



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

# 132



ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის პრობლემები  
მიძღვნილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლისთავისადმი

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY  
DEDICATED TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE GEORGIAN TECHNICAL  
UNIVERSITY

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ  
ПОСВЯЩАЕТСЯ 100-ЛЕТИЮ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

თბილისი \_TBILISI \_ ТБИЛИСИ  
2022

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული  
ტომი # 132

ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური  
პრობლემები  
მიძღვნილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლისთავისადმი

---

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS  
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY  
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
VOL.№ 132

PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY  
DEDICATED TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE GEORGIAN TECHNICAL  
UNIVERSITY

---

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ  
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ТОМ №132

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ  
ПОСВЯЩАЕТСЯ 100-ЛЕТИЮ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

---

©	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	2022
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

თბილისი \_ TBILISI \_ ТБИЛИСИ

2022

გამოცემა 1953 წლიდან  
Published since 1953  
Издается с 1953 года

**FOUNDERS:**

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

**სარედაქციო კოლეგია**

თ.ცინცაძე (მთ. რედაქტორი)  
მთ. რედაქტორის მოადგილეები  
გ.მელაძე  
ს.გორგიჯანიძე  
ე.ელიზბარაშვილი  
ლ.ინჭვირველი  
მ.ტატიშვილი

**მდივნები**

ნ.კაპანაძე  
ნ.არუთიანი

**წევრები**

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

**სარედაქციო საბჭო**

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

**დამფუძნებლები:**

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

**УЧРЕДИТЕЛИ:**

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

**EDITORIAL BOARD**

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

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

**SECRETARIES**

**N.Kapanadze**  
**N.Arutiniani**

**MEMBERS**

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

**EDITORIAL COUNCIL**

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

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

**Т.Н.Цинцадзе (Главный редактор)**  
**ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

**Г.Г.Меладзе**  
**С.Н.Горгиджанидзе**  
**Э.Ш.Элибарашвили**  
**Л.Н.Инцкирвели**  
**М.Р.Татишвили**

**СЕКРЕТАРИ**

**Н.И.Капанадзе**  
**Н.Э.Арутюнян**

**ЧЛЕНЫ**

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

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

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

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

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

ელექტრონული ვერსია  
Electronic version  
Электронная версия

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

წინამდებარე კრებულში შესულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 69-ე მაისის სამეცნიერო სესიაზე მოსმენილი მოხსენებები, მიძღვნილი ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი. შესაბამისი სტატიები მოცემულია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია, აგრომეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, კლიმატის ცვლილება, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება. კრებული განკუთვნილია გეოფიზიკურ, გეოგრაფიულ და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგში მომუშავე მეცნიერებისა და სპეციალისტებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

In this issue texts of papers presented at the 69-th May scientific session of the Institute of Hydrometeorology are offered, dedicated to the pressing problems of Hydrometeorology and Ecology. Relevant papers are given according to the following scientific directions: Meteorology, Climatology, Agrometeorology, Hydrology, Climate Change, Environmental Pollution.

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

В настоящий сборник включены тексты докладов, заслушанных на 69-ой майской научной сессии Института Гидрометеорологии, посвященной актуальным проблемы гидрометеорологии и экологии. Соответствующие статьи даны по следующим научным направлениям: метеорология, климатология, агрометеорология, гидрология, изменение климата, загрязнение природной среды.

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

უაკ 627.14.215.1

**მთის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა საქართველოში  
ც. ბასილაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, [jarjinio@mail.ru](mailto:jarjinio@mail.ru)

წყალი დედამიწაზე სივრცის არსებობის მთავარი ფაქტორია და ადამიანთა საქმიანობის ყველა სფერო მეტნაკლებად დამოკიდებულია მასზე. ის ეკონომიკის განვითარების მნიშვნელოვანი ბერკეტია, განსაკუთრებით მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში. ამიტომ საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება ბევრად არის დამოკიდებული წყლის რესურსების მართვის ეფექტურობაზე, რის გამოც წყლის პრობლემა ყოველთვის აქტუალურია.

მდინარეები წარმოადგენენ დედამიწაზე არსებული მტკნარი წყლის ბუნებრივი რესურსების ნაწილს, რომლებიც ყველაზე ადვილად ხელმისაწვდომი და მუდმივ განახლებადი უნარის მქონე რესურსია და ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. ისინი წარმოადგენენ სატრანსპორტო, სარწყავი, ელექტროენერჯის, წყალმომარაგების, საწარმოო და სამეურნეო საქმიანობის ერთ-ერთ მთავარ წყაროს, მაგრამ კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობა და ინტენსიური ანთროპოგენური დატვირთვა უარყოფით გავლენას ახდენს წყლისა და მიწის რესურსებზე. ამ ფონზე იზრდება ქვეყნის განვითარების რისკი, რაც განპირობებულია ძირითადად წყლის რესურსების მოცულობის შემცირებითა და მათი ხარისხის გაუარესებით.

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით, მაგრამ მათი რაციონალური გამოყენება რთულია, რადგან მდინარეთა ჩამონადენი გამოირჩევა მაღალი დინამიკურობით, ინტენსიური ცვალებადობითა და არათანაბარი განაწილებით დროსა და სივრცეში. ამის გამო აქ ხშირად წყალმოთხოვნა არ ეთანხმება წყალუზრუნველყოფას და წარმოიქმნება მწვავე დეფიციტური სიტუაციები, რთულდება წყალსამეურნეო ბალანსების ზუსტი გაანგარიშება და შესაბამის ღონისძიებათა განხორციელება. ამიტომ აუცილებელია მდინარეთა წყლის ჩამონადენისა და მისი ცვლილების სრულყოფილი შესწავლა.

კლიმატის დათბობის ზეგავლენის შესწავლის მიზნით მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების სიდიდეთა ცვლილების კვლევა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ განხილულ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელში განხორციელებული მრავალწლიანი დაკვირვებათა რიგების ანალიზი. ამ მხრივ მეტად, მნიშვნელოვანია ამ ელემენტების ყოველწლიური დინამიკის, როგორც ხარისხობრივი, ისე მისი რაოდენობრივი განსაზღვრა, რაც გულისხმობს მათი ტრენდების შეფასებას წრფივი აპროქსიმაციის ამსახველი განტოლებით:

$$T = \pm a \cdot n + b, \quad (1)$$

სადაც  $T$  - ტრენდია ანუ საკვლევი ელემენტის ყოველწლიური ტენდენციის გასაშუალებელი წრფე;  $a$  - განტოლების კოეფიციენტი, რომლის რიცხვითი მნიშვნელობა განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის ცვლილების ინტენსიურობას ანუ სიჩქარეს, მისი ნიშანი (+) ან (-) უჩვენებს ცვლილების მიმართულებას: დადებითი (+) ნიშანი აღნიშნავს მის აღმავალ ტენდენციას ანუ მატებას, ხოლო უარყოფითი (-) ნიშანი მიუთითებს მის დაღმავალ ტენდენციას ანუ შემცირებას;  $n$  - საკვლევი ელემენტის ყოველწლიურ დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერია მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც  $n=1$ , ყოველი შემდეგი ( $i$ ) მონაცემისათვის  $n=i + 1$ ;  $b$  - განტოლების მუდმივაა, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის მინიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის აღმავალი ტენდენციის შემთხვევაში, ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის დაღმავალი ტენდენციის დროს [1-3].

საქართველოში ჰაერის ტემპერატურებზე და ატმოსფერულ ნალექებზე 2010 წლის ჩათვლით არსებული 60-70 წლიანი დაკვირვებათა რიგების სათანადო ანალიზით, მიღებულია მათი ყოველწლიური ცვლილების ტრენდების  $a$  და  $b$  პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელთა მიხედვით გაირკვა, რომ გლობალური დათბობის შედეგად დასავლეთ საქართველოს რიგ რაიონებში აცივება აღინიშნება, ზოგან კი დათბობას აქვს ადგილი. აღმოსავლეთ საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ტემპერატურის მატებაა მოსალოდნელი, რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, განხილული მეტეოკუნქტებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში ყველგან აღინიშნება მათი მნიშვნელოვანი შემცირება, დასავლეთ საქართველოში კი შეინიშნება ნალექების შემცირება მხოლოდ ცალკეულ ადგილებში (მესტია, ქუთაისი, ბახმარო), დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი ყველგან ნალექები მატულობს [4-5].

მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენის ყოველწლიური ცვლილების შესწავლის მიზნით მრავალწლიურ ჭრილში, ჩვენ განვიხილეთ საქართველოს მდინარეთა წლის ხარჯებზე არსებული 50-70

წლიანი დაკვირვებათა რიგები. მათი ტრენდების წრფივი (1) სახის აპროქსიმაციით მიღებული ცვლილებების პარამეტრები მოცემულია 1 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ მდინარეთა წყლის ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების დინამიკაში გამოხატულია მათი ყოველწლიური ზრდის ტენდენცია იმ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არის მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი და შესაბამისად წყლის ხარჯების ფორმირებაში მონაწილეობს მათი ნაღობი წყლები. წყლის ხარჯების ყოველწლიური მატების ყველაზე მაღალი ინტენსიურობით ( $a=1,313$  მ<sup>3</sup>/წმ) გამოირჩევა მდ. რიონი სოფ. საქოჩაკიძესთან, რომელიც წლის თბილ პერიოდში წყალდიდობის დროს, უხვად იკვებება მყინვარული წყლებით. ასეთივე პირობებია მდ. ენგურის აუზში, რომლის წყლის ენერგიით მოქმედებს საქართველოს უდიდესი ჰიდროელექტროსადგური. ამ ობიექტისათვის წყალსამეურნეო გაანგარიშებები ხდება მდ. ენგურის ჰიდროკვებზე სოფ. ხაიშთან, რომლისთვისაც წყლის ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდი 1 ცხრილის მიხედვით გამოისახება შემდეგი განტოლებით:

$$T_Q = 0,96 n + 89,4, \quad (2)$$

საიდანაც ირკვევა, რომ მდ. ენგურის წყლის საშუალო წლიური ხარჯების ყოველწლიური მატების სიჩქარე შეადგენს 0,96 მ<sup>3</sup>/წმ-ს.

დასავლეთ საქართველოში, ამ მხრივ განსაკუთრებული პირობებია მდ. აჭარისწყალზე, რომლის აუზში მართალია არ არის მყინვარები, მაგრამ ხდება მისი წყლის საშუალო წლიური ხარჯების მატება. ეს განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ ამ მდინარის აუზი მდებარეობს შავი ზღვის სანაპიროზე და მისი ოროგრაფია ამფითეატრივით არის მიმართული შავი ზღვისკენ და ამიტომ აქ ზღვიდან შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასები, მთელი წლის განმავლობაში უხვად კონდენსირდება აუზის შემომსახვრელ წყალგამყოფ შავშეთის, არსიანისა და მესხეთის ქედების ქარპირა ფერდობებზე. სწორედ ამის გამო სოფ. ქედასთან მდ. აჭარისწყალზე ხდება წყლის ხარჯების ყოველწლიური მატება 0,118 მ<sup>3</sup>/წმ სიჩქარით.

$$T_Q = 0,118 n + 43,0. \quad (3)$$

აღმოსავლეთ საქართველოში მდინარეთა წყლის ხარჯების მატება აღინიშნება მხოლოდ იმ მდინარეებზე, რომელთა სათავეებში არის მყინვარები: თერგი, დიდი ლიახვი და არაგვი. 1 ცხრილის მიხედვით მათი ყოველწლიური მატების სიჩქარე შეადგენს დიდ ლიახვზე 0,114 მ<sup>3</sup>/წმ-ს, მდ. არაგვზე კი 0,052 მ<sup>3</sup>/წმ-ს. დანარჩენ მდინარეებზე, სადაც არ ხდება მათი საზრდოობა მყინვარული წყლებით, წყლის ხარჯების ტრენდები ხასიათდებიან დადებითი (შემცირების) ტენდენციით.

ცხრილი 1. საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯები ( $Q$  მ<sup>3</sup>/წმ) და მათი ყოველწლიური ცვლილების (ტრენდების)  $a$  და  $b$  პარამეტრები ფორმულაში  $T_Q = an + b$

	მდინარე - პუნქტი	აუზის		საშ. წლ. ხარჯი ( $Q$ მ <sup>3</sup> /წმ)	დაკვირვების წლები	პარამეტრები	
		ფართი (კმ <sup>2</sup> )	სიმაღლე (მ)			a	b
1	კოდორი-ლათა	1420	1920	92,5	1931 – 1990	0,357	81,2
2	ენგური-ხაიში	2780	2320	118	1938 – 1990	0,960	89,4
3	რიონი-საქოჩაკიძე	13300	950	399	1928 – 1990	1,303	372
4	ყვირილა-ზესტაფონი	2490	960	60,7	1930 – 1990	- 0,028	61,6
5	ჭოროხი-ერგე	22000	2015	324	1930 – 1990	- 0,458	290
6	აჭარისწყალი-ქედა	1360	1470	46,1	1937 – 1990	0,118	43,0
7	დიდი ლიახვი-კეხვი	924	2100	27,0	1929 – 1990	0,114	24,4
8	პატ. ლიახვი-ვანათი	422	1940	8,86	1929 – 1990	- 0,014	10,3
9	ქსანი-კორინთა	461	1830	9,39	1941 – 1990	- 0,070	11,2
10	არაგვი-ჟინვალის	1900	1890	45,1	1936 – 1990	0,028	44,1
11	თ. არაგვი-მლეტა	107	2620	5,48	1935 - 1990	0,008	5,08
12	თ. არაგვი-ფასანაური	337	2189	12,1	1937 - 1990	0,003	12,0
13	შ. არაგვი-შესართავი	240	2020	7,76	1959 - 1990	- 0,008	7,84
14	ფშ. არაგვი-მადაროსკარი	945	1960	19,5	1959 - 1990	0,052	17,6
15	ხადისხევი-წვერე	18,8	2500	1,01	1958 - 1990	0,005	0,87
16	ალაზანი-ბირკიანი	282	2200	13,9	1950 – 1996	- 0,002	14,0
17	ალაზანი-შაქრიანი	2190	1260	43,4	1933 – 2010	0,050	43,8

მაგალითად, ყველაზე დიდი ინტენსიურობით მცირდება წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენი მდ. ქსანზე (სოფ. კორინთასთან), რომლის ტრენდი 1941-1990 წლების მონაცემებით ასე გამოისახება:

$$T_Q = -0,07 n + 11,2. \quad (4)$$

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ კვლევის დროს ტრენდების განსაზღვრისათვის გამოყენებული წყლის ხარჯებზე არსებული დაკვირვების რიგები 1991 წლამდე, არ იძლევა საშუალებას სრულფასოვნად შეფასდეს კლიმატის დათბობის გავლენა მდინარეთა წელიწადობაზე, რადგან 1990 წლის შემდეგ აღინიშნა კლიმატის ინტენსიური დათბობა, მაგრამ საქართველოში სწორედ 1991 წლიდან მდინარეებზე აღარ იზომება მათი წყლის ხარჯები, ერთეულ მდინარეებზე იზომება მხოლოდ წყლის დონეები, რომელთა მიხედვით წყლის ხარჯების გრაფიკებით აღდგენილი წყლის ხარჯები მიახლოებითი და არასაიმედოა.

ვინაიდან ბოლო გამოქვეყნებულ ჰიდროლოგიურ ცნობარში [6] მოცემულია საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური ხარჯები გაანგარიშებული 1980 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, ამიტომ 1 ცხრილში, ტრენდების პარამეტრებთან ერთად მოცემულია 1991 წლამდე წყლის ხარჯებზე არსებული მრავალწლიური (საშუალოდ 40-60 წელი) სტაციონალურ დაკვირვებათა მონაცემების სათანადო სტატისტიკური ანალიზით დაზუსტებული წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ).

ამრიგად, საქართველოს მდინარეთა წელიწადობის დინამიკის შესწავლის შედეგად გაირკვა, რომ განხილული პერიოდის განმავლობაში კლიმატის დათბობის შედეგად იზრდებოდა კავკასიონის მყინვარების დნობა, რის შედეგად შესაბამისად იზრდებოდა მდინარეთა წელიწადობა და მათზე კატასტროფული გამოვლინებები. იმ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არ არის მყინვარები, ამის საპირისპიროდ ტემპერატურის მომატების შედეგად იზრდებოდა აორთქლება და მცირდებოდა მდინარეთა წყლის ხარჯები, რაც იწვევდა მტკნარი წყლის შემცირებას.

მიმდინარე XXI საუკუნეში კლიმატის მოსალოდნელ [7] დათბობასთან დაკავშირებით ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება გამოიწვევს მთებში მყინვარების დნობის გაძლიერებას და ამ ზონის მდინარეთა წყლის ხარჯების კვლავ მომატებას. ამის შესაბამისად მდინარეებზე: კოდორზე, ენგურზე, რიონზე, თერგზე, დიდ ლიახვსა და არაგვზე მოსალოდნელია მათი წელიწადობის მატება და შესაბამისად წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური წყლის ხარჯების გაზრდა. სხვა მდინარეებზე კი, პირიქით, შემცირდება მდინარეთა წელიწადობა და შესაბამისად წყალმომარაგება და საირიგაციო წყლის რესურსები, რაც გამოიწვევს მოსავლიანობის შემცირებას ან სრულად განადგურებას.

ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებული საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯების დაზუსტებული მნიშვნელობები და მათი მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები მეტად მნიშვნელოვანია პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებების საწარმოებლად, რაც აუცილებელია სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და უსაფრთხოებისათვის.

საყურადღებოა, რომ მომავალში კლიმატის შემდგომი დათბობის შედეგად, შესაძლებელია კავკასიონის ქედი მთლიანად განთავისუფლდეს მყინვარებისაგან, რაც უკვე 2050-2060-იან წლებში ივარაუდება [8]. ასეთი პროცესი რეგიონში გამოიწვევს წყლის რესურსების მკვეთრ შემცირებას, წყაროთა დაშრობას, წყალმომარაგებისა და მოსავლიანობის შემცირებას, აგრეთვე სხვა ნეგატიურ მოვლენებს, რაც მეტად უარყოფითად იმოქმედებს გარემოზე, საზოგადოებისა და ქვეყნის განვითარებაზე. ეს რომ არ მოხდეს საჭიროა გარკვეული პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა და დროულად ჩატარება.

#### ლიტერატურა - References – Литература

1. Ts. Basilashvili. Changes of Georgian mountainous rivers, water flows, problems and recommendations. American Journal of Environmental Protection. Vol. 4, 3-1, Science Publishing Group (USA), 2015, pp. 38-43.
2. ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილების მოსალოდნელი ტენდენციები კლიმატის დათბობის პირობებში. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 1 (727), ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2018, გვ. 56-68.
3. Ц.З. Басилашвили. Тенденции изменения максимальных расходов воды горных рек Грузии при потеплении климата. В книге: География: Развитие Науки и Образования (Коллективная монография), Санкт-Петербург, 2019, с. 38-42.
4. ც. ბასილაშვილი. საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რეგიონში. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 129, თბ., 2020, გვ. 21-29.

- =====
5. Ts. Basilashvili. Current Problems of Fresh Water and Trends in the Flow of Water in the rivers of the South Caucasus in Georgia. European Geographical Studies, Vol. 7, iss. 1, Academic Publishing House Researcher (Slovakia), 2020. pp 68-77.
  6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 6, Грузинская ССР, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1987, 416 с.
  7. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. UNOP in Georgia. თბ., 2015, 292 გვ.
  8. ც. ბასილაშვილი, მ. სალუქვაძე, ვ. ცომაია, გ. ხერხეულიძე. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2012, 244 გვ.

#### უაკ 627. 14. 215. 1

**მთის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა საქართველოში**/ც. ბასილაშვილი/ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2021- - ტ.132. -გვ.5-8. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოს მთავარ მთის მდინარეთა წყლის ხარჯების მრავალწლიურ დაკვირვებათა რიგების სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე დაზუსტებულია მათი საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები და ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეები. მათი გათვალისწინება აუცილებელია სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისა და სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და გარემოს უსაფრთხოებისათვის. ცხრ. 1, ლიტ. 8.

#### UDK 627. 1. 215

**Perennial Dynamics of Mountain River Water Runoff in Georgia.** /Ts. Basilashvili/ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2021. – vol.132. – pp.5-8. -Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

Through statistical analysis of the series of multi-year observations of water consumption of the main mountain rivers of Georgia, average multi-year values and speeds of annual change have been specified. Their consideration is essential for proper management of water calculations and agricultural activities in scientific, agricultural and project organizations and for the environmental safety. Tabl. 1, Ref. 8.

