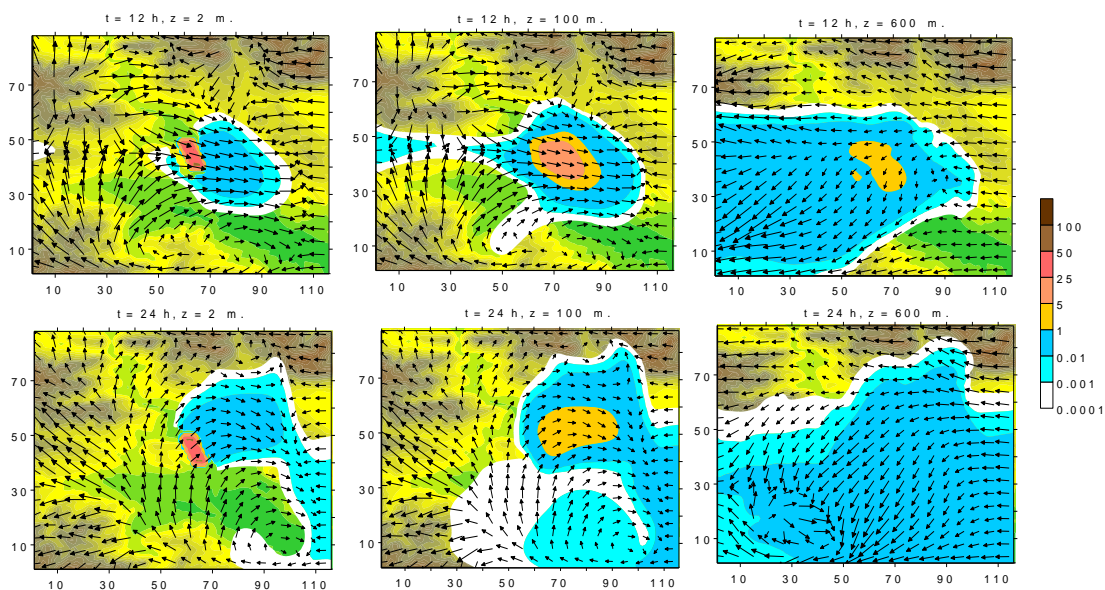
ქარის ცვლილებასთან ერთად იცვლება 2.5-ის გადატანის მიმართულება. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, ის ჯერ ვრცელდება სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო შემდგომ ჩრდილო-აღმოსავლეთით. შედეგად, 12 სთ-ის განმავლობაში ფორმირდება დაბინძურების მართკუთხედის მსგავსი ფორმის არე, რომლის

სიგრძე და სიგანე დაახლოებით 50 და 40 კმ-ია. თუმცა დაბინძურების მიღებულ არეში კონცენტრაცია არაა დიდი. მისი მნიშვნელობა $0.01 - 1 \text{ მკგ/მ}^3$ -ის ფარგლებში იცვლება.

დღის 12 სთ-ისთვის ინტენსიური ხდება აეროზოლის ვერტიკალური გადატანა. შედეგად, ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში, მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე, მოხვედრილი ნაწილაკები ვრცელდება დიდ ტერიტორიაზე, ძირითადად დასავლეთით ფორმირებული ლოკალური ქარის მიმართულებით. შედარებით მცირეა ინგრედიენტის გავრცელება დინების საწინააღმდეგო და მართობული მიმართულებით. კონცენტრაციის ჰორიზონტალური განაწილება აჩვენებს ადვექციური გადატანის უპირატესობას ჰორიზონტალურ ტურბულენტურ დიფუზიურ გადატანასთან შედარებით, ხოლო ვერტიკალური განაწილება კი აჩვენებს ვერტიკალური დიფუზიის მნიშვნელოვან როლს დაბინძურების გავრცელების პროცესში.

12 სთ-ის შემდეგ, რთული რელიეფის ტერიტორიაზე ტემპერატურის მიწისპირა ველის ცვლილება იწვევს შესაბამის ცვლილებას ქარის სიჩქარის ველში. როცა $t=24$ სთ ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ქ. რუსთავის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში ფორმირდება ჩრდილო-დასავლეთის ქარი, ხოლო მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე მიიღება ჩრდილოეთისა და აღმოსავლეთის ქარები. აღნიშნული მიმართულებით ხდება ნაწილაკების გადატანა. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დაბინძურების ღრუბელს გააჩნია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მიმართული ელიფსის მაგვარი ფორმა. კონცენტრაცია $> 0.001 \text{ მკგ/მ}^3$ 400 კმ სიგანის არეში. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზევით, მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე მიკრონაწილაკების გადატანა ხდება მოდელირების თითქმის მთელ არეში. კონცენტრაცია $0.01-1 \text{ მკგ/მ}^3$ მიღებულია ნალის მაგვარი ფორმის ვრცელ არეში.

საშუალო ქარი. ნახ. 6-ზე ნაჩვენებია ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციების ველები ატმოსფეროს მიწისპირა და სასაზღვრო ფენაში ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს. ფონური ქარის სიჩქარე მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე ტოლია 5 მ/წმ-ის. ნახ. 6-დან ჩანს, რომ ქარის სიჩქარის ველი ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, როცა $t = 12$ სთ, თვისობრივად ანალოგიურია ფონური სუსტი ქარის დროს მიღებული ველის. რაოდენობრივად ოროგრაფიის ზემოქმედება დინებაზე შედარებით ძლიერია, რაც მეტწილად გამოიხატება მოდელირების არის ცენტრალურ ნაწილში ინტენსიურ უკუდინების წარმოშობაში. 600 მ სიმაღლეზე რელიეფის გავლენა შედარებით სუსტია, ქარი აღმოსავლეთისა და რეგიონის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში ქმნის ნაკადურ დინებას.



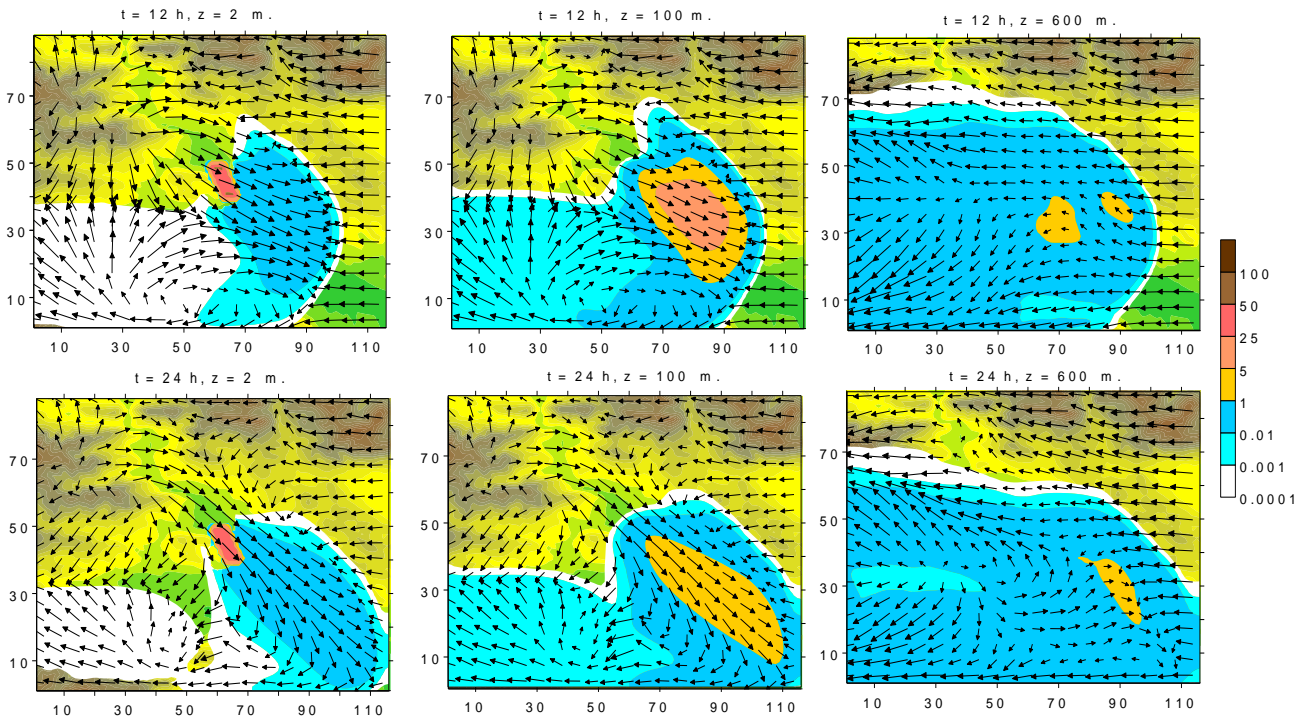
ნახ. 6. ქარის სიჩქარისა და PM2.5-ის კონცენტრაციის განაწილება $z = 2, 100$ და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს, როცა $t = 12$ და 24 სთ.

2.5-ის კონცენტრაციის ველი ორიენტირებულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. კონცენტრაცია 0.01 მკგ/მ^3 მიღებულია ელიფსის მაგვარი ფორმის არეში, რომელიც გადაადგილებულია მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე ქალაქიდან აღმოსავლეთით, ხოლო 100 მ სიმაღლეზე კი ქ. რუსთავის თავზე.

მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე $\text{PM}_{2.5}$ გავრცელებულია ქალაქიდან აღმოსავლეთით 65 კმ სიგანის არეში.

12 სთ-ის შემდეგ ქარის სიჩქარის ველის ცვლილებასთან ერთად იცვლება მიკრონაწილაკების სივრცული განაწილება. მიკრონაწილაკები მიყვება ქარს და როცა $t = 24$ სთ-ს მიწისპირა ფენაში კონცენტრაციის ველს ქალაქის ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში გააჩნია ანტიციკლონურად ჩახვეული ფორმა. მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე $\text{PM}_{2.5}$ მიღებულია მოდელირების არის ცენტრალურ და სამხრეთ ნაწილებში.

ძლიერი ქარი. ფონური აღმოსავლეთის ძლიერი ქარის დროს (10 მ/წმ სიჩქარე მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე), დღის 12 სთ-თვის, რელიეფის ფონურ დინებაზე ზემოქმედების შედეგად, რეგიონის აღმოსავლეთ ნაწილში არსებული მთის მასივები წარმოშობენ ქარის სიჩქარის დივერგენციის ზონას (ნახ. 7). ქვემო ქართლის ვაკეზე იქმნება დასავლეთის ქარი და რეგიონის აღმოსავლეთ ნაწილში – ქარის სიჩქარის კონვერგენციის ზონა მიიღება $\text{PM}_{2.5}$ -ის სივრცული განაწილების რთული სურათი, რომელშიც რეგიონის ცენტრალურ ნაწილში მიკრონაწილაკები გავრცელებულია ძირითადად აღმოსავლეთის მიმართულებით, ხოლო სამხრეთ ნაწილში დასავლეთის. სუსტი და საშუალო ქარების შემთხვევისაგან განსხვავებით, დაბინძურების ზონა მოიცავს მოდელირების არის დიდ ნაწილს.



ნახ. 7. ქარის სიჩქარისა და $\text{PM}_{2.5}$ -ის კონცენტრაციის განაწილება $z = 2, 100$ და 600 მ სიმაღლეზე ფონური აღმოსავლეთის ძლიერი ქარის დროს, როცა $t = 12$ და 24 სთ.

როცა $t = 24$ სთ $\text{PM}_{2.5}$ -ის კონცენტრაციის სივრცული განაწილების არე შემცირებულია. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მიკრონაწილაკები გადაიტანება სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით მკაფიოდ გამოკვეთილი ნაკადის სახით, ხოლო სასაზღვრო ფენაში – მოდელირების არის მთელ სამხრეთ ნაწილში. ნახ. 7-ზე ასახული კონცენტრაციის და ქარის სიჩქარის სივრცული განაწილების სურათების ერთმანეთთან შედარება გვიჩვენებს, რომ ფონური ძლიერი ქარის დროს ნაწილაკების ადვექციურ გადატანას გააჩნია დომინანტი როლი დაბინძურების გავრცელების პროცესში.

დასკვნა. გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით შეიძლება გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნები:

ქ. რუსთავის ატმოსფეროში $\text{PM}_{2.5}$ მაქსიმალური კონცენტრაციები, თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს. მიკრონაწილაკების ($\text{PM}_{2.5}$) კონცე-

ნტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში მიკრონაწილაკების კონცენტრაცია თავის მაქსიმუმებს აღწევს შუადღეს, 12 საათის მახლობლად და საღამოს, 20 საათის შემდეგ.

ქ. რუსთავში ჩატარებულია მიკრონაწილაკების ლოკალური გავრცელების რიცხვითი მოდელირება ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების დროს. მოდელირების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ქ.რუსთავში აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს რელიეფისა და ტემპერატურის დელამური რეჟიმის ცვლილება 12 სთ–ისთვის იწვევს მიწისპირა ქარის სიჩქარის რთულ და მნიშვნელოვან ცვლილებას. ის წარმოშობს ქვემო ქართლის ვაკის ტერიტორიაზე ფონური ქარის საწინააღმდეგო დინებას, რომელიც შეესაბამება ქარის ჰორიზონტალურ გრიგალურ ცირკულაციას. ცირკულაციის სიდიდე თანდათანობით მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში (მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე) მას გააჩნია ტალღური შეშფოთების სახე. ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს მიღებული სურათი თვისობრივად ანალოგიურია ფონური სუსტი ქარის დროს მიღებული ველის, ხოლო აღმოსავლეთის ძლიერი ფონური ქარის დროს, სუსტი და საშუალო ქარების შემთხვევისაგან განსხვავებით, დაბინძურების ზონა მოიცავს მოდელირების არის დიდ ნაწილს.

ლიტერატურა – REFERENCES

1. air.gov.ge/
2. ქ. რუსთავის ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესების სამოქმედო გეგმა 2020-2022“. mepa.gov.ge/Ge/PublicInformation/27987.
3. Surmava A., Intskirveli L., Kukhalashvili V., Gigauri N. Numerical Investigation of Meso- and Microscale Diffusion of Tbilisi Dust. *Annals of Agrarian Science*, v1.8, N.3, 2020. ISSN 1512-1887. pp. 295-302.
4. Surmava A., Kukhalashvili V., Gigauri N., Intskirveli L., Kordzakhia G. Numerical Modeling of Dust Propagation in the Atmosphere of a City with Complex Terrain. The Case of Background Eastern Light Air. *Journal of Applied Mathematics and Physics*. Vol. 8 No.7, 2020, pp. 1222-1228. doi.org/10.4236/jamp.2020.87092. pp. 1222-1228.

უკ 504.5.054.

ქ. რუსთავის და მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ის გავრცელების გამოკვლევა / სურმავა ა, გიგაური ნ., ინსკირველი ლ., გერდწითელი ლ./სტუ-ის ჰმ-ის სამეცნიერო კონფერენცია. – 2023 – ტ.133 გვ.82-88. ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ.

შესწავლილია ქ.რუსთავის და მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფეროში PM_{2.5}-ის გავრცელება ფონური აღმოსავლეთი სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარის დროს. დადგენილია, რომ ქ. რუსთავის ატმოსფეროში PM_{2.5} მაქსიმალური კონცენტრაციები, თითქმის ყოველთვის აღემატება შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს. კონცენტრაციების საათობრივი ცვლილების ტრენდმა გვიჩვენა, რომ დღის განმავლობაში მიკრონაწილაკების კონცენტრაცია თავის მაქსიმუმებს აღწევს დღის სხვადასხვა ინტერვალში. ქ. რუსთავში ჩატარებულმა მიკრონაწილაკების ლოკალური გავრცელების რიცხვითმა მოდელირებამ ფონური აღმოსავლეთის სუსტი, საშუალო და ძლიერი ქარების დროს გვიჩვენა, რომ ქ.რუსთავში აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს რელიეფისა და ტემპერატურის დელამური რეჟიმის ცვლილება 12 სთ–ისთვის იწვევს მიწისპირა ქარის სიჩქარის რთულ და მნიშვნელოვან ცვლილებას. ის წარმოშობს ქვემო ქართლის ვაკის ტერიტორიაზე ფონური ქარის საწინააღმდეგო დინებას, რომელიც შეესაბამება ქარის ჰორიზონტალურ გრიგალურ ცირკულაციას. ცირკულაციის სიდიდე თანდათანობით მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად და ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენაში (მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე) მას გააჩნია ტალღური შეშფოთების სახე. ფონური აღმოსავლეთის საშუალო ქარის დროს მიღებული სურათი თვისობრივად ანალოგიურია ფონური სუსტი ქარის დროს მიღებული ველის, ხოლო აღმოსავლეთის ძლიერი ფონური ქარის დროს, სუსტი და საშუალო ქარების შემთხვევისაგან განსხვავებით, დაბინძურების ზონა მოიცავს მოდელირების არის დიდ ნაწილს.

UDC 504.5.054

Study of the spread of PM_{2.5} in the atmosphere of Rustavi and its environs. /Surmava A., Gigauri N., L.,Intskirveli/ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM,GTU. -2023. – vj1.133 .- pp.82-88. –Georg.; Abst.: Georg., Eng.

The distribution of PM_{2.5} in the atmosphere of the city of Rustavi and its environs was studied under eastern background light air, gentle and fresh breeze. It has been established that the maximum concentrations of PM_{2.5} in the atmosphere of Rustavi are almost always higher than the corresponding maximum allowable concentrations. The trend of hourly changes in concentrations showed that during the day the concentration of microparticles reaches its maximum in the various period of the day. Numerical modeling of the local distribution of microparticles carried out in the city of Rustavi during

background easterly light air, gentle and fresh breeze showed us that the change in the daily regime of relief and temperature with eastern light air in Rustavi for 12 hours leads to a complex and significant change in the wind speed directed to land. It forms on the territory of Kvemo Kartli the opposite current of the background wind, which corresponds to the horizontal circular wind circulation. The value of circulation gradually decreases with increasing height and in the boundary layer of the atmosphere (600 m above the earth's surface) has the form of a wave disturbance. the picture obtained with an average background east wind is qualitatively similar to the field obtained with a background light air, and with a fresh breeze, in contrast to the case of a light air and gentle breeze, the pollution zone covers most of the simulation zone.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-89-95

უკ 631.41

სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიების რემედაცია ქართულ ცელოტის (80% კლნობტლოტე) გამოყენებით
ბუაჩიძე ნ.*, ერისთავი დ**, შუბლაძე ე.*

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი, emc.buachidze@yahoo.com, ekaterineShubladze7@gmail.com

** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, d.eristavi@gtu.ge

შესავალი

მრავალწლიანმა გამოკვლევებმა, რომელიც ტარდებოდა პროექტის „დავიცვათ საქართველოს სისუფთავე“ ფარგლებში და რომელშიც მონაწილეობას იღებდა სტატიის ერთ-ერთი ავტორი ნ.ბუაჩიძე 2019-2022 წლების პერიოდში როგორც ექსპერტი გარემოსდაცვით საკითხებში, აჩვენა, რომ სტიქიური (არაკონტროლირებადი) ნაგავსაყრელების შიდა და მიმდებარე ტერიტორიები ბინძურდებიან სხვადასხვა ტოქსიკური კომპონენტებით, გამომდინარე იქიდან, რომ მათ ტერიტორიებზე მოსახლეობის მიერ, სამწუხაროდ არც თუ ისე იშვიათად, იყრება სხვადასხვა ტიპის საგნები, საკვები პროდუქტები და ა.შ. აღმოჩნდა, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელები წარმოადგენენ საკმაოდ მაღალი რისკის მატარებელ ობიექტებს, რომელთა არსებობამ ნაგავსაყრელების მიმდებარედ მცხოვრები ადამიანების ჯამრთელობაზე შეიძლება მოახდინონ საკმაოდ ნეგატიური გავლენა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ტიპის ნაგავსაყრელები უმეტესად არიან განლაგებული ჩვენი ქვეყნის რეგიონებში (სურ. 1, 2). მათი არსებობა ძირითადად განპირობებულია შესაბამისი სერვისების (კონტეინერები, ნაგავგადასმის ტრანსპორტი და ა.შ.) ნაკლებობით და ასევე მოსახლეობის ეკოლოგიური ცნობიერების დაბალი დონით.



სურათი 1.



სურათი 2.

არსებულმა მდგომარეობამ მიგვიყვანა იმ მიზნამდე, რომ არა მარტო ამ ტიპის ნაგავსაყრელების ინვენტარიზაცია ჩაგვეტარებინა საქართველოს ზოგიერთ რეგიონში, არამედ დამატებით განვეხორციელებინა ყველაზე თვალსაჩინო და დაბინძურებული არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების ტერიტორიების მოსუფთავება, მათი დამუშავება ქართული სორბენტის (ცეოლიტის) გამოყენებით, რაც გულისხმობს ამ ტერიტორიების რემედაციას და შემდგომში მათ გამწვანება-გაჯანსაღებას შესაბამისი მცენარეების დარგვით, მოცემულ ტერიტორიებზე (ფიტორემედაციის პროცესი).

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მოცემულ სამუშაოში განხილული და შემოთავაზებულია კონკრეტული მიდგომა-მეთოდი ნიადაგების დაბინძურების აღმოფხვრისა ამისათვის საკვლევ ობიექტად არჩეულ იქნა ყველაზე თვალსაჩინო სტიქიური ნაგავსაყრელები, რომლებიც არიან განლაგებულნი საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში და აღმოჩნდნენ დაბინძურებულნი სხვადასხვა ტიპის ტოქსიკური კომპონენტებით.

ნაგავსაყრელების ტერიტორიის რემედაციის განხორციელების გზები და კვლევის მიზანი.

არსებობს ნიადაგების რემედაციის გზით გაწმენდის ორი სტრატეგიული მიმართულება: 1) ინ სიტუ და 2) ეს სიტუ. თუ ნიადაგის რემედაცია ტარდება უშუალოდ დაბინძურების ადგილზე, ასეთ ტექნოლოგიას ეწოდება ინ სიტუ.

თუ ნიადაგის რემედაცია არ ტარდება უშუალოდ დაბინძურების ადგილზე (მაგალითად თუ ნიმუში გამოიცდება ლაბორატორიულ პირობებში) ასეთ ტექნოლოგიას ეწოდება ეს სიტუ.

ჩვენს შემთხვევაში საქმე გვაქვს პირველ ვარიანტთან, რადგანაც ნიადაგის რეაბილიტაციის პროცესი ტარდებოდა პირდაპირ ადგილზე ნაგავსაყრელების ტერიტორიაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვეულებისამებრ, რემედაციული სამუშაოების დაწყებას ყოველთვის წინ უსწრებს დაბინძურებული

ნიადაგის ანალიზი (ჩვენს შემთხვევაში ქიმიური ანალიზი მძიმე მეტალების შემცველობაზე – Cu, Zn, Pb, Cd, Hg) მისი ტერიტორიის დაბინძურების ხარისხის დასადგენად, რომლის პასუხზე დამოკიდებული წარმართება თუ არა ნაგავსაყრელის ნიადაგის დამუშავება შემდგომში[1-5].

ჩვენს შემთხვევაში სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიების რემედიაციის პროცესი განვახორციელეთ ქართული სორბენტის - ცეოლიტის დახმარებით, რომელიც შეიცავს 80%-მდე კლინოპტილოლიტს და რომელსაც ხშირად იყენებენ სოფლის მეურნეობაში მოსავლიანობის გასაუმჯობესებლად.

ჩვენს შემთხვევაში ეს პროცესი მოიცავდა განხორციელების შემდეგ ეტაპებს:

- ა) ჩვენს მიერ შერჩეული სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიის მოსუფთავება;
- ბ) მოსუფთავებული ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯების ქიმიური ანალიზი (ანალიზის პირველი ეტაპი);
- გ) ქართული ცეოლიტის (80% კლინოპტილოლითი) შერევა ნაგავსაყრელის ტერიტორიის მოსუფთავებულ ნიადაგში;
- დ) გარკვეული დროის შემდგომ (3-6 თვე) უკვე დამუშავებული ნიადაგის საანალიზო ნიმუშების ქიმიური ანალიზი (ანალიზის მეორე ეტაპი);
- ე) შედარებითი ანალიზის (ქიმიური ანალიზის პირველი და მეორე ეტაპის რეზულტატების შედარება) შედეგების შეფასება;
- ვ) გამოჯანსაღებულ ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე მცენარეების დარგვა-განთავსება (ფიტორემედიაცია).

გამოყენებული ტექნიკა და მეთოდები

ლაბორატორიულ პირობებში, საანალიზო ნიმუშებში, თანამედროვე მეთოდებისა და ტექნიკის გამოყენებით (ISO მეთოდები), განისაზღვრა ის დამაბინძურებელი ინგრედიენტები, რომლითაც ამ ტიპის ნაგავსაყრელების უშუალო ზეგავლენის შედეგად, გარემოს ეკოსისტემები ხშირად ბინძურდება[6-8]. შესაბამისად სავსე პირობებში ვიღებდით საანალიზო ნიმუშებს (ნიადაგი-0-20 სმ), რომლებშიც განისაზღვრა ჩვენს მიერ შერჩეული ზოგიერთი მძიმე ლითონი (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg). ნიადაგის ნიმუშის დამუშავება ხორციელდებოდა სტანდარტული -200.2 მეთოდის შესაბამისად მიკროტალღური დამშლელი ხელსაწყო „მილესტონე“ ექსტრაქტორის გამოყენებით, ხოლო დამუშავებულ ნიმუშებში მძიმე მეტალების შემცველობები ისაზღვრებოდა სტანდარტული Iშ 11885:200-მეთოდით ინდუქციურად ბმული პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრის ICP-OES საშუალებით.

მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურების პროცესში ნაგავსაყრელების როლის და მნიშვნელობის სწორად შესაფასებლად, შერჩეულ იქნა საკვლევი ობიექტები, რომლებმაც ფონის როლი შეასრულეს და რომელთა შედარება ხდებოდა დანარჩენი საკვლევი წერტილების შედეგებთან. მიღებული შედეგების მეტი სიზუსტობის დაცვის თვალსაზრისით, მონაცემები, ასევე შედარებულ იქნა განსაზღვრული კომპონენტების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებთან (ზდკ) ან მათ საორიენტაციო დასაშვებ კონცენტრაციებთან (სდკ) [9-17].

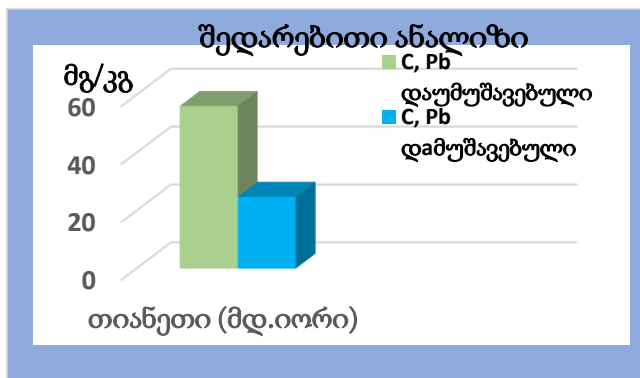
შედარებითი ანალიზის შედეგების შეფასება და მათი ანალიზი

შედარებითი ანალიზი გულისხმობს სტიქიური ნაგავსაყრელიდან პირველ ეტაპზე (სანამ დაამუშავებენ სორბენტით ტერიტორიას) აღებული ნიადაგის საანალიზო ნიმუშების ქიმიური ანალიზის შედეგების შედარებას, სორბენტის დაყრის შემდგომ აღებული ნიმუშების ქიმიური ანალიზის შედეგებთან. მიღებული შედეგები წარმოაჩენს იმას, თუ ჩვენს მიერ შერჩეული ტოქსიკური ელემენტებიდან რომლის შემცველობა მცირდება ნიადაგის შემადგენლობაში ან რამდენად გამოკვეთილად მიმდინარეობს ნაგავსაყრელების ნიადაგის ხარისხის გაუმჯობესება მათი ცეოლიტით დამუშავების შემთხვევაში.

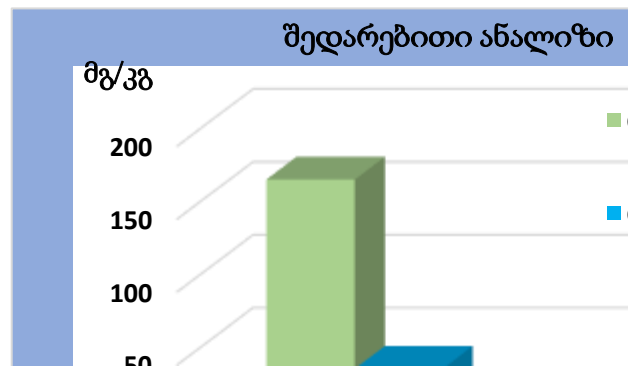
ცხრ. 1 და ნახ. 1-8 წარმოდგენილია ჩვენს მიერ შერჩეული ზოგიერთი სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგების შედარებითი ანალიზის შედეგები, რომლებიც ჩატარებულ იქნა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში სხვადასხვა დროის პერიოდში.