#### УДК 627. 14. 215. 1

**Многолетняя динамика стока воды горных рек Грузии.** /Басилашвили Ц.З./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. - 2021. - вып. 132. - с.5-8. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

На основе статистического анализа многолетних рядов наблюдаемых данных над расходами воды, на основных горных рек Грузии, уточнены их среднемноголетние величины и интенсивность ежегодных изменений. Их учёт в научных, хозяйственных и проектных организациях необходимо в целях водохозяйственных расчётов, правильного ведения хозяйственного производства и безопасности окружающей среды. Табл. 1, Лит. 8.



უკ 551.578.46

**საქართველოს მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება და ჩასატარებელი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები**

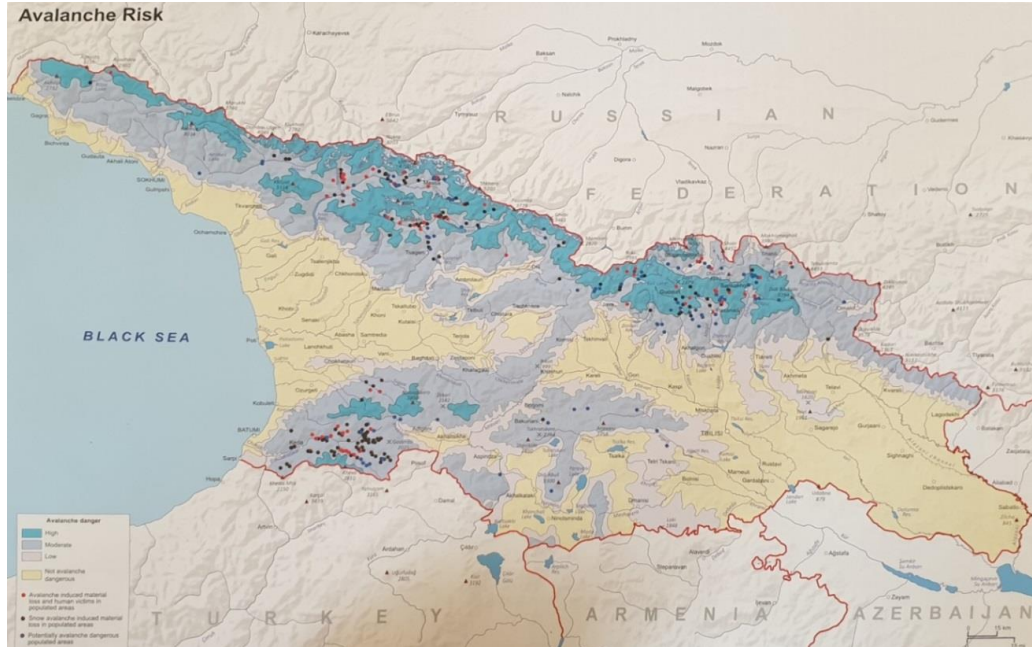
სალუქვაძე მ., ცინცაძე თ., კობახიძე ნ.

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

საქართველოში, მსოფლიოს მრავალი მთიანი ქვეყნის მსგავსად, მნიშვნელოვანია ბუნებრივი კატასტროფების რისკის შემცირება და სარისკო ზონების განსაზღვრა.

საქართველოს ტერიტორიის 56% ზვავსაშიშროებად დაფარულია. ტერიტორიის 20% ზვავები ყოველწლიურად ჩამოდის, ხოლო 36% ადგილი აქვს სპორადულ ზვავებს, რომელთა მოულოდნელი ჩამოსვლა დიდი დამანგრეველი ძალით, ადამიანთა მსხვერპლითა და მატერიალური ზარალით გამოირჩევა. 1846-2020 წლების მასალებით გამოიყო ზვავსაშიშროებით განსაკუთრებით გამორჩეული ზამთრები: 1924, 1932, 1956, 1971, 1976, 1987, 2006, 2014 წწ. ზვავების ჩამოსვლის შედეგად საქართველოში დაიღუპა 657 ადამიანი, დაინგრა და დაზიანდა ასობით საცხოვრებელი სახლი და სხვადასხვა ნაგებობა. აღსადგენი და შესაკეთებელი გახდა მრავალი სკოლა, საბავშვო ბაღი, საავადმყოფო, ამბულატორია, დაზიანდა მეტეოროლოგიური სადგურის შენობა, მაღალი ძაბვის ანძები, იყო ჰესის კედლის დაზიანების შემთხვევაც. ასეულობით ჰექტარზე განადგურდა ტყე და ხეხილის ბაღები, მსხვილფეხა და წვრილფეხა საქონელი.

საქართველოს მთიან რეგიონებში არსებულ 135 ხეობას, 338 დასახლებულ პუნქტს, საუღელტეხილო და საავტომობილო გზებს 1882 ზვავი ემუქრება. დასავლეთ საქართველოში მდებარეობს ასეთი დასახლებების საერთო რაოდენობის 63%, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – 37%. ზვავსაშიშრო დასახლებების სიმრავლით გამოირჩევა ზემო სვანეთი (61 დასახლებული პუნქტი და 314 ზვავი), მაღალმთიანი აჭარა (92 დ.პ. და 161 ზვ.), დუშეთის მუნიციპალიტეტი (45 დ.პ. და 83 ზვ.), შიდა ქართლი ( 50 დ.პ. და 66 ზვ.), მცხეთა-გუდაური-ლარსის საავტომობილო გზასა და სტეფანწმინდაში (13 დ.პ. და 165 ზვ.), და ა.შ (ნახ.1) [9].



**ნახ. 1. ზვავსაშიშრო და პოტენციურად ზვავსაშიშრო დასახლებული პუნქტები საქართველოში (მ.სალუქვაძე)**

ზვავსაშიშრო ზონის საზღვრები მთაში მიმდინარე პროცესებთან არის დაკავშირებული. თავსხმა ნალექი, მეწყერი, ბოლო წლებში ტყეში გაჩენილი ხანძრები, მიწისძვრა, განსაკუთრებით კი სპორადული ზვავი ცვლის ზვავსაშიშრო ზონის საზღვრებს. ნაზვავ ტერიტორიაზე, სადაც ზვავი 20-25 წლის მანძილზე არ ჩამოსულა, იზრდება ხეები. ტყის განადგურების, უხვთოვლიანი ზამთრისა და ზვავის ჩამოსვლისთვის სხვა ხელსაყრელი პირობების შემთხვევაში, ცხადია, გარემოს უფრო დიდი ზიანი მიადგება, რადგან ზვავი დაუბრკოლებლად უფრო ვრცელ ტერიტორიაზე გაანადგურებს ტყეს.

საქართველოს ტერიტორიის ზვავსაშიშროების ხარისხი შევასაზღვრეთ ზვავსაშიშროების ოთხი რაოდენობრივი მახასიათებლის მიხედვით: ზვავის წარმოქმნის თვალსაზრისით აქტიური ტერიტორიით; ჩამოსული ზვავების რაოდენობით ფართობის ერთეულზე; ზვავშემკრებების რაოდენობით ფართობის ერთეულზე; ზვავების ჩამოსვლის სიხშირით ერთ ზამთარში და ზვავსაშიშრო პერიოდის ხანგრძლივობით. გამოიყო განსაკუთრებით ძლიერი (3 % საერთო ფართობიდან), ძლიერი ( 8 %), საშუალო ( 33 % ), სუსტი ( 12 %) და არაზვავსაშიშრო (44%) რაიონები [3,4,8].

კატასტროფებით გამოწვეული უარყოფითი შედეგების მინიმუმამდე დასაყვანად მნიშვნელოვანია რისკის შეფასება და ზვავსაშიშროების შერბილების ღონისძიებების დაგეგმვა. ზვავსაშიშრო ტერიტორიის ზონირებისთვის აუცილებელია სხვადასხვა ხარისხის რისკის განსაზღვრა. რიგ ქვეყანებში რისკის დონეს სხვადასხვა კრიტერიუმით განსაზღვრავენ. მაგალითად, შვეიცარიაში, ზვავის დარტყმის ძალისა და ზვავების ჩამოსვლის საშუალო დროის მიხედვით, მიღებულია სამფერიაანი სისტემა: პირველი წითელი ზონა - დიდი საფრთხის შემცველი ზონაა; მეორე ცისფერი ზონა პოტენციურად ზვავსაშიშრო ზონაზე მიუთითებს; ხოლო მესამე თეთრი - უსაფრთხო ზონაა.

1993 წლიდან ევროპულ ქვეყნებში, მათ შორის რუსეთის ფედერაციაში, რისკის 5 დონეს გამოჰყოფენ: დაბალი, შეზღუდული, საშუალო, მაღალი და ძალიან ძლიერი. კრიტერიუმად მიღებულია თოვლის სტაბილურობა.

ჩვენს მიერ საქართველოს ტერიტორიისთვის ზვავსაშიშროების ხარისხი და ზვავების რისკის დონე განსაზღვრულია ზვავშემკრებების ფართობის (ჰა), ზვავის დარტყმის ძალისა (ტ/მ<sup>2</sup>) და მოსალოდნელი შედეგის მიხედვით (ცხრ. 1) [ 10 ]

**ცხრილი 1. კატასტროფების რისკის დონე ზვავის დარტყმის ძალის (P ტ/მ<sup>2</sup>), ზვავშემკრებების ფართობისა (F, ჰა) და მოსალოდნელი შედეგის მიხედვით საქართველოში**

N	რისკის დონე	P, ტ/მ <sup>2</sup>	F, ჰა	ზვავის ჩამოსვლის შედეგი
1	სუსტი	<20	<0,5	ადამიანთა მსხვერპლი, შენობების უმნიშვნელო, აგრეთვე ხის მსუბუქი ნაგებობების და სხვა დაზიანება, ტრანსპორტის მოძრაობის შეფერხება, ტყისა და ხეხილის ბაღების დაზიანება, წვრილფეხა საქონლის დახოცვა.
2	საშუალო	21-40	0,5-1,0	ადამიანთა მსხვერპლი, ხის შენობებისა და დამხმარე ნაგებობების ნგრევა, ტრანსპორტის გზიდან გადაადგება, შენობების და მილსადენების დაზიანება, ნარგავების და მცირე ფართობზე ტყის განადგურება.
3	ძლიერი	41-60	1,1-10	ადამიანთა მსხვერპლი, ყველა სახის (ხე, აგური, ქვითკირი) ნაგებობის ნგრევა, გადაადგილების შეფერხება, ავტოტრანსპორტის, გზების, ხიდების დაზიანება, მსხვილფეხა და წვრილფეხა საქონლის, მრავალწლიანი ნარგავებისა და ტყის განადგურება.
4	განსაკუთრებით ძლიერი	>60	>10	ადამიანთა მსხვერპლი, ყველა სახის (მათ შორის რკინაბეტონის) შენობის ნგრევა, სარკინიგზო და საავტომობილო გზების დაზიანება, მოძრაობის შეფერხება, მსხვილფეხა და წვრილფეხა საქონლის, ნარგავებისა და ტყის განადგურება.

ცხრილის (ცხრ.1.) მეხუთე გრაფიდან ცხადია, რომ ადამიანთა მსხვერპლს და ნგრევას ნებისმიერი დონის ზვავის ჩამოსვლა იწვევს, მაგრამ განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთრებში მათი მასიური ჩამოსვლა კატასტროფული შედეგით მთავრდება. ზვავების უმეტესობა, რომელთა მორფომეტრიული და დინამიკური მახასიათებლები „საქართველოს თოვლის ზვავების კადასტრში“ წარმოდგენილი [3] მცირე ზომისაა და თითქოს ადამიანის სიცოცხლისთვის საფრთხეს არ წარმოადგენს, მაგრამ საფრთხის შემცველია მათი მოულოდნელი ჩამოსვლა. არაერთი მცირე ზომის ზვავის ჩამოსვლამ გამოიწვია მსხვერპლი და ნგრევა მთიან რაიონებში. 1882 ზვავიდან 100 ტ/მ<sup>2</sup>-ზე მეტი დარტყმის ძალა დასახლებულ პუნქტებში ჩამოსული ზვავების 8% (49 ზვავი), ხოლო საუღელტეხილო და საავტომობილო გზებზე 4% (29 ზვავი) გააჩნია. ასევე 100 ჰა-ზე მეტი ზვავშემკრების ფართობით დასახლებულ პუნქტებში 12 ზვავია, ხოლო საავტომობილო გზებზე - 8 ზვავი.

ადამიანი უხსოვარი დროიდან ცდილობდა იმ სივრცეს მორგებოდა, სადაც ცხოვრობდა. იყენებდა გეოგრაფიულ პირობებს, ითვალისწინებდა კლიმატს, არჩევდა ლანდშაფტს, ბუნებრივ რესურსებს, ნიადაგს,

ტყეს, წყალს. საქართველოს მაღალმთიანი რაიონების დასახლებები განსხვავდება დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული, ტენიანი რაიონების დასახლებებიდან. მთიან რაიონებში ასეთი დასახლებები ერთ ჯგუფადაა შეკრული. მრავალსაუკუნოვანმა მწარე გამოცდილებამ, რასაც, სხვა სტიქიურ მოვლენებთან ერთად თოვლის ზვავების ჩამოსვლა იწვევდა, განაპირობა, რომ დასახლებები არაზვავსაშიმ, ქედების ციცაბო, თხემურ ნაწილში ან ქედების ძირშია განლაგებული და არა უფრო ხელსაყრელ, მაგრამ ზვავსაშიმ ფერდობზე. ვახუშტი ბატონიშვილი „აღწერა სამეფოსა საქართველოსი“ არნიშნავდა: „ ადაშენებენ სახლთა უსარკმლოდ და მრავალსა ზედა და კოშკთა ფიქალთა ქვათაგან მიწით. მაღალს კლდე გორიანსა ზედა, ვინათგან გამოუნახავთ უმჯობესად ზვავსა კვეთებისთვის, რამეთუ აღარა ეკვეთის, გარნა ავიდეს რა კაცი კოშკსა შინა, ირყევის და არა დაირღვევის, არამედ დგას მტკიცედ“ [1].

ციხე სახლები მოიცავს საქართველოს მთის ძირითად ხეობებს. ასეთი სახლები კლდოვან, ერთი შეხედვით, სახნავად უვარგის ადგილებზეა განლაგებული. ზვავ-მეწყერ საშიშროება, ღვარცოფები განაპირობებდა სტიქიისგან დაცულ ადგილებზე განაშენიანებას. ციხე-სახლები, ძირითადად, კლდოვან ნიადაგზე შენდებოდა. საქართველოს მთიანეთის კოშკურა სახლები ერთ ჯგუფად შეკრული ხევისპირა დასახლებებია. მაღალმთიან რაჭაში, განსაკუთრებით კი სოფ ღებში იყო ოთხსართულიანი, ორფერდა დუროიანი სახლები. მთა-თუშეთში - ფიქლის ქვით გადახურული კოშკიანი კომპლექსები; ხევსურეთში - მაგალითად მუცოს კოშკიანი კომპლექსი, ერთმანეთთან დაკავშირებული ქვითკირის სამსართულიანი და ოთხსართულიანი კოშკებით; შატლში - ოთხსართულიანი ქვით ნაგები ოთხკუთხა ციხე სახლები, რომელთა მესამე სართულზე ღია აივანი ან ხიდა; ზემო სვანეთში, სოფ ნაკრადან უშგულის თემამდე, დღემდე 7-8 სართულიანი 320 კოშკია, ე.წ. ლაზგა მურყვამი. ეთნოგრაფი, პროფესორი მიხეილ გეგეშიძე თავის ნაშრომში „ეკოლოგიის კულტურულ-ისტორიული და სოციალური პრობლემები“ აღნიშნავდა: „მიგვაჩნია, რომ კოშკთა სიმრავლე ზემო სვანეთში დიდთოვლობის, ზვავობის, მეწყერობისა და ღვარცოფებისგან თავდაცვის პროფილაქტიკით ნაკარნახევი უძველესი ტრადიციების გამოხატულება და უპირველესი ფუნქცია უნდა იყოს, საბრძოლო ფუნქცია კი მეორადი“[2]. საუბედუროდ 1987 წლის იანვრის ტრაგედია, რომელიც მულახის თემის სოფ ჟამუშში ზვავის ჩამოსვლამ გამოიწვია, ახლადაშენებული სახლები დაანგრია და ერთი გვარის 26 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და იქ მხოლოდ სვანური კოშკი გადარჩა. მთიულეთ-გუდამაყარში, მდ. არაგვისა და ხანდოს ხეობებში კოშკებიანი კომპლექსი მიწურებიანი სახლის, ციხე-სახლის და კოშკებისგან შედგებოდა, მათი რაოდენობა სამოცამდე იყო, სამწუხაროდ დღეისთვის კოშკის ნანგრევები იშვიათად გვხვდება ამ ხეობაში. შიდა ქართლის მთიანეთში, იგივე დანიშნულების იყო, ე.წ. ზურგიანი კოშკები.

ბოლო წლებში საქართველოში გაიზარდა სამთო-სათხილამურო კურორტების რიცხვი. ბაკურიანსა და გუდაურს დაემატა: აჭარაში – „გოდერძი“ და „გომარდული“, სვანეთში - „თეთნულდი“ და „ჰაწვალი“, გურიაში - „ბახმარო“, თბილისიდან 18 კმ-ის დაშორებით კი „ბეთანია“. კურორტების უმეტესობა, „ბეთანიის“ გარდა, ზვავსაშიმ ზონაში მდებარეობს. გასათვალისწინებელია, რომ 2023 წელს საქართველო, კერძოდ ბაკურიანი და გუდაური მსოფლიო სათხილამურო და სნოუბორდის თავისუფალი სტილით სრიალის მასპინძელი ქვეყანა იქნება. სვანეთში, მესტიის რაიონის მაღალმთიან სოფლებში: უშხვანარში, მაზერში, ეცერსა და უშგულის თემის სოფლებში, ასევე ქვემო სვანეთში (დაბა ლენტეხში) საბაგირო გზების მშენებლობა მიმდინარეობს, რაც სათხილამურო სპორტისა და ზამთრის ტურიზმის განვითარებას შეუწყობს ხელს. აუცილებელია მთაში გადაადგილების წესების დაცვა და მონიტორინგის სისტემის შექმნა [6].

ბოლო წლებში ტურისტების ნაკადის ზრდასთან ერთად ზვავსაშიშროების უგულველყოფის არაერთი შემთხვევა დაფიქსირდა. მაგალითად, 2014 წლის 6 მარტს, მესტიის მუნიციპალიტეტში, უშგული-ლენტეხის გადასასვლელთან, ზაგაროს მთიდან ჩამოსულმა ზვავმა ფრანგი და გერმანელი ოთხი ექსტრემალი იმსხვერპლა. იმავე მუნიციპალიტეტში, 2016 წლის 21 დეკემბერს, ბარჯა-ხაიშის გზის მონაკვეთზე გამოცდილი, უსაფრთხოების მიზნით ადგილმდებარეობის დასაზვერად ფეხით წასული მძღოლი, რომელიც კარგად იცნობდა საავტომობილო გზასაც და სტიქიის ბუნებასაც, ზვავის ტყვეობაში აღმოჩნდა და დაიღუპა. საბედნიეროდ მანქანაში დატოვებული მგზავრები გადარჩნენ. 2016 წლის 5 იანვარს, ბაკურიანში, ჩემპიონატისთვის მზადების დროს, გაუკვალავ თოვლში გადაადგილების გამო ჩამოსულმა ზვავმა იმსხვერპლა ცნობილი ქართველი სნოუბორდისტი. 2016 წლის 12 დეკემბერს ხულოს რაიონის სოფ. ბოძაურთან ორი ახალგაზრდა, რომლებიც გზის გაწმენდას ელოდებოდნენ, ზვავმა დაფარა. საბედნიეროდ მაშველებმა დროულად აღმოუჩინეს მათ დახმარება. 2017 წლის 25 თებერვალს „თეთნულდზე“ ერთი გერმანელი ტურისტი დაიღუპა, მეორეს გადარჩენა მაშველებმა შეძლეს. 2018 წლის 4 იანვარს, სვანეთში, სამთო-სათხილამურო კურორტ „თეთნულდზე“ ოთხი ექსტრემალური სპორტის მოყვარული მოთხილამურე დაემუცა გაუკვალავ თოვლში, რასაც ზვავის ჩამოსვლა მოჰყვა. სამმა თავი დააღწია სტიქიას, ხოლო ზვავში მოყოლილი მეოთხე ადამიანი მაშველებისა და მოთხილამურე პატრულის დახმარებით

გადარჩა, თუმცა იგი სერიოზულად დაშავდა. 2018 წლის 5 იანვარს, გუდაურში ბულგარელი ტურისტები თვითნებურად გადაადგილდნენ კობის მიმართულებით და უეცრად მოწყვეტილ ზვავში აღმოჩნდნენ. მაშველების ოპერატიული მოქმედების შედეგად ისინი უვნებლად გადარჩნენ. 2019 წლის 31 მარტს, სვანეთში მწვ. შხარასთან დაიღუპა 45 წლის პოლონელი მთამსვლელი. 2020 წლის 10 თებერვალს მწვ. თეთნულდიდან ჩამოსულ ზვავში მოყვნენ ჩეხი და უკრაინელი ტურისტები, უკრაინელი დაიღუპა, ოთხი ჩეხი ტურისტი გადაარჩინეს, ხოლო მეხუთემ კიდურები დაიზიანა. იმავე წლის 4 მარტს იტალიელ ტურისტთა ათ კაციანი ჯგუფი გადავიდა აკრძალულ ზონაში, ერთი მძიმედ დაშავდა, სამი დაიღუპა, ხოლო 6 მათგანი მაშველების დახმარებით გადარჩა. 2020 წლის 6 იანვარს გუდაურში დაიღუპა ტურისტი. 2021 წლის 3 მაისს ღულის უღელტეხილთან 29 წლის შვეიცარელი ტურისტი ქალი დაიღუპა, ხოლო მამაკაცი მაშველებმა გადაარჩინეს. ზოგადად, 2014-2021 წლებში 20 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა ზვავმა, 10 მძიმედ დაშავდა, ხოლო 46 - ის სიცოცხლე მაშველების დახმარებით გადარჩა.

ქართული სამაშველო სამსახურის გამართული მუშაობის მიუხედავად, მაინც ხდება უსაფრთხოების ნორმების უგულველყოფა, რაც ხშირად ფატალური შედეგით მთავრდება. ამ პრობლემების მოსაგვარებლად მსოფლიოს ქვეყნების უმრავლესობა გარკვეულ სანქციებს მიმართავს. მაგალითად, უსაფრთხოების ნორმების იგნორირება აშშ-ში 300 დოლარიანი ჯარიმით ან 180 დღიანი პატიმრობით ისჯება [6].

მთიან რაიონებში გადაადგილებისას როგორც ადგილობრივ მოსახლეობას, ისე ტურისტულ ჯგუფებს უნდა გააჩნდეთ ინფორმაცია მოსალოდნელი ზვავსაშიშროების შესახებ, უნდა იცოდნენ როგორ დაიცვან თავი ზვავის ჩამოსვლის შემთხვევაში, რადგან გადაადგილების წესების დაცვა ერთ-ერთი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებაა. სამაშველო სამუშაო დიდ სისწრაფეს მოითხოვს, რადგან ზვავში მოყოლილ ადამიანს გადარჩენის 50%-იანი შანსი აქვს და ზვავში მოყოლიდან სამი საათის შემდეგ ეს შანსი 10%, ზოგჯერ კი უფრო ნაკლებიც არის.

მაშველები სამაშველო აღჭურვილობასთან ერთად აუცილებელდად უნდა იყენებდნენ სპეციალურად გაწრთვნილ ძაღლებს.

ზვავში მოყოლილი ადამიანის ძებნა შესაძლებელია უპილოტო საფრენი აპარატის „დრონის“ მეშვეობითაც. საფრანგეთში ახალი ტიპის მოწყობილობა შექმნეს, რომელსაც აქვს ზემოქმედობიარე რადარი. იგი იძლევა შესაძლებლობას განისაზღვროს არსებული თოვლის მასის სიმაღლე და დადგინდეს ზვავში მოყოლილის ადგილმდებარეობა.

ვინაიდან საქართველო მთიანი ქვეყანაა, რომლის ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი (56%) ზვავშემკრებებით არის დაფარული და წლების მანძილზე ჩამოსული ზვავები ყოველთვის დიდ ზიანს აყენებს მთიანი რაიონების დასახლებული პუნქტების მოსახლეობას, საავტომობილო გზებსა და სხვადასხვა კომუნიკაციებს, აუცილებელია საცხოვრებელი და სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტების მშენებლობის დროს უსაფრთხო ადგილების შერჩევა, ზვავებისაგან დაცვის კომპლექსური სისტემის გამოყენება [5], ტყის ჭრის აკრძალვა (გარდა სანიტარული ჭრისა) და ნაკრძალი ტერიტორიების დაცვა [7]. ზვავსაშიშროების დადგომისთანავე ტრანსპორტის გადაადგილებაზე, საავტომობილო გზების დასაცავად, თოვლის დიდი მასის დაგროვების თავიდან ასაცილებლად, ზვავებზე დაკვირვება და მათზე ზემოქმედება მთელი ზვავსაშიშროების პერიოდის განმავლობაში უნდა ხდებოდეს. კარგია, რომ ზვავსაშიშროების შესარბილებლად, კობი-გუდაურის მონაკვეთზე ქართული კომპანია, მსოფლიო ლიდერ კომპანიებთან „Tas“ და „Stem International“ -თან პარტნიორობით ზვავსაწინააღმდეგო სისტემებით ახდენენ ზვავებზე ზემოქმედებას. ამასთან დროულად გაცემული ზვავსაშიშროების პროგნოზი და მთაში გადაადგილების წესების დაცვა თვითდა აგვარიდებს იმ დიდ ზიანს, რაც თოვლის ზვავების მოულოდნელი ჩამოსვლითაა გამოწვეული.

### ლიტერატურა - References – Литература

1. ვ.ბატონიშვილი. „აღწერა სამეფოსა საქართველოსი“, ქართლის ცხოვრება, ტ.IV, 1973.
2. მ.გეგეშიძე. „ეკოლოგიის, კულტურულ-ისტორიული და სოციალური პრობლემები საქართველოში“, თბილისი, 1973.
3. მ.სალუქვაძე. საქართველოს თოვლის ზვავების კადასტრი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2018, 264 გვ.
4. მ.სალუქვაძე. საქართველოს ზვავსაშიშრო რაიონები. საქართველოს ალ. ჯავახიშვილის სახელობის გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ახალი სერია I (XIX), თბ., 2018 გვ 117-128.
5. მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოში. საქ-ოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 33-ის შრომათა კრებული, ტ.120, 2014, თბ., გვ. 57-60.

6. მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე. საქართველოს სამთო-სათხილამურო კურორტები და ზვავსაშიშ ზონაში გადაადგილების წესები. საქ-ოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ის რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ.127, 2019. გვ 7-11.
7. მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე. ტყის საფარის როლი თოვლის ზვავების ფორმირებაში. საქ-ოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ის შრომათა კრებული, ტ.122, 2015, თბ., გვ. 27-30.
8. ლ.ქალღანი, მ.სალუქვაძე., თოვლის ზვავები საქართველოში“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2015, 169 გვ.
9. M.Salukvadze. Avalanche Risk; Annual Average Snow Cover Heigt. National Atlas of Georgia, Franz Steiner verlag.Stuttgart, 2018 , p. 42.
10. M. Salukvadze, N. Tsereteli, O.Varazanashvili and etc. Multi-Risk Assesment at a Natural Level in Georgia. Of the General Assambly, Vienna, Austria, 7-12 april 2013. Geophysical Research abstrasts . Vol 15 2013..

უკ 551.578.46

**საქართველოს მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება და ჩასატარებელი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები** /სალუქვაძე მ., ცინცაძე თ.,კობახიძე ნ/ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2022- - ტ.132. -გვ.9-13. - ქართ.; რუხ.: ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოს მთიან რეგიონებში არსებულ 135 ხეობას, 338 დასახლებულ პუნქტს, საუღელტეხილო და საავტომობილო გზებს 1882 ზვავი ემუქრება. დასავლეთ საქართველოში მდებარეობს ასეთი დასახლებების საერთო რაოდენობის 63%, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – 37%. მნიშვნელოვანია ბუნებრივი კატასტროფების რისკის შემცირება და სარისკო ზონების განსაზღვრა. ზვავების რისკის დონე, ზვავშემკრებების ფართობის (ჰა), ზვავის დარტყმის ძალისა (ტ/მ<sup>2</sup>) და მოსალოდნელი შედეგის მიხედვით განსაზღვრეთ, განსაკუთრებით ძლიერი (3 % საერთო ფართობიდან), ძლიერი (8%), საშუალო (33%), სუსტი (12%) და არაზვავსაშიში (44%) რაიონებისთვის.განხილულია მთიან რაიონებში დასახლებების სახეობები და განსახორციელებელი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები, რაც, როგორც სამთო - სათხილამურო კურორტებზე, ისე საუღელტეხილო და საავტომობილო გზებზე შეარბილებს ზვავების ჩამოსვლით გამოწვეულ ზიანს.

UDC 551.578.46

**Avalanche hazard in the mountainous regions of Georgia and avalanche control measures.**/Salukvadze M., Tsintsadze T., Kobakhidze N./. Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2022. – vol.132. – pp.9-13. -Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus

135 gorges, 338 settlements, mountain passes and highways of Georgia are threatened by 1,882 avalanches. There are 63% of such settlements in Western Georgia, and 37% in Eastern Georgia. Reducing the risk of natural disasters and identifying risk zones is a matter of great importance. The level of avalanche risk, in terms of the area of avalanches (ha), the impact force of avalanches (t / m<sup>2</sup>) and the expected result, was determined for especially strong avalanches (3% of the total area), strong (8%), medium (33%), weak (12%) and non-avalanche (44%) areas. There are reviewed the types of settlements of mountainous areas and those anti-avalanche measures that will mitigate the damage caused by avalanches both at mountain ski resorts and on mountain passes and highways.

УДК 551.578.46

**Лавиноопасность горных районов Грузии и проведение противолавинных мероприятий.** /Салуквадзе М.Е, Цинцадзе Т.Н.,Кобахидзе Н.Ш./Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. - 2022. - вып. 132. - с.9-13. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

135 ущелям, 338 населённым пунктам, перевальным и автомобильным дорогам горных районов Грузии угрожают 1882 лавин. Таких населенных пунктов в Западной Грузии 63%, а в в Восточной Грузии - 37%. Большое значение имеет уменьшение риска естественных катастроф и определение зон риска. Уровень риска лавин, по площади лавиносборов (га), силы удара лавин (т/м<sup>2</sup>) и по ожидаемому результату, определили для особо сильно лавиноопасных (3% от общей площади), сильной (8%), средней (33%), слабой (12%) и нелавиноопасных (44%) районов. Рассмотрены виды заселения горных районов и те противолавинные мероприятия, которые смягчат причинённый лавинами ущерб как на горно - лыжных курортах, так и на перевальных и автомобильных дорогах.

უაკ 627. 14. 215. 1

**მთის მდინარეების წყალმოვარდნების გეოგრაფიის მოკლე ანალიზი საქართველოში**

ს.გორგიჯანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, [sophiogorgjanidze@gmail.com](mailto:sophiogorgjanidze@gmail.com)

საშიშ კატასტროფულ მოვლენებს, რომლებიც ბოლო წლებში საგრძნობლად გახშირდა, განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობენ მსოფლიოს მკვლევარები.

გარკვეულწილად, ეს პროცესები დაკავშირებულია სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესთან, რაც ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგია და იმ აწყობილი ურთიერთკავშირების დარღვევასთან, რასაც იწვევს ბუნებრივ გარემოში საზოგადოების შეჭრა. აღსანიშნავია, რომ სტიქიური მოვლენების უმეტესობა ფიქსირდება მთიან რეგიონებში.

საქართველოსთვის, ისევე როგორც მსოფლიოს მრავალი მთიანი რეგიონისათვის, სტიქიური ჰიდრო-მეტეოროლოგიური მოვლენების გავლენა ქვეყნის ბუნებრივ გარემოსა და ეკონომიკაზე ძალზე დიდია. ამიტომ მნიშვნელოვანია ბუნებრივი პირობების შესწავლა და ანალიზი, რათა თავიდან იქნას აცილებული მოსალოდნელი კატასტროფული შედეგები.

საქართველოს რელიეფი წარმოდგენილია მთათა სისტემებით, ვაკე-დაბლობებით, ზეგნებით, პლატოებით, ღრმად ჩაჭრილი ხეობებით, კლასიკურად გამოხატული მთიანი ეროზიული, აბრაზიული, მყინვარული, ვულკანური და კარსტული ფორმებით. რელიეფის 54 % მთაგორიანია, რაც ხაზს უსვამს იმას რომ, სტიქიური მოვლენები ფაქტობრივად მრავალ ადგილზე შეიძლება წარმოიშვას.

ასევე მრავალფეროვანი კლიმატური პირობები გავლენას ახდენს მთიან რეგიონებში სტიქიური ჰიდროლოგიური მოვლენების გააქტიურებაზე. უნდა აღინიშნოს ის, რომ საქართველო წყალუბვი ქვეყანაა, სადაც მრავალი მდინარე, ტბა, მიწისქვეშა წყალი და მყინვარი მდებარეობს. მთიან რეგიონებში მათი რაოდენობა უფრო მეტია, შედეგად კი დაბლობ რაიონებში მათ უფრო მეტი სიდიდე და სიუხვე ახასიათებთ. აღსანიშნავია, რომ მთაში მდინარეთა აქტიურობა გამოიხატება არა მათ სიღრმეში, არამედ წყლის ნაკადის სიძლიერესა და სიჩქარეში. ასევე მდინარეებს ზემოწელში მეტი ძალა აქვს ეროზიული პროცესების გააქტიურებისათვის და უფრო მეტად წარმოადგენს საშიშ ჰიდროლოგიურ ობიექტებს. საშიში ობიექტებია მთიან მდინარეთა ხეობებში დაგუბების შედეგად წარმოქმნილი ტბებიც.

სტიქიურ მოვლენათა შორის გამოიყოფა ჰიდროლოგიური კატასტროფების ორი სახე: წყალმოვარდნა და წყალდიდობა. მათ შორის საკმაოდ დიდი განსხვავებაა, რაც აუცილებელია ვიცოდეთ შემდგომი პრევენციისა და მათზე მონიტორინგის განხორციელების მიზნით.

წყალდიდობა ეს არის პროცესი, რომლის დროსაც გარკვეული კლიმატური პირობების გავლენით, კერძოდ თავსხმა და გადაუღებელი წვიმებით, ხდება მდინარის დონის (ფაქტობრივად მდინარის მთელი ხეობის მონაკვეთზე) მატება. აღსანიშნავია მნიშვნელოვანი მომენტი, წყალდიდობის დროს, მუდმივი მონიტორინგის პირობებში, შესაძლებელია მოსახლეობა თავიდანვე იყოს გაფრთხილებული მოსალოდნელი წყლის დონის მატების შესახებ. წყალდიდობის ერთგვარი „დადებითობა“ იმაშია, რომ მისი გავრცელება გაშლილ სივრცეზე ხდება, სადაც გარკვეული სამუშაოების ჩატარების შედეგად (ჯებირების გამაგრება, სანაპირო ზოლის ამოვსება სხვადასხვა ფიზიკური საშუალებით, კალაპოტის გაფართოება და ა. შ.) შესაძლებელია მოსალოდნელი კატასტროფის თავიდან აცილება.

წყალმოვარდნა კი განსხვავდება წყალდიდობისაგან. იგი ორი სახისაა: ერთი, როცა გამოწვეულია თავსხმა წვიმების შედეგად და მეორე როდესაც ხდება მდინარის ხეობის გარკვეული მონაკვეთის გადაკეტვა და ჩახერგვა სხვადასხვა ფაქტორით, შემდეგ კი ამ დაგუბების გარღვევით. ორივე შემთხვევაში შედეგი უარყოფითია, რადგან წყლის დონის (პიკების) გავრცელება სწრაფად ხდება. ეგზოტექტონიკური ტბების წარმოშობა ყველა იმ შინაგან და გარეგან პროცესებთან, რომლებიც იწვევს მდინარის ხეობების ჩახერგვას და დაგუბებას. ესენია: ლავური ღვარებით, კლდეზვავებით, მეწყერებით, მყინვარებით, თოვლის ზვავებით, მდინარეული ნატანი და სხვა მოვლენების მოქმედებებით. საქართველოში, როგორც გეოლოგიურ წარსულში ხდებოდა გრანდიოზული ჩახერგვები, ასევე დღესაც მიმდინარეობს ეს პროცესები. ასეთ

გარღვევასთან დაკავშირებულ წყალმოვარდნებს „ნაზღვლევი წყალმოვარდნები“ ეწოდება. ისინი განსხვავდებიან წყალმოვარდნებისაგან და ღვარცოფებისაგან. პირველ შემთხვევაში მხოლოდ წყლის დონის უცარი მატება ფიქსირდება. ღვარცოფის დროს ხდება სამი ფაქტორის მოქმედება: კლიმატური, გეომორფოლოგიური და ჰიდროლოგიური. ფაქტობრივად ნაზღვლევი წყალმოვარდნის დროსაც მსგავსი პროცესებია, მხოლოდ განსხვავებულია ჩახერგვის მექანიზმი, რომელიც როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ სხვადასხვა ფაქტორით ხდება. ამასთან ღვარცოფული ნაკადისთვის დამახასიათებელია მეტი ნგრეული (ეროზიული) მასალა, ვიდრე ნაზღვლევი წყალმოვარდნისათვის, ასევე წყლის მასაც უფრო ნაკლებია ღვარცოფში, ვიდრე ნაზღვლევი წყალმოვარდნაში.

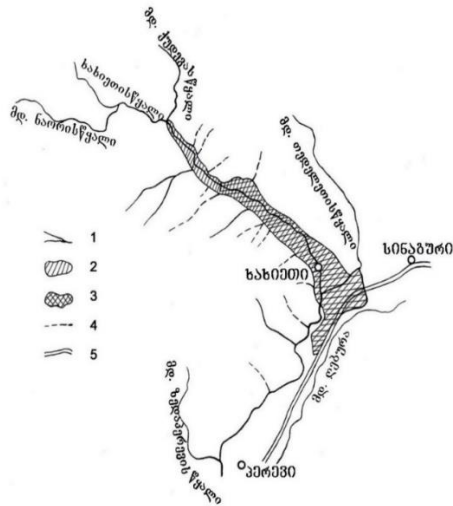
ეს განსხვავებები რა თქმა უნდა მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რადგან მართვის სისტემა ორივე შემთხვევაში სხვადასხვაა. წყალმოვარდნის მართვა დაკავშირებულია ევაკუაციასთან, რომელიც ხორციელდება პროცესის დაწყებისთანავე. ამასთანავე ხდება ყველა იმ ბუნებრივ-ფიზიკური მახასიათებლის განსაზღვრა რამაც წყალმოვარდნა გამოიწვია. რატომ უნდა აქ მთავარი როლი ატმოსფერულ ნალექებს ენიჭება. სამწუხაროდ მთიან რეგიონებში რელიეფის სირთულის გამო, ასეთი მოვლენების პრევენცია და სწრაფი რეაგირება ძნელად მიმდინარეობს.

ნაზღვლევი წყალმოვარდნის შემთხვევაშიც პირველი ფაქტორი ატმოსფერული ნალექებია, რომელიც იწვევს გარკვეულ გეომორფოლოგიურ ცვლილებებს. აქ იგულისხმება კლდეზვავების, მეწყერების, მყინვარების და ა.შ. ჩამოსვლა. მდინარის ხეობაში გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია ნატანი მასალა, რომელიც კეტავს მდინარის კალაპოტს. გადაკეტვის ინტენსივობა და ხანგრძლივობა კი დამოკიდებულია ჩახერგილი მასის მდგარდობაზე. მაგალითად: თოვლის ზვავების შედეგად ჩახერგილი მასა მალე ირღვევა, ხოლო კლდეზვავით ჩახერგილი შეიძლება არ გაირღვეს წლების განმავლობაში მასის მდგარდობის გამო. ამის მაგალითია რიწის ტბა, რომელიც მრავალი წლის წინ ჩახერგა კლდეზვავის შედეგად, როდესაც მდ. იუფშარა გადაიკეტა კლდეზვავით. სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე მეცნიერებმა გააკეთეს ანალიზი რომ მისი გაღვევის საშიშროება ფაქტობრივად არ არსებობს. იგივეს ვერ ვიტყვით მდ. ხახიეთისწყლის წარმოშობილ ტბაზე, რომელიც 1991 სურ.1 წლის მიწისძვრის დროს კლდეზვავის ჩახერგვის შედეგად ჩამოყალიბდა. კლდეზვავმა დამარხა სოფ. ხახიეთი და გადაკეტა მდ. ხახიეთისწყალი. [1,3,4].