ცხრილი 1. კახეთის, ქვემო ქართლის, შიდა ქართლის, სამცხე-ჯავახეთისა და მცხეთა-მთიანეთის რეგიონებში არსებული სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიებიდან აღებული ნიადაგის სინჯების შედარებითი ანალიზის შედეგები

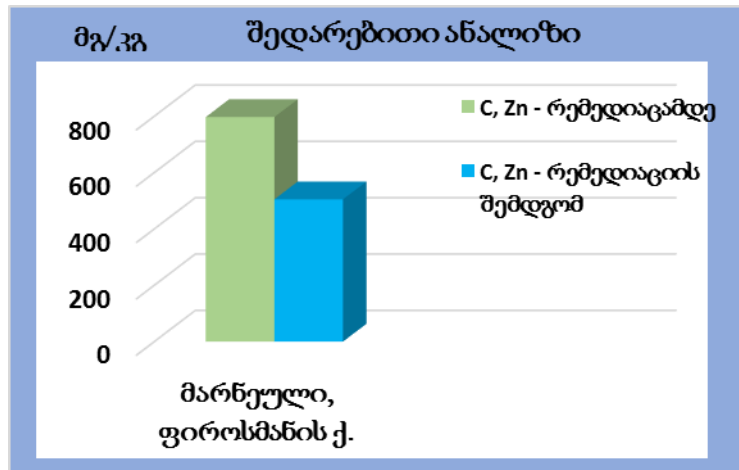
სინჯის აღების ადგილი	სინჯის აღების დრო	კოორდინატები	C, Cu (მგ/კგ) დაუმუშავებელი	C, Cu (მგ/კგ) დამუშავებული	C, Zn (მგ/კგ) დაუმუშავებელი	C, Zn (მგ/კგ) დამუშავებული	C, Pb (მგ/კგ) დაუმუშავებელი	C, Pb (მგ/კგ) დამუშავებული
თიანეთი (მდ. იორის პირას)	13.10.2020 21.03.2021	X-498173 -4661505			165.20	35.5	56.18	24.8
ქარელი	09.10.2020 22.03.2021	X-526602 -4619344			173.4	89.9		
გარდაბანი-1	14.11.2020 21.03.2021	X-503392 -4595501	91.68	44.3	233.54	139.2		
გარდაბანი-3	14.11.2020 21.03.2021	X-499468 -4601937	65.70	60.7				
მარნეული, ფიროსმანის ქუჩა	09.06.2021 27.10.2021	X-482814 -4593290			797	505	69.9	62
საგარეჯო	10.08.2020 15.11.2020	X-526602 -4619344	53.11	37.69				
ახალციხე, რუსთაველის ქუჩა	23.07.2020 24.11.2020	X-333543 -4611563	62.31	49.01	409.41	192.58		
ახალციხე, თამარ მეფის ქუჩა	22.07.2020 25.11.2020	X-332464 -4611963			130.52	87.60		
ასპინძა	23.07.2020 25.11.2020	X-353375 -4603215	56.11	12.33	601.70	203.24	78.66	17.49
თამარისი	08.12.2020 17.05.2021	X-477635 -4587823	96	29.1	527.5	136.4		
თელავი	16.10.2019 10.08.2020	X-543542 -4638924					34.32	10.08
ზღვ							32	32
სღვ			132	132	220	220		
გამოცდის მეთოდი	I ^u 14869-, 1-01							



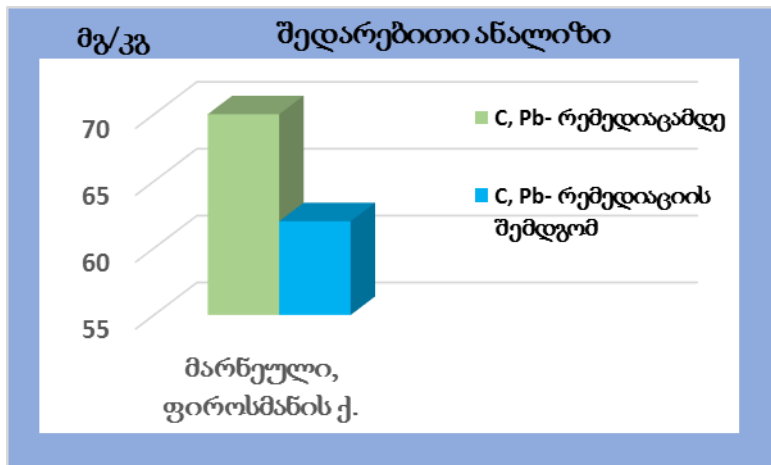
ნახაზი 1. შედარებითი ანალიზის შედეგი თიანეთის ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის ტყვიის შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 56 %-ით)



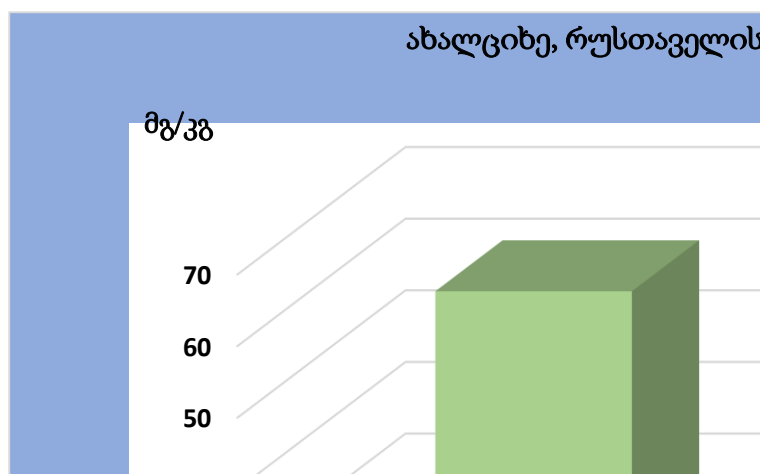
ნახაზი 2. შედარებითი ანალიზის შედეგი თიანეთის ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის თუთიის შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 78 %-ით)



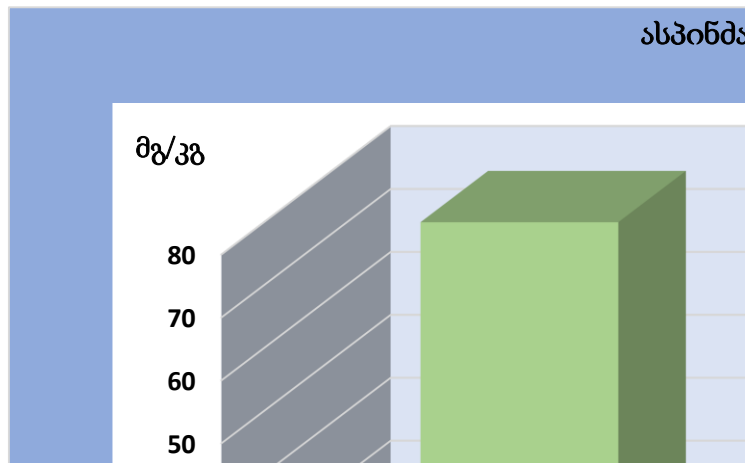
ნაბაზი 3. შედარებითი ანალიზის შედეგები (თუთიის შემთხვევაში) ფიროსმანის ქუჩაზე არსებული (მარნეული) არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის მაგალითზე (შემცირდა 36.6 %-ით)



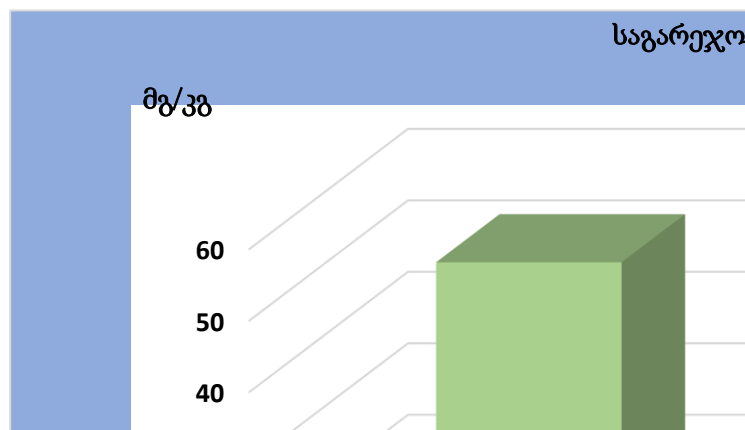
ნაბაზი 4. შედარებითი ანალიზის შედეგები (ტყვიის შემთხვევაში) ფიროსმანის ქუჩაზე არსებული (მარნეული) არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის მაგალითზე (შემცირდა 10 %-ით)



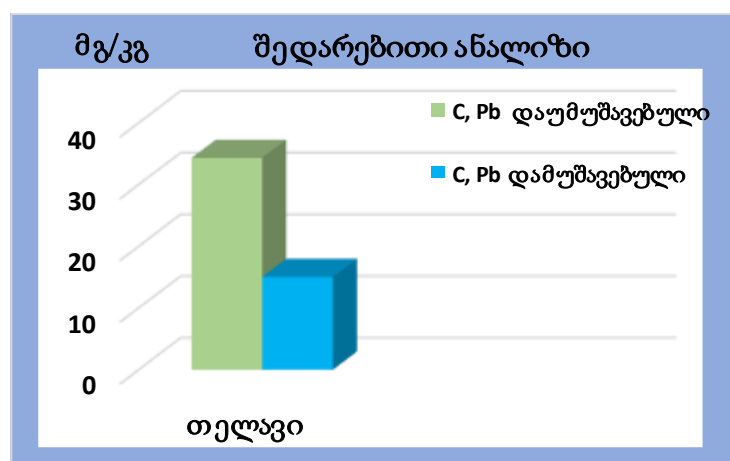
ნაბაზი 5. შედარებითი ანალიზის შედეგი აბაღციხის ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის სპილენძთან შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 21 %-ით)



ნახაზი 6. შედარებითი ანალიზის შედეგი ასპინძის ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის ტყვიის შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 78 %-ით)



ნახაზი 7. შედარებითი ანალიზის შედეგი საგარეჯოს ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის სპილენძის შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 28%-ით)



ნახაზი 8. შედარებითი ანალიზის შედეგი თელავის ნაგავსაყრელის დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ტერიტორიებს შორის ტყვიის შემცველობასთან მიმართებაში (შემცველობა შემცირდა 56 %-ით)

შედარებითი ანალიზის შედეგების მიხედვით, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ რემედიაციის 12 შემთხვევიდან არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის ნიადაგში ტყვიის შემცველობა შემცირდა 4 შემთხვევაში, თუთიისა 8-ში, ხოლო სპილენძისა კი 6 შემთხვევაში.

რემედიაციის პროცესმა ნიადაგში ტყვიის შემცირება გამოიწვია 10-78%-ის ფარგლებში, თუთიის შემთხვევაში 33-78%, ხოლო სპილენძის შემთხვევაში კი 21-78%.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მიღებული შედეგები მიგვანიშნებენ იმას, რომ ქართული სორბენტი ცეოლიტი, საკმაოდ პოზიტიურ როლს თამაშობს არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების ტერიტორიების გამოჯანსაღების პროცესში, იმდენად რამდენადაც მიღებულმა შედეგებმა თვალნათლივ დაგვანახა, რომ მოცემული ნედლეულის შერევით ნიადაგში, მძიმე მეტალების შემცველობა საგრძნობლად მცირდება და შესაბამისად დაბლა წევს დაბინძურების ხარისხს მასში.

და ბოლოს, რეკომენდაციის სახით - არ იქნებოდა ცუდი, რომ ნაგავსაყრელების სრული რემედიაციის პროცესის ჩასატარებლად, მოცემულ ტერიტორიებზე განხორციელებულ იქნას ფიტორემედიაციაში გამოყენებული მცენარეების დარგვა, რაც მოგვცემს საშუალებას მოხდეს ნიადაგის ხელახალი დასუფთავება იმ ტოქსიკური კომპონენტებისაგან, რომლებიც დარჩა სორბენტით დაშუშავებულ ნიადაგებში, ეს კიდევ ერთხელ შეამცირებს ნიადაგის დაბინძურების ხარისხს და საბოლოოდ მივიღებთ კიდევ ერთ გამწვანებულ ტერიტორიას.

დასკვნა

კვლევებმა დაგვანახეს, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიების ნიადაგის დაბინძურების ხარისხი ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ქართული სორბენტის გამოყენებით, ხშირ შემთხვევაში იცვლება კლებადობისკენ კერძოდ, ჩვენ შემთხვევაში ნიადაგის შემადგენლობაში მკვეთრად შემცირდა ისეთი მძიმე ლითონების კონცენტრაციები როგორებიცაა Cu, Zn, Pb (თუმცა სხვადასხვა ხარისხით).

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ნიადაგში მეტალების კონცენტრაციის კლებადობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპებზე, მთელ რიგ მეტეოროლოგიურ პირობებზე და პირველ რიგში კი მოსული ნალექების რაოდენობაზე. ამიტომაც მძიმე ლითონებით დაბინძურებული ნიადაგის რემედიაციის შედეგად მიღებული მონაცემები არ შეიძლება იყოს პირდაპირ დამოკიდებულებაში რაიმე მკვეთრად გამოყოფილ პირობებთან. მთავარი და მნიშვნელოვანია ის რომ, ჩვენს მიერ მოწოდებული, სორბენტით განხორციელებული ნიადაგის რემედიაციის პროცესი, ამცირებს მისი დაბინძურების ხარისხს და ასევე აძლიერებს მასში ტენიანობის შენარჩუნებას და ამდიდრებს მცენარეებისათვის აუცილებელი მიკროელემენტების შემცველობას (როგორებიცაა აზოტი და ფოსფორი).

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდის მიხედვით, ნაგავსაყრელის ნიადაგის რემედიაციის პროცესი სრულდება მოცემულ ტერიტორიაზე იმ მცენარეების განთავსებით, რომლებიც საკმაოდ დიდ როლს თამაშობენ ფიტორემედიაციის პროცესში და რის შემდგომაც არსებობს რეალური ალბათობა იმისა, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელის მაგივრად, მივიღოთ ორჯერადად გასუფთავებული მწვანე მიწები ტერიტორიები. ამ შემთხვევაში გამოიყენება ისეთი იაფი ნედლეულები როგორებიცაა ქართული სორბენტი – კლინოპტილოლითი და ფიტორემედიაციაში გამოყენებული სხვადასხვა ტიპის მცენარეების სახეობები, რომლებიც წარმოადგენენ საკმაოდ იაფ ნედლეულს საქართველოში.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Cleanup Georgia, 2012, "Report on Municipal Solid Waste Management in Georgia".
2. Z. Youcai, L. Jiangying, H. Renhua, G. Guowei, J. of Water, Air and Soil Pollution, Vol. 122 (2000) 281-297
3. D. Kumar, B.J. Alappat, ASCE Practice Periodicals of Hazardous, Radioactive and Toxic Wastes, Vol. 8(4), (2004) 253-264.
4. J. Fronczyk, K. Garbulewski, Department of Geotechnical Engineering, Warsaw University of Life Sciences, Land Reclamation, Vol. 41, (2009) 3-9.
5. Г.С. Фомин. Почва: Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. «ВНИИСтандарт», М., 2000.
6. F.B. Calvo Moreno, M/ Zamorano, M. Szanto, Environmental diagnosis methodology for municipal waste landfills. Waste Manage 2005;25:768-79.
7. AS. Erses, MA Fazal, Onaya TT, Craig WH. Determination of solid waste sorption capacity for selected heavy metals in landfills. J Hazard Mater 2005;B121:223-32.
8. AD. Eaton, Franson MAH, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard method for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington: American Public Health Association; 2005.
9. Г.С. Фомин. Вода: Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник, «Протектор», М., 2010.
10. D. Kumar, B.J. Alappat, In: Proceedings of the Ninth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, (2003) no.400.
11. Elina Bakradze., Yuri Vodyanitski., Tengiz Urushadze., Zaur Chankseliani., Marine Arabidze. About rationing of the heavy metals in Soils of Georgia. J. Annal of Agrarian Science, vol.16,№1 (2018), 1-6.

12. Gambashidze G.O., Blum W.H., Urushadze T.F., Mentler A., Heavy metals in soils, J. Annals of Agrarian Science, vol.4, №3 (2006) 7-11.
13. Supatashvili G.D., Labartkava N.A., Loria N.V., Dugashvili D.T. Arsenic in soil and plants food products of mining and processing region of Arsenic sulfide ore in Georgia. J. Annals of Agrarian Science, vol.8, №4 (2010) 31-34.
14. Urushadze T.F., Gambashidze G.O., Blum W.H., Mentler A. Soil contamination with heavy metals in imereti region (Georgia), Bulletin of the National Academy of Sciences, 175 (2007) 122-130.
15. Felix-Henningsen P., Sayed M., Narimanidze E.L., Steffens D., Urushadze T.F. Bound forms and plant availability of heavy metals in irrigated , highly polluted kastanozems in the Mashavera valley, SE Georgia Annals of Agrarian Science Vol.9, №1, 2011.
16. Loria N., Labartkava N., Dugashvili D. The content of Arsenic and Cooper in Environmental objects of river Poladauri Gorge, Georgian chemical J., vol.4, №2, 2009, 177-179.
17. European Soil Data Base version 1.0. CD-ROM, European Soil Bureau, JRC, European Commission, 1999.

უკ 631.41

სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიების რემედიაცია ქართული ცეოლიტის (80% კლინოპტილოლიტი) გამოყენებით/ ბუაჩიძე ნ., ერისთავი დ., შუბლაძე ე./სტუ-ის კმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.89-95. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

კვლევაში განხორციელდა საქართველოს ზოგიერთ რეგიონში განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელების ინვენტარიზაცია. შესწავლილ იქნა მათი ტერიტორიების (ასევე მიმდებარე ტერიტორიების) ნიადაგის დაბინძურების ხარისხი ისეთი მძიმე ლითონებით როგორებიცაა ჩუ, ძნ, პ, ჩდ, გ. ქართული ცეოლიტის გამოყენებით ჩატარდა კვლევა მოცემული დაბინძურებული ნიადაგების ხარისხის გაუმჯობესების მიმართულებით (კერძოდ სორბენტის შერევით მოსუფთავებული ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე). შედარებითი ანალიზის საფუძველზე დადგინდა რომ ქართული ცეოლიტი (80% კლინოპტილოლიტი) ახდენს დადებით გავლენას ჩვენს მიერ შესწავლილი ნიადაგების ხარისხზე და შესაბამისად საგრძნობლად ამცირებს მათში ზემოთ ჩამოთვლილ მძიმე ლითონების შემცველობებს.

UDC 631.41

Remediation of landfill sites using Georgian zeolite (80% clinoptilolite)/. Buachidze N., Eristavi D., Shubladze E / Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.89-95.- Georg., Summ. Georg., Eng.

in the study, an inventory of natural landfills located in some regions of Georgia was carried out. The degree of soil contamination of their territories (as well as adjacent territories) with such heavy metals as Cu, Zn, Pb, Cd, Hg was studied. Using Georgian zeolite, a study was conducted in the direction of improving the quality of given contaminated soils (in particular, in the area of a landfill cleaned by mixing a sorbent). Based on a comparative analysis, it was found that Georgian zeolite (80% clinoptilolite) has a positive effect on the quality of the soils we studied and, therefore, significantly

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-96-99

უაკ: 504.0642

საქართველოში კულტურული ტურიზმის განვითარების ეკოლოგიური და ბიოკლიმატური პირობების შესახებ

გუნია გ.*, სვანიძე ზ.**

*სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, garrygunia@yahoo.com

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კულტურული ტურიზმი ტურიზმის ყველაზე პოპულარული და მასობრივი სახეობაა.

ეს მნიშვნელოვანი საერთაშორისო ტერმინი ფართო დიაპაზონის მომცველია, საგნობრივია და ტურიზმის ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას განსაზღვრავს.

ზღვის და მთის კურორტების სიახლოვე, ბუნების მრავალფეროვნება, მდიდარი ფლორა და ფაუნა, უძველესი კულტურა და ტრადიციები მეტად მნიშვნელოვან უპირატესობას ანიჭებენ საქართველოს - ამ ტრადიციულად მნიშვნელოვან ტურისტულ ცენტრს რეგიონში.

ეს თავისებურება განპირობებულია რიგი მახასიათებლით, მათ შორის: - გეოგრაფიული მდებარეობით, რელიეფით, გარეგანი და ადგილობრივი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორების ძალზე რთული ურთიერთშეხამებით. ამის გამო აქ ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული რამდენიმე ტურისტული კლიმატური ზონა გამოიყოფა.

კლიმატური რესურსების შესაბამისად, მცენარეულობა საქართველოში მდიდარი, მრავალფეროვანი და თვითმყოფადია, მეტად საინტერესო ცხოველური სამყაროთი. ამასთან, საქართველოს ტერიტორიის უდიდეს ნაწილს მთის ტყის მასივები და რთული ოროგრაფიის მქონე მიწები შეადგენენ (დაახლოებით, მისი ტერიტორიის 3/4). სოფლის მეურნეობისათვის გამოსადეგი ნოყიერი მიწები, რომელთა დეფიციტი მკაფიოდ შეინიშნება ქვეყანაში, უმთავრესად, მდინარეთა ხეობების გასწვრივ მდებარე მდელოებზეა განლაგებული. აქ სხვადასხვა ტიპის ტურიზმის შესაძლებლობა არსებობს: ზღვაზე დასვენება; ისტორიულ-კულტურული ძეგლების მონახულება; ეკოტურიზმი და აგროტურიზმი; ნადირობა და თევზაობა; სამკურნალო ტურიზმი და სხვა.

საქართველოს ბუნებრივი რესურსებისა და ეკონომიკური პოტენციალის ჩამონათვალი-დანაც კი კარგად ჩანს, რომ განსახილველ საკითხს ქვეყნისთვის აქტუალური პრობლემის ხასიათი გააჩნია. მიუხედავად ზემოაღნიშნულისა, ქვეყანაში ტურიზმის განვითარების ერთ-ერთ თანამედროვე აქტუალურ პრობლემას, ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული, ბუნებრივი გარემოს რეკრეაციული არეალების ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ ხელმისაწვდომი, ადეკვატური ინფორმაციის უქონლობა წარმოადგენს.

ის ფაქტი რომ გარემოს დაზიანება ახდენს მავნე ზემოქმედებას კლიმატზე, ცოცხალ ორგანიზმებზე და მცენარეულ საფარზე, არის ერთ-ერთი უმთავრესი მიზეზი, რომელიც გვაიძულებს მივუხედოთ სერიოზული ყურადღება ეკოლოგიური მონიტორინგის საკითხებს. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ მონიტორინგული კვლევების მნიშვნელოვანი სფეროა ბუნებრივი გარემოს ხარისხის შეფასება. კვლევებით დადგენილია, რომ გარემოს დამაზიანებელ მინარევთა კონცენტრაციების განაწილება ბუნებრივ გარემოში ბევრად არის დამოკიდებული მათ ფიზიკა - გეოგრაფიულ თავისებურებებზე, ხოლო ქიმიური შედგენილობა განპირობებულია იმ ნივთიერებათა შედგენილობით, რომელთა წყაროდ შეიძლება იყოს ძალზე რთული ფიზიკა - ქიმიური თვისებების მქონე ბუნებრივი წარმოშობის მინარევები და გარემოს დაზიანებაში მზარდი ტემპით მატების წილის მქონე ანთროპოგენური წარმოშობის პროდუქტები [1].

აღნიშნულის გამო საკვლევი რეგიონის ცალკეულ პუნქტებზე და დროის სხვადასხვა მონაკვეთებში მინარევთა კონცენტრაციების ველის განაწილებაში შეიძლება მნიშვნელოვანი გადახრები იქნეს აღრიცხული. გარდა ამისა, დიდი მნიშვნელობა მეტეოროლოგიურ პირობებს ენიჭება, რომლებიც არა მარტო ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, ხასიათსა და განაწილებაზე, არამედ ჰაერის მასების გადატანის სიჩქარეზე და მიმართულებაზეც ახდენენ მნიშვნელოვან გავლენას.

ზემოაღნიშნულის გამო გარემოს დამაზიანებელ ნივთიერებათა კონცენტრაციები, ბუნება და ყოფა - ქცევა უცვლელი არ რჩება. მნიშვნელოვანად იცვლება, აგრეთვე, მათი ინტეგრალური მახასიათებლები ატმოსფეროს სვეტში და გეოგრაფიული განაწილება საკვლევ ტერიტორიაზე.

ყველაფერი ეს ბუნებრივი გარემოს კომპონენტების (დედამიწა, წიაღი, ნიადაგი, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები, ატმოსფერული ჰაერი, მცენარეული და ცხოველური სამყარო და სხ.) ქიმიური შემცველობის მნიშვნელოვან ცვალებადობას განაპირობებს და მათი შედგენილობის

განმსაზღვრელი ძირითადი ნივთიერებების კონცენტრაციები, ერთსა და იმავე რეგიონის შიგნითაც კი, სინჯიდან სინჯამდე, საკმაოდ ფართო ფარგლებში მერყეობენ [2].

ცხრილი 1. სხვადასხვა პერიოდის გასაშუალოებით გაანგარიშებული ატმოსფერული ნალექების მინარევ ნივთიერებათა იონების კონცენტრაციების საშუალო სიდიდეების ცდომილებათა მნიშვნელობები, % - ში

ძირითადი იონები	გასაშუალოების პერიოდები		
	ერთჯერადი დაკვირვებათა , %	მრავალწლიური საშ. თვიური მნიშვნელობათა , %	მრავალწლიური საშ. წლიური მნიშვნელობათა , %
1	2	3	4
შ 4 ²⁻	95	47	14
ჩლ ⁻	98	40	12
3 ⁻	35	35	11
ჩ 3 ⁻	79	42	12
4 ⁺	99	49	15
ა ⁺	80	40	12
+	89	53	16
გ2 ⁺	98	49	14
ჩა2 ⁺	61	28	8
Σი	58	30	9

ზემოაღნიშნულით აიხსნება ცხრ.1- ში მოტანილი სინჯების ანალიზის ერთჯერადი მონაცემთა დახმარებით გაანგარიშებული საშუალო მნიშვნელობათა კვადრატული გადახრების გაანგარიშებათა შედეგები (მე-2 -ე სვეტი), რომლებიც 60 – 99 % - ის ფარგლებში მდებარე ცდომი-ლებებზე მიუთითებენ. ამასთან, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა [3], გასაშუალოების პერიოდების ზრდასთან ერთად მცირდება საშუალო სიდიდეების კვადრატული გადახრების მნიშვნელობები (მე 3-ე და მე 4-ე სვეტები). ამიტომ მონაცემთა საიმედობის გადიდების მიზნით აუცილებელია გასაშუალოების პერიოდების გაზრდა. ასე მაგალითად, მრავალწლიური საშუალო თვიური კონცენტრაციების მნიშვნელობათა ცდომილებები 30-50% შეადგენენ, ხოლო მათი მრავალწლიური საშუალო წლიურების ცდომილებები 8-15% - მდე მცირდება. ამასთან, ატმოსფეროს მინარევთა კონცენტრაციების განაწილების საიმედო შეფასებისა და მეცნიერილად დასაბუთებულ-ი დასკვნების გასაკეთებლად, დაახლოებით, არანაკლებ 5-10 წლის დაკვირვებათა მასალის ფლობა აღმოჩნდა საჭიროდ.

როგორც ირკვევა, გარემოს დაბინძურების შესახებ მონაცემთა საშუალო სიდიდის გაანგარიშებისას, ისევე, როგორც მეტეოროლოგიური ინფორმაციის დამუშავებისას, დიდი მნიშვნელობა აქვს კლიმატოლოგიურად ერთგვაროვან და სტატისტიკურად უზრუნველყოფილ დაკვირვებათა რიგების გამოყენებას.

მაგრამ, გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის შეფასებისას ყოველთვის არ მოიპოვება დაკვირვებათა ისეთი რიგები, რომლებიც სრულად აკმაყოფილებენ წარდგენილ მოთხოვნებს. ამის გამო, დაკვირვებათა მასალის ინტერპრეტაციისა და საანალიზო გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების გასაადვილებლად და წარმოქმნილი მონაცემთა არაერთგვაროვნების აღმოფხვრის მიზნით ჩვენს მიერ იქნა შემოტანილი ატმოსფეროს ცალკეული i - ური საკვლევი ნივთიერებით - q_i და რამოდენიმე საანალიზო ნივთიერებათა საშუალო ჯამური - დაბინძურების მაჩვენებლების ცნებები, ხოლო მათი საანგარიშო ფორმულები შემდეგნაირად არის გამოსახული:

$$K_i = \frac{\bar{q}_i}{q_{ix}} \quad , \quad (1)$$

$$K = \frac{\sum K_i}{n} \quad , \quad (2)$$

სადაც q_i და q_{ix} , შესაბამისად, გარკვეულ სივრცესა და დროში გასაშუალოებული i - ური ნივთიერების კონცენტრაცია და მისი შესატყვისი მანორმირებული სიდიდეა. უკანასკნელის რანგში მოცემული მინარევის საშუალო მრავალწლიურ კონცენტრაციას ვღებულობთ, ხოლო n - მინარევ-თა რიცხვია. როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა ნორმირების მეთოდი მონაცემთა არაერთგვაროვნების გამორიცხვისა და ატმოსფეროს მინარევთა ჯამური ზემოქმედების შედეგად მიღებული ეკოლოგი-ური

მდგომარეობის (დატვირთვის) შეფასების საუკეთესო საშუალებას იძლევა [4]. აღნიშნული სახის ინტეგრალური მახასიათებლები გაცილებით ნაკლებად განიცდიან შემთხვევით ცვალებადობას ვიდრე ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა ცალკეული მონაცემები [5, 6]. ამასთან, ისინი საკმაოდ სრულად ასახავენ მავნე მინარევთა წყაროების წვლილს გარემოს დაბინძურებაში და მეტად მნიშვნელოვანი მეტეოროლოგიური ფაქტორებით განისაზღვრებიან. ამ ინტეგრალური მახასიათებლების მისაღებად სივრცულ - დროითი გასაშუალოების გამოყენება, გარკვეულწილად, შემთხვევითი პროცესების ფილტრაციის ექვივალენტური აღმოჩნდა.

რელიეფის შესაბამისად, საქართველო, ისევე, როგორც მსოფლიოს მრავალი სხვა მთიანი ქვეყანა, ბიოკლიმატური პირობების ნაირსახეობით გამოირჩევა, რაც, თავის მხრივ, კლიმატის შემქმნელი გარემო და შიდა ფაქტორების რთული ურთიერთშეხამებით არის განპირობებული. ამასთან ერთად, დასავლეთ საქართველოს კლიმატზე დიდ გავლენას ახდენს შავი ზღვა.

ზემოაღნიშნული, საკვლევ ტერიტორიაზე რამდენიმე ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ბიოკლიმატური ზონის გამოყოფას განაპირობებს.

ეჭვს არ იწვევს, რომ აღნიშნული გარემოება დიდ გავლენას ახდენს იმ მეტეოროლოგიური ელემენტების ხასიათსა და განაწილებაზე (ცხრ.2), რომლებიც გავლენას ახდენენ მინარევთა კონცენტრაციებზე და მათ განაწილებაზე მოცემულ რეგიონში და მიეკუთვნებიან “საშიშ” მეტეოროლოგიურ პირობებს. ამასთან დაკავშირებით, მეტეოროლოგიური და აეროლოგიური პარამეტრების გათვალისწინებით, შემუშავებულია ატმოსფეროს თვითგასუფთავების (მინარევთა გაფანტვის) კომპლექსური მაჩვენებელი - ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი (აღპ).

იგი წარმოადგენს იმ მეტეოროლოგიური ფაქტორების შეხამებას, რომლებიც განაპირობებენ ატმოსფეროს დაბინძურების შესაძლო დონეებს, გამონაბოლქვთა ფიქსირებული სიდიდის პირობებში. ამასთან მაღალი ადპ მოცემული ტერიტორიის ძლიერი დაბინძურებისკენ მიდრეკილებაზე მეტყველებს [3, 5]. განსახილველ ცხრ. 2 - ში წარმოდგენილი ინვერსიების განმეორებათა მნიშვნელობები გაანგარიშებულია 03 და 15 საათებზე შესრულებულ დაკვირვებათა რიცხვის შეფარდებით ყველა ვადებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა რიცხვთან.

ცხრილი 2. ატმოსფეროს მინარევთა კონცენტრაციებზე გავლენის მქონე მეტეოროლოგიური პირობების განმეორებადობა

ქალაქები	ნალექიან დღეთა რიცხვი	ადპ	განმეორებადობა, %						ქარის სიჩქარის 0-1 მ/წმ
			ნისლების	ინვერსიების		უძრაობის	შტელის		
				მიწისპირა	აწეული				
ბათუმი	192	2.3	0.6	31	9	2		60	
ზესტაფონი	144	-	0.2	-	-	-		75	
თბილისი	115	3.0	0.5	8	14	6		53	
რუსთავი	111	-	1.1	-	-	-		72	
სოხუმი	180	2.4	0.7	28	7	1		52	
ქუთაისი	168	-	0.3	-	-	-		17	
ქალაქები	განმეორებადობა, %								შტელის
	ქარის მიმართულების								
	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	
ბათუმი	11	5	10	16	20	16	15	7	16
ზესტაფონი	2	3	51	4	2	1	36	1	68
თბილისი	32	2	6	15	9	3	8	25	42
რუსთავი	4	1	5	9	12	1	6	62	60
სოხუმი	16	31	13	6	7	6	17	4	14
ქუთაისი	3	2	49	2	63	3	69	2	10

მრავალწლიანი დაკვირვებათა მონაცემებით გაანგარიშებული, ცხრ.2-ში წარმოდგენილი მონაცემებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ განსახილველ ტერიტორიაზე „საშიში“ მეტეოროლოგიური პირობების პრაქტიკულად ერთგვაროვნების მიუხედავად, სხვადასხვა რაიონ-ნისათვის ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან თავიანთი განმეორებადობით, რაც ბუნებრივ გარემოზე მათი ეკოლოგიური ზემოქმედების ხარისხის შეფასების კარგ საშუალებას იძლევა.

შესრულებული კვლევის შედეგები ადამიანთა ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის უსაფრთხოებისკენ მიმართული თეორიული და პრაქტიკული საკითხის

დამუშავების პროცესში გამოიყენება. ისინი არაერთხელ იყო მსჯელობის საგანი ქვეყნის შიგნით და საზღვარგარეთ ჩატარებულ საერთაშორისო კონფერენციებზე.

ლიტერატურა - References

1. Gunia G., Svanidze Z., Gersamia A., Svanidze L. Questions of an estimation of results of technogenic loading of environment of cultural tourism for the purpose of assistance to the policy of economic development of the country. - In: Proceedings of the Annual Scientific International Conference of Georgian Technical University, Open Diplomacy Association and Scientific Magazine "Authority and Society (History, Theory, Practice)", 12.06.10., - Tbilisi, "Authority and Society", 2010, #2(14), pp72-87.
2. Гуния Г.С., Цквитинидзе Л.З. География химического состава атмосферных осадков на Кавказе. /Известия РАН. Серия географическая - 2007, № 6, сс.94-96
3. გუნია გარი. ეკოლოგიური მონიტორინგი. - თბილისი, ჰმი, 2019, 244 გვ.
4. Гуния Г. С., Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 84 с.
5. Берлянд М. Е., Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.- Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 272с.
6. Методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах. Под редакцией М.Е.Берлянда, 1979. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979, 78с.

უკ: 504.064.2

საქართველოში კულტურული ტურიზმის განვითარების ეკოლოგიური და ბიოკლიმატური პირობების შესახებ. /გუნია გ., სვანიძე ზ./ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.96-99.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

ნაშრომში ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის ძირითადი ამოცანებისადმი მიძღვნილი საკითხთა წრეა განხილული. ამასთან, ნაჩვენებია, რომ ერთჯერადი დაკვირვებათა გასაშუალოებული მონაცემები 60 - 99% ცდომილებათა სიზუსტით ხასიათდებიან, ხოლო გასაშუალოების პერიოდების ზრდასთან - ცდომილებათა მნიშვნელობები მცირდება. მინარევთა კონცენტრაციების განაწილების საიმედო შეფასებისა და მეცნიერილად დასაბუთებული დასკვნების გასაკეთებლად, დაახლოებით, არანაკლებ 5-10 წლის დაკვირვებათა მასალის ფლობა აღმოჩნდა საჭიროდ.

საკვლევი ტერიტორიის რეგიონებში, მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემებისა და ფიზიკურ - გეოგრაფიულ თავისებურებათა ანალიზის საფუძველზე, შესრულებულია მინარევების გაფანტვისა და დაგროვების პირობების განმსაზღვრელ მეტეოროლოგიურ ელემენტთა განმეორადობის გაანგარიშებები და შეფასებულია ტერიტორიის რეგიონებისათვის დამახასიათებელი „საშიში“ მეტეოროლოგიური პირობების განაწილება, რაც ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების დონეზე მათი ზემოქმედების ხარისხის შეფასების საშუალებას იძლევა.

UDC: 504.064.2

On ecological and bioclimatic conditions for the development of cultural tourism in Georgia. /Gunia G., Svanidze Z./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.96-99.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The paper considers a range of issues related to the main tasks of environmental pollution monitoring. It is shown that the magnitude of errors in the calculations of the averaged data from the analysis of single observations is 60-99%. As the averaging periods increase, the error values decrease. For a reliable assessment of the distribution of impurity concentrations and obtaining scientifically substantiated conclusions, it was found necessary to have observational material for at least 5-10 years. Based on the analysis of the data of meteorological observations and the physical and geographical features of the regions of the study area, calculations were made of the frequency of meteorological elements that determine the conditions for the dispersion and accumulation of impurities, and the distribution of

"dangerous" meteorological conditions, which makes it possible to assess the degree of their impact on the level of pollution of the natural environment

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-100-105

უკ 002.637; 631.4

ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების შესწავლა

შავლიაშვილი ლ., კუჭავა გ., შუბლაძე ე., ტაბატაძე მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო
shavliashvilili@yahoo.com; skuchava08@gmail.com; ekaterineshubladze7@gmail.com; m.Tabatadze@gmail.com

შესავალი

საქართველოს ბუნებაზე ნეგატიური ანთროპოგენული ზემოქმედების ერთ-ერთი თვალსაჩინო გამოვლენაა მიწის დეგრადაცია, რაც გამოწვეულია მიწის რესურსების არაეფექტური მართვითა და მდგრადი განვითარების პრინციპების უგულვებლყოფით. დარიშხანი (As) ნიადაგში ძირითადად გვხვდება ბუნებრივი და ანთროპოგენური სახით. სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობები ზრდის დარიშხანის კონცენტრაციას ბუნებრივ გარემოში, როგორცაა ლითონის სამთო-მოპოვებითი მრეწველობა, გამოდნობა, წიაღისეული საწვავის წვა, პესტიციდების და სასუქების გამოყენება. ყოველივე ეს აისახება სხვადასხვა ასპექტებში, როგორცაა დაბინძურების დონის ზრდა და სხვა.

ანთროპოგენული ნივთიერებების დიდი ნაწილი ნიადაგში ტრანსფორმირდება კიდევ უფრო ძლიერ ტოქსინებად, ნორმირებული ნივთიერებების გავლენით იცვლება ნიადაგის ბუნება, მისი ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები, დეგრადირდება მიკროფლორა და ნელდება მცენარის განვითარება.

საქართველოში სამი ცხელი წერტილი არსებობს ნიადაგის სამრეწველო დაბინძურების: რაჭა-ლეჩხუმი და ქვემო სვანეთის რეგიონის - დარიშხანით დაბინძურება; ქვემო ქართლი - ბოლნისის მუნიციპალიტეტის „მადნულის“ საბადოს მიერ ეკოსისტემების მძიმე ლითონებით დაბინძურება და ჭიათურის მუნიციპალიტეტის მანგანუმით დაბინძურება.

საკვლევი ზონა და მეთოდები

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

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 ურავი და ცანა სამთოქიმიური ქარხნის ტერიტორიაზე ინახება საბჭოთა პერიოდიდან 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 [1-4].

2022 წლის ივნისისა და ოქტომბრის თვეებში ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის სხვადასხვა სოფლებში განხორციელდა საველე სამუშაოები: მოხდა ნიადაგის ნიმუშების აღება 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე, განისაზღვრა დარიშხანის საერთო ფორმა [5].

საკვლევი მუნიციპალიტეტში ძირითადად გავრცელებულია კორდიან-კარბონატული ნიადაგები, 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 [6].

ნიადაგის ნიმუშების აღება, ეტიკეტირება, შენახვა და ტრანსპორტირება წარმოებდა შესაბამისი საერთაშორისო სტანდარტული ორგანიზაციის (ISO) მეთოდებით. ანალიზები განხორციელდა შპს სამეცნიერო-კვლევითი ფირმა „გამა“-ს აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში თანამედროვე აპარატურის გამოყენებით.

ნიადაგის საფრთხის ინდექსის გამოსათვლელად გამოყენებული იყო შემდეგი ფორმულა:

$$\text{საფრთხის ინდექსი (HQ)} = \frac{\text{გაზომილი კონცენტრაცია (MC)} / \text{EQS}_{\text{soil}}}{\text{გამოყენებული იქნება შემდეგი EQS-ის ზღვრული სიდიდეები ნიადაგისათვის [7]: დარიშხანის ზღვ - 2 მგ/კგ; დარიშხანის სღვ - 10 მგ/კგ; დარიშხანის კლარკი - 1,7 მგ/კგ.}}$$

გამოყენებული იქნება შემდეგი EQS-ის ზღვრული სიდიდეები ნიადაგისათვის [7]: დარიშხანის ზღვ - 2 მგ/კგ; დარიშხანის სღვ - 10 მგ/კგ; დარიშხანის კლარკი - 1,7 მგ/კგ.

შედეგები და ანალიზი

ჩვენს მიერ 2022 წელს ჩატარებული იყო დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენებით დაბინძურებული ტერიტორიის ნიადაგების ქიმიური კვლევა კერძოდ, ურავის, აბარის, ლიხეთის და სორის ხეობის სოფლებისათვის, ონის, უწერის, შოვის, ნიკორწმინდის, ამბროლაურისა და შაორის წყალსაცავის სანაპიროსთვის. ნიადაგში დარიშხანის კონცენტრაციისა და საფრთხის ინდექსის შედეგები 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე ივნისისა და ოქტომბრის თვეებში მოცემულია ცხრილ 1-ში, აქვე მოცემულია ნიადაგში დარიშხანის ზდკ, სდკ და კლარკის მნიშვნელობები [7,8].

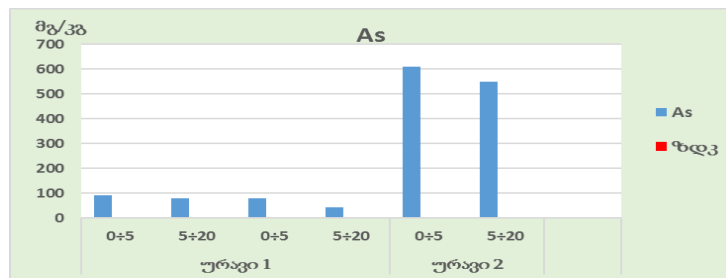
ნიადაგის მიმღე ლითონებით დაბინძურების ხარისხის შეფასების საშუალებები, რომლებიც ამჟამად გარემოსდაცვითი ორგანიზაციების მიერ გამოიყენება, დაფუძნებულია მთავარი სტანდარტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციისა (ზდკ) და საორიენტაციო დასაშვები კონცენტრაციის (სდკ-ს) გამოყენებაზე. ეს სტანდარტები კანონმდებლობაში შემოვიდა უფრო ჰომოგენურ (წყალი, ჰაერი) გარემოში მუშაობის პრაქტიკიდან. ამ მიდგომის გამოყენება ნიადაგებისათვის პრობლემურია, რადგან ისინი ჰეტეროგენულია და აერთიანებს ცოცხალ და არაცოცხალ, ნიადაგის მკვრივ, თხევად და აირვან ფაზებს. ამიტომ აუცილებელია მეცნიერულად დაფუძნებული მიდგომა ნიადაგის შეფასებასთან დაკავშირებით, მისი ჰეტეროგენურობის გათვალისწინებით, როგორც მნიშვნელოვანი რთული მრავალკომპონენტური და მრავალფაზიანი ობიექტი.

ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით დადგენილია დარიშხანის საერთო ფორმის მაქსიმალური შემცველობა 2022 წლის ივნისისა და ოქტომბრის თვის მონაცემების მიხედვით (ცხრ. 1). ურავის 1-ის ტერიტორიაზე 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე დარიშხანის კონცენტრაცია შესაბამისად შეადგენს 71.97 მგ/კგ და 32.85 მგ/კგ ივნისის თვეში, ხოლო 92.0 მგ/კგ და 80.0 მგ/კგ ოქტომბრის თვეში. ურავი 1-ის მეორე წერტილში - 81.35მგ/კგ და 45.33 მგ/კგ ოქტომბრის თვეში. ურავი 2-ის ტერიტორიაზე - 63.76 მგ/კგ და 20.31 მგ/კგ ივნისის თვეში. დარიშხანის განსაკუთრებით მაღალი კონცენტრაცია დაფიქსირდა ურავი 2-ის მიმდებარე ტერიტორიაზე ოქტომბრის თვეში „კონტინენტთან“ ახლოს 610.0 მგ/კგ და 550.0 მგ/კგ 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე (ნახ. 1).

ცხრილი 1. ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობები, ივნისი, ოქტომბერი, 2022

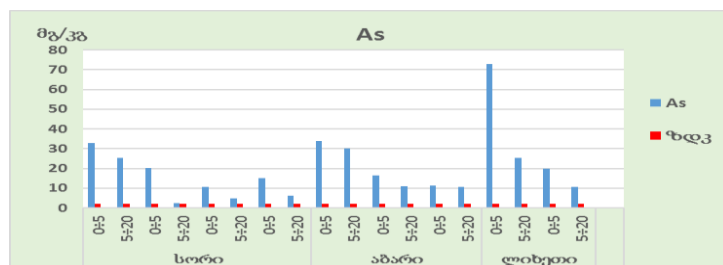
№	სინჯის აღების ადგილი	ორიგინალური ნომერი	ანალიზის შედეგი			
			ივნისი		ოქტომბერი	
			მგ/კგ	საფრთხის ინდექსი	მგ/კგ	საფრთხის ინდექსი
	ურავი 1-0-5 სმ	X- 359938	71.97	35.99	92.0	46.00
	5-20 სმ	-4723063	32.85	16.43	80.0	40.00
	ურავი 1- 0-5 სმ	X-0359699	-	-	81.35	40.68
	5-20 სმ	-4723094	-	-	45.33	22.67
	ურავი-2-0-5 სმ	X-359728	63.76	31.88	-	-
	5-20 სმ	-4722088	20.31	10.16	-	-
	ურავი-2- 0-5 სმ		-	-	610.0	305.00
	5-20 სმ		-	-	550.0	275.00
	სოფ. სორი- 0-5 სმ	X-358540	9.79	4.90	32.98	16.49
	5-20 სმ	-4714028	15.02	7.51	25.33	12.67
	სოფ. სორი -0-5 სმ	X-0360029	-	-	20.38	10.19
	5-20 სმ	-4717768	-	-	2.51	1.26
	სოფ. სორი 0-5 სმ	X-0359545	-	-	10.82	5.41
	5-20 სმ	-4716415	-	-	5.01	2.51
	სოფ. სორი - 0-5 სმ	X-0359193	-	-	15.19	7.60
	5-20 სმ	-4714541	-	-	6.07	3.04
	სოფ. აბარი - 0-5 სმ	X-357647	2.77	1.39	34.00	17.00
	5-20 სმ	-4719592	14.08	7.04	30.00	15.00
	სოფ. აბარი - 0-5 სმ	X-0359629	-	-	16.37	8.19
	5-20 სმ	-4723832	-	-	10.92	5.46
	სოფ. აბარი - 0-5 სმ	X-0357634	-	-	11.25	5.63

5-20 სმ	-4719633	-	-	10.53	5.27
სოფ.ლიხეთი - 0-5 სმ	X-356025	24.17	12.09	72.86	36.43
5-20 სმ	-4718134	16.62	8.31	25.35	12.68
სოფ.ლიხეთი - 0-5 სმ	X-0355715	-	-	20.00	10.00
5-20 სმ	-4717963	-	-	10.55	5.28
ნიკორწმინდა -0 -5 სმ	X-341836	7.79	3.90	28.15	14.08
5-20 სმ	-4702232	17.44	8.72	14.35	7.18
ამბროლაური, სასტუმრო - 0-5 სმ		-	-	14.0	7.00
5-20 სმ		-	-	10.0	5.00
შაორის წყ. სანაპირო - 0-5 სმ	X-340808	16.58	8.29	27.89	13.95
5-20 სმ	-4699495	8.56	4.28	14.13	7.07
უწერა - 0-5 სმ	X-380725	29.99	15.00	35.32	17.66
5-20 სმ	-4721383	21.88	10.94	21.88	10.94
შოვი - 0-5 სმ		-	-	18.00	9.00
5-20 სმ		-	-	18.00	9.00
ონი 0-5 სმ	X-373067	17.57	8.79	68.39	34.20
5-20 სმ	-4717199	13.57	6.79	38.79	19.40
ზღვ				2	
სღვ				10	
კლარკი				1,7	



ნახაზი 1. დარიშხანის შემცველობა ურავი-1 და ურავი-2-ის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე

დარიშხანის კონცენტრაცია სორის ხეობაში განისაზღვრა 4 წერტილში და შეადგენს 9.79 მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე, ხოლო 15,02 მგ/კგ 5-20 სმ სიღრმეზე ივნისის თვეში. დარიშხანის შემცველობა ოქტომბრის თვეში ოთხივე წერტილში მინიმუმიდან მაქსიმუმამდე იცვლება შემდეგ ფარგლებში: 10.82-32.98 მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე, ხოლო 5-20 სმ სიღრმეზე - 5.01-25.33 მგ/კგ. აღსანიშნავია, რომ დარიშხანის კონცენტრაცია გაცილებით ნაკლებია 5-20 სმ სიღრმეზე 0-5 სმ-თან შედარებით (ნახ. 2).

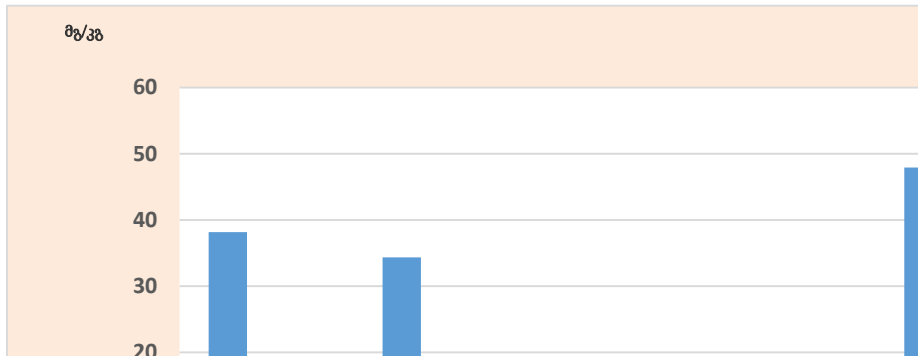


ნახაზი 2. დარიშხანის შემცველობა სორის, აბარისა და ლიხეთის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე

დაახლოებით ანალოგიური შედეგებია სოფ. ლიხეთში (20,00 - და 72.86 მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე, ხოლო 5-20 სმ სიღრმეზე - 10.55-25.35 მგ/კგ ოქტომბრის თვეში (ნახ. 2).

სოფ. აბარში, დარიშხანის კონცენტრაცია განისაზღვრა 3 წერტილში და მისმა მაქსიმალურმა კონცენტრაციამ შეადგინა 34.00 მგ/კგ 0-5 სმ სიღრმეზე, ხოლო სიღრმეში დარიშხანის კონცენტრაცია აქაც მცირდება და შეადგინა 30.0 მგ/კგ ოქტომბრის თვეში (ნახ. 2).

ნიკორწმინდა, ამბროლაური და შაორის წყალსაცავის სანაპიროზე დარიშხანის კონცენტრაცია მერყეობს 7.79-დან 28.15 მგ/კგ ორივე სიღრმეზე ორივე პერიოდში (ნახ. 3).

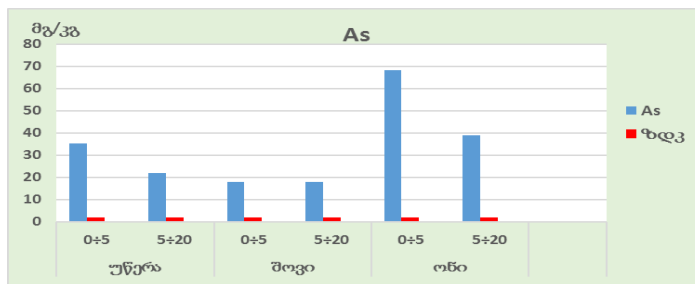


ნახაზი 3. დარიშხანის შემცველობა ნიკორწმინდის, ამბროლაურისა და შაორის წყალსაცავის სანაპიროს ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე

ნიადაგის ფონური ნიმუშები აღებული იყო შემდეგი ადგილებიდან: უწერა, შოვისა და ონი. სოფელ უწერაში დარიშხანის კონცენტრაცია შეადგენს შესაბამისად 29.99 მგ/კგ და 21.88 მგ/კგ 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე ივნისის თვეში, ხოლო ოქტომბრის თვეში შესაბამისად - 35.32 მგ/კგ და 21.88 მგ/კგ (ნახ. 4).

სოფ.შოვში - 18.18 მგ/კგ-ია ორივე სიღრმეზე ოქტომბრის თვეში (ნახ. 4).

ქონში - 17.57 მგ/კგ და 13.57 მგ/კგ ივნისის თვეში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე, ხოლო 68.39 მგ/კგ და 38.79 მგ/კგ შესაბამისად ოქტომბრის თვეში (ნახ. 4).



ნახაზი 4. დარიშხანის შემცველობა უწერის, შოვისა და ონის ნიადაგებში 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ფონური ადგილებიდან აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში აღინიშნება დარიშხანის მაღალი შემცველობა ნიადაგში.

ნიადაგის ნიმუშები აღებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან (სორი, აბარი, ლიხეთი); დარიშხანის ქარხნების ზემოქმედების ადგილებში (ურავი 1 და ურავი 2); რეკრეაციული (ამბროლაური, ნიკორწმინდა, შაორის წყალსაცავის სანაპირო) და ფონური (უწერა, შოვი, ონი) ადგილებიდან. ნიადაგის ნიმუშები აღებული იყო 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე.

როგორც უკვე აღნიშნული იყო, ცხრ. 1-ში მოცემულია ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობები და საფრთხის ინდექსები 2022 წლის ივნისისა და ოქტომბრის თვეებში. ყველაზე მაღალი საფრთხის ინდექსი აღინიშნება დარიშხანის ქარხნების ზემოქმედების ადგილებში და შეადგენს ურავი 1-ში - 40.68-46.00 0-5 სმ სიღრმეზე და 22.67-40.00 5-20 სმ სიღრმეზე; ურავი 2-ში საფრთხის ინდექსი მაქსიმალურია და შეადგენს 305.00 და 275.00 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე ოქტომბრის თვეში.

მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში (სორი, აბარი და ლიხეთი) დარიშხანის საერთო ფორმის შემცველობა შედარებით ნაკლებია და შესაბამისად ნაკლებია დარიშხანის საფრთხის ინდექსიც.

რეკრეაციულ ზონაში (ამბროლაური, ნიკორწმინდა და შაორის წყალსაცავის სანაპირო) სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებთან შედარებით კიდევ უფრო ნაკლებია ნიადაგში დარიშხანის საფრთხის ინდექსი, რაც დასტურდება ჩატარებული ანალიზის მონაცემებით (ცხრ. 1).

ფონური ადგილიდან აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში (ონი, უწერა და შოვი) აღინიშნება დარიშხანის შედარებით მაღალი შემცველობები, შესაბამისად მაღალია საფრთხის ინდექსიც. ეს პუნქტები შერჩეულია სხვა მიმართულებით ისეთ ადგილებში, რომლებზეც გავლენას არ ახდენს ურავი 1 და ურავი 2.

დარიშხანის ასეთი მაღალი კონცენტრაცია შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ნიადაგში მისი ბუნებრივი არსებობით.

ამრიგად, გამოვლენილია ქარხნების ზემოქმედების ადგილებში, სასოფლო-სამეურნეო, რეკრეაციული და ფონური ადგილებიდან აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში დარიშხანის შემცველობები.

დასკვნა

2022 წელს ამბროლაურის მუნიციპალიტეტში შესწავლილი იყო რაჭის სამთო ქიმიური ქარხნის დარიშხან შემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების დონე. კერძოდ, ჩატარდა ურავის, აბარის, ლიხეთის და სორის ხეობის სოფლების, ონის, უწერის, შოვის, ნიკორწმინდის, ამბროლაურისა და შაორის წყალსაცავის სანაპიროს ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების კვლევა.

- დარიშხანის ქარხნების ზემოქმედების ადგილებში, ჩატარებული კვლევის შედეგების მიხედვით, დარიშხანით ყველაზე დაბინძურებულია ურავის ნიადაგები;
- სასოფლო-სამეურნეო ნაკვეთებზე აღინიშნება დარიშხანით დაბინძურების საშუალო დონე.
- კიდევ უფრო ნაკლებია დარიშხანით დაბინძურება რეკრეაციულ ადგილებში;
- ფონურ ადგილებში აღინიშნება დარიშხანის შედარებით მაღალი შემცველობები, ასეთი მაღალი კონცენტრაცია შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ნიადაგში დარიშხანის ბუნებრივი არსებობით;
- გამოვლინდა რისკის ქვეშ არსებული ნიადაგის 19 ნიმუშის ადების ობიექტი, სადაც დარიშხანის მაღალი კონცენტრაციების გამო საფრთხის ინდექსი (HQs >1);
- აღსანიშნავია, რომ ყველა შემთხვევაში დარიშხანის შემცველობა უფრო მაღალია ნიადაგის ზედა (0-5 სმ სიღრმე), ვიდრე ქვედა ფენაში (5-20 სმ სიღრმე).

პროექტი მხარდაჭერილია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი No FR-21-427

ლიტერატურა - REFERENCES

1. R.Gigauri, N.Bibilashvili, L.Baghaturia - Monitoring and Remediation of Wastes of Racha-Svaneti in Georgian Regions - Chemical Materials of Georgia, T.15, # 1, p.119-122, 2015
2. N.Bagrati, L.Gvertiteli, V.Gvakhar, A.Chirakadze, T.Sharashidze - "Ecological description of the Arsenic waste storage and warehousing facilities. Proceedings of the Georgian Academy of Sciences, # 4, 2014.
3. 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.
4. 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.
5. Фомин Г.С. Фомин А.Г. - Почва, контроль качества и экологические безопасности по междуна родным стандартам. - Москва ВНИИ стандарт, 300 ст, 2001.
6. თ.ურუშაძე - საქართველოს ძირითადი ნიადაგები - „მეცნიერება“, თბილისი, 267 გვ., 1997.
7. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება 297/ნ 2001; ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასებაზე მეთოდური მითითებები, მმ 2.1.7. 004 – 03, 2001.
8. О происхождении вещества земной коры // Геохимия. — 1961. № 1. — С. 3—29.