სურ.1. ხახიეთის დაგუბებული ტბა (1991 წ.) (ფოტო ვ. ცომაია)

აღსანიშნავია, რომ ამ პერიოდში რაჭა-ლეჩხუმის რაიონში ამ ტიპის 35 ტბა წარმოიშვა. ხახიეთის დაგუბებული ტბის სიგრძე 1,56 კმ, სიგანე 100 მ (ბუნებრივ კაშხალთან), მაქსიმალური სიღმე 35 მ, მოცულობა კი 2.1 მლნ. მ<sup>3</sup> იყო. ნახ.1.



ნახ. 1. მდ. ხახიეთისწყლის კლდეზავით ჩახერგილი უბანი [1,6]. 1 -მდინარე, 2 - დაგუბებული წყლის უბანი, 3 - კლდეზავით ჩახერგილი უბანი, 4- მშრალი ხევი, 5- გზა.

კაშხლის გარღვევამდე ატმოსფერული ნალექების დიდი რაოდენობა მოვიდა, დილით 23 მმ, საღამოს კი - 29-30 მმ. ამის შედეგად კაშხლიდან დაიწყო წყლის გადმოსვლა, თუმცა საბოლოოდ ბუნებრივმა კაშხალმა ვერ გაუძლო წყლის ნაკადს და გაირღვა. მას მოჰყვა ნაზღვლევი წყალმოვარდნა. სწორედ გარღვევის ადგილას იყო ყველაზე დიდი წყალმოვარდნის პიკი, ამალღებულ ადგილებზე 10-15 მ სიმაღლის ტალღებით. წყალმოვარდნამ 15-17 წუთში მიაღწია სოფ. პერევამდე, სადაც წყლის ნაკადმა დაანგრია ხეობის მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ქარხნები და ხიდები, გაანადგურა სასოფლო სამურნეო სავარგულები, დაიღუპა ერთი ადამიანი სურ.2. [2,5,6]



სურ.2. ხახიეთის ტბის გარღვევასთან დაკავშირებული წყალმოვარდნის შედეგები მდინარის მარჯვენა ტერასაზე სოფ. პერევში (1991წ. 16/05) (ფოტო ვ. ცომაია)

ჩვეულებრივი წყალდიდობის მსგავსად წყლის განვლადობა ამ შემთხვევაშიც არ არის გაშლილი ხეობაში, მთიანი რელიეფის სირთულის გამო. ამიტომ ეს მოვლენა მთიან რაიონებში უარყოფითია, როგორც მოსახლეობის ასევე სასოფლო სამეურნეო ტერიტორიებისათვის. მსგავსი პროცესი მოხდა ხარაგაულის მუნიციპალიტეტში 1994 წელს, როდესაც ბაბის ხიდთან გადაიკეტა მდინარე ძირულა მეწყერით. ამ შემთხვევაში, წყალმა მეწყერული ჩახერგილი მასა ისე გადარეცხა, რომ არანაირი ზარალი არ გამოუწვევია. სურ. 3.





სურ.3. სოფ. ბაბის ხიდან 1994 წელს ჩამოსული მეწყრის კვალი და მდ. ძირულას გადარეცხილი უბანი.

წყალმოვარდნები ასევე დაკავშირებულია მცინვარების პულსირებასთან, რის შედეგადაც ხდებოდა და ხდება მდინარეთა ჩახერგვები. ამ შემთხვევაშიც გარღვევის და ნაზღვლევი წყალმოვარდნების ინტენსივობა სხვადასხვაა. მნიშვნელოვანია კლიმატური პირობები, კერძოდ: ატმოსფერული ნალექები. როდესაც ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა დიდია წყლის დონე მატულობს და გარღვევის ალბათობაც უფრო მეტად იზრდება და პირიქით, როცა ნალექების რაოდენობა მცირეა, ჩახერგილი მასის გარღვევის შესაძლებლობა მცირდება. უკანასკნელის დროს შესაძლებელია იმ სამუშაოების ჩატარება, რომელიც აღმოფხვრის მოსალოდნელ კატასტროფას. საქართველოში ეს შემთხვევა ყველაზე კარგად არის გამოხატული მცინვარ დევედორაკის მაგალითზე. აქ წლების განმავლობაში ხდებოდა ასეთი კატასტროფები. შედეგებიც მუდამ უარყოფითი იყო. ამჟამად ამ ტერიტორიაზე მუდმივად მიმდინარეობს მონიტორინგი, არის სამეთვალყურეო საგუშაოები და დაკვირვებები, რათა დროულად მოხდეს წყალმოვარდნის თავიდან აცილება მცინვარის მოქმედების შემთხვევაში. [1,3,2,5].

როგორც ზემოთ ავლინებთ, ნაზღვლევი წყალმოვარდნის წარმოშობა ფაქტობრივად დამოკიდებულია ჩახერგილ მასაზე, რომელიც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. განსაკუთრებული ადსანიშნავია მყარი ჩახერგილი მასის შემთხვევები. მაგალითად: ვულკანურ ლავურ ღვარებზე წარმოშობილი დაგუბებული ტბების გარღვევები ჯერ არ დაფიქსირებულა. მათ საუკუნოვანი ისტორია აქვთ და ამიტომ წყალმოვარდნისათვის საშიშ ობიექტებს არ წარმოადგენენ. ასეთი ტბები მრავლად არის სამცხე-ჯავახეთის ტერიტორიაზე. სასმსარის ქედის ტერიტორიაზე. მაგრამ მათგან გამოწვეული წყალმოვარდნები არ ყოფილა არასდროს. ისინი გამოირჩევიან მდგრადობით, ამ შემთხვევაში ატმოსფერული ნალექების როლი არაა დიდი.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ წყალმოვარდნების სიხშირე და სხვადასხვაობა საქართველოს მთიან რაიონებში განპირობებულია სწორედ ჩვენი ქვეყნის ფიზიკურ-გეოგრაფიული ხასიათით, მისი თავისებურებებით და გავრცელების ინტენსივობით. ეს კი გვადლევს საფუძველს ვიმსჯელოთ მოსალოდნელი კატასტროფების შესახებ, განვახორციელოთ თეორიული ანალიზი და პრაქტიკული მონიტორინგი, რათა თავის დროზე იქნას დაფიქსირებული მოსალოდნელი წყალმოვარდნები, როგორც უცაბედად წარმოშობილი ასევე ნაზღვლევი; შევძლოთ საშიში რაიონების განსაზღვრა და გარკვეული კარტირება როგორც ადმინისტრაციული რეგიონების მიხედვით, აგრეთვე მთიან რაიონებში ლოკალურად. გამოყოფილ უნდა იქნას ნაკლებად საშიში და მაღალი რისკის ტერიტორიები და მოხდეს მათი ანალიზი, პარამეტრების განსაზღვრა და შედეგების დაფიქსირება ორივე სახის წყალმოვარდნის შემთხვევაში. აუცილებელი თანამედროვე ტექნიკის ჩართულობით კატასტროფის აცილების გზებისთვის და ა.შ.

ლიტერატურა - References – Литература

1. გორგიჯანიძე ს. მდინარის ხეობების, კლდეზვავებით, მეწყერებითა და მყინვარული გამონატანით ჩახერგვასთან დაკავშირებული დაგუბებული ტბების კატალოგი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბ., 1998., გვ. 27.
2. სვანიძე გ. ცომაია ვ. საქართველოს მყინვარების მოწყვლადების შეფასება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების მიმართ. გარემოს კლიმატის ცვლილებების ჩარჩო კონვენციის ეროვნული ბიულეტენი. №8., თბ., 1999., გვ. 57-65.
3. ცომაია ვ., ფოთოლაშვილი ვ. საქართველოს წყლის ობიექტების განახლებული კატალოგისა და მეცნიერული გამოყენებითი ჰიდროლოგიული ცნობარის შედგენა კლიმატური და ანთროპოგენური ფაქტორების ცვალებადობის გათვალისწინებით (ტბები). საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო ფონდი. თბ., 1995., გვ. 58.
4. ცომაია ვ. მთიან რეგიონებში თოვლდაგროვების კანონზომიერებათა გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური საფუძვლები (საქართველოს მაგალითზე). თბ., 1995. (სადოქტორო დისერტაცია). გვ. 48.
5. ცომაია ვ. ცინცაძე თ. გორგიჯანიძე ს. ნაზღვევი წყალმოვარდნები საქართველოში და მათი საშიშროების თავიდან აცილების რეკომენდაციები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. თბ., 2003., გვ.185.
6. ცომაია ვ. გორგიჯანიძე ს. მდ. ჩხერიმელას ხეობების კლდეზვავებისა და მეწყერების ჩახერგვის შედეგად დაგუბებული ტბები, მათ გარღვევასთან დაკავშირებული ნაზღვევი წყალმოვარდნების გაანგარიშება-პროგნოზი და რეკომენდაციები საშიშროების თავიდან აცილების მიზნით. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბ., 2004., გვ. 25.

**უაკ 627. 14. 215. 1**

**მთის მდინარეების წყალმოვარდნების გეოგრაფიის მოკლე ანალიზი საქართველოში/ს.გორგიჯანიძე/ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2022- - ტ.132. -გვ.14-18. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.**

სტატიაში მოცემულია წყალმოვარდნების სხვადასხვაობა, თავისებურებები და მათი ხასიათი, სად არის გავრცელებული და როგორი მოქმედება ახასიათებთ მათ საქართველოში. ასევე მოცემულია წყალმოვარდნების გავრცელების მექანიზმები, ჩახერგილი მასის სპეციფიკა, კლიმატური პირობების გავლენა, წყალმოვარდნების შემთხვევაში კი მათი თავიდან აცილების გზები.

**UDK 627. 14. 215. 1**

**THE BRIEF ANALYSIS of GEOGRAPHY of MOUNTAIN RIVER FLOODING in GEORGIA /S.Gorgijanidze/ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2022. – vol.132. – pp14-18. -Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.**

Summary The flash flooding difference, peculiarities and nature, their distribution areas and impact type is given in presented article. Also the flash flooding propagation mechanism, the specifics of the trapped mass, influence of climatic conditions and the prevention measures in case of flooding are given.

**УДК 627. 14. 215. 1**

**КРАТКИЙ АНАЛИЗ ГЕОГРАФИИ ПАВОДКОВ ГОРНЫХ РЕК В ГРУЗИИ./С.Н.Горгиджанидзе/ /Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ –2022. том 132 - с.14-18. - Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье приведены различия, особенности и характер наводнений, где распространены и какими действиями характеризуются в Грузии. Также приводятся механизмы распространения паводков, специфика завальных масс, влияние климатических условий и в случае наводнений способы их предотвращения.**

**უკ 551.50.501.7**

**ლიახვისა და არაგვის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე**

**ლ. შენგელია\*, გ. კორძაია\*, გ. თვაური\*\*, მ. მაძამია\*\*\***

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

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

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

**I. შესავალი**

მსოფლიოში სულ უფრო მზარდი ყურადღება ექცევა ოკეანეების, კრიოსფეროსა და მყინვარების მდგომარეობას ცვლადი კლიმატის პირობებში [1]. ეს ყურადღება განპირობებულია იმ ნეგატიური შედეგებით, რაც მოსდევს წყლის ბალანსის ცვლილებას, ოკეანეების/ხევების დონის მატებას და სხვა. საქართველოს მყინვარების კვლევებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მყინვარული აუზების მყინვარების დეგრადაციის შესწავლას, რომელიც განპირობებულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზემოქმედებით. ეს გამოწვეულია კავკასიონის ქედზე ტემპერატურის მატებით და ნალექების შემცირებით [2,3]. საინტერესოა არა მხოლოდ მყინვარული აუზების მყინვარების ფართობისა და რიცხვის ცვლილება რაც განხილულია ავტორთა ადრინდელ ნამუშევრებში [4–6] არამედ მყინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლა. ეს შესაძლებელია განხორციელდეს მყინვარების მდგომარეობის ამსახველი წარსული მონაცემების ამჟამინდელ მონაცემებთან შედარების გზით. ამ შესწავლამ უნდა გამოაჩინოს კლიმატის ცვლილების აქსელერაციის შედეგები მყინვარული აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკაზე და ის სავარაუდო ნეგატიური შედეგები, რაც მოსალოდნელია არც თუ შორეულ მომავალში.

**II. კვლევის მიზნები. ტექნოლოგიურ-მეთოდოლოგიური მიდგომები**

დიდი მოცულობის გლაციოლოგიური სამუშაოები ჩატარდა დაწყებული 1860 წლიდან ყოფილი რუსეთის იმპერიაში, ხოლო შემდგომ საბჭოთა კავშირში მის დაშლამდე (1991წ.) ძირითადად მიწისპირა დაკვირვებებით. 1966 - 1977 წწ. გამოიცა საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგი (შემდგომი კატალოგი). საქართველოს მყინვარებზე საუკუნოვანი დაკვირვების/კვლევის შედეგები [7–11] შეჯამდა და განთავსდა კატალოგის სხვადასხვა გამოცემაში [12–15]. ამ კატალოგის მნიშვნელობიდან გამომდინარე მისი ძირითადი შედეგები შეტანილია მყინვარების მსოფლიო ინვენტარიზაციაში უფრო დახვეწილი სახით [16].

ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევებში მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის ამსახველი მახასიათებლები განისაზღვრა ბოლო წლების ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით, კერძოდ თანამგზავრული მონაცემების გამოყენებით. შესაბამისი მეთოდოლოგიური მიდგომები დამუშავდა ავტორების მიერ საუკეთესო პრაქტიკების და ავტორების მიერ განვითარებული მიგნებების საფუძველზე, კერძოდ ამისათვის თანამგზავრული ინფორმაციის გარდა გამოიყენება ისტორიული მონაცემები და საექსპერტო ცოდნა [17,18]. ამ კომპლექსური მიდგომის საფუძველზე განისაზღვრა მყინვარული აუზების მყინვართა მახასიათებლები პირობითად საშუალოდ (2015 წწ.) [19,20] და საბოლოო (2020 წწ.) დროით მომენტებში. საწყის მონაცემებს წარმოადგენს კატალოგში არსებული მყინვარების მახასიათებლები. ამგვარად მყინვარული აუზებში შემავალი მყინვარების დინამიკის წარმოსადგენად გამოყენებულია სამი დროითი მომენტი.

**III მიღებული შედეგები და მათი ანალიზი**

როგორც აღინიშნა, აღმოსავლეთ საქართველოს ყველა მყინვარული აუზის მყინვარებისათვის საშუალოდ მდგომარეობა განსაზღვრულია, რის საფუძველზეც შეფასებულია ამ მყინვარული აუზებისათვის კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება დაახლოებით 50 წლის განმავლობაში [19,20].

წინამდებარე ნაშრომში ჩატარებულია აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული 6 მყინვარული აუზიდან (იხ. ცხრ.1), ლიახვისა და არაგვის მყინვარული აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკის კვლევა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზეგავლენით. პირიქითი ალაზნის აუზის მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა შესწავლილია და შედეგები წარმოდგენილია [21], ხოლო დარჩენილი მყინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის კვლევა უახლოესი მომავლის საკითხია.

ლიახვისა და არაგვის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლისათვის საწყისი მონაცემები (კატალოგი) მყინვარების რაოდენობისა და ფართობების შესახებ დარდება იმავე მონაცემებს

დაახლოებით 50 წლის შემდგომ, ხოლო შემდგომ შედარება ტარდება 2020 წლის თანამგზავრულ მონაცემებთან.

მცინვარების თანამგზავრული მონაცემები მიღებულია თანამგზავრ LANDSAT 8-ის 2014 წლის 28 აგვისტოს და 2020 წლის 13 სექტემბერის თანამგზავრული სურათების საფუძველზე. პირობითად, ამ მონაცემებს შესაბამისად ვუწოდოთ თდზ 1 და თდზ 2.

უნდა აღინიშნოს, რომ კატალოგში არაა აღრიცხული ყველა მცირე მცინვარი, ზოგჯერ ზუსტი არაა მცინვარების ფართობების მონაცემები, რაც დაზუსტებას მოითხოვს და ჩვენს მიერ არის განხორციელებული გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით [22].

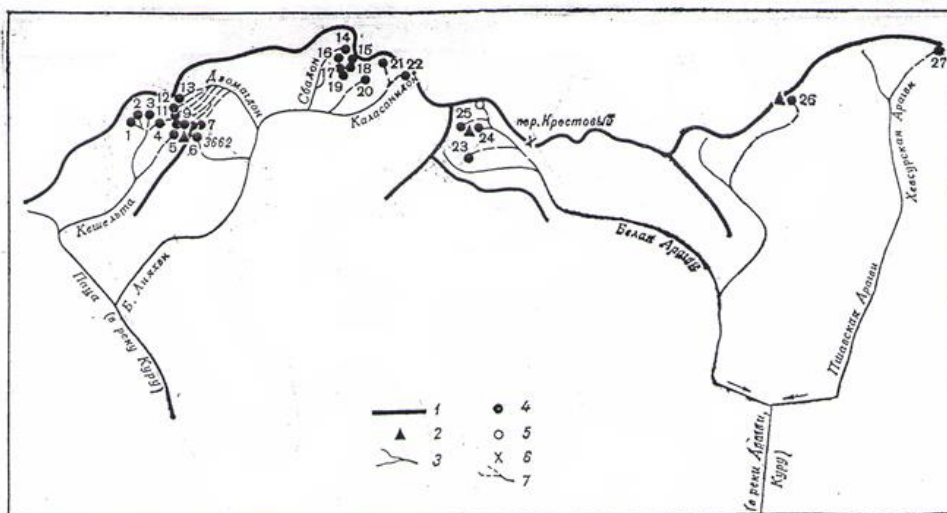
**ცხრილი 1. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების განაწილება მცინვარული აუზების მიხედვით კატალოგის და თდზ1-ის მიხედვით**

№	მცინვარული აუზი	მცინვარის №	მცინვარების რაოდენობა			მცინვარების ფართობი, კმ <sup>2</sup>		
			კატალოგი	თდზ 1	Δ	კატალოგი	თდზ 1	Δ
1	ლიახვი	1-22 [13]	22	4	18	6.6	1.6	5
2	არაგვი	23-27 [13]	5	1	4	1.6	0.3	1.3
3	თერგი	44-111 [14]	68	36	32	67.5	40.4	27.1
4	ასა	1-3 [15]	3	3	0	1.4	1	0.4
5	არლუნი	10-15 [14]	6	1	5	1.1	0.1	1
6	პირიქითი ალაზანი	6-19 [15] 20-33 [14]	28	16	12	8.8	3.3	5.5
<b>სულ</b>			<b>132</b>	<b>61</b>	<b>71</b>	<b>87</b>	<b>46.7</b>	<b>40.3</b>

თანამგზავრულ სურათებზე მდინარეთა აუზების მიხედვით მცინვარული აუზებში არსებული მცინვარების იდენტიფიცირებისათვის გამოყენებულია კატალოგში არსებული მცინვარული აუზების სქემები.

1-ლ სურათზე მოყვანილია ლიახვისა და არაგვის მცინვარული აუზების სქემა კატალოგიდან [13], სადაც №1-22 მცინვარები ეკუთვნის ლიახვის აუზს, ხოლო №23-27 – არაგვის აუზს. პირობითი აღნიშვნები განმარტებულია სურათის წარწერებზე. ფართობის მიხედვით მცინვარები იყოფა სამ გრადაციად: მცირე მცინვარები (0,1-დან 0,5 კმ<sup>2</sup>-მდე), საშუალო მცინვარები (0,5-დან 2,0 კმ<sup>2</sup>-მდე), და დიდი მცინვარები (2.0 კმ<sup>2</sup> და მეტი). 0.1 კმ<sup>2</sup>-ზე ნაკლები ფართობის ყინულოვანი წარმონაქმნი განიხილება, როგორც თოვლნარი.

საშუალო და საბოლოო თანამგზავრულ სურათებზე ამ მცინვარული აუზების მცინვარების იდენტიფიკაცია ჩატარდა მოყვანილი სქემის გამოყენებით. განისაზღვრა თითოეული მცინვარის ფართობი და ფართობის მიხედვით გრადაცია. ამავდროულად დადგინდა იდენტიფიცირებული მცინვარებიდან ის შემთხვევებიც, როდესაც მცინვარი ან სრულად გადნა ან იქცა თოვლნარად.