უაგ 002.637; 631.4

ამბროლაურის მუნიციპალიტეტის ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების შესწავლა - /შავლიაშვილი ლ., კუჭავა გ., შუბლაძე ე., ტაბატაძე მ.სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133-გვ.100-105.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

2022 წელს ამბროლაურის მუნიციპალიტეტში შესწავლილი იყო რაჭის სამთო ქიმიური ქარხნის დარიშხან შემცველი საშიში სამრეწველო ნარჩენების ზემოქმედების შედეგად ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების დონე. კერძოდ, ჩატარდა ურავის, აბარის, ლიხეთის და სორის ხეობის სოფლების, ონის, უწერის, შოვის, ნიკორწმინდის, ამბროლაურისა და შაორის წყალსაცავის სანაპიროს ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების კვლევა. ნიადაგის ნიმუშები აღებულია დარიშხანის ქარხნების ზემოქმედების ადგილებიდან (ურავი 1 და ურავი 2); სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან (სორი, აბარი, ლიხეთი); რეკრეაციული (ამბროლაური, ნიკორწმინდა, შაორის წყალსაცავის სანაპირო) და ფონური (უწერა, შოვი, ონი) ადგილებიდან. ნიადაგის ნიმუშები აღებული იყო 0-5 და 5-20 სმ სიღრმეზე ივნისისა და ოქტომბრის თვეებში. გამოვლენილია ნიადაგის დარიშხანით უფრო მეტად დაბინძურებული წერტილები და გამოანგარიშებულია საფრთხის ინდექსები. გამოვლინდა რისკის ქვეშ არსებული ნიადაგის 19 ნიმუშის ადების ობიექტი, სადაც დარიშხანის მაღალი კონცენტრაციების გამო

საფრთხის ინდექსი (HQs >1). ჩატარებული კვლევის შედეგების შეჯერების მიხედვით დარიშხანით ყველაზე დაბინძურებულია ურავის ნიადაგები.

UDC 002.637; 631.4

Study of arsenic contamination of soils of Ambrolauri municipality - /L.Shavliashvili, G.Kuchava, E.Shubladze, M.Tabatadze/Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.100-105.- Georg., Summ. Georg., Eng.

In 2022, the level of arsenic contamination of soils as a result of exposure to hazardous industrial waste containing arsenic from Rachi Mining Chemical Plant was studied in Ambrolauri municipality. In particular, a study of arsenic contamination of the soils of the villages of Uravi, Abari, Likheta and Sori, Oni, Utsera, Shovi, Nikortsinda, Ambrolauri and Shaori reservoir was conducted. Soil samples were taken from the exposure sites of arsenic factories (Uravi 1 and Uravi 2); from agricultural fields (Sori, Abari, Likheta); From recreational (Ambrolauri, Nikortsinda, coast of Shaori reservoir) and background (Utsera, Shovi, Oni) places. Soil samples were taken at 0-5 and 5-20 cm depth in June and October. Points highly contaminated with arsenic in the soil have been identified and hazard indices have been calculated. 19 at-risk soil sampling sites were identified with hazard index (HQs>1) due to high arsenic concentrations. According to the comparison of the results of the conducted research, the soils of Uravi are the most contaminated with arsenic.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-106-111

უდკ 54.055, 54.064, 67.08, 504.4.054

პოლიპროპილენის ნარჩენებისაგან ახალი ნახშირბადოვანი მასალის მიღება ჰორიზონტალური ტიპის რეაქტორის გამოყენებით და მისი სორბციული უნარის შესწავლა ამონიუმის აზოტის მაგალითზე
მებისაშვილი ნ., დულაშვილი დ., სურამელაშვილი ე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
საქართველო, თბილისი natela.dzebisashvili@tsu.ge

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი

დღეისათვის, საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) მართვის გაუმჯობესება ქვეყნის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა, რაც ითვალისწინებს საქართველოში ნარჩენების მართვის განვითარების პროცესის ჰარმონიზებას ევროპის ნარჩენების მართვის პოლიტიკასთან. ამჟამად, ჩვენი ქვეყნის მასშტაბით წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ძირითადი ნაწილი თავსდება ნაგავსაყრელებზე (90%) [1]. ნარჩენების უტილიზაცია ნაგავსაყრელებზე განთავსებით იწვევს გარემოს ობიექტების (ნიადაგი, წყალი, ჰაერი) მნიშვნელოვან დაბინძურებას, რაც თავის მხრივ ნეგატიურად მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე [2,3].

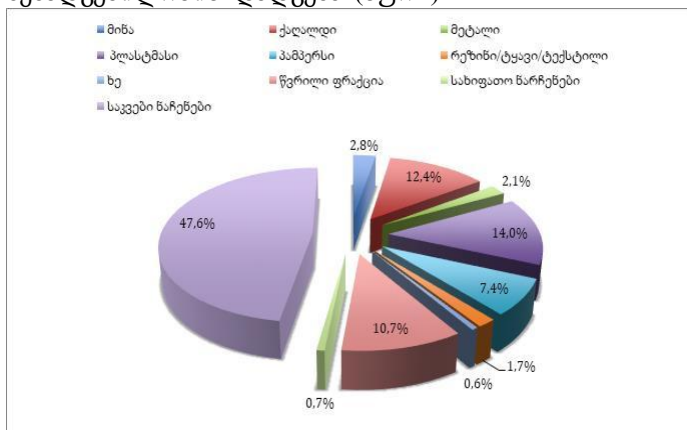
ნარჩენების რეციკლირება, ანუ ნარჩენების ტექნოლოგიური გადამუშავება სხვა პროდუქტად, ნარჩენების მართვის თანამედროვე ტექნოლოგიების მთავარი კომპონენტია. ქვეყნის მასშტაბით წარმოქმნილი საყოფაცხოვრებო, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა ტიპის ნარჩენების უმეტესობა ექვემდებარება გადამუშავებას.

ჩვენი კვლევა მოიცავს რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტში შემუშავებული მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობის რაციონალური და ეკოლოგიურად სასარგებლო მინიმიზაციის მეთოდის გამოყენებას. კერძოდ, რთულად დეგრადირებადი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ფრაქციას - პოლიმერების დაბალტემპერატურული ანაერობული თერმოდამუშავებით ნახშირის მიღება ჩამდინარე წყლებიდან ამონიუმის იონის სორბციის ხარისხის შესწავლის მიზნით.

ზოგადად, საქართველოს ზედაპირული წყლების ხარისხი დამაკმაყოფილებელია, ძირითადად, პრობლემას წყალში აზოტის ფორმების, მათ შორის ამონიუმის აზოტის მომატებული შემცველობა წარმოადგენს. მდინარეების უდიდეს ნაწილში ამონიუმის აზოტის კონცენტრაცია აჭარბებს მაქსიმალურად დასაშვებ დონეებს, რომლის გამომწვევ მიზეზად სახელდება მუნიციპალური, სასოფლო-სამეურნეო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლები.

ჩვენი კვლევის მიზანია პოლიმერული ნარჩენების თერმოქიმიური გადამუშავებით ნახშირბადოვანი სორბენტის მიღება და ჩამდინარე წყლებიდან ამონიუმის იონის სორბციის უნარის შესწავლა.

2015-2017 წწ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ბაზაზე შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით შესრულდა პროექტი ლ/88/9-220/14 „საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგიის შემუშავება და მონაცემთა ბაზის შექმნა“ [4], რომლის ფარგლებში განხორციელდა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენა (სურ.1)



სურ.1: მსნ-ს მორფოლოგიური შემადგენლობა

სურ.1-დან ჩანს, რომ საქართველოში მსნ-ში პლასტმასის წილი შეადგენს 14%-ს, რაც შეადგენს დაახლოებით 126 ათას ტონა პლასტმასს წელიწადში [5].

გადამუშავება-პლასტიკური ნარჩენების უტილიზაციის ერთადერთი ცივილიზებული გზაა. ზოგჯერ ნარჩენი პლასტმასები არ ექვემდებარება ეწ „კლასიკურ“ გადამუშავებას და მოითხოვს ალტერნატიული გზების მოძიებას, როგორცაა მათი უტილიზაცია დაბალტემპერატურული ანაერობული თერმოდამუშავების პროცესის გამოყენებით, რის შედეგად მიიღება ნახშირი.

ცნობილია ნახშირბადოვანი მასალის მიღების მრავალი ხერხი [6-11]. მათი მიღება ძირითადად წარმოებს ორ სტადიად. პირველი - ნახშირბადმემცველი მასალის მაღალ ტემპერატურაზე გადამუშავება პიროლიზით ან კარბონიზაციით, მეორე - მისი აქტივაცია წყლის ორთქლით ან ქიმიური რეაგენტით. ამ ცნობილი მეთოდების ნაკლი არის პროცესის ჩატარების სირთულე, მრავალსტადიურობა, დიდი ენერგოხარჯი, გამოყენებული ქიმიური რეაგენტების სიძვირე და მხოლოდ ერთი სახის ნედლეულის დამუშავების შესაძლებლობა. მსგავსი სამუშაო შესრულდა ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაგლამის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტში, სადაც შემუშავებულ იქნა მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია პლასტმასებისა და ცელულოზის შემცველი ნარჩენებიდან (მეორადი პლასტმასები, თხილისა და კაკლის ნაჭუჭი, ვაშლატამას (ნექტარინი) და ატმის კურკები, ხის ნახერხი და ა.შ.) განვითარებული ზედაპირის მქონე სორბენტების მიღებაზე, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას: ფარმაკოლოგიაში, ქიმიურ და კვების მრეწველობაში - როგორც სორბენტი; ეკოლოგიაში - სასმელი წყლის, ასევე, ნავთობით, მავნე და ტოქსიკური ნივთიერებებით დაზინძურებული წყლების გასაწმენდად. მეთოდის უპირატესობა ჩამოთვლილ ხერხებთან შედარებით არის ის, რომ აღნიშნული მეთოდის გამოყენება შეიძლება მრავალი სახის ნედლეულისათვის, ერთი დანადგარის გამოყენებით, პროცესი არის ერთსტადიური და არ საჭიროებს ნედლეულის წინასწარ დამუშავებას, პროცესში რეაგენტად იყენებენ ნახშირმჟავას [12]. კვლევაში გამოყენებული იყო აღნიშნული მეთოდი, რომელიც ადაპტირებულია მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) ორგანულ (პოლიმერულ) ფრაქციაზე - როგორც ნედლეულზე. ჩვენი კვლევის სიახლე დაფუძნებულია აღნიშნული მეთოდის გამოყენებაზე პოლიმერული ფრაქციის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისათვის.

პლასტმასის ნარჩენების გადამუშავების ერთ-ერთი საშუალებაა პიროლიზი, ეს არის პოლიმერების წვა, რომლებიც შეიცავს ნახშირწყალბადებს დაახლოებით 600 გრადუს ცელსიუს ტემპერატურაზე და ჟანგბადისგან თავისუფალ გარემოში. პროცესის დროს მყარი მასალა გარდაიქმნება მაღალი ტემპერატურის გაზად, რომელიც შემდგომში გამოიყენება როგორც სითბოს, ასევე მახუთის წარმოებაში [13]. აღსანიშნავია, რომ პიროლიზის მეთოდის გამოყენებით, თითქმის სრულად ნადგურდება მავნე ნივთიერებები, რომლებიც გვხვდება თანამედროვე პოლიმერების შემადგენლობაში. პიროლიზის ყველა უპირატესობით, ისევე როგორც ნებისმიერ სხვა მეთოდს, მას ასევე აქვს უარყოფითი მხარეები. დამუშავების დროს წარმოიქმნება ადამიანის ორგანიზმისთვის მავნე ნაერთების დიდი რაოდენობა. ამიტომ, პიროლიზის შედეგად წამოქმნილი მომწამლავი ნარჩენები რომ არ გამოიყოს ატმოსფეროში და პიროლიზი იყოს უსაფრთხო, საჭიროა მძლავრი ფილტრაციის სისტემა, რაც თავის მხრივ მნიშვნელოვნად აისახება წარმოების მთლიან ღირებულებაზე. პიროლიზი, ან მშრალი დისტილაცია, არის ორგანული ნივთიერებების დაშლა გაცხელებით ჰაერის წვდომის გარეშე (ან შეზღუდვით) წვის თავიდან ასაცილებლად. პიროლიზი ასევე პირველი პროცესია, რომელიც ხდება ხის დაწვისას. ცეცხლი წარმოიქმნება არა თავად ხის, არამედ გაზების - პიროლიზის აქროლადი პროდუქტების წვის შედეგად. ხის პიროლიზის დროს (450-500°C) წარმოიქმნება მთელი რიგი ნივთიერებები: ნახშირი, მეთანოლი, ძმარმჟავა, აცეტონი, ფისები და სხვა [12,13].

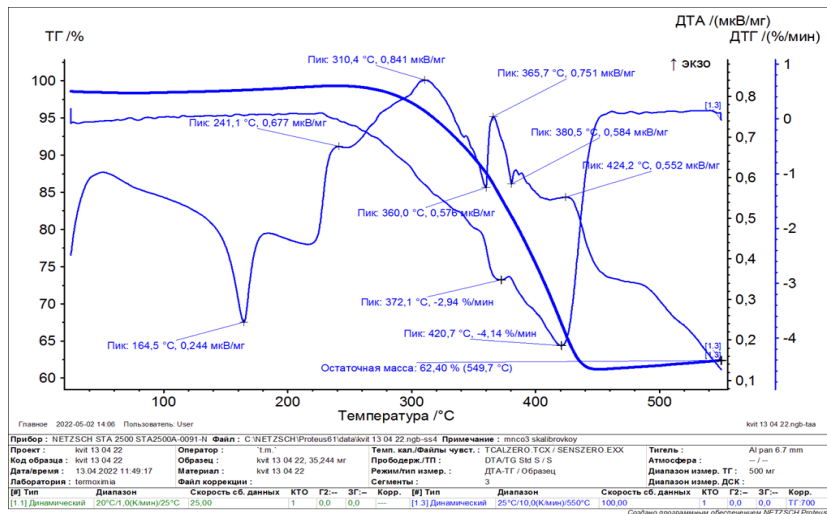
ჩვენი კვლევის ფარგლებში ნახშირის მიღების მიზნით კვლევის პირველ ეტაპზე მოხდა მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიმერული ფრაქციის სორტირება (სურ. 2), დაქუცმაცება და სორტირებული მეორადი პოლიმერული ნედლეულის მომზადება თერმოგრავიმეტრული ანალიზისათვის სორბენტების მიღების ოპტიმალური პირობების შესწავლის მიზნით. მომზადებული ნიმუშების თერმოგრავიმეტრული ანალიზი ჩატარდა STA 2500 Regulus. Simultaneous Thermal Analysis ხელსაწყოს გამოყენებით. აღნიშნული მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია მასალების თერმული მდგრადობის, აგრეთვე მათი შემადგენლობის შესახებ ინფორმაციის შესწავლა. ტემპერატურა, რომელზეც ხდება წონის დაკლება, მნიშვნელოვანია იმის გასაგებად, თუ როგორ შეიცვლება მასალის ფიზიკური თვისებები განსაზღვრულ პირობებში. არსებული სხვადასხვა ატმოსფეროს გამოყენებით შესაძლებელია განისაზღვროს რამდენი ნახშირბადოვანი და არაორგანული შემავსებელი არის ნიმუშში. ნიმუშის ფაზური გარდაქმნების ტენდენციის გამოვლენა ხდება 25°C-დან 1000°C-მდე და შესაბამისად შესაძლებელია იმ ტემპერატურის დადგენა, რომლის დროს აღარ მოხდება მასის ცვლილება.



სურ. 2: პოლიმერული ნარჩენები (პოლიპროპილენი)

აღნიშნული ანალიზისათვის პოლიმერული ნარჩენების ნიმუშები იფქვეოდა და თავსდებოდა კიუვეტაში, აღსანიშნავია, რომ აპარატს შეუძლია დააფიქსიროს წონის ცვლილებები გრამის 1 მილიონ მეათედში. ნიმუშებს ვაცხელებდით 25-დან 550°C-მდე, 10°C /წთ გაცხელების სიჩქარეზე.

პოლიმერული ნარჩენების თერმოგრამის მაგალითი მოცემულია 1 თერმოგრამებზე.



თერმოგრამა 1. პოლიპროპილენი

თერმოგრაფიკული ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით შერჩეულ იქნა პოლიმერული ნარჩენების ნიმუშების თერმოქიმიური დამუშავების მაქსიმალური ტემპერატურა - 420°C.

პოლიმერული ნარჩენებისაგან ნახშირის მიღების მიზნით კონსტრუირებული იქნა უჟანგავი ფოლადის რეაქტორი, რომელიც წარმოადგენს ჰერმეტიკულ კაფსულას ორი უჟანგავი ფოლადის მილით (სურ. 3).



სურ. 3. ფოლადის რეაქტორი და რეაქტორისათვის ადაპტირებული მუფელირეაქტორის ერთი მხარე ჰერმეტიკულად იხურებოდა აზბესტის საფენისა და 16 ბოლტის დახმარებით. რეაქტორში თავსდებოდა ნიმუში. ანაერობული პირობების მიღწევა ხდებოდა ორმხრივი მილის საშუალებით - აზოტის ნაკადით.

ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 200 გ ნარჩენები თავსდებოდა რეაქტორში (სურ.6), რომელიც ჰერმეტიკულად იხურებოდა ფოლადის თავსახურით და მაგრდებოდა შესაბამისი სამაგრებით, რეაქტორის ჰერმეტიკულობას უზრუნველყოფდა დეიონიზირებული წყლით შესველებული აზბესტის ფურცლოვანი შუასადები (სურ.4). რეაქტორი თავსდებოდა რეაქტორისთვის ადაპტირებულ მუფელში (სურ. 5) 25°C საწყის ტემპერატურაზე. მუფელში შედგმისთანავე ღუმელის უკან გამოსული მილის გამოყენებით ხდებოდა აზოტის მიწოდება ჰაერის გამოდევნისა და ინერტული გარემოს შექმნის მიზნით.

მუფელზე ყენდებოდა ტემპერატურა თერმოგრამების მიხედვით (390-420°C დიაპაზონში) და ხდებოდა ნიმუშების თეროქიმიური დამუშავება.

ტემპერატურის ეტაპობრივი მატებით რეაქტორის მეორე მილიდან (მუფელის წინა მხარე) იწყებოდა აირების (ნახშირწყალბადების) გამოყოფა, რომლებიც სხვადასხვა შეფერილობის ალით იწვოდნენ, ხოლო 350°C ზვით ხდებოდა თხევადი ფრაქციის წარმოქმნა (სურ.6), რომლის გამოყოფა წყდებოდა 390-420°C მიღწევით. დაწყებული ნიმუშის მოთავსებიდან პროცესი გრძელდებოდა 2 საათის განმავლობაში, შემდეგ მუფელი ითიშებოდა გასაცივებლად. რეაქტორის გაციების შემდეგ კონტეინერი იხსნებოდა და მიღებული ნახშირი იწონებოდა (სურ 7).



სურ. 4. ნახშირის მიღების დროს მიღებული თანაპროდუქტი



სურა. 5. პლასტმასის ნარჩენებისგან მიღებული ნახშირი

მიღებული ნახშირის კომპონენტური შედგენილობის დასადგენად, რენგენოფლოუორიცენტული მეთოდით განისაზღვრა საკვლევ მასალებში არსებული კრისტალური ფაზების შედგენილობა. სორბენტების ელემენტური შედგენილობა განისაზღვრა ელექტრონული ზონდის რენტგენის სპექტრული მიკროანალიზის მეთოდით (ცხრ 1).

ცხრილი 1. პოლიპროპილენისაგან მიღებული ნახშირის რენტგენოფლოუორესცენტული ანალიზი (2022 წელი, საშუალო)

Sample Name	პოლიპროპილენი	Test Time	Sample Name	პოლიპროპილენი	Test Time
Supplier		WorkCurve	Supplier		WorkCurve
Voltage	8(KV)	Operator	Voltage	8(KV)	Operator
Current	150(μA)	Test Date	Current	150(μA)	Test Date
Element	Intensity	Content(%)	Element	Intensity	Content(%)
Mg (%)	22,71	0,13	As (%)	0	0
Al (%)	30,09	0,06	Zr (%)	259,83	0,01
Si (%)	541,61	1,67	Nb (%)	296,49	0,01
P (%)	112,64	0,19	Mo (%)	367,71	0,37
S (%)	309,14	0,51	Ag (%)	11,4	0
K (%)	161,83	0,27	Cd (%)	0,49	0
Ca (%)	7224,45	33,62	Sn (%)	12,77	0
Ti (%)	310,46	5,8	Sb (%)	33,51	0,06
V (%)	2,66	0,02	W (%)	0	0
Cr (%)	11,23	0	Au (%)	2,28	0
Mn (%)	4,31	0	Pb (%)	111,82	0,07
Fe (%)	173,32	0,37	Ba (%)	35,58	0,17
Co (%)	4,15	0,01	Hf (%)	0	0
Ni (%)	13,92	0	Ta (%)	0	0
Cu (%)	52,47	0,06	Hg (%)	0,35	0
Zn (%)	149,64	0,24	Bi (%)	0	0

რენტგენოფლოუორესცენტული მეთოდის გამოყენებით საკვლევ ნიმუში არ მოითხოვს დამატებით დამუშავებას, მეთოდი სწრაფია, მაგრამ მეთოდის სიზუსტე დამოკიდებულია შესაბამისი პროგრამის (განსაზღვრული საკვლევ მასალის ტიპისთვის) გამოყენებაზე.

არსებული კვლევითი ინფრასტრუქტურის მაქსიმალური მორგების მცდელობით, ჩვენი მიერ გამოყენებულ იქნა პროგრამა „ORE“ რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა მადნის ნიმუშებში მეტალების განსაზღვრისათვის.

რენტგენოფლოუორესცენტული ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით და გარდა ამისა ნახშირის სორბციული თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, ჩვენს მიერ მიღებული ნახშირი (24 საათიანი

დაყოვნების რეჟიმში) დამუშავებულ იქნა როგორც 1:5 HCl-ის წყალხსნარის, ისე დეიონიზირებული წყლისა და 10%-ანი-ს წყალხსნარის გამოყენებით.

10 გ ნახშირს ვამატებდით 100 მლ დასამუშავებელ სითხეს (მჟავა, ტუტე და წყალი) და ვაყოვნებდით 24 საათის განმავლობაში, რის შემდეგმაც ხდებოდა ნახშირის გაფილტვრა, გამორეცხვა გამობდილი /დეიონიზირებული წყლით ნეიტრალური არის მიღებამდე, გაშრობა თერმოსტატში 110°C და აწონვა.

1 გრაფიკის მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ საკვლევი პოლიმერული მასალის ენდოფექტი მიიღწევა 420.7°C ზე, რაც გულისხმობს პოლიმერის დაშლას. გარდა ამისა თერმოგრამა გვიჩვენებს მასის წილი რომელიც გადადის ნახშირში (62,40%).

ჩვენს მიერ კონსტრუირებული რეაქტორის საშუალებით პოლიმერული ნარჩენების თერმოდამუშავების შედეგები გვიჩვენებს, რომ 200 გ პოლიპროპოლენის სხვადასხვა ტიპის ნარჩენებისაგან აღნიშნული თერმოქიმიური მეთოდის გამოყენებით მიღებული ნახშირის გამოსავალი შეადგენს 20-25%-ს, დანარჩენ ფრაქციებს წარმოადგენს თერმოქიმიური დამუშავების გაზური და თხევადი (სურ.4) პროდუქტები 75-80%.

მიღებულ ნახშირში მეტალური მინარევების განსაზღვრის რენტგენოფლოუორისცენტული გასაშუალოებული მონაცემები ნაჩვენებია ცხრ. 1-ში, საიდანაც ჩანს, რომ მიღებული ნახშირი შეიცავს მეტალების მინარევებს და მოითხოვს შემდეგ დამუშავებას. ამისათვის ყველაზე კარგი შედეგი მივირეთ მარილმჟავით დამუშავების შედეგად, 40 გ ნიმუშების დამუშავებით 1:5 HCl-ის შემთხვევაში გაიხსნა მინარევების მაქსიმალური რაოდენობა და სუფთა სახით მიღებულ იქნა საწყისი ნახშირის 47%.

საკვლევი ჩამდინარე წყლების ნიმუშებში ამონიუმის იონის განსაზღვრამ გვიჩვენა (ცხრ.2), რომ საკვლევ წყლებში ამონიუმის იონის საშუალო კონცენტრაციები არ შეესაბამება წყლის ობიექტებში ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზ.დ.ჩ.) ნორმებს [14] და 15-ჯერ მეტად აღემატება ზღვ [15].

კვლევამ აჩვენა, პოლიმერებისაგან მიღებულ ნახშირზე ამონიუმის იონის ადსორბირების ხარისხი შეადგენს საშუალოდ 60%. ამასთან მოდელური ხსნარების შემთხვევაში სორბცია უფრო მაღალია და შეადგენს 85%-ს (ცხრ. 2).

ცხრილი 2. ამონიუმის იონის სორბცია პოლიმერებისაგან მიღებულ ნახშირზე ქ. თბილისის ჩამდინარე წყლებისა და მოდელური ხსნარების მაგალითზე (იანვარი-ივნისი 2022 წელი)

№	წყალი	NH ₄ ⁺ საწყისი მგ/ლ	სორბენტის რაოდენობა, გ	სინჯის რაოდენობა,მლ	დაყოვნების დრო,სთ	NH ₄ ⁺ შედეგი, მგ/ლ
1	ქავთარამის ქუჩა	25.5	3	150	24	9.8
2	მოსკოვის პრ.	21.3	3	150	24	8.1
3	მოდელური ხსნარი	25.0	3	150	24	3.72

მოდელურ ხსნარებთან შედარებით, ჩამდინარე წყლების მიერ NH₄⁺ ნაკლები სორბციის უნარი გამოწვეულია მრავალფეროვანი მინარევების არსებობით. აღნიშნულის გამოსწორება შესაძლებელია სორბენტის რაოდენობის გაზრდით.

კვლევა [PHDF-21-268] განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით და თსუ-ს რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტთან თანამშრომლობით სამაგისტრო თემის მომზადებისას „პოლიმერული ნარჩენებისაგან ახალი სორბენტის მიღება და მიღებული სორბენტით ჩამდინარე წყლებიდან ამონიუმის იონის სორბციის შესწავლა“.

ლიტერატურა-References

1. მდგრადი განვითარების ცენტრი „რემისია“, ნარჩენების სექტორის მიმოხილვა <http://remissia.ge/en/publications/seap>;
2. Dvalishvili (nowadays Dzebisashvili) N.L., Tabatadze M.S. (2019) The Influence of Municipal Solid Waste of Georgia on Climate Changes. In: Ghosh S. (eds) Waste Management and Resource Efficiency. Springer, Singapore. doi.org/10.1007/978-981-10-7290-1_16 ;
3. N. Dvalishvili(nowadays Dzebisashvili), Impact of incineration of municipal solid waste on climate change in Georgia, 5th World Convention on Recycling and Waste Management, 2017, www.longdom.org/proceedings/impact-of-incineration-ofmunicipal-solid-waste-on-climate-change-in-georgia-38662.html;
4. ecohydmnet.ge/narchenebi.html ;
5. პატენტი RU №2064429; 27.07.1996 წ;

6. პატენტი RU №2154603; 20.08.2000 წ;
7. პატენტი RU №2329948; 27.07.2008 წ;
8. პატენტი RU №2196732; 20.01.2003 წ;
9. მიტევი ა.ნ., ბაზანოვი მ.მ. - სტუდენტები გრ. გამოცემა - 121, აქტიური ნახშირბადის წარმოება პოლიმერული ნარჩენებისგან. UDC 678.66.067.8.081.3 (რუს);
10. ა. სურკოვი, ნ.ა. ბალაბენკო, ი.ს. გლუშანკოვა. პოლიპროპილენის და პოლიკარბონატის პოლიმერული ნარჩენების განკარგვა ნახშირბადის სორბენტების მოსაპოვებლად. ურბანული დაგეგმვა და სექტორული ეკოლოგია. UDC 661.183.2. 66.081.32. 6782 (რუს);
11. “პლასტმასებისა და ცელულოზის შემცველი ნარჩენებიდან სორბენტების მიღების ხერხი”, საქმის ნომერი:15030/1, განაცხადის ნომერი: 2019 15030, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, გამოგონება, 2021, <http://sakpatenti.gov.ge> ;
12. ნარჩენების აღდგენა - რეზინტექნიკური ნაწარმისა და პოლიმერული ნარჩენების გადამამუშავებელი საწარმოს მოწყობა და ექსპლუატაცია, 2018, <http://mepa.gov.ge/Ge/Files/ViewFile/2258>
13. Критерии выбора синтетических полимерных отходов в качестве сырья для получения углеродных сорбентов / Вайсман / Экология и промышленность России (<http://ecology-kalvis.ru>);
14. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №414, 2013 წლის 31 დეკემბერი, ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების გაანგარიშების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;
15. www.vo-da.ru/articles/sostav-vody/himicheskie-svoystva

უდკ 54.055, 54.064, 67.08, 504.4.054

პოლიპროპილენის ნარჩენებისაგან ახალი ნახშირბადოვანი მასალის მიღება ჰორიზონტალური ტიპის რეაქტორის გამოყენებით და მისი სორბციული უნარის შესწავლა ამონიუმის აზოტის მაგალითზე /ნ. ძეზიშვილი, დ. დუღაშვილი, ე. სურამელაშვილი/ სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეგ. შრ. კრებ. –2023 - ტ.133. - გვ.106-111. - ქართ.; რუზ.: ქართ., ინგლ.

კვლევის ფარგლებში შემუშავებულია ჰორიზონტალური რეაქტორის გამოყენებით პოლიმერული ნარჩენების ანაერობული თერმული დამუშავების მეთოდი ახალი ნახშირბადოვანი სორბენტის მიღების მიზნით. შესწავლილია ჩამდინარე წყლებიდან ამონიუმის იონის სორბციის პოტენციალი. დადგენილია, რომ ჩვენს მიერ მიღებული ახალი სორბენტის გამოყენებით ამონიუმის იონის შთანთქმის პოტენციალი ჩამდინარე წყლებიდან საშუალოდ შეადგენს 60%-ს. ჰორიზონტალური მეთოდით ნახშირბადოვანი მასალის გამოსავლიანობა შეადგენს 20%. ამჟამად მიმდინარეობს მეთოდის გაუმჯობესება სორბენტის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით .