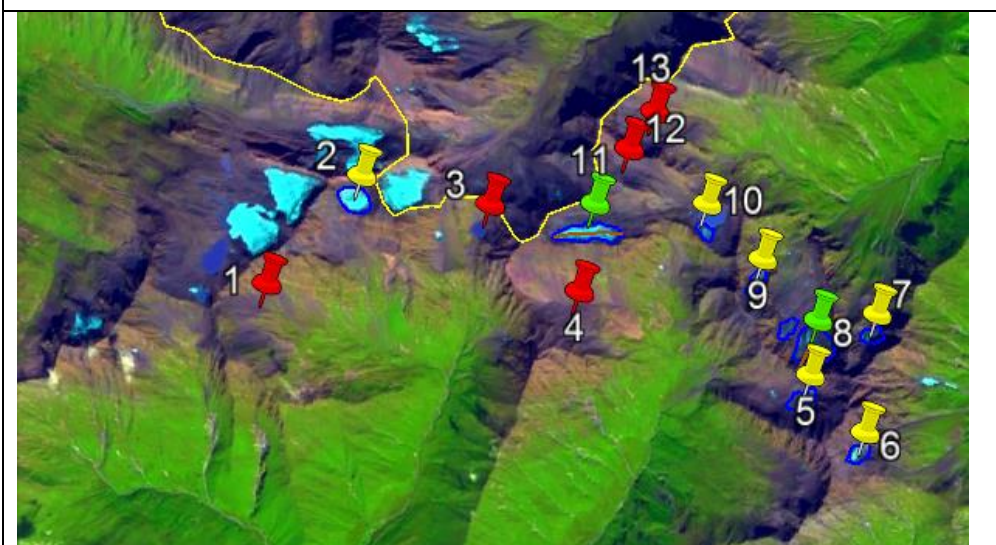
სურ. 1. მტკვრის მარცხენა შენაკადების აუზების მცინვარები. 1 – წყალგამყოფები, 2 – მწვერვალი, 3 – მდინარე, 4 – მცინვარი თავისი ნომრით, 5 – 0,1 კმ<sup>2</sup>-ზე ნაკლები ფართობის მქონე მცინვარი, 6 – უღელტეხილები, 7 – წყლის დინებები, რომლებსაც არა აქვს მუდმივი ნაკადი

თანამგზავრულ სურათებზე (სურ. 2 ა,ბ,გ,დ) მოყვანილი ქინძისთავების შეფერილობა შემდგომი ინფორმაციის მატარებელია: მწვანე ფერით აღნიშნულია შესაბამისი პერიოდისათვის არსებული მყინვარი (ცხრილებში ნაცრისფერი ფერით აღნიშნულია საშუალო მყინვარი), შესაბამისად, ყვითელი ფერით აღნიშნულია თოვლნარად ქცეული მყინვარი, ხოლო წითელი ფერის ქინძისთავით მონიშნულია ადგილი, სადაც ადრე არსებობდა მყინვარი (პირობითად გამჭრალი მყინვარი).

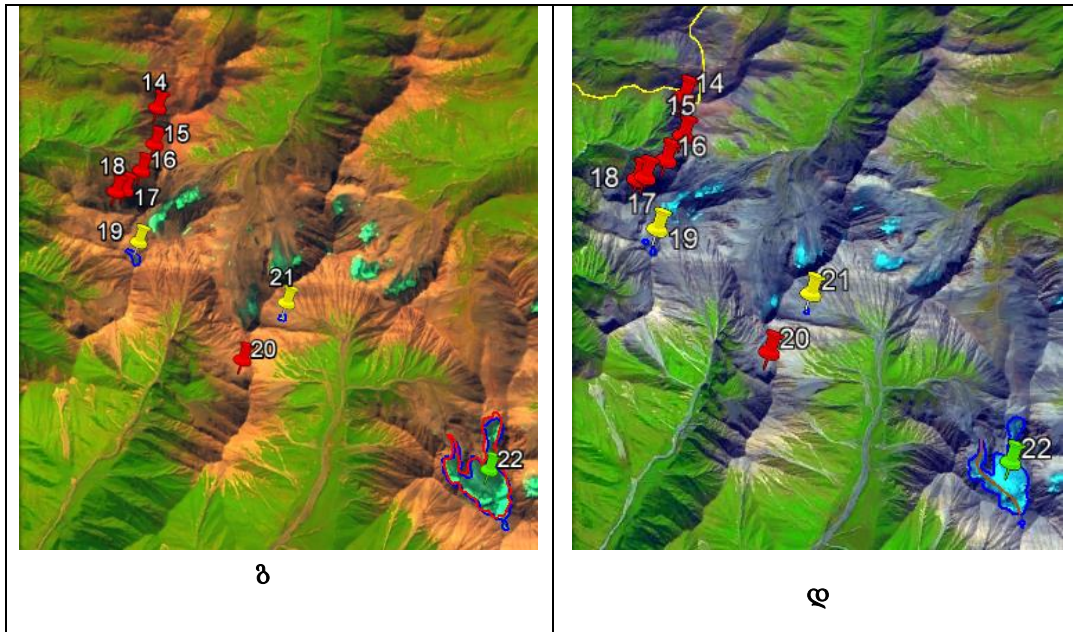
თანამგზავრული სურათ 2-ის ა და ბ ნაწილებზეზე წარმოდგენილია მდ. ლიახვის შენაკადების ქეშელთასა და დომაგდონის ხეობის მყინვარების - №1-13 საშუალო და საბოლოო მდგომარეობები, ხოლო გ და დ ნაწილებზე – მდ. ლიახვის შენაკადების სბადონისა და კალასანიდონის ხეობის მყინვარების №14-22 საშუალო და საბოლოო მდგომარეობები. ეს სურათები ნათელ წარმოდგენას ქმნის მდ. ლიახვის აუზის მყინვარების დეგრადაციაზე. თანამგზავრული სურათების საფუძველზე განსაზღვრულია ამ მყინვარების კონტურები და ფართობები. მე-2 და მე-3 ცხრილებში მოყვანილია შესაბამისი ინფორმაცია კატალოგის, (თდზ 1-ის და თდზ 2-ის შესახებ. ფერების მიხედვით აღნიშვნები ძალაშია ანუ ნაცრისფერი ფერი აღნიშნავს საშუალო მყინვარს, მწვანე ფერი შესაბამისად - მცირე მყინვარს, ყვითელი ფერით აღნიშნულია მყინვარიდან წარმოქმნილი თოვლნარი, ხოლო წითელი ფერი აღნიშნავს მთლიანად გამდნარ მყინვარს.



ა



ბ



სურ. 2. მდ. ლიახვის აუზის მცინვარების დეგრადაციის ამსახველი სურათები. ქემელთასა და დომაგდონის ხეობაში მდებარე №1-13 მცინვარების და სბადონისა და კალასანიდონის ხეობაში მდებარე №14-22 მცინვარების ვიზუალიზაცია და კონტურები. ინფორმაცია განსაზღვრული LANDSAT 8-ის 2014 წლის 28 აგვისტოს (თდზ 1 (ა და გ)) და 2020 წლის 13 სექტემბერის (თდზ 2 (ბ და დ)) თანამგზავრული სურათების საფუძველზე

ცხრილი 2. მდ. ლიახვის აუზის მცინვარების საიდენტიფიკაციო კოდები, ფართობების მნიშვნელობები კატალოგის (სვეტი 5), თდზ 1-ის (სვეტი 6), და თდზ 2-ის (სვეტი 7) მიხედვით

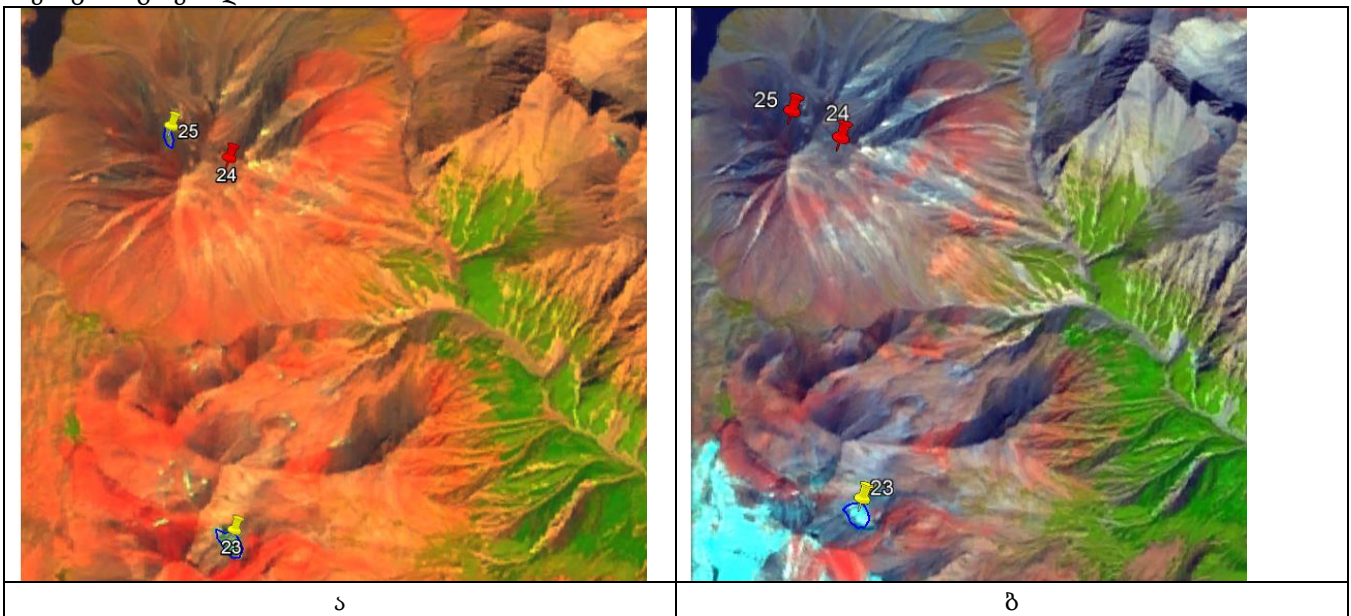
№	№ კატალოგის სქემის მიხედვით	კატალოგის მიხედვით მცინვარის სახელწოდება და/ან №	ID WGI- ის მიხედვით	ფართობი (კმ <sup>2</sup> )		
				კატალოგის მიხედვით	თდზ 1-ის მიხედვით	თდზ 2-ის მიხედვით
1	1	386a	SU5V09107001	0.1	0.00	0.00
2	2	386	SU5V09107002	0.2	0.09	0.07
3	3	387	SU5V09107003	0.3	0.00	0.00
4	4	4	SU5V09107004	0.1	0.00	0.00
5	5	5	SU5V09107005	0.4	0.08	0.04
6	6	6	SU5V09107006	0.2	0.1	0.04
7	7	393	SU5V09107007	0.2	0.05	0.04
8	8	391	SU5V09107008	0.7	0.26	0.17
9	9	392	SU5V09107009	0.1	0.05	0.04
10	10	388a	SU5V09107010	0.4	0.07	0.03
11	11	388	SU5V09107011	0.5	0.17	0.11
12	12	389	SU5V09107012	0.1	0.00	0.00
13	13	390	SU5V09107013	0.1	0.00	0.00
14	14	395a	SU5V09107014	0.1	0.00	0.00
15	15	395b	SU5V09107015	0.3	0.00	0.00
16	16	395c	SU5V09107016	0.1	0.00	0.00
17	17	395d	SU5V09107017	0.1	0.00	0.00
18	18	395e	SU5V09107018	0.1	0.00	0.00
19	19	395	SU5V09107019	0.3	0.04	0.01
20	20	20	SU5V09107020	0.1	0.00	0.00
21	21	21	SU5V09107021	0.3	0.01	0.00
22	22	396	SU5V09107022	1.8	1.03	0.9

ცხრილიდან ჩანს, მდ. ლიახვის აუზში კატალოგის მიხედვით (სვეტი 5) სულ 22 მცირე მდინარეა, მათ რიცხვში ორი საშუალო ზომის (№8 და №22) და 20 მცირე მცირე. 50 წლის შემდეგ თდზ 1 (სვეტი 6) მონაცემებით ერთი საშუალო მცირე (№8) მცირე მცირეად დეგრადირდა, ხოლო 20 მცირე მცირეადან დარჩა 3 (№6, №8, №11) ანუ მცირე მცირეების რიცხვი შემცირდა 85%-ით. რაც შეეხება ფართობს იგი 6.6 - დან შემცირდა 1.6 კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 75.8%-ით. თდზ 2 -ის მიხედვით (სვეტი 7) სულ დარჩენილია 2 მცირე მცირე (№8, №11) და ერთი საშუალო მცირე (№22). მათი ფართობი პირველ პერიოდთან შედარებით 1.6 -დან შემცირდა 1.2 კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 25%-ით, ხოლო საწყის (კატალოგის) მონაცემებთან შედარებით შემცირდა 81.8%-ით.

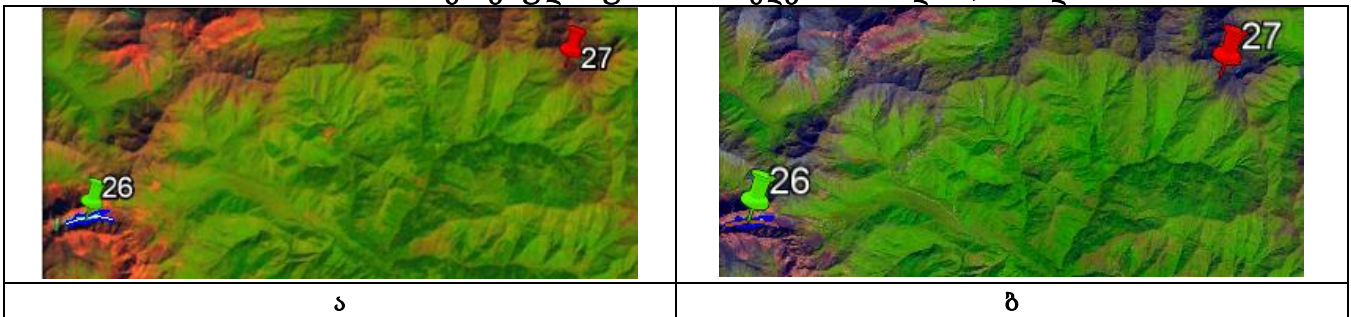
მოყვანილი მონაცემები ნათლად მეტყველებს, რომ ლიახვის აუზის მცირეების დეგრადაცია უფრო ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში. მეტიც, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თუ შენარჩუნდა კლიმატის ცვლილების სიჩქარე მოსალოდნელია, რომ უახლოეს წლებში მდ. ლიახვის მცირეული აუზი მთლიანად გადნება.

ანალოგიურად იმისა, როგორც ჩატარდა მდ. ლიახვის მცირეული აუზში მცირეების დეგრადაციის დინამიკის კვლევა იგივე თანმიმდევრობით შევისწავლეთ მდ. არაგვის მცირეული აუზების მცირეების მდგომარეობა.

მდ. არაგვის აუზის მცირე წარმოდგენილია სურ. 3 და სურ. 4-ზე. მე-3 სურათზე წარმოდგენილია №23-26 მცირეები, რომლებიც მდებარეობენ მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადის, თეთრი არაგვის აუზში, ხოლო მე-4 სურათზე მტკვრის მარცხენა შენაკადის, ხევსურეთის არაგვის მარჯვენა შენაკადის აბუდელაურის ხეობაში მდებარე №26 აბუდელაურის და №27 მცირეების თანამგზავრული სურათი. №27 მცირეი გამქრალია.



სურ. 3. მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადის, თეთრი არაგვის აუზში მდებარე მცირეები №23-26 მცირეების ვიზუალიზაცია და კონტურები განსაზღვრული Landsat-ის თანამგზავრული სურათის მიხედვით: ა – თდზ 1; ბ – თდზ 2



სურ. 4. მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადის, ხევსურეთის არაგვის მარჯვენა შენაკადის აბუდელაურის ხეობაში მდებარე №26 აბუდელაურის და №27 მცირეების ვიზუალიზაცია და კონტურები განსაზღვრული Landsat-ის თანამგზავრული სურათის მიხედვით: ა – თდზ 1; ბ – თდზ 2

მე-3 ცხრილში მოყვანილია მდ. არაგვის აუზის მცინვარების საიდენტიფიკაციო კოდები და ფართობების მნიშვნელობები კატალოგის, თდზ 1-ის და თდზ 2-ის მიხედვით.

**ცხრილი 3. მდ. არაგვის აუზის მცინვარების საიდენტიფიკაციო კოდები, ფართობების მნიშვნელობები კატალოგის (სვეტი 5), თდზ 1-ის (სვეტი 6), და თდზ 2-ის (სვეტი 7) მიხედვით**

№	№ კატალოგის სქემის მიხედვით	კატალოგის მიხედვით მცინვარის სახელწოდება და/ან №	ID WGI- ის მიხედვით	ფართობი (კმ <sup>2</sup> )		
				კატალოგის მიხედვით	თდზ 1-ის მიხედვით	თდზ 2-ის მიხედვით
1	2	3	4	5	6	7
1	23	23	SU5V09107023	0.1	0.024	0.024
2	24	397	SU5V09107024	0.3	0.00	0.00
3	25	25	SU5V09107025	0.2	0.007	0.007
4	26	აბუდელაური, 399	SU5V09107026	0.8	0.34	0.34
5	27	27	SU5V09107027	0.2	0.00	0.00

მდ. არაგვის აუზში კატალოგის მიხედვით სულ 5 მცინვარია. მათ რიცხვში ერთი საშუალო ზომის (აბუდელაური) და 4 მცირე მცინვარია. 50 წლის შემდეგ საშუალო მცინვარი მცირე მცინვარად დეგრადირდა, ხოლო 4 მცირე მცინვარიდან დარჩა 1, ანუ მცირე მცინვარების რაოდენობა შემცირდა 75%-ით. რაც შეეხება ფართობს იგი 1.6-დან შემცირდა 0.34 კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 78.8%-ით. 2020 წლის თანამგზავრული სურათის მიხედვით სულ დარჩენილია 1 მცირე მცინვარი, რომლის ფართობიც წინა მონაცემთან შედარებით მხოლოდ 0.04 კმ<sup>2</sup>-ით შემცირდა.

ზოგადად მდ. არაგვის აუზში ორივე პერიოდის განმავლობაში მცინვარების ფართობი შემცირდა 1.6-დან 0.3 კმ<sup>2</sup>-მდე, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცინვარების ფართობი შემცირდა 81.25%-ით. მოყვანილი მონაცემები ნათლად მეტყველებს, რომ მდ. არაგვის მცინვარულ აუზის მცინვარებზე კლიმატის მიმდინარე ცვლილება ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს და შედეგები აქ კიდევ უარესია ვიდრე ეს ლიახვის ხეობაში იყო. აქაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თუ შენარჩუნდა კლიმატის ცვლილების არსებული სიჩქარე მოსალოდნელია, რომ მდ. არაგვის მცინვარული აუზი კიდევ უფრო სწრაფად გაქრეს.

#### IV დასკვნა

ნაშრომში შესწავლილია აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა – ლიახვისა და არაგვის აუზების მცინვარების დეგრადაციის დინამიკა. ამისათვის ამ მცინვარული აუზების მონაცემები ამოკრებილია კატალოგიდან (საწყისი მონაცემები) და შედარებულია თანამგზავრული ინფორმაციის საფუძველზე განსაზღვრულ ამ მცინვარების მდგომარეობას დაახლოებით 50 წლის შემდგომ (საშუალებო მონაცემები) და 2020 წლის მდგომარეობასთან (საბოლოო მონაცემები). მცინვარულ აუზებში მცინვარების იდენტიფიკაცია ჩატარებულია კატალოგში არსებული სქემის მიხედვით, ხოლო მცინვარების ფართობების შესახებ კატალოგში არსებული უზუსტობები გასწორებულია გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით.

საშუალებო და საბოლოო თანამგზავრული სურათების მიხედვით განსაზღვრულია მცინვარების კონტურები, რაც საბოლოოდ აისახა ამ მცინვარების ფართობების რიცხვით მნიშვნელობებში.

ამ მდგომარეობების შედარებამ და ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მცინვარების დეგრადაცია უფრო ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში. ეს აიხსნება ორი ფაქტორით: პირველი, რომ კლიმატის ცვლილებას არაწრფივი ხასიათი აქვს და მეორეს მხრივ კლიმატის ზემოქმედება უფრო მცირე ზომის მცინვარებზე უფრო ინტენსიურია.