UDC 54.055, 54.064, 67.08, 504.4.054

Obtaining the New Carbon Material from Polypropylene Waste Using the Horizontal Type Reactor and Studying its Sorption Capacity Using the Example of Ammonium Nitrogen/N. Dzebisashvili, D. Dughashvili, E. Suramashvili/Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2023 - vol.133 - pp.106-111. Georg.; Abst.: Georg., Eng.

In the study, the method of anaerobic thermal treatment of polymeric waste using a horizontal reactor has been developed in order to obtain a new carbon sorbent. The potential of ammonium ion sorption from waste water has been studied. It is estimated that the potential of ammonium ion sorption from wastewater using our new sorbent is on average 60%. The output of carbon material by the horizontal method is 20%. The method is currently being improved to increase the productivity of the sorbent.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-112-116

უკ 551.511

საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, ლოკალური ოროგრაფიის როლის შეფასება, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკაში

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

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინტიტუტი, თბილისი, საქართველო. ელ-ფოსტა zurab.khvedelidze@tsu.ge.

შესავალი

ლოკალურ რეგიონზე განვითარებული სხვადასხვა ატმოსფერული მოვლენები, არსებით ზემოქმედებას ახდენს მიდამოს ზოგად კლიმატურ თავისებურებებზე და ყოველდღიურ ამინდზე. აქედან გამომდინარე აღნიშნულ ტერიტორიაზე, ამ პროცესების შესწავლა თეორიული და მოდელური მიდგომით, მოგვცემს შედეგებს, რომლებიც დაასაბუთებენ რეგიონის კლიმატურ თავისებურებებს და ახსნის ამინდის განსაკუთრებულობებს. წარმოდგენილ ნაშრომში მოყვანილია რთული რელიეფის ლოკალურ ტერიტორიაზე განვითარებული, მრავალსახა ატმოსფერული პროცესების შესწავლის რამდენიმე მიდგომა. დაინტერესებული სპეციალისტები ადვილად გამოიყენებენ სტატიაში მოყვანილ თეორიულ და მოდელურ მასალას, თავიანთი მეცნიერული ინტერესებისათვის. ამრიგად, ამოცანის ასე დასმა არის და იქნება აქტუალური, როგორც მეცნიერულად ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობებით.

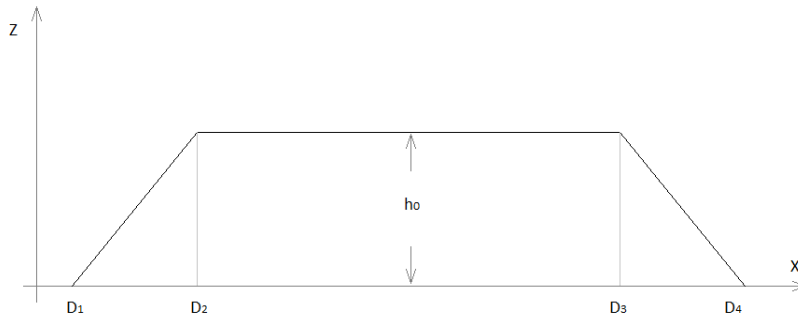
გასული საუკუნის ბოლო წლებში, მსოფლიო მეცნიერების მიერ „საუკუნის პრობლემად აღიარებულ 7 მიმართულებას“ შორის კლიმატის ცვლილება ერთ-ერთ მთავარ პრობლემად დასახელდა და ასეა დღესაც. დედამიწის კლიმატის თანამედროვე მდგომარეობა და ცვლილების ტენდენცია საფთხეს უქმნის, როგორც ბუნებას ასევე კაცობრიობის არსებობას. უკვე გარკვეულია, რომ ჰაერის ტემპერატურის გლობალური ზრდის მოსალოდნელი საშუალო სიჩქარე $(0,2 - 0,8)^{\circ}\text{C}$ -ით აღემატება, კლიმატური ქვესისტემების შეგუების უნარს [1,2,5]. აქედან გამომდინარე, საზოგადოების წინაშე დგება მთელი რიგი საშიში კატასტროფული მოვლენების წარმოშობისა და შემდგომი განვითარების მოწესრიგების აუცილებლობა. გლობალური კლიმატური თავისებურებანი კი, განაპირობებს რეგიონალური კლიმატის ცვლილების შესწავლის აუცილებლობას. დგება საკითხი, გამოკვლევით იქნას ცალკეული რეგიონების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები: ოროგრაფიული მახასიათებლების, რადიაციული ბალანსის და ანტროპოგენური მდგომარეობის ცვლილება.

ცალკეულ რეგიონებზე ამა თუ იმ მიზნით ტექნიკურ-სამრეწველო სამუშაოების განხორციელება, ძალაუნებურად იწვევს რელიეფის რღვევას და კლიმატური თავისებურებების საგრძნობლად შეცვლას. ნებისმიერი ანთროპოგენური ჩარევა ლოკალურ ტერიტორიაზე, პირველ რიგში გამოიწვევს რელიეფის სახის გარდაქმნას [1,2,3,4]. ეს კი თავისთავად გამოიწვევს კლიმატური პარამეტრების შეცვლას და ამინდის პირობებზე ზემოქმედებას. ამრიგად აუცილებელია გამოკვლევითი, ახსნილი და დასაბუთებული იქნას, სხვადასხვა სამშენებლო ტრასაზე ქარის სიჩქარის, ჰაერის ნაკადის ტურბულენტობის და კლიმატური პარამეტრების ცვლილების ხასიათი, რადიაციული რეჟიმის და გარემოს დაჭუჭყიანების შეფასება დროის სხვადასხვა ინტერვალისათვის. აღნიშნული ტიპის ქმედებები მიმდინარეობდა და ახლაც გრძელდება ამიერკავკასიის, კერძოდ კი საქართველოს ტერიტორიაზე. საკმარისია დავასახელოთ ტრანსკავკასიის გზა, ღია კარიერული სამუშაოები ჭიათურისა და კასპის რაიონის მიდამოებში, სხვადასხვა რეგიონში მიმდინარე ჰესების მშენებლობა. ასეთი სამუშაოების წარმოებისას დღის წესრიგში, პირველ რიგში დგება ატმოსფერული ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის სივრცული ცვლილების შესწავლა, უპირველეს ყოვლისა მიწისპირა ფენაში. ცნობილია, რომ მთაგორიან მიდამოზე წარმოიქმნება ოროგრაფიული დამატებითი ტურბულენტური დინება და რხევითი ხასიათის რეგულარული შეშფოთებები [1,2,3,4,5,9]. დედამიწის ზედაპირის მიკრორელიეფის ცვლილება, მცირე მასშტაბისა და კი, იწვევს ჰაერის ნაკადის ლოკალურ ცირკულაციას. ნათელი ხდება, თუ რა გავლენას გამოიწვევს ისეთი გრძელვადიანი მშენებლობა, რომლებიც უკვე ზემოთ ვახსენეთ. აუცილებელია ამ რეგიონებზე გაანალიზებული იქნას მეტეოროლოგიური პარამეტრების სივრცულ-დროითი ცვლილების რეჟიმი.

მეთოდი

ძირითადი თეორიული მასალა, რომელიც საფუძვლად უდევს მითითებული პრობლემების რეალურად განხორციელებას, მოყვანილია შრომებში [1,3,4,6,7,8,9,10]. ერთ-ერთი შედარებით მარტივი საშუალება არის „ტეხილის მეთოდი“ ე.წ. ინტერპოლაციური მოდელის აგება, ქარის სიჩქარის მდგენელსა და ტურბულენტობის k კოეფიციენტის ვერტიკალურ მდგენელს შორის. მცირე ზომის მთა-

რელიეფი მოცემულია $h(x)$ ფუნქციის სახით ისე, რომ $h(x)=0$, როცა $x \leq D_1$ და $x \geq D_4$ (იხ. ნახ.1). როცა $D_2 \leq x \leq D_3$ მაშინ $h(x)=h_0$.



ნახ.1. მოდელში გამოყენებული მთა-რელიეფის ფორმა.

$$h(x) = \left\{ h_0 \left[1 - \left(\frac{x-d_2}{d_2-d_1} \right)^2 \right] \right\}^2, \text{ როცა } D_1 \leq x < D_2 ;$$

$$\text{ჰ(ბ)} = h_0 \left[1 - \left(\frac{x-d_3}{d_4-d_3} \right)^2 \right]^2, \text{ როცა } D_3 \leq x < D_4 ;$$

მიღებულია, რომ მთის მიმართ ქარის შემხვედრ ნაკადში სრულდება პირობა [1,4,13]:

$$U = U_1 \frac{\ln \frac{z}{z_0}}{\ln \frac{z_1}{z_0}}, \quad k_z = \gamma + k_1 \frac{z}{z_1}, \text{ როცა } z \leq h; \quad k = \gamma + k_1 \frac{h}{z_1}, \text{ როცა } z > h.$$

k_z -ის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მისი პროპორციული დამოკიდებულება ქარის სიჩქარის ცვლილებასთან, მოცემული შემდეგი სახით $k_z = \mu + \alpha_1 \cdot U_x(x) [z - h(x)]$, აქ $\alpha_1 = \frac{k_1^0}{U_1^0}$, k_1^0 არის k_1 -ის ის მნიშვნელობა, რომელიც მას აქვს ტერიტორიის სწორ ზედაპირზე. ხოლო $h(x) = h_0$, როცა $D_2 \leq x \leq D_3$; $h(x) = 0$, როცა $x \leq D_1$ და $x \geq D_4$. ამ ფორმულაში U_1 იქნება ქარის სიჩქარე საწყის პუნქტში – რელიეფის დასაწყისში. z_0 არის დედამიწის ზედაპირის მოსილობის სიმაღლე და იცვლება 3 სმ-დან (თოვლის საფარი) 140 სმ-მდე (ხორბლის ყანა, ბუჩქნარი, მცირე სიმაღლის ტყე და ასე შემდეგ); $h_0 = (30-50)$ მ. z_1 იცვლება რამდენიმე მეტრიდან ფლუგერის სიმაღლემდე. ქარის სიჩქარე z_1 დონეზე მიახლოებით შეიძლება ასე დაითვალოს: ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ 100 მეტრ სიმაღლეზე სიჩქარე მაქსიმალურია და უდრის 40 მ/წმ, ხოლო სიმაღლის შემცირებით ქარის სიდიდე პროპორციულად მცირდება. აქედან გამომდინარე, მაგალითად 6 მეტრ სიმაღლეზე სიჩქარე იქნება 2,4 მ/წმ. კავშირი ქარის სიჩქარესა და ტურბულენტობის კოეფიციენტს შორის პროპორციულია, მაგალითად ასეთი სახით, $k_z = v + \alpha_1 U_1(x) [z - h(x)]$ [1,7,8,10]. სადაც v ემპირიულად შეირჩევა 0-დან 1-ის ფარგლებში; $\alpha_1 = \frac{k_1^0}{U_1^0}$, $k_1^0 = k_1$ მნიშვნელობა სწორ ბრტყელ ზედაპირზე. U_1^0 – იქნება სიჩქარე რელიეფის ბოლო პუნქტში. ლოკალური რელიეფის გავრცელების მიხედვით, „ტეხილი“ მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას რამდენჯერმე სიგრძეზე თანმიმდევრობით, ცხადია პარამეტრების შესაბამისი ცვლილებით.

უშუალოდ დედამიწის ზედაპირის სიახლოვეს, რამდენიმე მეტრის სიმაღლეზე უნდა გავითვალისწინოთ ქარის დინამიკური სიჩქარე. ეს სიჩქარე შედარებით მცირე სიდიდისაა და იცვლება 0,1 მ/წმ-3 მ/წმ-დე, დედამიწის ზედაპირის „მოსილობის“, z_0 სიმაღლის ცვლილების მიხედვით (0,01 მ-დან-10 მ-მდე) [10]. იგი ჯამდება ქარის ჰორიზონტალურ მდგენელთან, ამრიგად $U = \sqrt{U_0^2 + V_0^2}$. სწორედ ეს სიჩქარე უნდა იქნას მიღებული საწყის ფონურ მნიშვნელობად „ტეხილის“ მეთოდისათვის. თუ დედამიწის რელიეფი აღიწერება განტოლებით: $z = Z(x, y)$, მაშინ ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური სიჩქარე w , აკმაყოფილებს შემდეგ დამოკიდებულებას [1,3,4,9,10]:

$$w(x, y, z, t) = U(x, y, z, t) \frac{\partial z}{\partial x} + V(x, y, z, t) \frac{\partial z}{\partial y} \quad (1),$$

სადაც U და V ქარის სიჩქარის კომპონენტებია ox და oy საკოორდინატო ღერძების მიმართ, უწყვეტობის განტოლების ინტეგრირებით $z = Z(x, y)$ ზედაპირიდან ∞ -მდე, იმ პირობით, რომ $(\rho w)_{z=\infty} = 0$ (აქ ρ ჰაერის სიმკვრივეა), მიღებულია უწყვეტობის განტოლება შემდეგი სახით [1,3,4]:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{1}{\eta^2} (\eta, \varphi), \quad (2),$$

სადაც $\eta = \frac{p_z}{p_0}$ არის დროზე დამოუკიდებელი, რელიეფის გავლენის მახასიათებელი პარამეტრი; p_z – წნევის მნიშვნელობა მთის წვერზე; p_0 სტანდარტული წნევა ზღვის დონეზე. რელიეფის გავლენა გაითვალისწინება პარამეტრებით [1,3]:

$$a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}, \quad b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y} \quad (3)$$

ქარის ვერტიკალური სიჩქარე კი განისაზღვრება ოროგრაფიული იაკობიანით $(P, \ln \theta)$ [1, 3,5]:

$$W_h = \frac{1}{\ln p} (p, \ln \eta) H = \frac{1}{\ln p} \left(\frac{\partial p}{\partial x} b - \frac{\partial p}{\partial y} a \right) H \quad (4),$$

ამ სიდიდეების a, b, W_h განსაზღვრა-შეფასება კონკრეტული ლოკალური რეგიონისათვის, წარმოადგენს კვლევის ერთ-ერთ ძირითად მიზანს.

მოდელური მიდგომა და გათვლები

მოყვანილი თეორიის საფუძველზე სანიმუშოდ განვიხილით კონკრეტული მაგალითები. „ტეხილის“ მეთოდის გამოყენებისათვის ავიღოთ წყალტუბო, ქუთაისი, ზესტაფონის მონაკვეთი და მივიღოთ პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობები: $d_1 = 0$ – ემთხვეოდეს კოორდინატა სათავეს; $d_2 = 10^4$ მ - მანძილი წყალტუბოდან ქუთაისამდე; $d_3 = 5 \cdot 10^4$ მ – მანძილი ქუთაისიდან საქარამდე; $d_4 = 1,5 \cdot 10^4$ მ – მანძილი საქარიდან ზესტაფონამდე; z_0 დედამიწის „მოსილობის“ სიმაღლე იცვლება 30 სმ-დან 2 მეტრამდე; $z_1 = 12$ მ, ფლუგერის სიმაღლე; z იცვლება 2 მეტრიდან 60 მეტრამდე; $h_0 = 60$; რადგან $u_1 = u|_{x=d_4}$ ამიტომ იგი განისაზღვრება უკვე მითითებული სიჩქარის სიმაღლეზე პროპორციული დამოკიდებულებით, ქედის მიმართ ჰაერის აღმავალი და დადმავალი ნაკადისთვის ცალ-ცალკე. თუ პირველი შემთხვევისათვის, საწყის სიმაღლედ მივიღებთ 12 მეტრს, ხოლო მეორისათვის 4 მეტრს, მაშინ შესაბამისად: $U_1^1 = 4,8$ მ/წმ და $U_1^2 = 1,6$ მ/წმ. აღმავალი დინებისათვის, თუ $h(x)=33,75$ მ. მაშინ $U(x)=5,6$ მ/წმ. დადმავალი დინებისათვის შესაბამისად: $h_0=35,6$ მ და $U(x)=1,76$ მ/წმ. ქარისათვის ეს მნიშვნელობები კარგ თანხმობაშია ექსპედიციურ დაკვირვებულ სიდიდეებთან, ცდომილება (15-20)%, რაც ქარის სიჩქარისათვის დასაშვებ მიახლოებად ითვლება. მოყვანილ მაგალითში, თუ $v = 0,5$, ხოლო k_1^0 იცვლება (4-10) მ² /წმ-ის ფარგლებში, მაშინ (1)-ის მიხედვით მივიღებთ $k_2 = (9,9-20,6)$ მ² /წმ. ტურბულენტობის კოეფიციენტის ეს სიდიდე მთის ზედაპირიდან მითითებულ სიმაღლეებზე სრულიად მისაღებია.

მოყვანილი მოდელური გათვლები პირველად კეთდება კონკრეტულ რეგიონზე და ანალოგიურად შეიძლება განხორციელდეს მსგავსი რელიეფის მქონე ტერიტორიებისთვის [1,3,4]. სანიმუშოდ ავიღოთ ჭიათურის რეგიონი. უპირველეს ყოვლისა, უნდა განისაზღვროს ატმოსფერული წნევის სიდიდე მიკროტერიტორიაზე მინიმუმ ოთხ წერტილში: მდინარე ყვირილას მარჯვნივ - თაბაგრევი (ან რგანი), მარცხნივ შუქრუთი (ან პერევისა), სამხრეთით - კაცხი, ჩრდილოეთით საჩხერე და განისაზღვროს პუნქტებს შორის პირდაპირი მანძილი. ასევე, ჭიათურის მთელი ქვაბურის სიგრძე, მდინარის დინების მიმართულებით, ბოსლევადან საჩხერემდე. პირველ მიახლოებაში ატმოსფერული წნევის განსაზღვრისათვის, უნდა ავიღოთ სათანადო პუნქტებში ჰიპსომეტრული სიმაღლე და ვიანგარიშოთ წნევა. ქვაბურის სიგრძე ხეობის გასწვრივ $\Delta x=(25-30)$ კმ-ია, მდინარის დინების მართობული მიმართულებით $\Delta y= 4$ კმ. მიწისპირა ფენის სიმაღლე 1000 მ. თუ მივიღებთ, რომ სოფელი რგანის სიმაღლეა 960 მ, პერევისა – 900 მ, კაცხი – 730 მ, საჩხერე – 455 მ. შესაბამისი წნევები კი: $p_{რგანი}= 904$ მმ.; $p_{პერევი}=900$ მმ.; $p_{საჩხერე}= 954,5$ მმ.; $p_{კაცხი}=927$ მმ. (ეს სიდიდეები მოდელურია და ცხადია უნდა დაზუსტდეს). ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მიკროცირკულაციური პროცესების გამსაზღვრელი პარამეტრების მნიშვნელობებია [1,4]: $a=3 \cdot 10^{-6}$ 1/მ, $b = -1,75 \cdot 10^{-6}$ 1/მ; $w= 6$ მმ/წმ. $a=-1,1$. ეს მონაცემები იძლევა იმის საფუძველს, რომ აიხსნას ჭიათურის ქვაბურში ჰაერის არსებული მიკროცირკულაციური რეჟიმი. მართლაც დაკვირვებით ჩანს, რომ ქარი უმეტეს შემთხვევაში ქრის დასავლეთიდან – აღმოსავლეთით (ან პირიქით), მდინარე ყვირილას ხეობის გასწვრივ $a > b$. ვერტიკალური სიჩქარე ძალზე მცირეა (მხოლოდ რამდენიმე მმ/წმ) და ჰაერის ცირკულაციური ჩახვეულობა ნაკადს ქვაბურში აბრუნებს. ასეთი დინამიკით აიხსნება ის გარემოება, რომ ზაფხულობით ქალაქში ტემპერატურა მაღალია, ვიდრე ქალაქის გარშემო მთა-სერებზე. ზამთრის პერიოდში ქვაბურში მცირე თოვლი მოდის, ხოლო ტემპერატურა ისე ეცემა, რომ ზოგჯერ მდინარეც კი იყინება მაშინ, როცა ფერდობებზე თოვლის სიმაღლე ასეული სანტიმეტრია. დაიკვირვება მზიანი ამინდი, როცა ქალაქში ნალექი არ არის, ქალაქის გარშემო კი საკმარისად ძლიერი, შხაპუნა წვიმაა.

რაც შეეხება წრფივი ანალოგის მეთოდს, მისი გამოყენებისათვის აუცილებელია მეტეოროლოგიური ელემენტების უწყვეტი დაკვირვებების მოპოვება, ლოკალურ რელიეფზე ზემოქმედებამდე და ზემოქმედების შემდეგ, მათი დამუშავება, ანალიზი და შემდგომ მოყვანილი მეთოდოლოგიით სარგებლობა.

ცალკე აღსანიშნავია ისეთი ოროგრაფიის გავლენა, რომლის სიმაღლე არ არის დიდი და შედგება გორათა ერთობლიობით. აუცილებელია, კლიმატის ცვლილების თვალსაზრისით, გაანალიზებული იქნას მეტეოროლოგიური პროცესების თავისებურებანი მოყვანილი ტიპის ოროგრაფიის „განადგურების“ შემდეგ. როგორ შეიცვლება კლიმატური პირობები დადებითი ან უარყოფითი მიმართულებით, ეს პირველ რიგში თავს იჩენს ჰაერის ნაკადის ტურბულენტურ ბუნებაზე, მის ცირკულაციურ რეჟიმზე და აქედან გამომდინარე, ჰაერის დაჭუჭყიანების ხარისხზე. შედეგები – კარგი თუ ცუდი, თავს გამოამჟღავნებს ათეული წლის შემდეგ, თუმცა ყოველდღიურ ამინდზეც მოახდენს გავლენას. კონკრეტული შემთხვევისათვის მეტად აქტუალურია ერთი გარემოება - ეს ეხება დედამიწის მიკროტერიტორიის ზედაპირის რელიეფის შეცვლას, რომელიც ძირითადად დაკავშირებულია წიაღისეული პროდუქციის მოპოვებასთან და სხვადასხვა სახის მშენებლობასთან. ისმის კითხვა – რამდენად მოქმედებს რელიეფის ასეთი მნიშვნელოვანი შეცვლა ადგილის კლიმატზე.

ამ კითხვაზე პასუხისათვის ვირჩევთ შემდეგ მიდგომას. პირველ რიგში აუცილებელია, მოპოვებულ იქნას განსახილველ რეგიონზე, რაც შეიძლება ხანგრძლივი პერიოდის, ძირითად მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების მასალა. შემდეგ საჭიროა გაკეთდეს უმარტივესი მიდგომა ე.წ. წრფივი ანალოგის – რეგრესიის მეთოდის გამოყენებით, რაც მდგომარეობს შემდეგში. მოპოვებული მასალა დროის მიხედვით უნდა დაიყოს 10-წლიან პერიოდებად. დროის თითოეულ პერიოდში შეფასდება ყველა ძირითადი ელემენტის საშუალო მნიშვნელობები. განისაზღვრება ამ პერიოდებში თითოეული ელემენტის საშუალო სიდიდეებს შორის წრფივი კავშირი. უნდა შეფასდეს სათანადო ანალოგის კოეფიციენტი. ცალკეული ათწლეულის ამ კოეფიციენტების შედარებით, დადგინდება ელემენტის ცვლილების ხასიათი. პარამეტრების ასე მიღებული მნიშვნელობები განისაზღვრება მარტივი ფორმულით.

$$t_{\text{მრ.წ}} = t_{\text{ათ.წ}} \pm \Delta t \quad (5)$$

ათ-წლიანი პერიოდი უნდა ავიღოთ ამგვარად, (1970 – 1960), (1980 – 1970), (1990 – 1980), (2000 – 1990), (2010 – 2000), (2020 – 2010) წლებისათვის ტემპერატურის შესაბამისი საშუალო მნიშვნელობები. თითოეული პერიოდისათვის Δt – დროში უნდა განისაზღვროს სხვადასხვა გრადაციებით მაქსიმალური, მინიმალური სიდიდეები, აგრეთვე განმეორადობა. დადგინდეს მათი რაოდენობა და აბსოლუტური მაქსიმუმი. ყოველივე ეს ჩატარდეს რელიეფის შეცვლამდე პერიოდებისათვის და რელიეფის ფორმის შეცვლის შემდეგ. მოხდება შედეგების ანალიზი და გაკეთდება დასკვნები სამუშაო პროცესების აკვარგანობაზე. ანალოგიური მიდგომით უნდა შეფასდეს წყალსაცავების, ჰესების მშენებლობებით და სხვადასხვა ხასიათის ანტროპოგენური გავლენით გამოწვეული კლიმატური თავისებურებანი.

დასკვნა

წარმოდგენილ სტატიაში, ამოცანის დასმის მიზნით განხილულია ჰაერის ტურბულენტურ ნაკადში მიკროოროგრაფიული ფორმის ცვლილების გავლენა რეგიონის კლიმატურ პირობებზე. აღნიშნული ცვლილებების შესასწავლად, მოყვანილია რამდენიმე თეორიული, მოდელური მიდგომა და კონკრეტული გათვლითი ღონისძიებები. შემოთავაზებული და მკაფიოდ დამუშავებული პროცედურა უზრუნველყოფს გარკვეულ და დაზუსტებულ იქნას, საინტერესო ლოკალურ მიდამოზე ტურბულენტურ გარემოში ქარის რეჟიმის დინამიკა და კლიმატური ცვლილებები. ყოველივე ეს კი მეტეოროლოგებს, კლიმატოლოგებს და სხვა დაინტერესებულ პირებს დაეხმარება სასურველ ლოკალურ ტერიტორიაზე, სასურველი ფიზიკური ამოცანის დადებითად გადაწყვეტაში.

ლიტერატურა - References

1. ხვედელიძე ზ. „რეგიონალური მიკროციკულაციური ატმოსფერული პროცესების დინამიკა მთა-გორიან ტერიტორიაზე“, მონოგრაფია. ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი. 2018 წ. გვ.101.
2. ელიზბარაშვილი ე. „საქართველოს ჰავა“ მონოგრაფია, ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი. 2017 წ. გვ.360.
3. ხვედელიძე ზ. ჯანუშაშვილი დ. „რეგიონის მიკროკლიმატური პარამეტრებით, ლოკალური ქარის რეჟიმის განსაზღვრა ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://ges.interneacademy.org.ge/physic/>). 2013 წ. გვ. 65-76.

4. ხვედელიძე ზ., ზოტიკიშვილი ნ. „ქარისა და დედამიწის ლოკალური რელიეფის ურთიერთქმედების, ზოგიერთი თავისებურებების მოდელური გათვლები საქართველოს ტერიტორიაზე“. ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი „ფიზიკა“ (<http://ges.interneacademy.org.ge/physic/>). 2016 წ. გვ. 63–72
5. გუნია გ. „ეკოლოგიური მონიტორინგი“. სახელმძღვანელო. ჰმი-ს გამომცემლობა, თბილისი. 2019 წ. გვ.244.
6. Хведелидзе З. „Влияние орографии и β эффекта на волновые движения в атмосфере“ метеорология и гидрология. 1982 г. ст. 110-115.
7. ხვედელიძე ზ., ჩიტაღაძე ა. „საქართველოს რეგიონის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის სითბური რეჟიმის ბუნება“. „მეცნიერება და ტექნიკა“ №10-12, 1999 წ. გვ.52-55.
8. ხვედელიძე ზ., დანელია რ., შალამბერიძე თ., აპლაკოვი ა., თავგაძე ე. „დედამიწის ლოკალური რელიეფით გამოწვეული ტალღური შეშფოთებების მათემატიკური მოდელირება და მისი გავლენა ატმოსფერულ მოვლენებზე.“ საერთაშორისო სამეცნიერო, ტექნიკური საინფორმაციო ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ №21, 2007 გვ. 64-70.
9. ხვედელიძე ზ., სამხარაძე ი., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ. „ჰაერის ნაკადის მიკროცირკულაციური მოძრაობის დინამიკა და კლიმატური თავისებურებანი სამეგრელო-სვანეთის რეგიონზე“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, №129 „ჰიდრომეტეოროლოგია და ეკოლოგიის პრობლემები“ თბილისი. ტ.129 გვ.114–116.
10. Берлянд М. „Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы“, Л. Гидрометеоздат. 1985 г. ст. 271.

უკვ 551.511

საქართველოს ცალკეულ რეგიონებისათვის, ლოკალური ოროგრაფიის როლის შეფასება, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ჰაერის ტურბულენტური ნაკადის დინამიკაში /ხვედელიძე ზ., ტატიშვილი მ., ზოტიკიშვილი ნ., სამხარაძე ი./ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.112-116.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

დედამიწაზე მრავლად არსებობს ისეთი მიკრორეგიონები, რომლებშიც განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების შესწავლა აქტუალურია და დიდი პრაქტიკული ღირებულება აქვს. ასეთ რეგიონებს მიეკუთვნება სხვადასხვა ქვაბურები, სატრანსპორტო გზები, ღია კარიერული სამუშაო უბნები, ჰესების მშენებლობის ტერიტორია. ასეთ მიდამოებში ლოკალური მოვლენების შესწავლისათვის, ამოცანის დასმის მიზნით, ნაშრომში მოყვანილია განსაკუთრებული თეორიული და მოდელური მიდგომა. გადმოცემულია აღნიშნული მიდგომის მათემატიკური საფუძვლები, მოცემულია სანიმუშო მაგალითები და გათვლითი პროცედურები. სტატიაში მოყვანილი მასალების სარგებლობით დაინტერესებული პიროვნებები ახსნიან, დაასაბუთებენ და პრაქტიკულ ღირებულებას მისცემენ იმ ფიზიკურ და კლიმატურ თავისებურებებს, რომლითაც ხასიათდება მათვის საინტერესო შესასწავლი ლოკალური ტერიტორია.

UDC 551.511

Evaluation the influence of local orography on the dynamics of turbulent air flow of the Atmospheric surface layer for certain regions of Georgia. /Khvedelidze Z., Tatishvili M., Zotikishvili N., Samkharadze I. Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.112-116.- Georg., Summ. Georg., Eng.

There are many micro-regions on Earth in which the study of evolution hydrometeorological processes is relevant and has great practical value. Such regions include various caverns, highways, open mining areas, Hydropower plant construction areas. To study local events in such areas in order to set the assignment special theoretical and model approach is given in the paper. The mathematical justification of this approach is presented also case studies and calculation procedures are given. The materials presented in the article will explain, substantiate and give practical value to the physical and climatic features that characterize the local area and are useful for interest persons involved.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-117-123

უკ: 551.583

საშიში მოვლენების კლასიფიცირება საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით

კაპანაძე ნ., ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი.

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

ბოლო პერიოდში მსოფლიოში გააქტიურებულმა სტიქიურმა პროცესებმა და გარემოზე ადამიანის ზემოქმედებამ ეკოლოგიური წონასწორობის მოშლა გამოიწვია, რასაც მოჰყვა უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში მსოფლიო მასშტაბით ბუნებრივი კატასტროფების სიხშირისა და მათი თანმდევი ადამიანური და მატერიალური დანაკარგის მასშტაბის მნიშვნელოვანი გაზრდა. გარემოზე ადამიანის უკონტროლო ზემოქმედებამ ხელი შეუწყო კლიმატის გლობალურ ცვლილებას, რაც დედამიწაზე გახშირებული ბუნებრივი კატასტროფების ერთ-ერთ მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს. ამის პარალელურად, ჭარბმა ურბანიზაციამ და დასახლებული პუნქტების სახიფათო ადგილებში მოწყობამ, აგრეთვე, განვითარებად ქვეყნებში შესაბამისი რეგულაციებისა და დაგეგმარების უგულვებელყოფამ, რისკების შესახებ ცნობიერების დაბალმა დონემ, ექსტრემალურმა კლიმატურმა მოვლენებმა და სხვ. ადამიანზე ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების გავლენის ზრდა განაპირობა. დღეისათვის მსოფლიოს მოსახლეობა ძალზე მოწყვლადია კატასტროფების რისკის მიმართ. აქედან გამომდინარე, კატასტროფების რისკის შემცირება და ეფექტიანი პრევენცია ერთ-ერთ აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს.

ცნობილია, რომ რისკი არის საფრთხის კატასტროფაში გადაზრდის ალბათობა. კატასტროფები რისკის შემცირებისა და მართვის შესაბამისი ზომების შემუშავების უზრუნველყოფისათვის საჭიროა საფრთხეთა კლასიფიცირება მათი წარმოშობის პირობების (მასშტაბები, ადგილმდებარეობა, მოქმედების დრო, სიხშირე და ა.შ.) და შედეგების გათვალისწინებით.

საფრთხე შეიძლება იყოს ბუნებრივი, ანთროპოგენური ან სოციალურ-ბუნებრივი წარმოშობის. ბუნებრივი საფრთხეები ძირითადად დაკავშირებულია ბუნებრივ პროცესებთან და მოვლენებთან. ანთროპოგენური საფრთხეები, კერძოდ, ადამიანის მიერ წარმოქმნილი საფრთხეები გამოწვეულია მთლიანად ან უპირატესად ადამიანის აქტივობითა და ჩარევით. რამდენიმე საფრთხე სოციალურ-ბუნებრივია, რადგან ისინი დაკავშირებულია ბუნებრივი და ადამიანის მიერ გამოწვეული ფაქტორების კომბინაციასთან, მათ შორის გარემოს დეგრადაციასა და კლიმატის ცვლილებასთან.

საფრთხეები, მათი წარმოშობისა და შედეგების გათვალისწინებით, შეიძლება იყოს ერთჯერადი, თანმიმდევრული ან კომბინირებული. თითოეული საფრთხე ხასიათდება მისი ადგილმდებარეობით, ინტენსივობით, სიხშირითა და ალბათობით. გამონაკლისს წარმოადგენს ბიოლოგიური საფრთხეები, რომლებიც ზემოთ აღნიშნული მახასიათებლების გარდა, განისაზღვრება მათი ინფექციურობით ან ტოქსიკურობით, ან პათოგენის სხვა მახასიათებლებით, როგორცაა დოზა-რეაქცია, ინკუბაციური პერიოდი, ლეტალობის მაჩვენებელი და სხვ.

ასევე დაიკვირება მრავალფაქტორული საშიშროება, რაც გულისხმობს რამდენიმე ძირითადი საფრთხის ერთდროულად, კასკადურად ან კუმულაციურად დროთა განმავლობაში მოხდენის შესაძლებლობას ურთიერთდაკავშირებული პოტენციური ეფექტების გათვალისწინებით (მაგ., როცა წყალდიდობას მიწისძვრით გამოწვეული ცუნამი ან ქარიშხალი იწვევს).

გაეროს გენერალური ასამბლეის განმარტებით არსებობს განსხვავება საშიშ და სახიფათო მოვლენას შორის. მიუხედავად იმისა, რომ საფრთხემ შეიძლება გამოიწვიოს სიცოცხლის დაკარგვა, სხეულის ან ქონების დაზიანება, სოციალური და ეკონომიკური შეფერხება ან გარემოს დეგრადაცია, სახიფათო მოვლენა წარმოადგენს საფრთხის გამოვლინებას კონკრეტულ ადგილას, დროის განსაზღვრულ პერიოდში [1].

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მიერ 2015 წელს მიღებული იქნა გლობალური პოლიტიკური ჩარჩოები: „კატასტროფის რისკის შემცირების სენდაის სამოქმედო ჩარჩო-პროგრამა 2015-2030“ (მარტი, 2015 წ.), „მდგრადი განვითარების მიზნები“ (სექტემბერი, 2015 წ.) და „პარიზის შეთანხმება კლიმატის ცვლილების თაობაზე“ (დეკემბერი, 2015 წ.), რომლებიც ურთიერთდაკავშირებულია და მიმართულია კატასტროფის რისკის შემცირებისკენ, მდგრადი განვითარებისა და კლიმატის ცვლილებების შედეგების შემცირებისკენ [2].

„კატასტროფის რისკის შემცირების სენდაის სამოქმედო ჩარჩო-პროგრამა - Sendai Framework 2015-2030“ მოიცავს ბუნებრივი და ადამიანური ფაქტორებით გამოწვეული, მცირე და მსხვილმასშტაბიანი, ხშირი და იშვიათი, უეცარი და ნელი განვითარების მქონე კატასტროფების რისკის მართვის მექანიზმების შემუშავებას ყველა დონეზე (გლობალური, რეგიონული, ეროვნული და ადგილობრივი) და ყველა დარგში [3].

- მცირე მასშტაბის კატასტროფა: ეს არის კატასტროფის ტიპი, რომელიც გავლენას ახდენს მხოლოდ ადგილობრივ თემებზე, რომლებიც დახმარებას საჭიროებენ დაზარალებული საზოგადოების გარეთ;

- ძირითადი კატასტროფა არის კატასტროფის ტიპი, რომელიც გავლენას ახდენს საზოგადოებაზე, რომელიც საჭიროებს ეროვნულ ან საერთაშორისო დახმარებას;
- ხშირი და იშვიათი კატასტროფები: დამოკიდებულია კონკრეტული საფრთხის გაჩენის ალბათობასა და განმეორების პერიოდზე და მის შედეგებზე;
- ნელი განვითარებადი კატასტროფა განისაზღვრება, როგორც სტიქიური უბედურება, რომელიც თანდათანობით ხდება დროთა განმავლობაში. ნელი კატასტროფები შეიძლება დაკავშირებული იყოს, მაგალითად, გვალვასთან, გაუდაბნობასთან, ზღვის დონის აწევასთან, ეპიდემიურ დაავადებებთან;
- უეცარი კატასტროფა არის სტიქიური უბედურება, რომელიც გამოწვეულია საშიში მოვლენით, რომელიც ხდება სწრაფად ან მოულოდნელად. უეცარი კატასტროფები შეიძლება დაკავშირებული იყოს, მიწისძვრასთან, ვულკანის ამოფრქვევასთან, წყალდიდობასთან. უეცარი კატასტროფა გამოწვეული ქიმიური აფეთქებით, ინფრასტრუქტურის გაუმართაობით, სატრანსპორტო ავარიით და ა.შ.

რისკზე დაფუძნებული გადაწყვეტილების მიღების, რისკის შერბილებისა და მართვის შესაბამისი ზომების შემუშავებისთვის ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს რისკების იდენტიფიცირებას. მაგალითად, როდესაც 2004 წლის დეკემბერში ინდოეთის ოკეანეში ცუნამი მოხდა, ცუნამის რისკის შესახებ საინფორმაციო ბაზა იმდენად მწირი იყო [4], რომ პოტენციური ზემოქმედების მოდელირების დიდი ნაწილი განხორციელდა საფრთხის ბუნების სრული გაგების გარეშე, რის შედეგადაც ცუნამის მრავალი სცენარი არარეალური იყო. სწორედ ამ კონტექსტში გამოაქვეყნა 2009 წელს იუნესკომ პირველი საერთაშორისოდ აღიარებული ცუნამის რისკის შეფასების გაიდლაინები [5]. კატასტროფების მართვის საზოგადოებაში ახლა კარგად ესმით, რომ ცუნამი ძირითადად გამოწვეულია ოკეანის ფსკერზე მომხდარი მიწისძვრებით, რასაც მოჰყვება ვულკანური ამოფრქვევები/კოლაფსები, მეწყერი (რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს მიწისძვრებითა და ვულკანური აქტივობით) და ასტეროიდებით. საფრთხის წყაროების უკეთესმა იდენტიფიკაციამ გზა გაუხსნა ცუნამის ქცევის/ალბათობის უკეთ გაგებას და, თავის მხრივ, უფრო რეალისტურ სცენარების შექმნას კატასტროფის მართვის ან კატასტროფის რისკის შემცირების სტრატეგიებისთვის.

მსგავსი ინციდენტების თავიდან ასაცილებლად გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის გენერალური ასამბლეის (UNGA) მთავრობათაშორისი სამუშაო ჯგუფის ექსპერტთა მიერ (2017 წ) მიღებული იქნა კატასტროფების რისკის შემცირებასთან დაკავშირებული ინდიკატორებისა და ტერმინოლოგიის განმარტებები, რომლის მიხედვითაც საშიშროება (საფრთხე) არის პროცესი, მოვლენა ან ადამიანის აქტივობა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს სიცოცხლის დაკარგვა, დაზიანება, ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული გარკვეული პრობლემები, ქონების დაზიანება, სოციალური და ეკონომიური შეფერხება ან გარემოს დეგრადაცია.

2019 წლის მაისში გაეროს კატასტროფების რისკის შემცირების ოფისმა (UNDRR) და საერთაშორისო სამეცნიერო საბჭომ (ISC) ერთობლივად შექმნეს ტექნიკური სამუშაო ჯგუფი, რათა დაედგინათ საფრთხეების სრული სპექტრი და გაემუქებინათ სენდაის ჩარჩო-პროგრამის შესაბამისი ყველა საფრთხე და ამ საფრთხეების მეცნიერული განმარტებები. ტექნიკურმა სამუშაო ჯგუფმა, დაინტერესებულ მხარეებთან კონსულტაციის საფუძველზე, შეიმუშავა საშიშროების ტიპებზე სასაზღვრო კრიტერიუმების ნაკრები საფრთხეების გრძელ სიაში საშიშროების ჩართვის ან ამ სიიდან გამორიცხვისთვის:

- საშიშროება, რომელსაც აქვს პოტენციური უარყოფითი გავლენა მოახდინოს მოსახლეობის ეკონომიურ, სოციალურ და ა.შ. მდგომარეობაზე ან საზოგადოების განვითარების დონეზე, მოითხოვს მთელ სისტემაში რისკების მართვის ზომების გატარებას;
- არსებობს პროაქტიული და რეაქტიული ღონისძიებები: ეს კრიტერიუმი ასახავს რისკების მართვის პრაქტიკული ზომების განხორციელების აუცილებლობას ახალი რისკების თავიდან ასაცილებლად, არსებული და ნარჩენი რისკების შესამცირებლად (ანუ სახიფათო მოვლენების წინ, დროს და შემდეგ) და ცვალებადი რისკების დინამიური ბუნების გადასაჭრელად;
- საშიშროებას აქვს გაზომვადი სივრცითი და დროითი კომპონენტები: ეს კრიტერიუმი ასახავს, რომ სახიფათო მოვლენები, კატასტროფების ჩათვლით, არის საშიშროების გამოვლინება და აქვს დროითი და სივრცითი ზომები.

იმავე წლის ოქტომბერში, მოძიებული საფრთხის შესახებ ინფორმაციის საფუძველზე, ქვეყნებმა წარადგინეს სულ 1200 ინდივიდუალური საფრთხე. ეს რიცხვი მოიცავდა საფრთხეებს, ოდნავ განსხვავებული სახელებით, სხვადასხვა ენაზე, სხვა ეროვნების სპეციფიკისთვის დამახასიათებელს. მოხსენებული საშიშროების საერთო რაოდენობა ასევე მნიშვნელოვნად იცვლებოდა რეგიონების მიხედვით. მაგალითად, არაბულ ქვეყნებში, ერთ ქვეყანას შეეძლო საშიშროება ინგლისურად, ხოლო მეორეს შესაძლოა

იგივე საფრთხე არაბულად დაეწერა. თუმცა ეს მხოლოდ ერთ საფრთხედ უნდა ჩათვლილიყო. აღნიშნულის გათვალისწინებით UNDRR შეთანხმდა საშიშროების ჩამონათვალზე, რომელიც 1200 ინდივიდუალური საფრთხიდან 318 -მდე შემცირდა (ცხრ. 1), სადაც გასათვალისწინებელი იყო ის გარემოება, რომ:

ცხრილი 1. 2019 წელს სენდაი ჩარჩოში სამთავრობათაშორისო ექსპერტთა ღია სამუშაო ჯგუფის (OIEWG) მონიტორინგის მიხედვით ქვეყნების მიერ წარმოდგენილი საშიშროების განაწილება [1].

	საშიშროების კატეგორია	საშიშროების რაოდენობა
1	ბიოლოგიური საფრთხეები	34
2	გარემოსდაცვითი საფრთხეები	13
3	გეოლოგიური ან გეოფიზიკური საფრთხეები	44
4	ჰიდრომეტეოროლოგიური საფრთხეები	120
5	ტექნოლოგიური საფრთხეები	79
6	სოციალური და სხვა არაკატეგორიული საფრთხეები	28
7	სულ	318

- სია არ არის სამეცნიერო პროდუქტი, არამედ სახელმძღვანელო დოკუმენტი. იგი შეიქმნა UNDRR-ის გამოცდილების საფუძველზე, საშიშროების წინასწარი განმარტებისა და კლასიფიცირების გარეშე;
- საშიშროების სიაში შესვლის პროცესი ნაკლებად სტანდარტიზებულია, ვიდრე გლობალური ინდიკატორისთვის, რადგან ეს უკანასკნელი უკვე განსაზღვრულია გაეროს გენერალური ასამბლეის რეზოლუციაში [1], სადაც ქვეყნებს შეუძლიათ ახალი საფრთხეების დამატება საკუთარი ქვეყნის პერსპექტივიდან. ამის მიზეზი ის არის, რომ ინდიკატორებზე დაფუძნებული საშიშროების შეყვანა სიაში განისაზღვრება სამთავრობათაშორისო ექსპერტთა ღია სამუშაო ჯგუფის (OIEWG) მიერ ყველა ქვეყნისთვის საერთო პარამეტრებით, ხოლო საშიშროების შერჩევა ხდება ცალკეული ქვეყნების მიხედვით;
- შესაძლებელია, რომ არსებობდეს საფრთხე, რომელიც ქვეყანამ აირჩია მაგრამ არ გამოიყენა მოხსენებისთვის, მაგ. მინიჭებული ზარალის მონაცემები ან ადრეული გაფრთხილების სისტემებთან დაკავშირებული ინფორმაცია რისკის შესახებ;
- ქვეყნებს ჰქონდათ არჩევანი, შეეყვანათ საფრთხეები გაეროს სხვადასხვა ენებზე.

საშიშროების სიას და მასთან დაკავშირებული შესაბამისი აღწერილობებს ფუნდამენტური მნიშვნელობა გააჩნია საფრთხის რისკის მრავალმხრივი შეფასებისა და რისკის შემცირების პროცესისათვის. საშიშროების სია ქმნის საფუძველს საფრთხის მონიტორინგისა და ინფორმაციის კატალოგირების, ასევე კატასტროფის რისკის შემცირებისა და ზარალის მონაცემების შეგროვების, წინასწარი გაფრთხილებისა და რეაგირებისთვის, კერძოდ, რისკის შერბილება-შემცირებისა და რაც მთავარია საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების მიზნით.

მნიშვნელოვანია იმის უზრუნველყოფა, რომ მოვლენების ან, რაც იგივეა, საფრთხის სახელები სტანდარტიზებული იყოს მთელ მსოფლიოში, რათა მოხდეს რეგიონალური და გლობალური მოვლენის შედარება. ამ მიზნით, WMO-მ 500 ექსპერტისაგან შემდგარი ტექნიკური ჯგუფის (კერძო სექტორში ან არასამთავრობო ორგანიზაციებში და პოლიტიკაში მომუშავე აკადემიური მკვლევარების, მეცნიერებისა და პრაქტიკოსებისგან შემდგარი) ვრცელი კონსულტაციის საფუძველზე დაამტკიცა საშიშროების სია, რომელიც დაახლოებით 18-ჯერ განახლდა 2019 წლის ივნისიდან ოქტომბრამდე პერიოდში. მხოლოდ სამ ადამიანს ეკისრებოდა პასუხისმგებლობა საშიშროების სიის განახლებაზე, რომელზე მუშაობისას აშკარა გახდა, რომ საჭირო იყო მკაფიოდ განსაზღვრა იმისა თუ რა საფრთხეები იყო შეტანილი განხილვის ფარგლებში და რატომ. სიის გამოყენება შესაძლებელია როგორც კატალოგი, რომელიც მოიცავს WMO-ს მანდატის ქვეშ მყოფ საფრთხეებს, რომელთა სახელები და განმარტებები შეთანხმებულია მისი მონაწილე ქვეყნების მიერ. ეს UNDRR/ISC ინიციატივა უზრუნველყოფს სენდაის ჩარჩოს მიერ მოწოდებული საფრთხის (მოვლენების) დაჯგუფების შესაძლებლობას ლოკალურიდან (მიკრო მოვლენა) უფრო მასშტაბურ მოვლენებამდე, (როგორცაა ძლიერი წვიმა, ძლიერი ქარი, წყალდიდობა და მეწყერი შტორმიდან ტროპიკულ ციკლონებამდე), თვით კლიმატის დროითი მასშტაბების ჩათვლით.

საშიშროების ამჟამად არსებულ სიაში საფრთხეთა ტიპების, წარმოშობის პირობების, მოვლენების სახეობისა და ძირითადი შედეგების მიხედვით კლასიფიცირებულია 302 საფრთხე რომელიც დაჯგუფებულია რვა კლასად (ცხრილი 2): არამიწიერი ანუ კოსმოსური საფრთხეები, მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური საფრთხეები, გეო-საშიშროება, გარემოს საშიშროება, ქიმიური საფრთხეები, ბიოლოგიური საფრთხეები, ტექნოლოგიური საფრთხეები, და სოციალური საფრთხეები. მიუხედავად იმისა, რომ სია, რომლის მიხედვითაც მოხდა საშიშროების კლასიფიცირება, მნიშვნელოვან წინ გადადგმულ ნაბიჯად

ითვლება ამ დროისათვის კატასტროფის რისკის იდენტიფიცირებისა და რეაგირების თვალსაზრისით, იგი მაინც არ არის საბოლოო და საჭიროებს რეგულარულ განხილვასა და განახლებას.

ცხრილი 2. საშიში მოვლენების კლასიფიკაცია ინტეგრირებული კვლევის მიხედვით საფრთხეთა ტიპების, წარმოშობის პირობებისა და მოვლენების ძირითადი შედეგების მიხედვით [3]

საფრთხეთა ტიპები	წარმოშობის პირობები	მოვლენის (საფრთხის) სახეობა
არამიწიერი	კოსმოსური	მეტეორიტებისა და ასტეროიდების ვარდნა, კომეტებთან შეჯახება, მზის აქტივობა
დედამიწისეული	მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური	სიციხე, გვალვა, ელვა, ქარები, (შტორმი, სმერჩი, ტორნადო, ქარბორბალა და ა.შ.), მტვრის/ქვიშის ქარიშხალი, ტროპიკული ციკლონი, ექსტრემალური ტემპერატურა, ლიპყინულული, სეტყვა, ნისლი, წვიმა, სითბური ტალღები, კლდეზვავი, მყინვარის ჩამოწოლა, წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, წყლის სმერჩი, ძლიერი ტალღები, ტყის ხანძრები და სხვ.
	გეო-საშიშროება (გეოლოგიურ-ტექტონიკური, გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური)	ვულკანის ამოფრქვევა, მიწისძვრა, ტალახის ვულკანი, ფერფლის ჩანჩქერი, ლავის ნაკადი, ვულკანური ღვარცოფები (ლაჰარები), გათხევადებული პიროკასტური ნაკადი, ვულკანური მეწყერი, ღვარცოფი, ცუნამი, მეწყერი, ქვათაცვენა, ხრამების უფსკრულების წარმოქმნა.
	გარემოს საშიშროება	ნიადაგის დეგრადაცია, ტყეების განადგურება, ბიომრავალფეროვნების დაკარგვა, მარილიანობის ზრდა და ზღვის დონის მატება.
	ქიმიური საფრთხე	ქიმიური წარმოების ობიექტების დაზიანება, ქიმიური იარაღის წარმოება, საშიში ქიმიური ნივთიერებითა და პესტიციდებით საერთაშორისო ვაჭრობ, ქიმიური საფრთხის შემცველი ნივთიერებით გარემოს დაზიანება.
	ბიოლოგიური საფრთხე	დაავადება (ბაქტერიული, სოკოვანი, პარაზიტული, ვირუსული), ცხოველთა ინციდენტი, მწერების შემოჭრა
	ტექნოგენური საფრთხე	სამრეწველო დაზიანება, ბირთვული გამოსხივება, ტოქსიკური ნარჩენები, კაშხლების ჩავარდნა, საგზაო შემთხვევები, ქარხნების აფეთქება, ხანძარი და ქიმიური დაღვრა.
	სოციალურსაფრთხე	ძალადობა, სიღარიბე, სიკვდილიანობა, ავადმყოფობა, დაზიანებები, ინვალიდობა და ჯანმრთელობის სხვა შედეგები, სოციალური სისტემებისა და სერვისების მოშლა და სოციალური, ეკონომიკური და გარემოზე ზემოქმედება.

არამიწიერი საფრთხეები არის ის, რაც წარმოიქმნება დედამიწის გარეთ - კოსმოსში, როგორცაა ასტეროიდების და მეტეორიტების ზემოქმედება ან მზის აფეთქებები, რასაც შეიძლება მოჰყვეს საკომუნიკაციო თანამგზავრების და ელექტროგადამცემის მასიური შეფერხება და დაზიანება, და შესაბამისად, დიდი ეკონომიკური ზარალი, ხოლო ასტეროიდების შეჯახების დროს შესაძლებელია კატასტროფული განადგურება, იშვიათ შემთხვევაში კი გლობალური მასობრივი გადაშენებაც.

მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური საფრთხეები დედამიწა-ატმოსფეროს მდგომარეობის შედეგია. იგი ატმოსფერული, ჰიდროლოგიური ან ოკეანოგრაფიული წარმოშობისაა. მაგ. ტროპიკული ციკლონები (ასევე ცნობილია როგორც ტაიფუნები და ქარიშხლები), წყალდიდობა, გვალვა, ექსტრემალური სიციხისა და სიცივის პერიოდები, და სანაპირო ქარიშხალი. ჰიდრომეტეოროლოგიურმა პირობებმა ასევე შეიძლება ხელი შეუწყოს სხვა საფრთხეებს, როგორცაა მეწყერი, ტყის ხანძარი, ვულკანური ამოფრქვევის შედეგად ტოქსიკური ნივთიერებებისა და მასალის ტრანსპორტირება და გაფანტვა.

საგანგებო სიტუაციების მართვის მონაცემთა ბაზის მიხედვით, 1979 წლიდან 2019 წლამდე, ყველა დაფიქსირებული კატასტროფების (მათ შორის ტექნოგენური და „კომპლექსური“ კატასტროფები) 50% შემთხვევაში, დაღუპულთა 56% და ეკონომიკური ზარალის 75% დაკავშირებულია ამინდის, კლიმატისა და წყალთან დაკავშირებულ საფრთხეებთან. ზოგიერთი ყველაზე დამანგრეველი საფრთხე მოიცავს ტროპიკულ ციკლონებს, გვალვებს, მდინარეების წყალდიდობას და სითბურ ტალღებს. ამ საფრთხეებს აკვირდება, აკონტროლებს და პროგნოზირებს თითოეული ქვეყნის ეროვნული მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური სამსახურები.

გეო-საშიშროები ან, რაც იგივეა გეოხიფათები გეოლოგიური წარმოშობის საფრთხეებია. ისინი დაყოფილია საშიშროების სამ ჯგუფად, რომელთაგან ორი - სეისმური და ვულკანური - დედამიწის შიდა გეოფიზიკური პროცესების შედეგია, ხოლო მესამე - ზედაპირული გეოლოგიური საფრთხეები - ზედაპირული პროცესების შედეგი, რომლებიც ჩვეულებრივ იწვევს ეროზიას.

სეისმოგენური საშიშროება, რომელსაც ჩვეულებრივ მიწისძვრებს უწოდებენ, წარმოქმნის სპეციფიკურ საფრთხეებს, როგორცაა მიწის რყევა, ჩაძირვა ან მიწის რღვევა, მაგრამ ასევე შეიძლება გამოიწვიოს ისეთი საშიშროება, როგორცაა ცუნამი.

ვულკანური საშიშროება წარმოშობს საშიშროების ფართო სპექტრს, ლავის ნაკადიდან და კლდეების ჩამოვარდნიდან ფერფლამდე და მიწის გაზეზამდე. ზოგიერთი გეოლოგიური საფრთხე შეიძლება ნაწილობრივ იყოს გამოწვეული ადამიანის აქტივობით, როგორცაა მიწისძვრები ან სანაპიროების ეროზია ტყეების გაჩეხვის გამო.

გარემოსდაცვითი საფრთხეები წარმოიქმნება ბუნებრივი სისტემებისა და ეკოსისტემური სერვისების დეგრადაციის შედეგად. დეგრადაცია არის ეტაპობრივი პროცესი და ძნელად შესამჩნევი ყოველდღიურ ცხოვრებაში. იგი მოიცავს ბიომრავალფეროვნების დაკარგვას, მიწის დამლაშებას, მარადიული ყინვისა და საზღვაო ეკვივალენტების დაკარგვას, მათ შორის ზღვის ყინულის დაკარგვას.

დეგრადაცია შეიძლება იყოს ძალიან სწრაფი, როგორც უეცარი დაბინძურება, ტყეების გაჩეხვა ან სხვა დარღვევები. დეგრადაცია ასევე შეიძლება დაჩქარდეს ადამიანის აქტივობით. შტორმების ზემოქმედება გამწვავებულია სანაპირო და საზღვაო ეკოსისტემების განადგურებით მაგ. მდინარეებში ქვიშის მოპოვება გავლენას ახდენს ნაკადზე და ამცირებს წყლის დონეს, რაც იწვევს წყალდიდობისა და გვალვის ეპიზოდებს. გარემოს დეგრადაციის შედეგები ხშირად ყველაზე ნათლად ჩანს სხვა საფრთხის საშუალებით. მაგალითად, მეწყერსაშიში მგრძობელობა იზრდება ტყეების გაჩეხვის გამო, კლიმატის ცვლილება გავლენას ახდენს წყალდიდობის, გვალვისა და სიციხის ინტენსივობასა და სიხშირეზე.

ქიმიური საშიშროება. ბევრ ქვეყანაში, ქიმიკატების გამოყენება მკვეთრად გაიზარდა მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში და ტრანსპორტირებაში. ადამიანები ექვემდებარებიან როგორც ბუნებრივი, ისე ადამიანის მიერ წარმოქმნილ ქიმიკატებს გარემოსა და ტექნოლოგიურ სფეროებში. ქიმიურ ნივთიერებათა რეესტრი შეიცავს 160 მილიონზე მეტ ორგანულ და არაორგანულ ქიმიურ ნივთიერებას, მათ შორის შენადნობებს, საკოორდინაციო ნაერთებს, მინერალებს, ნარეგებს, პოლიმერებს და მარილებს. TWG-მ მიიჩნია, რომ მნიშვნელოვანი იყო ქიმიური საშიშროების ჩართვა, რომლებსაც აქვთ მყისიერი (მწვავე) ეფექტი, ასევე ქრონიკული ეფექტები, რომლებიც ხშირად გამოწვეულია გრძელვადიანი ზემოქმედებით ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე, როგორცაა ნერვული და იმუნური სისტემების დაზიანება, რეპროდუქციული და განვითარების დარღვევები, კიბო და ორგანოს სპეციფიკური დაზიანება [6]. საფრთხის შესახებ ინფორმაციის პროფილებში რამდენიმე ქიმიური საშიშროებაა შეტანილი და უმეტესობა შედის იმ ათ ქიმიურ ნივთიერებას შორის, რომლებიც ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის სერიოზულ შემფოთებას იწვევს [7], ისევე როგორც მუდმივი ორგანული ქიმიკატები და სხვა.

ტექნოგენური საშიშროება წარმოიქმნება პროცესის ან წარმოების პირობების, სახიფათო პროცედურების, ინფრასტრუქტურის გაუმართაობის ან ადამიანის კონკრეტული ქმედებების შედეგად. მაგალითები მოიცავს სამრეწველო დაბინძურებას, ბირთვულ გამოსხივებას, ტოქსიკურ ნარჩენებს, კაშხლების ჩავარდნას, საგზაო შემთხვევების, ქარხნების აფეთქებას, ხანძარს და ქიმიურ დაღვრას. ადამიანის მიერ შექმნილი საშიშროებები ასევე შეიძლება წარმოიშვას უშუალოდ საშიში ბუნებრივი ფენომენის ზემოქმედების შედეგად.