მიღებული მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი მიუთითებს, რომ თუ შენარჩუნდა კლიმატის ცვლილების სიჩქარე მოსალოდნელია, რომ უახლოეს წლებში მდ. ლიახვის და არაგვის მცინვარული აუზი მთლიანად გადნება.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. IPCC (2018). A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Edited by Melinda Tignor, Elvira Poloczanska, Katja Mintenbeck, Andrés Alegre, Maïke Nicolai, Andrew Okem, Jan Petzold, Bardhyl Rama, Nora M. Weyer. Working Group II Technical Report. IPCC, Geneva, Switzerland.755 p.



- =====
2. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. თბილისი, 2015, თავი 4.1, გვ. 122 –133.
  3. საქართველოს მეოთხე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების შესახებ გაეროს ჩარჩო კონვენციისადმი. თბილისი, 2020, თავი 4.4, გვ 310–319.
  4. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Climate Change Impact on the Glaciers of the Rioni River Basin (Georgia). Acta Horticulturae et Regiotecturae – Special Issue Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2021, pp. 27–30. DOI: 10.2478/ahr-2021-0006
  5. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Current Climate Change Impact on the Mtkvari (Kura) River Basin Glaciers Degradation, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. Vol. 14, №1, pp. 56-63. ISSN – 0132 – 1447
  6. გ. კორძახია, ლ. შენგელია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მოქმედება მდ. თერგის აუზის მყინვარების დეგრადაციაზე. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, საქ., თბ., №2 (734), 2020, გვ. 9–15. ISSN 0130-7061 Index 76127
  7. Хатисян Г. С. Краткий очерк действий двух комиссий для исследования Казбекских ледников в 1862 и 1863 гг. Зап. КОРГО, 1864, кн. 6, № 2, с. 220–230.
  8. Статковский Б. И. Краткая записка о действиях в 1865 г. экспедиции для исследования причин происхождения периодического Казбекского завала. Зап. КОРГО, 1866, кн.7, вып.1, с.1–28.
  9. Абих Г. В. Исследование настоящих и древних ледников Кавказа ; Отдел 1) Описание ныне существующего Девдоракского ледника и следов действия прежних ледников в долине Терека ; Отдел 2) О следах действия прежних ледников в долинах рек Ассы, Нари-дона и Шасни / Г. Абих ; Пер. Ф. фон-Кошкул.-Тифлис: 1870. 42 с.
  10. Маруашвили Л. И. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на кавказе//Тбилиси, изд. Ан ГССР, 1956, 124 с.
  11. Цомая В. Ш., Дробышев О. А. Результаты гляциологических наблюдений на ледниках Кавказа//Труды ЗаКНИГМИ, вып. 45 (51), 1970, с. 141–146.
  12. Маруашвили Л. И., Курдгелაидзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В. Каталог Ледников СССР. Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеиздат, 1975. - 86 с.
  13. Цомая В.Ш. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеиздат, 1975. - 95 с.
  14. Цомая В.Ш., Дробышев О.А. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 71 с.
  15. Панов В.Д., Боровик Э.С. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 51 с.
  16. WGMS and NSIDC World glacier inventory. Compiled and made available by the World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, and the National Snow and Ice Data Center, Boulder CO, USA. Digital media. 1989, updated 2012.
  17. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბ., 2015, №2 (719), გვ. 9-18.
  18. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Satellite Earth Observations Processing to Determine Main Characteristics of Small Glaciers of East Georgia. The 4th International Geography Symposium Book of Proceedings, 23-26 May, 2016, Kemer-Antalya, Turkey. ISBN 978-605-66576-1-04. Turkey, Kemer-Antalya, 2016, pp. 505-514.
  19. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. ISSN – 0132 – 1447. Georgia, Tb., 2016, Vol. 10, №4, pp. 56-63.
  20. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Research of Glaciers Variation Dynamics in East Georgia Under the Impact of Modern Climate Change. Proceedings of the Fourth Plenary Conference and Field Trips of UNESCO–IUGS–IGCP 610 project „From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human

Response during the Quaternary“ (2013-2017), 2-9 October, 2016. ISSN 978-9941-0-9178-0. Georgian National Academy of Sciences, Georgia, Tb., 2016, pp. 96-100.

21. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. პირიქითი ალაზნის აუზის მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე. „ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, საქ., თბ., 2021, ტ. 131, გვ. 24-31. ISSN 1512-0902,
22. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგში მოცემული საქართველოს მყინვარების ფართობის მონაცემების კორექტირება. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბ., 2020, №2 (731), გვ. 9-26.

უაკ 551.50.501.7

**ლიახვისა და არაგვის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე** / შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ. /სტუ-ის -ჰმი--ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2022, - ტ.132, -გვ.19-27. -ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა – ლიახვისა და არაგვის მყინვარული აუზებისათვის შესწავლილია მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა. თანამგზავრულ სურათებზე გამოსახული მყინვარების იდენტიფიკაცია ჩატარებულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის კატალოგში არსებული სქემის მიხედვით, ხოლო მყინვარების ფართობის მონაცემებში არსებული უზუსტობები გასწორებულია გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით. საშუალო და საბოლოო თანამგზავრული სურათების მიხედვით ჯერ განსაზღვრულია მყინვარების მდებარეობები და მათი კონტურები, რაც საბოლოოდ აისახა ამ მყინვარების ფართობების რიცხვით მნიშვნელობებში. მყინვარული აუზების მყინვარების შესახებ საწყისი მონაცემები ამოკრებილია კატალოგიდან და შედარებულია თანამგზავრული ინფორმაციის საფუძველზე განსაზღვრულ ამ მყინვარების მდგომარეობას დაახლოებით 50 წლის შემდგომ (საშუალოდ მონაცემები) და 2020 წლის მდგომარეობასთან (საბოლოო მონაცემები). ამ მდგომარეობების შედარებამ და ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მყინვარების დეგრადაცია უფრო ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში. ეს აიხსნება ორი ფაქტორით: პირველი - კლიმატის ცვლილებას არაწრფივი ხასიათი აქვს და მეორეს მხრივ კლიმატის ზემოქმედება მცირე მყინვარებზე უფრო ინტენსიურია.

UDC 551.50.501.7

**Dynamics of Degradation of Glaciers in Liakhvi and Aragvi Basins Against the Background of Current Climate Change** / Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Dzadzamia M. / Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2022. – vol.132. – pp.19-27 -Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

The glaciers degradation dynamics of the glaciation basins of the rivers of Eastern Georgia - Liakhvi and Aragvi are studied. Identification of these glaciers on the satellite images are performed Glaciers according to the catalogue schemes of the former Soviet Union, while inaccuracies of glacier areas in the catalogue have been corrected using topographic maps from the 1960s. The contours of the glaciers are defined according to the intermediate and final satellite images, which are ultimately reflected in the numerical values of the areas of these glaciers. The initial data on glacier basins is collected from the catalogue and compared with the state of these glaciers determined based on satellite information after about 50 years (medium data) and the state of 2020 (final data). Comparison of these conditions and the analysis conducted showed that the degradation of glaciers is more intense in the second period than in the first. This can be explained by two factors: first, that climate change is non-linear, and second, that climate impacts on smaller glaciers are more intense.

УДК 551.50.501.7

**Динамика деградации ледников бассейнов реки Пирикити Алазани на фоне современного изменения климата** / Шенгелия Л., Кордзахия Г., Тваური Г., Дзадзамия М. / Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2022. вып. - с.19-27.- Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус.

Изучена динамика деградации ледников бассейнов рек Восточной Грузии Лиахви и Арагви. Ледники в ледниковых бассейнах идентифицированы по схеме каталога бывшего Советского Союза, а неточности площадей ледников, были исправлены с использованием топографических карт 1960-х годов. Контуры ледников определяются по промежуточным и окончательным спутниковым снимкам, которые в конечном

=====

итоге отражаются в численных значениях площадей этих ледников. Исходные данные о ледниках собираются из каталога и сравниваются с состоянием этих ледников, определенным на основе спутниковой информации примерно через 50 лет (промежуточные данные) и состоянием на 2020 год (окончательные данные). Сравнение этих состояний и проведенный анализ показали, что деградация ледников во втором периоде более интенсивна, чем в первом. Это объясняется двумя факторами: во-первых, изменение климата носит нелинейный характер, а во-вторых, влияние климата на малые ледники более интенсивно.

შ.პ.კ. 551.583

**მდინარე იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა წყლის  
 ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით  
 კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ., მკურნალიძე ი.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი  
[knaili1990@gmail.com](mailto:knaili1990@gmail.com)

საქართველოს მდინარეთა წყლის საერთო რესურსებიდან (61.45კმ<sup>3</sup>) აღმოსავლეთ საქართველო-ს მიეკუთვნება ამ რესურსის მხოლოდ 21.9% (13.45კმ<sup>3</sup>), ხოლო მდ. თერგისა და მთათუშეთის მდინარეთა გამოკლებით, მდ. მტკვრის აუზში რჩება 11.6 მ<sup>3</sup>, ანუ საერთო რესურსის 18.9% [1].

ეს ციფრები მეტყველებს, დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით, აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის საკმაოდ მაღალ დეფიციტზე, რაც მალიმიტირებელ პირობებს უქმნის სოფლის მეურნეობის, ჰიდროენერგეტიკისა და ურბანული ინფრასტრუქტურის განვითარებას საქართველოს ამ რეგიონში. მდ. მტკვრის პირველი შენაკადებიდან მდ.იორს, საშუალო მრავალ-წლიური ჩამონადენით, საკმაოდ მოკრძალებული - მეხუთე ადგილი უჭირავს (ცხრ.1).

**ცხრილი 1. მდ. მტკვრის მთავარი შენაკადების საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი  
 შესაბამის პუნქტებთან ([2] - ის მიხედვით)**

№	მდინარე	პუნქტი	აუზის ფართობი კმ <sup>2</sup>	აუზის საშუალო სიმაღლე, მ ზ.დ.	წყლის ხარჯი, მ <sup>3</sup> /წმ	ჩამონადენი კმ <sup>3</sup> /წელი
1	ალაზანი	ზემო ქედი	7450 (11 800)	900	102	3.226
2	ლიახვი	გორი	2440 (2 440)	1590	47.3	1.492
3	არაგვი	ჟინვალი	1900 (2 740)	1890	43.3	1.364
4	ქცია-ხრამი	წითელი ხიდი	8260 (8 620)	1530	55.4	1.75
5	იორი	ორხევი	587 (4650)	1580	14.0	0.44
6	ალგეთი	ფარცხისი	359 (763)	1320	2.9	0.092

**შენიშვნა: ფრჩხილებში მოყვანილია მდინარის აუზის საერთო ფართობი შესართავთან.**

მიუხედავად ამისა, თბილისთან და სარწყავი მიწების ვრცელ მასივებთან სიახლოვის გამო, მდ. იორის წყლის გამოყენების სფერო მეტად მრავალფეროვანია. მასში შედის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები საგარეჯოს, გარდაბნის, სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტებში, სიონის, სამგორისა და დალის წყალსაცავების მომარაგება წყლის რესურსებით, რომელთა ნაწილი სამგორის წყალსაცავის (თბილისის ზღვის) გავლით მოიხმარება თბილისისა და რუსთავის საქალაქო წყალმომარაგების სისტემებში, ასევე 4 ჰიდროელექტროსადგურის (სიონის სიმძლავრით 9000 კვტ, საცხენისის - 14000 კვტ, მარტყოფის - 3800 კვტ. და თეთრახევის 13 600 კვტ.) ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად [3].

გარდა ამისა, ბოლო პერიოდში სულ უფრო იზრდება ჩამოთვლილი წყალსაცავების, განსაკუთრებით სიონის წყალსაცავის, ტურისტულ-რეკრეაციული პოტენციალის ათვისების მასშტაბები, რასაც ხელს უწყობს ზღვის დონიდან 1000-1200 მ. სიმაღლეზე, მის გარშემო გავრცელებული შერეული ტყეების მასივები და სხვადასხვა სახეობის თევზის არსებობა წყალსაცავში. მომავალში სათანადო ინფრასტრუქტურის განვითარების კვალობაზე, არანაკლები პოტენციალი ექნება დალის წყალსაცავსაც, რომლის ეგზოტიკური ლანდშაფტები, დაშორება ცივილიზაციის კერებისაგან და სიახლოვე ვაშლოვანის უნიკალურ ნაკრძალთან, უზრუნველყოფს მის სპეციფიკური განვითარების პერსპექტივას.

მდ. იორის (ივრის) ზემოთ განხილული მრავალფუნქციური დატვირთვა, მისი ბუნებრივი ჩამონადენის შეზღუდულობის პირობებში, მოითხოვს ამ ჩამონადენის ოპტიმალური მართვის აუცილებლობას თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით და აგრეთვე, მისი ხელოვნური გაზრდის შესაძლებლობების დაზუსტებას. ამ ორი ამოცანიდან, პირველზე პასუხის გასაცემად საჭიროა, საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით, მდ. იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნა, ხოლო მეორე ამოცანა შეიძლება გადაიჭრას ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში 1980-იან წლებში ამავე აუზში მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, პირველი ამოცანის ტექნიკური რეალიზაციის ფარგლებში.

აქვე აღსანიშნავია ისიც, რომ თანახმად კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებული შედეგებისა, მდ. იორის აუზში 2100 წლისთვის, 1986-2010 წწ. პერიოდთან შედარებით, მოსალოდნელი იქნება ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 10-14%-ით, რაც გარკვეულწილად გაამძაფრებს წყლის რესურსების დეფიციტს ხსენებულ რაიონში [4].

ზემოთ მოყვანილი მოსაზრების გათვალისწინებით მდ.იორის აუზში წყლის მართვის სისტემის შესაქმნელად და სათანადო მოდელური გამოთვლების ჩასატარებლად არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება აუზის მთელი რიგი მახასიათებლების დადგენასა და სისტემატიზაციას, რისთვისაც პირველ რიგში განხილული უნდა იქნას აუზის ქვემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრები:

1. სამიზნე ტერიტორიის, ჩვენ შემთხვევაში მდ. იორის აუზის, ბუნებრივი პირობები:
  - რელიეფი, ჰავა, ინფრასტრუქტურა;
2. სამიზნე ტერიტორიის ბუნებრივი გარემო:
  - კლიმატური პირობები;
  - ჰიდროლოგიური ქსელი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი;
  - მიწისქვეშა წყლები;
  - ბიომრავალფეროვნება (ლანდშფტები, ბიომები, მცენარეული და ცხოველური სახეობები, ტყეები);
  - ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები.
3. გარემოს და ბუნებრივი რესურსების მდგომარეობის კვლევა:
  - წყლის რესურსების მდგომარეობა (ხარისხი და რაოდენობა);
  - მიწის რესურსების მდგომარეობა;
  - ბიომრავალფეროვნების მდგომარეობა.

ევროკავშირის წყლის ჩარჩო დირექტივის მიხედვით [5] კვლევის ძირითადი საგანი არის წყლის რესურსი, ხოლო სხვა რესურსები განიხილება წყალზე მათი ზემოქმედების კუთხით. ამიტომ, აღნიშნული დირექტივის გათვალისწინებით, მოცემულ სტატიაში ძირითადი აქცენტი გადატანილი იქნება მდინარე იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიურ გამოკვლევაზე.

მდ. იორის აუზი იწყება კავკასიონის ალპურ ზონაში მდებარე ვიწრო ხეობით და სრულდება მინგეჩაურის წყალსაცავთან მდებარე ელდარის გვალვიანი დაბლობით. აუზის ჩრდილო ნაწილი დასავლეთიდან შემოსაზღვრულია ქართლის ქედით, ხოლო აღმოსავლეთიდან - კახეთის ქედით. ქართლის ქედს სამხრეთიდან ემიჯნება საგურამო-იალნოს ქედი, რომელიც სოფ. პალდოსთან აუზის ზემო ნაწილის ჩამკეტს წარმოადგენს. აუზის სამხრეთი ნაწილი მოიცავს ივრის ზეგანს და მისი სამხრეთი საზღვარი გასდევს იორისა და მტკვრის წყალგამყოფს, რომელიც ნაწილობრივ ემთხვევა სახელმწიფო საზღვარს საქართველოსა და აზერბაიჯანს შორის.

აუზის წყლის მთავარ არტერიას მდ. იორი წარმოადგენს, რომელიც სათავეს იღებს ქართლისა და კახეთის ქედების შეერთების ადგილზე, მთა დიდი ბორბალოს ფერდობებზე, ზღვის დონიდან 2600 მ სიმაღლეზე. მდინარის საერთო სიგრძე 320 კმ -ია, აუზის ფართობი - 4650 კმ<sup>2</sup>, წყლის საშუალო ხარჯი - 12 მ<sup>3</sup>/წმ (შესართავიდან 43 კმ-ში), საზრდოობს ძირითადად თოვლისა და წვიმის წყლებით. უშუალოდ მდ. იორში ჩამდინარე შენაკადებია: ხაშრულა (12 კმ სიგრძით), საგამი (18 კმ), ვერხველი (16 კმ), აძეძი (16 კმ), გომბორი (13 კმ), ლავიანხვევი (10 კმ), ლაკზე ( 32 კმ) და ოლე (29 კმ).

მდინარის აუზი, მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით, იყოფა სამ ნაწილად: სათავე -სოფ. პალდო (ზედა წელი ანუ ზედა დინება), სოფ. პალდო - მდ. ოლეს შესართავი (შუა წელი ანუ შუა დინება) და მდ. ოლეს შესართავიდან - მინგეჩაურის წყალსაცავამდე (ქვედა წელი ანუ ქვედა დინება).

წყლის რესურსებით მდიდარია მდინარის მხოლოდ პირველი მონაკვეთი, სადაც იორს აქვს მუდმივი შენაკადები, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ხაშრულა (ბაჩილა), ქუსნო, საგამი, აძეძი და გომბორი. როგორც მდინარე იორი, ისე მისი ზემო წელის შენაკადები წყაროებიდან იწყება და თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით საზრდოობენ. წლიურ ჩამონადენში გრუნტის წყლების წილი 38.7% -ს შეადგენს, წვიმის წყლების - 33.3%-ს, ხოლო თოვლის წყლებისა - 28 %-ს [3]. მდინარის დანარჩენი ორი მონაკვეთი პრაქტიკულად მოკლებულია მუდმივ შენაკადებს და მოიცავს მეორე მონაკვეთში გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებულ რამდენიმე მდინარეს, ხოლო მესამე მონაკვეთის დასაწყისში - შრობად მდინარე ოლეს, რომელიც სათავეს იღებს შრობადი ოლეს ტბიდან. წყლით შევსების შემთხვევაში, ამ ტბის სასარგებლო მოცულობა 200 მლნ მ<sup>3</sup> შეიძლება აღწევდეს. ოლეს შესართავიდან 7-8 კმ-ით დაბლა 1980-იან წლებში, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში მდ. იორზე აშენდა 140 მლნ. მ<sup>3</sup> სასარგებლო მოცულობის საირიგაციო დანიშნულების დალის მთის წყალსაცავი, რომელსაც ტექნიკური წუნისა (ერთი საექსპლოატაციო ფარი დაზინებულია) და სარწყავი სისტემის

შემდგომი დემონტაჟის გამო თავისი დანიშნულებით დღემდე არ უმოქმედია და მხოლოდ თევზის მოსაშენებელ სატბორედ გამოიყენება.

ასევე ყურადსაღებია პალდოს წყალმიმღები, რომელიც ექსპლუატაციაში 1951/52 წელს შევიდა სამგორის სარწყავი სისტემის ზემო მაგისტრალური არხთან ერთად და უზრუნველყოფს, თბილისისა და რუსთავის წყალმომარაგების გარდა გარდაბნის მუნიციპალიტეტის დაახლოებით 30 ათასი ჰა ფართობის მიწების მორწყვას.

რეგიონის მდებარეობიდან გამომდინარე, კლიმატური პირობები ძირითადად ყალიბდება აღმოსავლეთიდან და სამხრეთიდან შემოსული ჰაერის მასების გავლენით, იშვიათად მასზე მოქმედებს ჩრდილოეთის და დასავლეთის (შავი ზღვის) ატმოსფერული მოვლენები, რომელზეც დიდ გავლენას ახდენს, ერთი მხრივ, კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი და, მეორე მხრივ, ის ქედები, რომლებსაც განედური მდებარეობა აქვთ (მაგ. ლიხის ქედი).

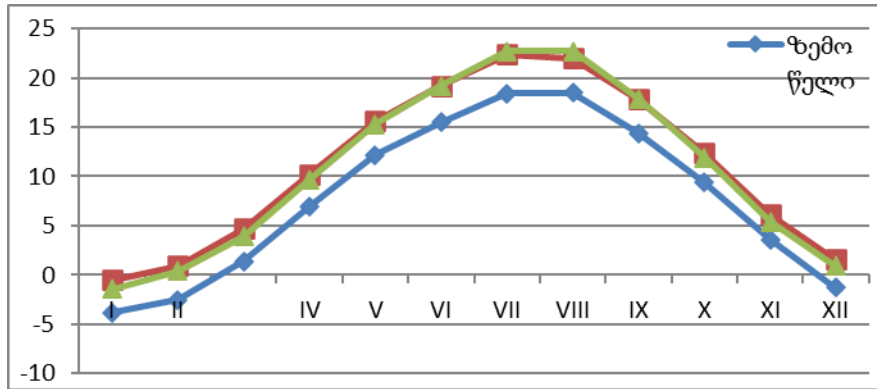
მდ. იორის აუზის სიმაღლეთა დიდი სხვაობა განაპირობებს კლიმატური ზონების მრავალფეროვნებას, რაც გავრცელებული ნიადაგების მრავალი (18) ტიპის ფონზე (ალუვიური, ბარის შავმიწა, რუხი, ტყის ყომრალი და სხვ.) [6], იწვევს აუზში მცენარეული საფარის სხვადასხვა გვარობას. მცენარეული საფარით ყველაზე მდიდარია აუზის ზემო მონაკვეთი (>2000 მ ზ.დ.). ქართლისა და კახეთის ქედების მწვერვალებსა და ფერდობებზე გაშლილია ალპური მდელოები, რომლებიც უფრო ქვემოთ იცვლება სუბალპური სამოვრებითა და დეკიანებით. 1800 მეტრის ქვემოთ იწყება მუხის, წაბლის, წიფლისა და რცხილის ხშირი ტყეები. თიანეთისა და სიონის ქვაბულებში ფერდობები წარმოდგენილია სახნავ-სათესებითა და ბაღებით, რომლებიც ენაცვლება ფოთლოვან და შერეულ კორომებს. მდ. იორის აუზის შუა და ქვემო ნაწილის ძირითადი ტერიტორია დაკავებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებით, სამოვრებითა და სტეპური მცენარეულით. ტყეები და ცალკეული კორომები შემორჩენილია აუზის უკიდურეს ჩრდილო ნაწილში (სოფ. გამარჯვებისა და დედოფლისწყაროს მიდამოებში), სადაც ძირითად სახეობებთან ერთად (მუხა რცხილა და იფანი) გვხვდება მცენარეთა იშვიათი, გადაშენების პირზე მდგომი, ან ენდემური ჯიშები. მათგან არიდული კლიმატისათვის დამახასიათებელი სახეობები (საკმელის ხე, ღვია, თეთრი და შავი ვერხვი და სხვ.) გავრცელებულია ვაშლოვანის ნაკრძალში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე, რომლებიც ოაზისივით გამოიყურება სტეპური მცენარეულით დაფარული დანარჩენი ტერიტორიების ფონზე.

კლიმატური პირობების რაოდენობრივი შეფასებისთვის გაანალიზებული იქნა მდ. იორის აუზში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე განთავსებული, ზემოთ განხილული 3 მონაკვეთის მიხედვით გასაშუალოებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვების მონაცემები ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების საშუალო თვიური მნიშვნელობების შესახებ 1970-იანი წლების მდგომარეობით (ცხრ. 2) [7, 8].

მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს, რომ მდ. იორის აუზის მონაკვეთებში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვების მონაცემების მიხედვით გასაშუალოებული ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობები საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. კერძოდ, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ზემო წელში 3°C-ით ნაკლებია დანარ-ჩენი ორი მონაკვეთის საშუალო ტემპერატურაზე (ცხრ.2 და ნახ.1).

**ცხრილი 2. ჰაერის ტემპერატურისა (T, °C) და ნალექთა ჯამების (P, მმ) საშუალო მნიშვნელობები იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისათვის (კლიმატური ცნობარების [7,8] მიხედვით.**

მდინარის დინება	საშ.სიმაღლე მ.ზ.დ.	კლიმატური პარამეტრი	თვე												წელი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ზემო წელი	1004	T	-3.8	-2.5	1.4	7.0	12.2	15.5	18.4	18.5	14.4	9.4	3.6	-1.3	7.7
		P	29	36	46	70	110	97	68	49	57	54	45	29	690
შუა წელი	684	T	-0.5	0.9	4.7	10.2	15.6	19.2	22.4	22.0	17.8	12.4	6.1	1.6	11.1
		P	22	28	46	63	97	84	59	34	50	55	44	24	607
ქვემო წელი	618	T	-1.4	0.4	3.9	9.7	15.3	19.2	22.7	22.7	17.9	11.9	5.4	0.9	10.7
		P	18	20	32	51	90	78	51	41	45	42	30	21	519



**ნახ.1. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობები (°C) მდ. იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისათვის (კლიმატური ცნობარის მიხედვით)**

იგივე ცნობარის მიხედვით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა ზედა მონაკვეთში -34 °C-მდე ეცემა აბსოლუტური მაქსიმუმი კი +38 °C – ს აღწევს. შუა და ქვემო წელის მონაკვეთებში აბსოლუტური მინიმუმი -32 °C-დან -34 °C-მდე მერყეობს, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი 38-39 °C – ის საზღვრებში იცვლება.

რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, აქ სურათი შებრუნებულია. ნალექთა წლიური ჯამები ზემო წელში მაქსიმალურია და თითქმის 700 მმ-ს აღწევს. შუა წელში, ტერიტორიის საშუალო სიმაღლის 320 მეტრით შემცირების შედეგად, ნალექებმა 80 მმ-ზე მეტით დაიკლო, ხოლო ქვემო წელში, საშუალო სიმაღლის თითქმის 70 მ-ით დაკლებისას, ნალექთა ჯამი კიდევ 90 მმ-ით შემცირდა (ცხრ.2).

კლიმატური ცნობარის თანახმად, თოვლის საფარის საშუალო მაქსიმალური სიმაღლე ზემო წელში 30-35 სმ აღწევს, შუა და ქვემო წელში კი 10-15 სმ. ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება მაისში და მისი საშუალო თვიური მნიშვნელობა ზემო, შუა და ქვემო წელში შეადგენს 110, 97 და 90 მმ შესაბამისად. ნალექების მინიმალური რაოდენობა კი დეკემბერ - იანვრის თვეებში ფიქსირდება (18-29 მმ).

ცხრილი 2-დან ჩანს აგრეთვე, რომ სხვადასხვა მონაკვეთებში არსებული მეტეოსადგურების გასაშუალოებული მნიშვნელობების მიხედვით ვეგეტაციის პერიოდში (V-IX თვეები) ნალექების ჯამი 391, 324 და 305 მმ-ის ტოლია, რაც შესაბამისი წლიური ჯამების 57, 53 და 59% -ს შეადგენს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ცხრილში მოცემული კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობები 1970-იანი წლების მდგომარეობას შეესაბამება და 1980-იანი წლებიდან დაწყებული კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით მოითხოვს გარკვეულ კორექტირებას.

მსგავსი სამუშაოები ჩატარებული იქნა კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინების ფარგლებში [4], რომელშიც მიღებული შედეგების თანახმად 2010 წლისთვის იორის აუზში შემავალი საბაზისო სადგურებზე საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ, ცნობარში მოყვანილ კლიმატურ საშუალოსთან შედარებით მოიმატა 1.1 °C – ით. კლიმატური მოდელებით ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, აგრეთვე, რომ 2050 წლისთვის მოსალოდნელია 2010 წლის დონესთან შედარებით, საშუალო ტემპერატურის შემდგომი მომატება 1°C – ით, ხოლო 2100 წლისთვის - კიდევ 2.3°C – ით.

ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად, მოსალოდნელია ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 10-15%-ის ფარგლებში. ანალიზის შედეგები და 2100 წლამდე საპროგნოზო მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 3.

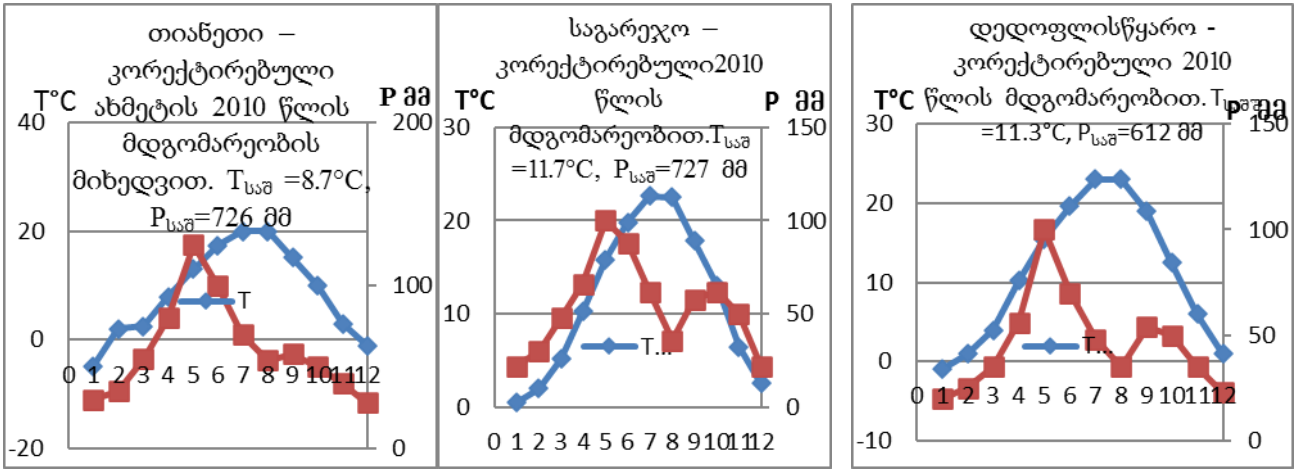
**ცხრილი 3. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების ფაქტობრივი ცვლილებები 2010 წლამდე და საპროგნოზო მნიშვნელობები 2050 და 2100 წლებისთვის.**

სადგური	კლიმატური ცნობარით		2010 წლის მდგომარეობით		პროგნოზით 2050 წლისთვის		პროგნოზით 2100 წლისთვის	
	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ
თიანეთი*	7.5	795	8.7	726	9.8	762	12.1	606
საგარეჯო	11.0	768	11.7	727	12.8	781	15.2	655
დედოფლისწყარო	10.1	585	11.3	612	12.3	589	14.6	525

**აღნიშვნები** T -ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, P - ნალექთა წლიური ჯამები.

**შენიშვნა:** \* - ახმეტის მეტეოსადგურის მიხედვით აღდგენილი სიდიდეები, სათანადო კორექტივების შეტანით.

საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით აგებული კლიმატური დიაგრამები მოცემულია ნახ. 2-ზე.

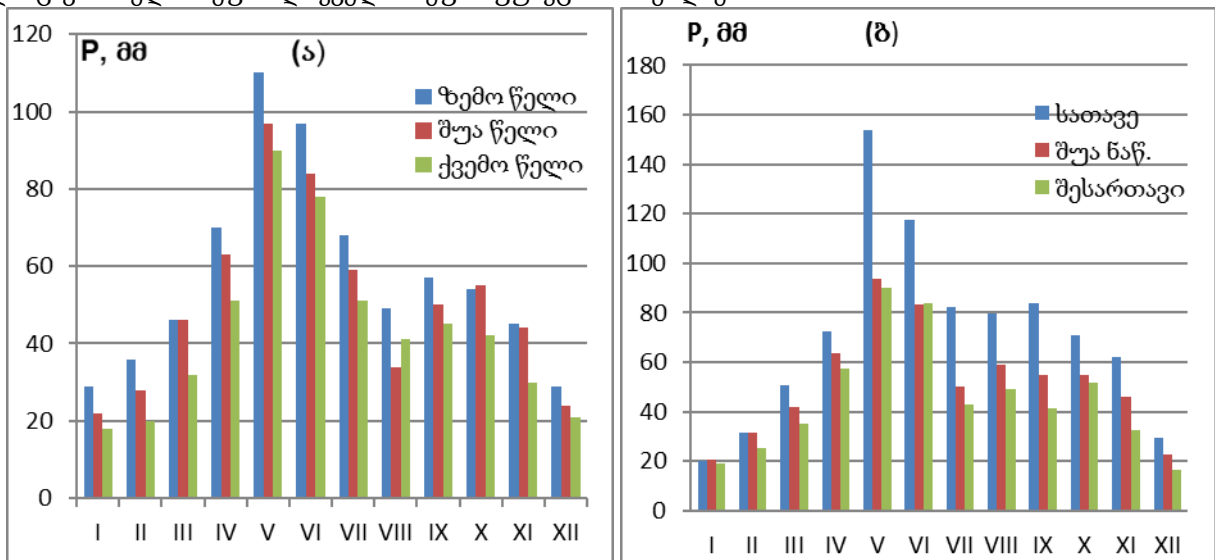


ნახ.2. მდ. იორის აუზის საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატური დიაგრამები

ბუნებრივია, რომ კლიმატის მიმდინარე და პროგნოზირებული ცვლილება კიდევ უფრო აქტუალურს გახდის, ისედაც წყალმცირე აუზში, წყლის რესურსების მოხმარების ოპტიმიზაციის ამოცანას, რაც მსოფლიოს სხვადასხვა კონტინენტზეც მდინარეთა აუზებში წარმოებული პროექტების ძირითად პრობლემას წარმოადგენს.

როგორც კლიმატური ცნობარიდან აღებული მეტეოროლოგიური სადგურების [5], ასევე სატელიტური დაკვირვების მონაცემების [9] მიხედვით აგებული გრაფიკები გვიჩვენებს, რომ ნალექების სიუხვით მდინარის სათავე გამოირჩევა (ნახ. 3). მდინარის სათავეებში ნალექების რაოდენობა ბევრად აღემატება შუა წელში და ქვემო წელში მოსული ნალექების რაოდენობას, რაც განპირობებულია ერთის მხრივ აუზის მაღალი ჰიფსომეტრული ცვლილებით, ხოლო მეორე მხრივ კლიმატური პირობებით. კერძოდ, გვიან გაზაფხულსა და ადრე ზაფხულზე ბარში ტემპერატურის სწრაფი მატება, მაღალი ტენიანობა, მთაში თოვლის არსებობა და მისი ინტენსიური დნობა ხშირად ხელსაყრელ პირობებს ქმნის თავსხმა წვიმების ჩამოყალიბებასა და მდინარის კალაპოტის ზუსტად ამ ნაწილში მაქსიმალური ხარჯის ფორმირებაზე.

გარდა ნალექებისა, მდინარე იორის ბუნებრივი რეჟიმის ცვლილებაზე დაკვირვების კარგ შესაძლებლობას იძლევა ჰიდროლოგიური საგუმბაგობი ორხევი და ლელოვანი, რომლებიც სიონის წყალსაცავის ზედა ბიეფში და ქვედა ბიეფში ფუნქციონირებდნენ.

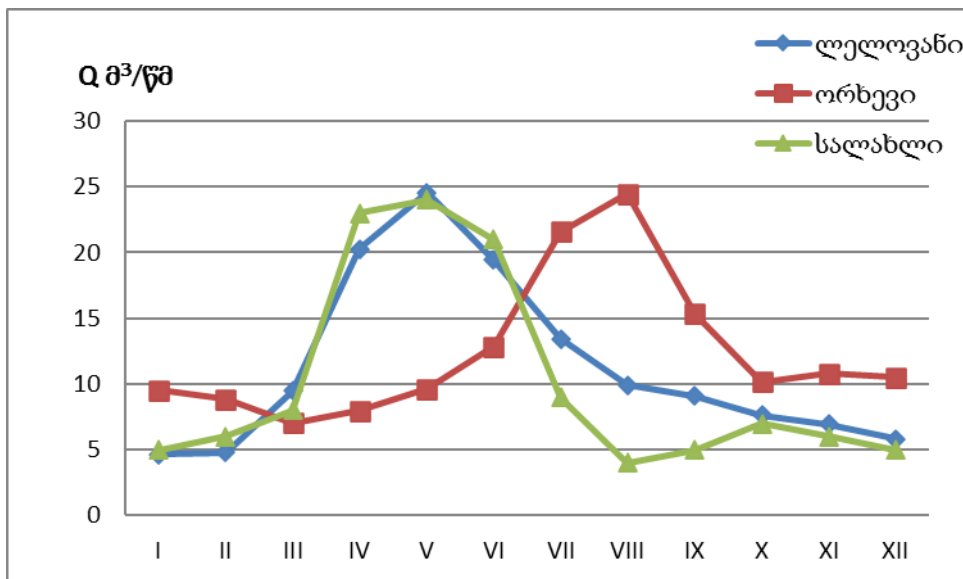


ნახ. 3. ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები (მმ) იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისთვის (ა) კლიმატური ცნობარისა და (ბ) სატელიტური მონაცემების (1986-2018 წწ) მიხედვით [9].



ორხევის საგუშაგო სიონის წყალსაცავის აგებამდეც მუშაობდა, ხოლო ლელოვანის სიონის წყალსაცავის აგების შემდეგ გაიხსნა. ამიტომ წყალსაცავის მარეგულირებელი გავლენა კარგად ჩანს ქვედა ბიეფის ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე. კერძოდ, სიონის წყალსაცავის მშენებლობის შემდეგ, 1953 წლიდან დაწყებულმა ჩამონადენის ყოველწლიურმა დარეგულირებამ გარკვეულწილად იმოქმედა საგ. ორხევის მონაცემებზე. ასევე, თბილისის წყალსაცავისა და სამგორის სარწყავი სისტემის ექსპლოატაციაში შესვლამ გავლენა მოახდინა საგ. სალახლის კვეთში გაზომილ წყლის ხარჯის მნიშვნელობებზე. ამიტომ საგ. სალახლის ჩამკვეთ კვეთში დაკვირვებათა ბუნებრივი რიგის მიღებისათვის და მდინარის სხვადასხვა მონაკვეთებში წყლის ჩამონადენის დინამიკის წარმოსადგენად საჭირო გახდა დაკვირვების რიგების გაზრდა (ნალექთა ჯამების გათვალისწინებ-ბით) 1941-1952- დან 1985 წლამდე.

ნახ.4-ზე წარმოდგენილია საგუშაგოების - ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის (აღდგენილი რიგებით) კვეთებში წყლის ხარჯის დინამიკა თვეების მიხედვით.



ნახ. 4. ჩამონადენის შიდა წლიური განაწილება საგუშაგოების - ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის კვეთებში თვეების მიხედვით.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ბუნებრივი ჩამონადენი ზემო წელში, საგ. ლელოვანზე (ანთროპოგენური ჩარევის გარეშე), ხასიათდება გაზაფხულის მაქსიმუმით და ზამთრის მინიმუმით. სიონის წყალსაცავის დაბლა (საგ. ორხევი) მაქსიმუმი გადაწეულია ივლის-აგვისტოზე, რაც დაკავშირებულია ზემო მაგისტრალურ არხში და სხვა სარწყავ სისტემებში, წყალსაცავში აკუმულირებული წყლის მიწოდების მაქსიმალური მოთხოვნით. მდინარის ქვემო წელში (საგ. სალახლი) გაზაფხულის მაქსიმუმი მკვეთრად ეცემა ივლისიდან და აგვისტოში დებულობს მინიმალურ მნიშვნელობას (წლიური ჩამონადენის 3,2%). წყალმარჩხოვა გრძელდება მარტის ჩათვლით.

კერძოდ, გაზაფხულზე ლელოვანსა და სალახლში წყლის ხარჯი წლიური ჩამონადენის 40-45%-ს შეადგენს შესაბამისად, ზაფხულში 32-28% -ს, ხოლო შემოდგომაზე 18-15%-ს. ზამთრის ჩამონადენი აღნიშნული საგუშაგოებისთვის წლიური ჩამონადენის მხოლოდ 11-13%. რაც შეეხება ორხევის საგუშაგოს, აქ გაზაფხულზე წყლის ხარჯის მინიმალური მნიშვნელობა - 16% ფიქსირდება, ზაფხულში აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას - 40%-ს, ხოლო შემდეგ თანდათანობით მცირდება და შემოდგომადა და ზამთარში შესაბამისად 24.5 და 19.4%-ს უტოლდება. ცალკეულ წლებში მაქსიმალური ჩამონადენის არსებობა დაკავშირებულია მოსული ატმოსფერული ნალექების სიუხვეზე.