სოციალური საშიშროება სოციალური საფრთხე მთლიანად ან უპირატესად წარმოიქმნება ადამიანის აქტივობისა და არჩევანის შედეგად, რამაც შესაძლოა საფრთხე შეუქმნას დაუცველ მოსახლეობას და გარემოს. სოციალურმა საფრთხეებმა ასევე შეიძლება გამოიწვიოს კატასტროფები, სიკვდილიანობა, ავადმყოფობა, დაზიანებები, ინვალიდობა და ჯანმრთელობის მნიშვნელოვანი გაუარესება, სოციალური სისტემებისა და სერვისების მოშლა და გარემოზე ზემოქმედება. Sendai Framework არ შეიცავს ტერმინებს, რომლებიც დაკავშირებულია „შეიარაღებულ კონფლიქტთან“, „სოციალურ არასტაბილურობასთან ან დაძაბულობასთან“. თუმცა, ეს საფრთხეები უკვე აღიარებულია საერთაშორისო დონეზე.

არსებობს მტკიცებულება, რომ კატასტროფების რისკის შემცირების ზოგიერთი რეგიონული და ეროვნული სტრატეგია იღებს საშიშროების დეფინიციებს, ასოცირებულს ისეთ ტერმინებთან, როგორცაა „ძალადობა“ და „შეიარაღებული კონფლიქტი“ [8].

საქართველო არის ტრანსკონტინენტური ქვეყანა და რთული გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, საგრძნობლად მოწყვლადია სხვადასხვა სახის ბუნებრივი კატასტროფების მიმართ. საქართველოს რელიეფი, მეტეოროლოგიური პირობები და გარემოზე მაღალი ანთროპოგენული ზეწოლა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ისეთი ბუნებრივი კატასტროფების განვითარებისთვის, როგორებიცაა: ზვავი, მეწყერი, მდინარის მიერ ნაპირების გარეცხვა, წყალდიდობა, გვალვა, სეტყვა, ეროზია, ძლიერი ქარი, ბუნებრივი ხანძრები, მიწისძვრა და სხვა. უკანასკნელი წლების მონაცემებით, სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების რაოდენობა საშუალოდ 15%-ით, ხოლო სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების რაოდენობა საშუალოდ 58%-ით არის გაზრდილი. შესაბამისად, სტიქიის მიერ გამოწვეული ზარალიც მომატებულია. არსებული მონაცემებით, სტიქიური გეოლოგიური და ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენებით გამოწვეულმა ზარალმა, მხოლოდ 2015 წელს - 389 მილიონი ლარი შეადგინა [2]. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, კატასტროფის რისკის შემცირების პოლიტიკის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა მართვის ერთიანი სისტემის ჩამოყალიბება, რომელიც შესაბამისობაში იქნება საერთაშორისო სტანდარტებთან.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. UNGA, 2016. Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. Note by the Secretary-General. United Nations General Assembly (UNGA). Document No. A/71/644. undocs.org/A/71/644
2. საქართველოს კატასტროფის რისკის შემცირების ეროვნული სტრატეგია 2017-2020, დანართი 1. თბილისი, საქართველო, 2017 .
3. UNDRR / ISC SENDAI HAZARD DEFINITION AND CLASSIFICATION REVIEW, TECHNICAL REPORT, 2019
4. Bernard E, Titov V, 2015. Evolution of tsunami warning systems and products. Philosophical Transactions of the Royal Society A. doi.org/10.1098/rsta.2014.0371
5. UNESCO, 2009. Tsunami Risk Assessment and Mitigation for the Indian Ocean: Knowing your tsunami risk – and what to do about it. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), Manual and Guides No. 52. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
6. Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, Bertollini R, 2011. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. Environ Health, 10:9. [doi:10.1186/1476-069X-10-9](https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-9)
7. WHO, 2010. Preventing Disease through Healthy Environments: Action is needed on Chemicals of Major Public Health Concern. World Health Organization (WHO), Geneva. www.who.int/ipcs/features/10chemicals_en.pdf?ua=1
8. Peters K, Peters LR, Twigg J, Walch C, 2019. Disaster Risk Reduction Strategies: Navigating Conflict Contexts. Overseas Development Institute, London, UK.

უაკ: 551.583

საშიში მოვლენების კლასიფიცირება საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით./ კაპანაძე ნ., ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი./ სტუ-ის კმი-ის სამეცნ. რეგ.შრომათა კრებული. -2023.-ტ.133.- გვ.117-123.- ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

კატასტროფის რისკის შემცირების პოლიტიკის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა მართვის ერთიანი სისტემის ჩამოყალიბება, რომელიც შესაბამისობაში უნდა იყოს საერთაშორისო სტანდარტებთან. ამ მიზნით განხილული იქნა სენდაის სამოქმედო ჩარჩო-პროგრამა 2015-2030, რომელიც მოიცავს ბუნებრივი და ადამიანური ფაქტორებით გამოწვეული, მცირე და მსხვილმასშტაბიანი, ხშირი და იშვიათი, მყისიერი და ნელი განვითარების მქონე კატასტროფების რისკის მართვის მექანიზმების შემუშავებას ყველა დონეზე (გლობალური, რეგიონული, ეროვნული და ადგილობრივი) და ყველა დარგში.

შესწავლილი იქნა WMO ს ტექნიკური ჯგუფის მიერ დამტკიცებული საშიშროების სია, რომელთა სახელები და განმარტებები შეთანხმებულია მისი მონაწილე ქვეყნების მიერ. არსებულ სიაში 302 საფრთხე კლასიფიცირებულია საფრთხეთა ტიპების, წარმოშობის პირობების, მოვლენების სახეობისა და ძირითადი შედეგების მიხედვით, დაჯგუფებულია რვა კლასად და წარმოდგენილია ცხრილის სახით. სიაში საფრთხეთა სახელები სტანდარტიზებულია, რაც უზრუნველყოფს რეგიონალური და გლობალური საფრთხეების შედარების შესაძლებლობას.

მიუხედავად იმისა, რომ სია, რომლის მიხედვითაც მოხდა საშიშროების კლასიფიცირება, მნიშვნელოვანია კატასტროფის რისკის იდენტიფიცირებისა და რეაგირების თვალსაზრისით, იგი მაინც არ არის საბოლოო და საჭიროებს რეგულარულ განხილვასა და განახლებას.

UDC 551.583

Classification of hazardous events according to international standards. /Kapanadze N.i, Tatishvili M., Mkurnalidze I./
Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133 . -pp.117-123.- Georg., Summ. Georg., Eng.

One of the most important areas of disaster risk reduction policy is the creation of a unified management system that must comply with international standards. To this end, the Sendai Framework for Action for 2015-2030 was discussed, including the development of risk management mechanisms for natural and man-made, small and large, frequent and rare, immediate and slowly developing disasters at all levels (global, regional, national and local) and in all areas. A list of hazards approved by the WMO Technical Group was reviewed, the names and definitions of which were agreed by its participating countries. In the existing list, 302 threats are classified by types of threats, conditions of occurrence, type of events and main consequences, grouped into eight classes and presented in the table. The names of the threats in the list are standardized, which makes it possible to compare regional and global threats. While the list of hazard classifications is important for identifying and responding to disaster risks, it is not definitive and needs to be reviewed and updated regularly.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-124-128

უკ: 551.583

ვენახების და ბაღების წაყინვებისაგან დასაცავი მეთოდები

მკურნალიძე ი., კაპანაძე ნ.

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

EastFruit-ის (ხილ-ბოსტნეულის სავაჭრო აღმოსავლეთი პლატფორმა) - ინფორმაციის თანახმად ბოლო ათწლეულებში კლიმატის ცვლილების აჩქარებული ტემპი უარყოფით გავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობის დარგებზე, რაც ფინანსების მილიარდიან დანაკარგებით გამოისახება.

კლიმატის ცვლილებისადმი ყველაზე მეტობა არე აღმოჩნდა ვენახები და ბაღები. ტემპერატურის ნორმიდან ნებისმიერი გადახრები წლის განმავლობაში იწვევს მოსავლიანობის კლებას, ნაყოფის ხარისხის გაუარესებას, თვით ნარგავების დაღუპვას. ამ თვალსაზრისით ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენს გაზაფხულის წაყინვები.

როგორც ცნობილია, განასხვავებენ წაყინვების სამ ტიპს: ადვექციურს, რადიაციულსა და ადვექციურ-რადიაციულს ანუ შერეულს.

- 1. ადვექციურია წაყინვები**, რომლებიც წარმოიშობა ცივი ჰაერის მასების შემოჭრის დროს და 2-3 დღის განმავლობაში გრძელდება. ჰაერის ტემპერატურამ შეიძლება 0°-ზე დაბლა დაიწიოს და საკმაოდ ვრცელი ტერიტორია მოიცვას. ასეთი წაყინვების დროს ქარის მიერ გადმოტანილი ღრუბლების არსებობა ხელს უშლის გრუნტის გათბობას დღის საათებში და ტემპერატურული ინვერსიის წარმოქმნას, რომლის დროსაც ფორმირდება თბილი ჰაერის ფენა. სამწუხაროდ ადვექციური წაყინვების წინაშე დაცვის თითქმის ყველა მეთოდი უძლურია.
- 2. რადიაციული წაყინვები** წარმოიქმნება ნიადაგის ზედაპირის ინტენსიური გამოსხივების შედეგად. ასეთ წაყინვებს ადგილი აქვს ღამით, მოწმენდილ ამინდში და ლოკალურ ხასიათს ატარებს. ამ დროს დედამიწის ეფექტური გამოსხივება დიდია და ტურბულენტობა კი დაბალი, რაც ხელს უშლის მიწისპირა გაცივებულ ჰაერის ფენის შერევის ჰაერის თბილ ზედა ფენასთან. რადიაციული წაყინვების სიძლიერე და ინტენსივობა დამოკიდებულია ძირითადად ადგილობრივ პირობებზე - რელიეფის ხასიათზე, ნიადაგსა და ჰაერის ტენიანობაზე და ა. შ. ასეთი სახის წაყინვები შეიძლება ყოველდღიურად გაგრძელდეს გარკვეული დროის განმავლობაში. წაყინვების ეს ტიპი აღმოსავლეთ ევროპის რეგიონებისათვისაა დამახასიათებელი. მასთან ბრძოლა უფრო ეფექტურია.
- 3. ადვექციურ-რადიაციულ წაყინვებს** ადგილი აქვს ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისა და შემდგომში მისი ღამის გამოსხივების (გადაცივების) შემთხვევაში. ასეთი წაყინვების შედეგად დღისით ნიადაგის ზედაპირი რამდენადმე ცივდება და სითბოს მარაგი მის ღრმა ფენებში კლებულობს, ხოლო ღამით იწყება მისი ინტენსიური გამოსხივება. ამ შემთხვევაში ადვექციისა და რადიაციის პროცესები ერთმანეთს ავსებს, რაც ღია, ქარისაგან დაუცველი ადგილებისათვის მეტად საშიშია. ამ დროს ტემპერატურამ შეიძლება დაიწიოს -2°-4°-მდე და უფრო დაბლაც და 2-3 დღე გასტანოს [1].

სამწუხაროდ, საქართველოში არც თუ იშვიათად ხდება, რომ გაზაფხულის ხანმოკლე დათბობას (რაც ვეგეტაციის ინტენსიურ დაწყებას იწვევს), მოჰყვება წაყინვები, რამაც, შესაძლოა, ხილის მოსავლის მნიშვნელოვანი ზიანი და, ხშირად, 80-100% განადგურებაც კი გამოიწვიოს. აქედან გამომდინარე, ფერმერებმა განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციონ ამ ფაქტორს და აქტიურად იზრუნონ ხეხილოვანი კულტურის წაყინვებით გამოწვეული დაზიანებების თავიდან ასაცილებლად. ამასთან ერთად, გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ წაყინვებისაგან დაცვის მეთოდების ეფექტურობა დამოკიდებულია ვენახის და ბაღის მდგომარეობაზე. ჯანსაღი ნარგავები უფრო ადვილად უმკლავდება წაყინვებს. ამიტომ საჭიროა მცენარეების დარგვის და მოვლის წესები მკაცრად იყოს დაცული, კერძოდ, დაბალანსებული კვება, ნარგავების სწორი განლაგება, ქარსაცავი ზოლების არსებობა, მავნებლების და დაავადებების კერების აღმოფხვრა. მიზანშეწონილი არ არის მოცემულ ადგილთან შედარებით უფრო თბილ რეგიონებიდან ნარგავების შექმნა. ამასთან ერთად, საგულისხმოა ის ფაქტიც, რომ ნარგავების განთავსება დიდ წყალსაცავების მახლობლად ნაწილობრივ დაიცავს მათ წაყინვებისაგან.

ამჟამად, წაყინვებისაგან მიყენებული ზარალის თავიდან ასაცილებლად აქტიურად გამოიყენება დაცვის საშუალებების ფართო სპექტრი ეფექტურობის სხვადასხვა ხარისხით [2]:

1. **ვარჯის დაწვიმება ანუ „ყინულოვანი მერქანი“**. საკმაოდ ეფექტური დაცვაა ადვექციური წაყინვების დროსაც. ყვავილზე, კვირტზე, ფოთოლზე წარმოიქმნება ყინულის ქერქი, რის შედეგადაც ქერქის ქვეშ ნულოვანი ტემპერატურა შენარჩუნდება. თუმცა, ამ მეთოდის გამოყენება საჭიროებს:

- წყლის დიდ მარაგს, რომლითაც მორწყვა უნდა ხდებოდეს მანამ, სანამ ტემპერატურა არ

მიღწევს 0°C;

- წყლის მიწოდების ძვირადღირებული მძლავრი სისტემის არსებობას;
- ბაღების უზრუნველყოფას მაღალი საბურველებით (ტალავერით);
- ისეთ სპრინკლერებს (გამასხურებლებს), რომლებიც უძლებენ საკმაოდ დაბალ ტემპერატურას.

2. ვარჯის სპრინკლერული მორწყვა (სურ. 1). მორწყვის ეს მეთოდი ზრდის ჰაერის ტენიანობას პირდაპირ მცენარეებზე, ამცირებს ტემპერატურას და ატენიანებს ნიადაგს. მიწის ტემპერატურის დაწვეა ხელს უშლის მცენარეების გადახურებას. ეს მეთოდი აქტიურად გამოიყენება როგორც გვალვის, ისე მცენარეთა ყინვისაგან დასაცავად. სპრინკლერი ქმნის წვიმის იმიტაციას და გაყინვადი წყალი, გადასცემს თავის სითბურ ენერგიას მცენარეს და უცვლელად ინარჩუნებს მას.



სურათი 1. სპრინკლერული მორწყვა

4. დაწვიმება ანუ ნარგავებს შორის ღარების მორწყვა. ეს იცავს ბაღს მოკლევადიან რადიაციულ წაყინვებისაგან, მხოლოდ მაშინ, როცა ჰაერის ტემპერატურა არა ნაკლებ 2-3°C. ასეთმა მორწყვამ წაყინვებამდე შესაძლოა შეამციროს ზარალი, რადგანაც ამ დროს ხდება ტემპერატურისა და სინოტივის დონის მატება. ამ მეთოდის გამოყენებაც საჭიროებს წყლის მიწოდების მძლავრი სისტემის არსებობას.



სურათი 2. დაკვამლიანება

4. კვამლის საფარის შექმნა. ეს დაცვის ყველაზე ძველი მეთოდია, რომელიც ძალიან შრომატევადია, ხარჯიანი და არც ისე ეფექტური. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ თბილი ბოლი ეხვევა ვენახს და მიწის ზედაპირიდან გამოსხივებულ სითბოსაც არ ირეკლავს. მიზეზები, რომლების გამოც ეს მეთოდი გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევებში და შედარებით მცირე ტერიტორიაზე შემდეგია:

- საჭიროებს დიდ შრომით რესურსებს, თან ღამის საათებში;
- საჭიროებს საწვავის დიდ მარაგს (ჩალა, კაჭაჭი, ბოლის შაშხანა და ა.შ.);
- მეთოდი საკმაოდ ძვირია;
- შეუძლებელია გამოყენება დასახლებული ადგილების მახლობლად;
- ეფექტური არ არის ადვექტიური წაყინების დროს, რადგანაც ქარი ფანტავს კვამლს. ამ

მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ არ საჭიროებს განსაკუთრებულ მოწყობილობებს და დაცვა სწრაფად და ადვილად ასაწყობია.

კვამლის საფარის შექმნა უნდა დაიწყოს ერთი-ორი საათით ადრე, მოსალოდნელ წაყინვამდე, და გაგრძელდეს მზის ამოსვლის შემდეგაც 1-1.5 საათის განმავლობაში, რადგან ხეების პირდაპირმა განათებამ შეიძლება გამოიწვიოს მცენარის ქსოვილების სწრაფი გაღებვა, რაც ასევე დამლუპველია მოსავლისათვის.

5. ქარის მანქანები წაყინვებისგან დამცავი უნივერსალური და ხელმისაწვდომი მეთოდია, რომელიც ყველგან გამოიყენება (სურ. 3). მეთოდი მდგომარეობს იმაში, რომ მანქანის პროპელერის მოძრაობის შედეგად თბილი ჰაერის ინვერსიული ფენა შეერევა ზღვის ცივ ჰაერს. თანამედროვე ინტენსიური ტიპის ბალებში მიღებულია სპეციალური ქარის მანქანების დამონტაჟება, რომელთა სიმაღლე 10-12 მეტრია, ქარის მანქანები უზრუნველყოფენ 200 მეტრის რადიუსზე ტემპერატურის 2-2.5°C -ით აწევას. სიმაღლისა და სიმძლავრის მიხედვით 1 აგრეგატი, საშუალოდ, იცავს 5-12 ჰა ფართობს.



სურათი 3. ქარის მანქანა

ამ მეთოდსაც გააჩნია ნაკლოვანებები:

- მისი უარყოფითი მხარეა სიძვირე და დაფარვის ზონის არათანაბრობა; არა ეფექტურია ადვეკციური წაყინვის დროს, როცა მას თან ახლავს ძლიერი ქარი და
- ღრუბლიანობა. ქარის სიჩქარის 7-8კმ/სთ- ის დროს მანქანა ავტომატურად ითიშება;
- ქარის მანქანების განლაგება დასახლებული ადგილებიდან არა უმეტეს 120-150მ დაშორებით ხდება, მაგრამ ისინი მუშაობის დროს ძლიერი ხმაური დისკომფორტს უქმნის მოსახლეობას;
- ერთ-ერთ ნაკლს წარმოადგენს ისიც, რომ ქარის მანქანების წარმოება ვერ წვდება მათზე მოთხოვნილებას. მაგრამ ამ მანქანების გამოყენების უპირატესობები ბევრად აღემატება ამ ნაკლოვანებებს. კერძოდ:
- შეიძლება განლაგდეს ნებისმიერ ვენახში, ბაღში. არ არის დამოკიდებული სხვა ინფრასტრუქტურის არსებობაზე;
- სისტემა მონტაჟდება მოკლე დროში, განსხვავებით სარწყავი სისტემებისაგან;
- ინვესტიცია ერთ ჰექტარზე ბევრად ნაკლებია ზემოთ ჩამოთვლილ მეთოდებთან შედარებით;
- ქარის მანქანები გამოიყენება არა მარტო წაყინვებისაგან დასაცავად, არამედ ზაფხულშიც, ჰაერის მაღალი ტემპერატურების დროს ნარგავების გასაგრილებლად;
- ქარის მანქანები გამოიყენება შემოდგომის წაყინვების დროსაც და ზოგიერთი კულტურის რეალიზაციის სეზონის გაგრძელებისათვის, რომელიც, როგორც წესი, წყდება პირველივე წაყინვის დროს
- სისტემის მომსახურება ადვილია;
- გამძლეობა, მწარმოებელი 10 წლიან გარანტიას იძლევა, მაგრამ პრაქტიკიდან გამომდინარე ეს ვადა ბევრად მეტია [3];

6. ლოკალური თბოლუმელების გამოყენება. მცირე ფართობებზე ამ მიზნით შეაქვთ სპეციალური თბოლუმელები, სადაც საწვავად გამოიყენება ნახშირი, ბუნებრივი აირი, ხის საწვავი ბრიკეტები და სხვ. 1 ჰა-ზე ამონტაჟებენ 80-100 ასეთ ლუმელს. გათბობა იწყება $+0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ეს მეთოდი საკმაოდ რთულია და მას მიმართავენ მხოლოდ ზუსტი აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის საფუძველზე და მცირე ფართობებზე 0,2-1,0 ჰა ბაღებში.

7. ბაღის გამათბობელი ლუმელი წარმოადგენს სტაციონარულ გადასაადგილებელ ბაღის ლუმელს, რომლის მბრუნავ მილში თბილ ჰაერს წარმოქმნის შეკუმშული ბუნებრივი აირის წვა. FrostGuard -ის ტიპის 1 აგრეგატი, საშუალოდ, იცავს 0,5-1,0 ჰა ხეხილის ბაღს წაყინვისგან.

8. ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი. უკანასკნელ პერიოდში არის რამდენიმე მცდელობა, შეიქმნას ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი (Frostbuster). წაყინვის პერიოდში ტრაქტორი მოძრაობს ბაღში გაუჩერებლად, 4-5 საათის განმავლობაში. 4-5 რიგის გამოტოვებით. გამოიყენება 3-8 ჰა ბაღის დასაცავად.

9. სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეები. სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეებით გადაფარებულ ბაღებში წაყინვისას ტემპერატურა $0,5-1,3^{\circ}\text{C}$ -ით მეტია, ვიდრე თავისუფალ სივრცეში, ამიტომ აღნიშნული მეთოდი $-3-4^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე კარგად იცავს მოსავალს დაზიანებისგან, თუმცა უფრო დაბალი ტემპერატურებისას აღნიშნული დაცვა საკმარისი არ არის.

10. აქტიური დაცვის სხვა მეთოდები. ყოველწლიურად მსოფლიოს აგრობაზარზე გამოდის წაყინვისგან დაცვის ბიოლოგიური და ქიმიური საშუალებების ფართო სპექტრი (ბიოდეგრადირებადი ქაფები, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, ამინომჟავები, ანტიფრიზები და სხვ.), თუმცა სამეცნიერო კვლევებით მათი ეფექტიანობა ბოლომდე დადგენილი არ არის.

წაყინვისაგან დასაცავი ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი საშუალების გამოყენების ხარჯების ანაზღაურება ხდება იმავე წელს, როცა მოხდება წაყინვა. ფერმერები, რომლებიც გამოიყენებენ დამცავ საშუალებებს იღებენ მაღალ მოსავალსა და ხარისხიან პროდუქტს.

აღსანიშნავია, რომ აღმოსავლეთ ევროპის რეგიონებში, მაგალითად, უკრაინაში, მოლდოვაში ბოლო 5 წლის განმავლობაში ფიქსირდება წაყინვების 2-3 შემთხვევა, უზბეკეთში, ტაჯიკეთში, საქართველოში – 1-2 შემთხვევა. ამრიგად, ამ რეგიონების მეზღვე-მევენახეებმა, რომლებიც ყოველწლიურად კარგავენ ტონობით პროდუქტს, ყველაფერი უნდა იღონონ, რომ შეამცირონ ბიზნესის რისკების დონე.

თუ წაყინვა დაიწყო მოსავლის ფორმირების ადრეულ სტადიაზე იღუპება ყურძნის ვაზის მხოლოდ ზოგიერთი კვირტი. კლიმატის ცვლილების გამო ვეგეტაცია იწყება ადრე. მაგრამ თუ წაყინვა მოხდა გაზაფხულზე, როცა ვაზი ყვავის, მოსალოდნელია მთელი მოსავლის დაკარგვა. ავსტრიას 2017 წელს ვენახების და ბაღების წაყინვებმა 70 მლნ. ევროს რაოდენობის ზარალი მოუტანეს. იმისათვის, რომ გაერკვიათ თუ რა ტექნოლოგიების გამოყენებით შეიძლება ამ პრობლემის გადაწყვეტა, სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის და მდგრადობის გაზრდის (European Innovation Partnership for Agriculture productivity and Sustainability, EIP-AGRI) ევროკულმა ინიციატივამ პარტნიორობამ და ავსტრიის სოფლის მეურნეობის ფედერაციულ სამინისტრომ შექმნეს სამუშაო ჯგუფი APGE FrostStrat [4], რომელშიც შევიდა მთავრობის, კვლევით და საგანმანათლებლო, ტექნოლოგიური კომპანიების და სოფლის მეურნეობის წარმომადგენლები. გაჩნდა საპილოტო პროექტი, რომლის ფარგლებში ვენახებში და ხილის ბაღებში განთავსდა ტემპერატურის, სინოტივის, ტოპოგრაფიის და სხვა კლიმატური პარამეტრების სარეგისტრაციო სენსორები. მიღებული მონაცემები იგზავნება Microsoft Cloud-ში, სადაც ამინდის საპროგნოზო მოდელების გამოყენებით მომხმარებელი ყოველ 48 საათში იღებს შესაძლო წაყინვის პროგნოზს. ეს იძლევა შესაბამისი დამცავი ზომების მიღების შესაძლებლობას.

ამჟამად, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, წაყინვისაგან დამცავი ზემოთ აღწერილი საშუალებები განიცდიან სხვადასხვა სახის მოდიფიკაციას. ქარის მანქანებად იყენებენ ვერტმფრენს, რომელიც თბილი ჰაერის მიწოდებას უზრუნველყოფს, სანამ დაანთებენ ე.წ. „გაყინულ სანთლებს“ (პარაფინის დიდი სანთლები განლაგდება ნარგავების ირგვლივ). ამ საშუალებების გამოყენება საკმაოდ ძვირია, მაგრამ ოპერატიული პროგნოზი ბევრად ამცირებს ხარჯებს. სისტემა რეალურ დროში არა მარტო პროგნოზს და მონაცემებს იძლევა, არამედ აგზავნის SMS შეტყობინებას ფერმერის სმარტფონზე ან ელ. ფოსტაზე.

აღსანიშნავია, რომ ნაადრევი წაყინვების პრობლემა არა მარტო ავსტრიას შეექმნა, რომელიც ევროპაში ღვინის უმსხვილეს მწარმოებლების ათეულში შედის, არამედ საფრანგეთსაც (მწარმოებელი №1), სადაც წელს 29% -ით ნაკლები პროდუქცია გამოუშვა. პროექტის „World Weather Attribution“ ფარგლებში კვლევებით მიღებული მონაცემების თანახმად, კლიმატის მკვეთრი ცვლილების გამო, ნაადრევი წაყინვების ალბათობამ საფრანგეთში 60% მიაღწია. ამერიკულ ჟურნალში „Proceedings of the National Academy of Sciences, (PNAS) გამოქვეყნდა ისეთი პროგნოზი, რომლის თანახმად გლობალური ტემპერატურის 2°C -ით

გაზრდა გამოიწვევს მთელ დედამიწაზე სავენახო ფართობების 56% - ით შემცირებას. სტატისის ერთ-ერთი ავტორის თანახმად ვენახი სოფლის მეურნეობისათვის კლიმატის ცვლილების ისეთივე ინდიკატორია, როგორც იადონი ნახშირის შახტში მავნე აირების მიმართ.

არსებობს „FrostStrat“-ის მსგავსი მრავალი სისტემა. სასურველი იქნებოდა რომ საქართველოშიც ყოფილიყო წაყინვებისაგან დასაცავად სხვადასხვა მოდიფიცირებული სისტემების გამოყენების შესაძლებლობა. გარდა ამისა ფერმერების ეკონომიური მდგომარეობის შესამსუბუქებლად საჭიროა აგროდაზღვევის მოქმედ პრაქტიკაში გათვალისწინებული იქნას წაყინვებისგან დაზიანებული მოსავლის სახელმწიფო პროგრამით სუფსიდირება.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Кононенко О.В.,/Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве. //в к.м. под ред. Иванова Л.И.,Кирюшина В.И.,М:РАСХН, 2009, ст.290-302
2. Agrokavkaz.ge ხეხილოვანი კულტურების გაზაფხულის საგვიანო წაყინვები.
3. east-fruit.com/plodoovoshchnoy-biznes/tehnologii/kak-zashchitit-sad-i-vinogradnik-ot-zamorozkov-metody-zashchity-ikh-effektivnost-stoimost-i-dostupnost/
4. news.microsoft.com/ru-ru/features/saving-the-wine

უაკ: 551.583

ვენახებისა და ბაღების წაყინვებისგან დაცვის მეთოდები. /მკურნალიძე ი., კაპანაძე ნ./ სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ.შრომათა კრებული. -2023.-ტ.133 გვ.124-128. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

სტატიაში განხილულია ვენახებისა და ბაღების ყინვისგან დამცავი ძირითადი საშუალებები თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეებით: ვარჯის დაწვიმება ანუ „ყინულოვანი მერქანი“, ვარჯის სპრინკლერული მორწყვა, დაწვიმება ანუ ნარგავებს შორის ღარების მორწყვა, კვამლის საფარის შექმნა, ქარის მანქანები. ასევე ნახსენებია მცირე ტერიტორიებზე არსებული ნარგავების დაცვის საშუალებები: ლოკალური თბოღუმელები, ბაღის გამათბობელი ღუმელები, ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი, სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეები, და ა.შ. ყურადღება გამახვილებულია ევროპულ პროექტებზე, რომელთა ფარგლებშიც განხორციელდა წაყინვებისა-გან დასაცავი სხვადასხვა სისტემების მოდერნიზაცია უახლესი ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. ვენახებისა და ბაღების ტერიტორიებზე კლიმატური პარამეტრების გასაზომად განთავსებულია სენსორები. მიღებული მონაცემები იგზავნება კომპიუტერულ ცენტრებში, სადაც სპეციალური პროგნოზული მოდელების დახმარებით გაიცემა რეალურ დროში ყინვების ოპერატიული პროგნოზი. ეს ფერმერებს საშუალებას აძლევს დროულად გამოიყენონ ყინვისაგან დაცვის ღონისძიებები.

UDC 551.583

Methods for protecting vineyards and orchards from early frosts. /Mkurnalidze I., Kapanadze N./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp124-128.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The article discusses the main means of protection against frost: overcrown sprinkler, undercrown sprinkler, smoke, wind turbines. Also mentioned are some protections that are more applicable in small areas. European projects were considered, within the framework of which the modernization of frost protection systems was carried out based on the use of the latest digital technologies. In areas of vineyards and orchards, sensors are placed that measure the necessary climatic parameters. The data is transmitted to computer centers, where, with the help of special prognostic models, an operational, operational frost forecast is issued. This enables farmers to organize protection in a timely manner.

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-129-133

უკ 551

რეგიონული ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კლიმატის ცვლილების ფონზე

¹ ქურდაშვილი ლ., ² ზუციშვილი ე.

¹ შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი, საქართველო

Lashakurashvili@gmail.com, Phoenix579@yahoo.com

ტურიზმი, როგორც ეკონომიკის ერთ-ერთი სექტორი, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ადგილობრივ გარემო პირობებზე, მის კლიმატსა და კლიმატურ რესურსებზე, ერთობ მგრძობიარეა კლიმატის ცვლილებისა და გლობალური დათბობის მიმართ და აუცილებლად მოახდენს გავლენას მსოფლიო ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებაზე. IPCC-ის თანახმად, სავარაუდოა ცხელი ექსტრემუმების, სითბოს ტალღებისა და ძლიერ-ნალექიანი მოვლენების გახშირება, ასევე თოვლის საფარის შემცირება. ამასთან, გასათვალისწინებელია, რომ ტურიზმისათვის საშუალო ტემპერატურაზე მეტად მნიშვნელოვანია ე.წ. 'თერმული კომფორტი' და რეკრეაციის ხარისხიც განპირობებულია არა იმდენად ნალექების საშუალო რაოდენობით, რამდენადაც თავსხმა წვიმების სიხშირითა და ხანგრძლივობით. ამგვარად, ტურიზმზე კლიმატის ცვლილების ზეგავლენის შესწავლა გულისხმობს მომავლის რეგიონული კლიმატური სცენარების აგებასა და იმ კლიმატური პარამეტრების გაანგარიშებას, რომლებიც საინტერესოა ამ მიმართებით.

ტურიზმის ობიექტი შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: ტურისტული დაწესებულება, ტურისტული მომსახურების ორგანიზაცია და ტურისტული რეგიონი. მოგზაურობისას ტურისტს აქვს უფლება ისარგებლოს მომსახურების კომპლექსით, რომელიც მას მიეწოდება კონკრეტულ ადგილას ან რეგიონში. თავის მხრივ, მიმზიდველი პირობების გამო, ეს ადგილები ტურიზმის ცენტრს წარმოადგენს.

ტურისტი მოგზაურობისას ირჩევს მარშრუტს, რომლის დროსაც ერთმანეთს ადარებს, როგორც ტურისტული ადგილის ბუნებრივ პირობებს, ისე მომსახურების დონეს. პროდუქტი, რომელსაც უკვეთავს ან ყიდულობს ტურისტი, შედგება მომსახურებისაგან, რომელსაც სთავაზობენ ტურისტს კონკრეტულ ტურისტულ რეგიონში. ტურისტულ რეგიონს უნდა გააჩნდეს ტურისტული ცენტრი, სადაც შექმნილი იქნება შესაბამისი მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა ტურისტების განთავსებისა და დასვენების მიზნით.

ტურისტულ ინდუსტრიაში მიღებულია ტურისტული რეგიონის განსაზღვრის რამდენიმე საკითხი, რომელიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული შემდეგი საკითხების განსაზღვრასთან: როგორ შეიძლება განისაზღვროს ტერიტორია, რომელსაც ტურისტი ირჩევს სამოგზაუროდ, რომელიც აირჩევა სხვადასხვა საბაზრო სექტორების მიერ.

მსოფლიოს ტურისტული ორგანიზაციის (მტო-ს) მიერ განისაზღვრება ტურისტული რეგიონი, რომელსაც გააჩნია მომსახურების ფართო ქსელი. თავისმხრივ, ტურისტული რეგიონისათვის მომსახურების ქსელი საჭიროა დასვენებისა და გაჯანსაღების ორგანიზაციისათვის. აქედან გამომდინარე, ტურისტული რეგიონი არის ადგილი, რომელსაც გააჩნია მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა და ამავდროულად შეიძლება ტურისტების მომსახურება.

ამრიგად, ტურისტული რეგიონი არის მოგზაურობის მიზანი და ტურისტული პროდუქტი. გარდა ამისა, აუცილებელია გავითვალისწინოთ ამ განმარტების გამომდინარეობა მომხმარებლის ინტერესებიდან. ამასთან ერთად, გადამწყვეტ ფაქტორს წარმოადგენს გეოგრაფიული ტერიტორია, რომელმაც სარგებლობა უნდა მოუტანოს ტურისტს. უმეტეს შემთხვევაში ასეთი ტერიტორიების შერჩევა არღვევს პოლიტიკურ საზღვრებს.

ტურისტული რეგიონის შერჩევისას გათვალისწინებული უნდა იყოს დამსვენებლის ინტერესები, რომლის დროსაც გამოიყოფა ოთხი ძირითადი პარამეტრი: ადგილი, ლანდშაფტი, საცხოვრებელი და ექსკურსიები.

რეგიონალური ტურიზმი შედგება ორი ძირითადი ასპექტისაგან: გეოგრაფიული და სოციალურ-ეკონომიკური. გეოგრაფიული ასპექტი ასახავს რეკრეაციული რესურსების ტერიტორიულ განაწილებას, მოცემულ ტერიტორიაზე ტურისტების მიზიდვის საშუალებას, ხოლო სოციალურ-ეკონომიკური ასპექტი აჩვენებს ტერიტორიის რეკრეაციული რესურსების ათვისებას, რომელიც განაპირობებს მოცემული რეგიონის ადგილს ტურისტულ ბაზარზე. პირველი მიდგომა წარმოადგენს ტურიზმის განვითარების შესაძლებლობებს, ხოლო მეორე წარმოადგენს მოცემული რეგიონის ტურისტული საქმიანობის შედეგს. აქედან გამომდინარე, ტურისტული რეგიონი ფასდება, როგორც დასვენების ორგანიზატორების, ასევე ადგილობრივი ან ჩამოსული დამსვენებლის მიერ.

საქართველო, როგორც მრავალფეროვანი კლიმატური რესურსებით მდიდარი ქვეყანა, გამოირჩევა სხვადასხვა სახის კურორტების სიმრავლით. აქ ისტორიულად განვითარებული იყო შავი ზღვის რეკრეაციული ზონა, სამკურნალო-მინერალური კურორტების ინფრასტრუქტურა, სამთო-სათხილამურო ტურიზმი. ამჟამად ინერგება რეკრეაციის ისეთი ტიპები, როგორცაა გლეხური და ექსტრემალური ტურიზმი და სხვ. მოცემულ კვლევაში შერჩეული იქნა სწორედ ის რაიონები, სადაც უკვე დანერგილია ან ამჟამად ინერგება ტურიზმის რომელიმე ზემოთ ჩამოთვლილი ტიპი. კერძოდ, შავი ზღვის სანაპირო ზოლი (ბათუმი, ფოთის მაგალითზე), მაღალმთიანი კურორტები (ხულო, ბახმარო, ლენტეხი, ამბროლაური, აბასთუმანი, ფასანაური), კახეთის რეკრეაციული ზონა (ყვარელი, თელავი, დედოფლისწყარო). კლიმატის ცვლილება თვითოეულ ამ რეგიონში, უკანასკნელი პერიოდის კლიმატური მონაცემებისა და სამომავლო სცენარების გაანალიზების საფუძველზე, სხვადასხვაგვარ პერსპექტივას ქმნის ტურიზმის გრძელპერიოდიანი დაგეგმარებისათვის.

ამ მიზნით აღნიშნული რაიონებისათვის მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის თვის საშუალო, მაქსიმალური და მინ. ტემპერატურა; ნალექების თვის ჯამი და დღელამური მაქსიმალური რაოდენობა; ჰაერის თვის საშუალო ტენიანობა; 80%-ზე მეტი და 30%-ზე ნაკლები შეფარდებით ტენიან დღეთა რიცხვი; ქარის თვის საშუალო და მაქს. სიჩქარე) საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების, ინტენსივობისა და განმეორებადობის გაანგარიშებათა საფუძველზე, აგებული იქნა წრფივი ტრენდები და შეფასდა მათი სტატისტიკური საიმედოობა, რისთვისაც გამოყენებული იქნა საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის ბოლო 50-წლიანი (1957-2006 წ.წ.) პერიოდის დაკვირვებათა მონაცემები ზემოთ ჩამოთვლილი სადგურებისათვის და აღნიშნული პარამეტრებისათვის შესწავლილი იქნა ცვლილების ტენდენცია საშუალო წლიური მნიშვნელობისა და წლის სეზონების მიხედვით. ნალექებისა და ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობების სიხშირისა და ინტენსივობის ცვლილების შესაფასებლად ყოველდღიურ მონაცემთა ბაზის გამოყენებით გამოთვლილი იქნა IPCC-ის მიერ რეკომენდირებული კლიმატის ცვლილებისა და ცვალებადობის 27 ინდიკატორი. შედეგების გაანალიზების საფუძველზე ცალკეული რაიონების მიხედვით გამოვლინდა შემდეგი ტენდენციები:

შავი ზღვის სანაპირო ზოლი: გამოიკვეთა ტემპერატურის ცვლილების განსხვავებული ხასიათი აჭარის სანაპირო კურორტებისთვის. კერძოდ, ბათუმის მეტეოსადურის მონაცემთა რიგის განხილვამ არ გამოავლინა ტემპერატურის ცვლილების რაიმე საიმედო ტენდენცია. საკურორტო სეზონისათვის (ზაფხული-შემოდგომა) აღინიშნება მხოლოდ საშუალო და საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურების კლების, ხოლო მინიმალური ტემპერატურების მატების არამდგრადი ტრენდები. ამის გამო, უმნიშვნელოდ, თუმცა მაინც მცირდება თბილი პერიოდის ხანგრძლივობა. განსხვავებით აჭარის სანაპიროსაგან ფოთის კურორტზე წლის ყველა სეზონსა და განსაკუთრებით, ზაფხულში სახეზეა ყველა ტემპერატურული პარამეტრის ნიშნადი ზრდა, რაც განაპირობებს საკურორტო სეზონის ხანგრძლივობის გაზრდასაც. რაც შეეხება ნალექების რეჟიმის ცვლილებას, კლიმატის ცვლილების არც ერთი ინდექსი მდგრადობით არ გამოირჩევა. თუმცა მთელი სანაპირო ზოლისათვის აღსანიშნავია უწყვეტად ნალექიანი პერიოდების გახანგრძლივებასთან ერთად ზაფხულში თავსხმა წვიმების ინტენსივობისა და განმეორებადობის შემცირება, ხოლო შემოდგომაზე მატება. ამასთანავე, როგორც ბათუმში, ასევე ფოთში დაიკვირვება მშრალი დღეების (ფარდობითი ტენიანობა $\leq 30\%$) რაოდენობის დაღმავალი ტრენდები ბათუმში ფარდობითი ტენიანობის შემცირების, ხოლო ფოთში-მატების ფონზე. ზღვაზე ტალღების სიმაღლისა და შტორმების წარმოქმნის თვალსაზრისით, საინტერესოა ქარის რეჟიმის ცვლილების შეფასებაც. ამ მხრივაც განსხვავებული სურათები მიიღება ბათუმისა და ფოთის მონაცემთა გაანალიზებით. აღმოჩნდა, რომ ბათუმში, განსაკუთრებით საკურორტო სეზონის განმავლობაში, ქარის საშუალო სიჩქარე იმატებს, თუმცა მაქსიმალური მცირდება. საწინააღმდეგო ნიშანი აქვთ ხსენებული პარამეტრების ტრენდებს ფოთისათვის.

მაღალმთიანი კურორტები: ხულო მართალია ჯერჯერობით არ განიხილება, როგორც კურორტი, თუმცა უკვე დაწყებულია აგრარული ტურიზმის ინფრასტრუქტურის განვითარება. ამდენად, საინტერესოა, რომ აქ გამოვლენილი ზაფხულის ცხელი დღეების რაოდენობის ზრდის ტენდენცია მხოლოდ ხელს შეუწყობს აღნიშნულ საკურორტო საქმიანობას. ბახმარო ერთ-ერთი კურორტია, რომელიც გამოიყენება ამ მიზნით დასავლეთ საქართველოს მაღალმთიან ზონაში ზღვის დონიდან 1500-2000 მ. სიმაღლეზე. აქ მკვეთრად გამოხატული ზაფხულის მინიმუმების დათბობა. შედარებით ნაკლებსაიმედოა ნალექების რაოდენობის შემცირების ტენდენცია, რაც უნდა ხდებოდეს წლის განმავლობაში თავსხმა ნალექიან დღეთა რაოდენობის შემცირების ხარჯზე. ორივე ფაქტორი დადებითად იმოქმედებს კურორტის რეკრეაციულ პოტენციალზე. სვანეთის მთის ჰავა, მაღალმთიანი ლანდშაფტები, მინერალური წყაროები საკმაოდ პერსპექტიულია ლენტეხში, როგორც ზოგადგამაჯანსაღებელი დასვენებისათვის, ასევე საოჯახო-გლეხური და ექსტრემალური ტურიზმის სახეების განვითარებისათვის. რაიონის თერმული რეჟიმის ცვლილების თვალსაზრისით აღსანიშნავია წლის აბსოლუტური მინიმუმების მკაფიო მატება, რასაც თან ახლავს

მაქსიმალური ტემპერატურების მომატება თბილ პერიოდში. ამავე დროს, გაზრდილია უწყვეტად ნალექიანი პერიოდის ხანგრძლივობა და უხვნალექიანი დღეების განმეორებადობა. ფარდობითი ტენიანობა და ქარის მაქსიმალური სიჩქარეებიც განსახილველი 50-წლიანი პერიოდის განმავლობაში მდგრადად იმატებს. ამბროლაური მიეკუთვნება რაჭა-ლეჩხუმის საკურორტო-რეკრეაციულ რაიონს და თავისი ბუნებრივი ფაქტორებით მსგავსია სვანეთის კურორტებისა. ზაფხულში ცხელი დღეების მატებისა და თბილი ღამეების კლების ტენდენცია, რასაც თან ახლავს თავსხმა ნალექების სიხშირის მდგრადი ზრდა და ზოგადად ნალექების ყველა პარამეტრის (ინტენსივობა, ხანგრძლივობა, წლირი ჯამი) აღმავალი ტენდენცია. კლიმატის ცვლილების აღნიშნული სიტუაცია ხელს უწყობს და ამძაფრებს სვანეთისა და რაჭა-ლეჩხუმის რაიონში ჭარბი ტენის დაგროვების შედეგად მეწყერული პროცესების გააქტიურებას, რაც ცხადია, ზიანს აყენებს მოსახლეობასა და მეურნეობას, მათ შორის ტურიზმსაც. აბასთუმანი წარმოადგენს კავკასიაში ტუბერკულიოზის სამკურნალო ყველაზე ცნობილ სამთო-კლიმატურ კურორტს და მიეკუთვნება მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რეკრეაციულ რაიონს, რაც ადგილობრივი მიკროკლიმატის დამახასიათებელია. უკანასკნელი პერიოდის მონაცემების გაანალიზების შედეგად ტემპერატურისა და ნალექების რეჟიმში რაიმე მდგრადი ცვლილება, რასაც კურორტის მნიშვნელობის დაკნინება შეუძლია არ გამოვლენილა. აღნიშნება, მხოლოდ ზაფხულის ცხელი დღეების სიხშირის ზრდა, რაც მოცემულ შემთხვევაში მხოლოდ გააუმჯობესებს დასვენების კომფორტის ხარისხს. ფასანაური მიეკუთვნება აღმოსავლეთ კავკასიონის საკურორტო ზონას და მდიდარია ტურისტული ტრადიციებით. თერმული რეჟიმის შესწავლამ გამოავლინა ტემპერატურის ყველა მახასიათებლის მდგრადად აღმავალი ხასიათი, გარდა ზამთრის სეზონისა, რაც ზამთრის კურორტისათვის მხოლოდ სარგებლობის მომტანია. აღსანიშნავია, ქარის სიჩქარის შემცირება და ტენიანობის მნიშვნელოვანი მომატება, რასაც არ ახლავს ნალექების რაოდენობის ზრდა, რაც სავარაუდოდ ჟინვალის ხელოვნური წყალსაცავის ზეგავლენით შეიძლება აიხსნას.

კახეთის რეკრეაციული ზონა გამოირჩევა ისტორიულ-კულტურული ძეგლებისა და დაცული ტერიტორიების სიმრავლით, რაც განაპირობებს რაიონის მაღალ ტურისტულ-რეკრეაციულ პოტენციალს. კლიმატის ცვლილების ინდექსების გაანალიზებამ აღნიშნულ რაიონში ყველ განხილული სადგურისათვის გამოავლინა დათბობის მდგრადი ტენდენცია, რაც ძირითადად გამოიხატება საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურების დადებითი ტრენდებით. წლის საშუალო და ექსტრემალური ტემპერატურების მატება განპირობებულია წლის თბილ პერიოდში დათბობისათვის დამახასიათებელი ყველა ინდიკატორის (250-ზე მაღალი ტემპერატურის მქონე დღეთა რიცხვი, წლის აბსოლუტური მაქსიმუმის მნიშვნელობა, მაქსიმუმების ზედა საზღვარი, თბილი პერიოდის ხანგრძლივობა) აღმავალი ხასიათით. დათბობის ყველაზე მკვეთრი ტენდენცია დაიკვირვება დედოფლისწყაროს რაიონისათვის. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ეს უკანასკნელი მიეკუთვნება ნახევრად-უდაბნოს კლიმატურ ზონას და უკვე სახეზეა ადგილობრივი ნიადაგისა და ლანდშაფტის დეგრადაცია, ასევე, ნაკრძალებში მიკროკლიმატის შეცვლა, რაც იწვევს ფლორისა და ფაუნის გაღარიბებას, შეიძლება ითქვას, რომ რაიონი გაუდაბნოების საფრთხის წინაშე დგას და აუცილებელია გარკვეული პრევენციული ღონისძიებების გატარება. აღნიშნულ სიტუაციას ამძიმებს ქარის მაქსიმალური სიჩქარეების გამოხატული ზრდა, რაც მიმდინარეობს მომატებული ფარდობითი ტენიანობის ფონზე. რაც შეეხება ნალექების რეჟიმს, რაიმე ნიშნადი ტენდენცია თელავისა და დედოფლისწყაროს რაიონებში არ ფიქსირდება. აღსანიშნავია ნალექების ყველა მაჩვენებლის საიმედო შემცირება ყვარელის რაიონში, რაც შეიძლება ჩაითვალოს დადებით ფაქტორად, როგორც სასოფლო-სამეურნეო, ასევე ტურისტულ-რეკრეაციული თვალსაზრისით, გამომდინარე აღნიშნული რაიონისთვის დამახასიათებელი ექსტრემალური ნალექებითა და წყალდიდობების ხდომილების დიდი ალბათობით.

ტერიტორიის ტურისტულ-რეკრეაციულ პოტენციალზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესაფასებლად აუცილებელია რიცხობრივად იქნას შეფასებული მომავალში კლიმატური პარამეტრების მოსალოდნელი ცვლილებები. ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაცია გამოიწვევს გლობალური ტემპერატურის გაზრდას, თუმცა ნაკლებად ცნობილია რა კონკრეტული გამოვლინებები მოჰყვება ამას რეგიონულ მასშტაბზე. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა გლობალური და რეგიონული კლიმატური მოდელები და შერჩეული იქნა SRES A2 ჯგუფის სცენარი, რომელიც 21-ე საუკუნის ბოლოსათვის მაქსიმალური გაფრქვევებით გამოირჩევა, ამ სცენარის მიხედვით მოსახლეობის რიცხვი მუდმივად იზრდება, ეკონომიკის ზრდის ტემპი შედარებით დაბალი და მეტად დამოკიდებული იქნება რეგიონულ ინტერესებზე.

ტემპერატურის საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობისა და ნალექების ჯამის ცვლილება მიღებულია მოდელის მომავლის და საბაზისო სცენარებს შორის სხვაობით. თვითთვეული პარამეტრისათვის ცვლილების ტენდენციები გამოთვლილია სეზონების მიხედვით. საშუალო ტემპერატურის ცვლილებისათვის მაქსიმალური გადახრები ზაფხულის სეზონშია მოსალოდნელი ლიხის ქედსა და დასავლეთ საქართველოს მთიან რეგიონებში, გაზაფხულზე საშუალო ტემპერატურის

განსაკუთრებული მატება შეიმჩნევა ქვემო სვანეთსა და მთიან აჭარაში. ყველაზე ნაკლებად საშუალო ტემპერატურა იმატებს კოლხეთის დაბლობზე მდინარე რიონის შესართავის მიდამოებში, მინიმალური ტემპერატურა ნაკლები მატებით გამოირჩევა. ამ მხრივ ყველაზე ნაკლებად ზამთრის მინიმუმები იზრდება, აღმოსავლეთ საქართველოში ამ სეზონზე მცირე კლებასაც აქვს ადგილი, მაგ. დედოფლისწყაროს რაიონში. შედარებით მეტად მინიმუმები იზრდება ზაფხულის სეზონში. მაქსიმალური ტემპერატურა განსაკუთრებით მატულობს, ზრდა ყველა სეზონისათვის არის დამახასიათებელი, განსაკუთრებული მატება მოდის ზაფხულზე სადაც იგი დაახლოებით 5-დან 10 გრადუსამდე იზრდება. ამ მხრივ აღსანიშნავია იმერეთის ზეგანი ზესტაფონისა და ქუთაისის რაიონები და კავკასიონის ქედის დასავლეთი ნაწილი. ყველაზე ნაკლები მატება კი კვლავ კოლხეთის დაბლობზე შეიმჩნევა.

ნალექების რეჟიმში ცვლილებები მთელი ტერიტორიისათვის დაახლოებით 10%-ის ფარგლებშია. მცირე მატებას თითქმის მთელ ტერიტორიაზე აქვს ადგილი შემოდგომასა და ზამთარში. გამონაკლისს წარმოადგენს კავკასიონის ქედის დასავლეთ ნაწილი, სადაც ამ სეზონებზეც შეინიშნება შემცირების ტენდენცია, რაც განსაკუთრებით თვალსაჩინოა გაზაფხულისა და ზაფხულის სეზონებში. ნალექების რაოდენობა მცირდება დასავლეთში და თითქმის უცვლელია აღმოსავლეთ საქართველოში.

უკანასკნელი პერიოდის კლიმატური მონაცემებით საქართველოს ტერიტორიაზე შერჩეული იქნა სამი რეგიონი (მდინარე რიონის დელტა, ქვემო სვანეთის რაიონი, დედოფლისწყაროს რაიონი), რომლებიც კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადია. ამავე დროს, ეს რეგიონები წარმოადგენენ ტურისტულ-რეკრეაციულ რაიონებს. თვითოეული მათგანისათვის აგებული იქნა სამომავლო კლიმატის სურათი 2050 წლისათვის. აღნიშნული კლიმატური პარამეტრებისათვის საპროგნოზო სიდიდეები მიღებულია დაკვირვების მონაცემებისა და მოდელის მიერ გამოთვლილი ცვლილების კომბინირებით. კერძოდ, თვითოეული პარამეტრისათვის გამოთვლილია ცვლილების სიჩქარე (ითვლება, რომ ცვლილების პროცესი დროში თანაბრად მიმდინარეობს), რომელიც განსახილველი დროის პერიოდისათვის შესატყვისი ნაზრდით ემატება საბაზისო პერიოდში დაკვირვებულ საშუალოს.

ცვლილების აღნიშნული ტენდენციები ფოთის რაიონში ლანდშაფტური საფარის მნიშვნელოვან ტრანსფორმაციას არ გამოიწვევს, ნალექების ჯამის შემცირების ტენდენციას ჰიდროლოგიურ ციკლში ცვლილებები მოჰყვება, რაც შეფასდება ჰიდროლოგიური მოდელებით.

დედოფლისწყაროს რაიონი, როგორც ცნობილია, სტეპების და მშრალი სუბტროპიკულიდან ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულ კლიმატურ ზონაზე გარდამავალ კლიმატური ქვეზონებისაგან შედგება. ამ რაიონში დასავლეთისა და აღმოსავლეთის შემოჭრას ნალექების რაოდენობის ზრდა არ მოჰყვება. ზამთარი აქ ცივი და მშრალია, ხოლო ზაფხული მეტად ცხელი. სცენარის მიხედვით ამ რაიონში ნალექების წლიური ჯამი უცვლელი რჩება, გაზაფხულსა და ზაფხულში მათი მცირე კლება შემოდგომასა და ზამთარში ასევე მცირე მატებით კომპენსირდება, მაგრამ მნიშვნელოვნად იზრდება საშუალო და საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა. ამ მახასიათებლების ზრდა ყველა სეზონზე ფიქსირდება, მაგრამ ყველაზე მნიშვნელოვანი მატება მიმდინარეობს ზაფხულში, რაც თუნდაც უცვლელი ნალექების რაოდენობის შემთხვევაშიც კი მიწის ზედაპირიდან აორთქლებას გაზრდის და ნიადაგში ტენშემცველობას შეამცირებს, რასაც მოდელის მიერ გამოთვლილი შესაბამისი პარამეტრის შემცირებაც ადასტურებს. ცვლილების აღნიშნული ტენდენციები კლიმატური ზონის (ნახევრად არიდული) ხასიათს ვერ შეცვლის, მაგრამ ქმნის ხანგრძლივი გვალვებისა და ნიადაგის დეგრადირების საშიშროებას, რასაც რაიონის ცენტრალურ ნაწილში, სასოფლო-სამეურნეო ლანდშაფტების (სახნავი, ბუნებრივი საძოვრები და სათიბები) მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოჰყვება.

დასკვნის სახით, შეიძლება ითქვას, რომ კლიმატის მიმდინარე და შესაძლო ცვლილების ხასიათი სხვადასხვაგვარ ზემოქმედებას მოახდენს ფუნქციონალურად განსხვავებული საკურორტო-რეკრეაციული რაიონების განვითარებაზე. მაგალითად, დათბობის თითქმის ყველგან გამოხატული ტენდენცია დადებითად იმოქმედებს მაღალმთიან სამთო-კლიმატურ რაიონებში ტურისტულ ინდუსტრიაზე, მაშინ როცა საკმაოდ სახიფათოა საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთი რეგიონისათვის, სადაც ასევე არაკომფორტულია ნალექების შემცირების ტენდენცია, რაც ხელსაყრელ ფაქტორად ჩაითვლება ტურისტებისათვის ზღვის სანაპიროზე დასასვენებლად.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. ლ.ქართველიშვილი, ლ. ქურდაშვილი. საქართველოს ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შეფასება კლიმატის ცვლილებების ფონზე.თბ., 2019, გვ.162
2. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. თბ.,2015, გვ.215

უაკ 551

რეგიონული ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კლიმატის ცვლილების ფონზე ქურდაშვილი ლ., ხუციშვილი ე./ სტუ-ის ჰმი-ის შრომათა კრებული-2023.-ტ.133.-გვ.129-133.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

საქართველოს ტურიზმის სექტორს უდიდესი პოტენციალი აქვს. ბოლო პერიოდში, განსაკუთრებით აქტუალური ხდება რეგიონული ტურიზმის ინდუსტრიის განვითარება. რეგიონული ტურიზმის განვითარებისათვის საჭიროა განისაზღვროს ქვეყნის მარკეტინგული სტრატეგია, რომლის მეშვეობითაც ვლინდება ამა თუ იმ სფეროს საბაზრო შესაძლებლობები. კლიმატის ცვლილება თვითოეულ ამ რეგიონში, უკანასკნელი პერიოდის კლიმატური მონაცემებისა და სამომავლო სცენარების გაანალიზების საფუძველზე, სხვადასხვაგვარ პერსპექტივას ქმნის ტურიზმის გრძელპერიოდური დაგეგმარებისათვის.

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, ტერიტორიის ტურისტულ-რეკრეაციულ პოტენციალზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესაფასებლად აუცილებელია რიცხობრივად იქნას შეფასებული მომავალში კლიმატური პარამეტრების მოსალოდნელი ცვლილებები. ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაცია გამოიწვევს გლობალური ტემპერატურის გაზრდას, თუმცა ნაკლებად ცნობილია რა კონკრეტული გამოვლინებები მოჰყვება ამას რეგიონულ მასშტაბზე. ამ მიზნით, გამოყენებული იქნა გლობალური და რეგიონული კლიმატური მოდელები.

UDC 551

Prospects of regional tourism development against the backdrop of climate change./Kurdashvili L., Khutsishvili E./Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp.129-133.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The tourism sector of Georgia has great potential. The development of the regional tourism industry has become especially relevant in the last period. For the development of regional tourism, it is necessary to define the marketing strategy of the country, through which the market opportunities of this or that field are revealed. Climate change in each of these regions, based on the analysis of recent climate data and future scenarios, creates different perspectives for long-term tourism planning.

In conclusion, it can be said, that in order to assess the impact of climate change on the tourist-recreational potential of the area, it is necessary to quantitatively evaluate the expected changes in climatic parameters in the future. The concentration of greenhouse gases in the atmosphere will increase global temperatures, However, it is less known what specific manifestations this will lead to on a regional scale. For this purpose, global and regional climate models were used.