ამჟამად, იორი სათავიდან შესართავამდე დარეგულირებულია სიონის წყალსაცავით. სიონის წყალსაცავიდან გამოშვებულ წყალს პალდოს სათავე ნაგებობამდე ემატება მდ. იორის შენაკადების წყალი, რომელთა დაჯამებული ხარჯის გაყოფა ზემო სამგორისა და ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემისათვის ხდება პალდოს სათავე ნაგებობის მეშვეობით. ქვემო სარწყავი სისტემა უზრუნველყოფდა საგარეჯოს, გურჯაანისა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების 26678 საპროექტო ჰა-ს მორწყვას, რომელიც დღეისათვის შემცირებულია სატუმბო სადგურების მწყობრიდან გამოსვლისა და წლების განმავლობაში მარცხენა და მარჯვენა მაგისტრალური არხების გაუწმენდაობის გამო. თუმცა უკვე მიმდინარეობს არხის 3 500 კმ სიგრძის მონაკვეთის რეაბილიტაცია. გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს შპს „საქართველოს

მელიორაცია“ საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში სამელიორაციო ინფრასტრუქტურის მოწყობას აგრძელებს. იმავე კომპანიის მიერ რეაბილიტაცია ჩატარდა ზემო სამგორის მაგისტრალური არხის წყალგამანაწილებელს და მასზე არსებულ სხვადასხვა ტიპის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს, დამონტაჟდა წყალაღების კვანძები და პარაბოლური ღარები. სამუშაოები, რომელიც საირიგაციო სისტემას ჩატარდა, უზრუნველყოფს სოფელ სართიჭალაში დამატებით 1 200 ჰექტარი სასოფ-ლო-სამეურნეო მიწის ფართობის მორწყვას.

უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის ინტეგრირებული მართვის უზრუნველსაყოფად, ზემოაღნიშნული ტექნიკური სამუშაოების განხორციელების გარდა, აუცილებელია წყალსაცავებით მოსარგებლე ხარჯვითი ობიექტების ინვენტარიზაციის ჩატარება და მათი წყალმომარების ნორმების დადგენა, წყლის გამანაწილებელი სისტემის აღჭურვა წყლის ხარჯის გამზომი ხელსაწყოებით, რათა მასზე დაყრდნობით განისაზღვროს წყალაღების მოცულობის უზრუნველყოფა გვალვის პერიოდში მოსალოდნელი დეფიციტის გათვალისწინებით [10].

### ლიტერატურა– REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. სვანიძე გ. და სხვ. წყლის რესურსების მოწყვლადობა. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი, თბილისი, 1999, გვ. 93-101.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9. Гидрометеиздат, Ленинград, 1974.
3. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
4. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. საქ. გარემოსა და ბუნ. რეს. დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015.
5. ევროკავშირი წყლის ჩარჩო დირექტივა (2000/60/EC). <http://www.eiec.gov.ge>.
6. საქართველოს ნიადაგების რუკა (რედ. თ. ურუშაძე). „კარტოგრაფია“, თბილისი, 1999.
7. Справочник по климату СССР, вып. 14, часть II. Гидрометеиздат, Ленинград, 1967.
8. Справочник по климату СССР, вып. 14, часть IV. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970
9. ნიკა წითელაშვილი, გიორგი გულიაშვილი, მამუკა ბიწაძე. მდინარე ივრის ჰიდროლოგიური ანგარიში. თბილისი, 2020. <https://sabuko.ge>.
10. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩართვა აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის ინტეგრირებული მართვის სამომავლო სისტემაში. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, თბილისი, 2020, ტ. 127, გვ.

შპს 551.583

**მდინარე ივრის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით.** /კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ., მკურნალიძე ი. / სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ.შრ. კრებ. – 2022 --ტ.

132, გვ.28-35 . ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით გაანალიზებულია ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები მდ. ივრის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისთვის. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ზემო წელში 3°C-ით ნაკლებია დანარჩენი ორი მონაკვეთის საშუალო ტემპერატურაზე. იგივე ტენდენცია დაიკვირვება ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობების მიმართაც. ნალექთა ჯამები კი პირიქით, ზემო წელში მაქსიმალურია და ტერიტორიის საშუალო სიმაღლის შემცირებასთან ერთად კლებულობს. დადგენილია, რომ ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება მაისში და მისი საშუალო თვიური მნიშვნელობა ზემო, შუა და ქვემო წელში შეადგენს 110, 97 და 90 მმ შესაბამისად. ნალექების მინიმალური რაოდენობა (18-29 მმ) კი დეკემბერ - იანვრის თვეში ფიქსირდება. ვეგეტაციის პერიოდში (V-IX თვეები) ნალექების ჯამი 391, 324 და 305 მმ-ის ტოლია, რაც შესაბამისი წლიური ჯამების 57, 53 და 59% -ს შეადგენს.

გამოკვლეულია საგულშაგოების - ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის კვეთებში წყლის ხარჯის დინამიკა თვეების მიხედვით. ბუნებრივი ჩამონადენი ზემო წელში, საგ. ლელოვანზე და სალახლში ხასიათდება გაზაფხულის მაქსიმუმით (40-45%) და ზამთრის მინიმუმით (11-13%). სიონის წყალსაცავის დაბლა (საგ. ორხევი) მაქსიმუმი (40%) გადაწეულია ივლის-აგვისტოზე, რაც დაკავშირებულია ზემო მაგისტრალურ არხში და სხვა სარწყავ სისტემებში, წყალსაცავში აკუმულირებული წყლის მიწოდების მაქსიმალური

მოთხოვნით. მდინარის ქვემო წელში (საგ. სალახლი) გაზაფხულის მაქსიმუმი მკვეთრად ეცემა აგვისტოსთვის (წლიური ჩამონადენის 3.2%) წყალმარჩხობა გრძელდება მარტის ჩათვლით.

UDC 551.583

**Hydrometeorological study of the Iori river basin in order to create system an integrated water resources management.** / N. Kapanadze, T. Tsintsadze, I. Mkurnalidze/ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. -2022. V. 132. –pp.28-35.–Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

For the development and further application of system an integrated water resources management average values of air temperature and total precipitation were analyzed for different parts of the Iori river basin. The average air temperature in the upper part of the river is 3<sup>0</sup> lower than the average temperature of the other two areas. The same trend is observed for temperature extremes. Precipitation, on the contrary, is maximum in the upper part and decreases with decreasing average height of the territory. It was found that the maximum amount of precipitation is observed in May, and their average monthly value in the upper, middle and lower parts of the river is 110, 97 and 90 mm, respectively. The minimum amount of precipitation (18-29 mm) falls in December-January. During the growing season (V-IX months), the amount of precipitation is 391, 324 and 305 mm, which is 57, 53 and 59% of the average annual total values.

The dynamics of water consumption in cross-sections at hydrological stations -Lelovani, Orkhevi and Salakhly has been investigated by months. The natural runoff in the upper part of the river for Lelovani and Salakhli is characterized by a spring maximum (40-45%) and a winter minimum (11-13%) Downstream of the Sioni reservoir (Orkhevi post), the maximum (40%) is shifted to July-August, which associated with the maximum demand for water resources accumulated in the upper main canal and other irrigation systems. In the lower reaches of the river (Salakhli post), the spring maximum drops sharply by August (3.2% of the annual flow), waterlogging continues until March.

УДК 551.583

**Гидрометеорологическое исследование бассейна реки Иори с целью создания системы интегрированного управления водными ресурсами.** /Кაპანაძე ნ.ი., ციცაძე თ.ნ., მკურნალიძე ი.პ./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ - 2022. – вып. 132 – с. 28-35. .Груз., Рез.: Груз., Англ., Рус.

Для разработки и дальнейшего применения системы интегрированного управления водными ресурсами. проанализированы средние значения температуры воздуха и суммы осадков для разных частей бассейна реки Иори. Средняя температура воздуха в верховьях реки на 3<sup>0</sup>С ниже, чем в двух других областях. Такая же тенденция наблюдается и для экстремальных температур. Осадки, напротив, максимальны в верхней части и уменьшаются с уменьшением средней высоты территории. Установлено, что максимальное количество осадков наблюдается в мае, а их среднемесячная величина в верхнем, среднем и нижнем течении реки составляет 110, 97 и 90 мм соответственно. Минимальное количество осадков (18-29 мм) выпадает в декабре-январе. За вегетационный период (V-IX месяцев) количество осадков составляет 391, 324 и 305 мм, что составляет 57, 53 и 59% от среднегодовых сумм.

Динамика водопотребления в разрезах на гидрологических станциях - Леловани, Орхеви и Салахлы исследована по месяцам. Естественный сток в верховьях реки для Леловани и Салахлы характеризуется весенним максимумом (40-45%) и зимним минимумом (11-13%) ниже по течению от водохранилища Сиони (пост Орхеви), максимумом (40%). %) переносится на июль-август, что связано с максимальным спросом на водные ресурсы,

უაკ 551.583

**კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა და საქართველოს ადმოსავლეთ მთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლები  
 მელაძე მაია, მელაძე გიორგი**

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

სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის წესს განსაზღვრავს კონკრეტული არეალისთვის დამახასიათებელი კლიმატი, რომლის ცვლილებასთან ერთად იცვლება სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაც. ახლო მომავალში, კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შედეგად მაღალი ალბათობით შეიცვლება მცენარეული კულტურების პროდუქტიულობა. აღნიშნულთან დაკავშირებით, 2010 წელს ქ. ჰააგაში გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის ეგიდით გამართულ კონფერენციაზე წარმოდგენილი იქნა სოფლის მეურნეობის დარგის განვითარების ახლებური მიდგომა. რაც გულისხმობს დარგის გარდაქმნას იმგვარად, რომ გაიზარდოს მისი ეფექტურად მართვისა და მდგრადი განვითარების შესაძლებლობები. ეს ახალი მიდგომა ფორმულირებული იქნა, როგორც კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა, რომელიც პასუხობს კონკრეტულ არეალისთვის დამახასიათებელ კლიმატის ცვლილების გამოწვევებს. კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობის მნიშვნელოვანი ძირითადი მიმართულებებია: სოფლის მეურნეობის დარგის პროდუქტიულობის ზრდა და კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია. ამრიგად, კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა არის გაუმჯობესებული სამეცნიერო მიდგომებისა და ტექნოლოგიების ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს სოფლის მეურნეობის დარგის მდგრად განვითარებას. იგი ითვალისწინებს კლიმატური პარამეტრების მოსალოდნელ ცვლილებას და ხელს უწყობს ისეთი ფერმერული მიდგომების დანერგვას, რომელიც შეცვლილ პირობებს შეესაბამება და ზრდის მოსავლიანობას.

კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულმა ტემპერატურის და ნალექების რეჟიმების ცვლილებამ, სეზონების წანაცვლებამ და ამ სეზონებისთვის დამახასიათებელმა ვეგეტაციის პერიოდების, ნიადაგის ტენიანობის ცვლილებებმა შეამცირა ტრადიციული მეთოდით სოფლის მეურნეობის დარგებში მოსავლის რაოდენობა. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია საქართველოს ადმოსავლეთ მთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლების შეფასება, რათა რეგიონალურ დონეზე იქნას განსაზღვრული სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ტრადიციული და პერსპექტიული მიმართულებები.

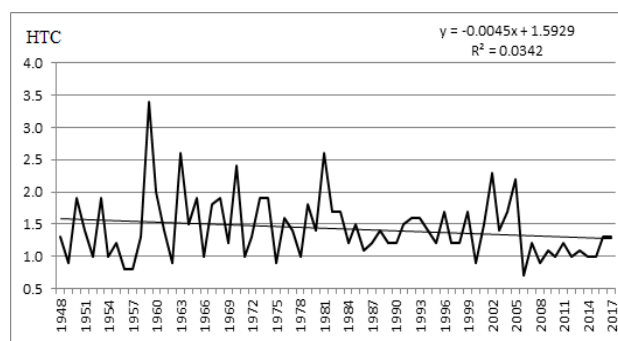
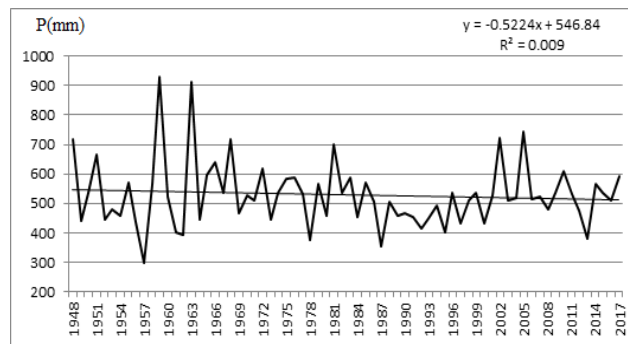
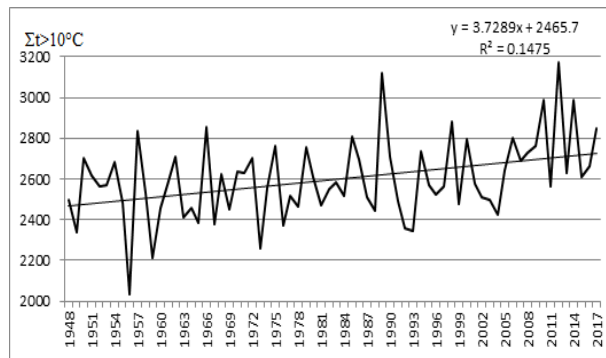
ცხრილში 1 მოყვანილია საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიანი (1948-2017 წწ.) მეტეოროლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე, გამოთვლილი საქართველოს ადმოსავლეთ მთიან პირობებში არსებული რეგიონების აგროკლიმატური მაჩვენებლები [1]. კერძოდ, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (>10°C), ატმოსფერული ნალექები (მმ), ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, როგორც მთლიან სავეგეტაციო პერიოდში (IV-X), ასევე აქტიური ვეგეტაციისას (VI-VIII).

**ცხრ. 1 საქართველოს ადმოსავლეთ მთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)**

მთიანი ზონა/რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C)	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), IV-X	ჰოვ (IV-X)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C), VI-VIII	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), VI-VIII	ჰოვ (VI-VIII)
კახეთი, საგარეჯო	11.IV	27.X	199	3440	558	1.6	1982	223	1.1
მცხეთა-მთიანეთი, დუშეთი	18.IV	20.X	185	3095	509	1.6	1792	214	1.2
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	21.IV	15.X	177	2959	357	1.1	1781	182	1.0
ქვემო ქართლი, დმანისი	30.IV	13.X	166	2599	460	1.8	1646	234	1.4
შიდა ქართლი, ხაშური	18.IV	20.X	185	3143	365	1.1	18.29	152	0.8

ცხრილში 1 მოცემული საკვლევი რეგიონებიდან კახეთის, მცხეთა-მთიანეთის, სამცხე-ჯავახეთის, შიდა ქართლის და ქვემო ქართლის მთიანი ზონები ზღვის დონიდან მდებარეობს 800 მ-დან 1260 მ სიმაღლემდე [2].

საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი ზონებისათვის მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე, ზემოაღნიშნული რეგიონების მიხედვით, ჩვენს მიერ გამოთვლილი იქნა აგროკლიმატური მახასიათებლები, კერძოდ, აქტიურ ტემპერატურათა ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები, თბილ პერიოდში (IV-X). აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) გამოთვლილია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, რაც გამოსახული იქნა ტრენდებით. რეგიონების საკვლევი მუნიციპალიტეტების შესაბამისად, გამოვლენილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების, ხოლო ატმოსფერული ნალექების ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლების ტენდენციები, გამონაკლისია ხაშურის მუნიციპალიტეტი, სადაც ნალექების რაოდენობის უმნიშვნელო მატების ტენდენციაა გამოვლენილი. სამაგალითოდ, მოგვყავს ქვემო ქართლის (დმანისი) მთიანი ზონის აგროკლიმატური მახასიათებლების მსვლელობის დინამიკა (ნახაზი 1).



**ნახ.1 აქტიურ ტემპერატურათა ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მთიანი ზონა, დმანისი)**

ტრენდების განტოლებებიდან, საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი ზონისათვის გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიური ტემპერატურები, ატმოსფერული ნალექები, თბილ პერიოდში (IV-X) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები VI-VIII პერიოდში (ცხრილი 2).

უკანასკნელ ათწლეულებში მიმდინარე გლობალური დათბობის გავლენა ასახულია საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი ზონის აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე [3]. მოგვყავს გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემები, სადაც ჩვენს

მიერ გაანალიზებული, დამუშავებული და მიღებული იქნა აგროკლიმატური მახასიათებლები (აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნალექების ჯამები და სხვა). იგი მოიცავს კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების (გლობალური დათბობის) საწყის პერიოდს, გასული საუკუნის 70-80-იან წლებს, საიდანაც ძირითადად დაიწყო მისი გავლენა აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე (აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნალექების ჯამებზე და სხვა). ამ მახასიათებლების ცვლილების ნათლად წარმოდგენის მიზნით, შემოაღნიშნული სამოცდაათწლიანი პერიოდის მონაცემები გაყოფილი იქნა ორ 35-წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარებისათვის. I - პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წწ., II - პერიოდი 1983-2017 წწ. (ცხრილი 3). ცხრილი 3-ის ანალიზიდან ჩანს, რომ მეორე პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) ჯამები ყველა საკვლევი რეგიონის მთიან ზონაში მომატებულია პირველ პერიოდთან შედარებით. ასევე, გახანგრძლივებულია სავეგეტაციო პერიოდები, გაზაფხულზე  $10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით ტემპერატურის გადასვლის ადრე დადგომისა და შემოდგომაზე  $10^{\circ}\text{C}$ -ის ქვემოთ ტემპერატურის გადასვლის თარიღის გვიან დადგომით. მეორე პერიოდში შემცირებულია ატმოსფერული ნალექების (მმ) რაოდენობა და ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მაჩვენებლები (ხაშურის და ახალციხის მუნიციპალიტეტებში ცვლილება არ აღინიშნება).

**ცხრ. 2 აქტიური ტემპერატურის ( $>10^{\circ}\text{C}$ ), ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოვ-ის ცვლილება ტრენდის მიხედვით (1948-2017 წწ.)**

მთიანი ზონა/ რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	აქტიური ტემპერატურის ჯამი ( $>10^{\circ}\text{C}$ )				ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამი (IV-X)				ჰოვ (VI-VIII)				
	დასაწყისი	დასასრული	მატება	საშ. სიჩქარე ყოველ 10 წ-ში	დასაწყისი	დასასრული	მატება	კლება	საშ. სიჩქარე ყოველ 10 წ-ში	დასაწყისი	დასასრული	კლება	საშ. სიჩქარე ყოველ 10 წ-ში
კახეთი, საგარეჯო	3364	3664	291	41.5	625	480		145	20.7	1.33	1.05	0.28	0.04
მცხეთა-მთიანეთი, დუშეთი	2987	3203	216	30.8	514	495		19	2.7	1.32	1.11	0.21	0.03
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	2897	3020	123	17.5	367	346		21	3.0	1.10	0.96	0.14	0.02
ქვემო ქართლი, დმანისი	2502	2659	157	22.4	539	502		37	4.6	1.54	1.47	0.07	0.01
შიდა ქართლი, ხაშური	3066	3195	129	18.4	358	366	8.0		1.10	0.85	0.81	0.04	0.01

**ცხრ. 3 საქართველოს აღმოსავლეთ მთიან ზონაში აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება პერიოდების მიხედვით (1948-2017 წწ.)**

ტემპ-ის $>10^{\circ}\text{C}$ -ზე გადასვლის თარიღი	ტემპ-ის $<10^{\circ}\text{C}$ -ზე გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ( $>10^{\circ}\text{C}$ )	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) (IV-X)	ჰოვ (IV-X)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ( $>10^{\circ}\text{C}$ ), VI-VIII	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), VI-VIII	ჰოვ (VI-VIII)
კახეთი, საგარეჯო (I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017)								
14.IV 9.IV	25.X 28.X	194 202	3422 3658	605 510	1.8 1.4	1948 2015	253 192	1.3 1.0
მცხეთა-მთიანეთი, დუშეთი (I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017)								
20.IV 15.IV	20.X 21.X	183 189	3049 3141	522 495	1.7 1.6	1751 1832	229 198	1.3 1.0
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე (I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017)								
22.IV 21.IV	14.X 16.X	176 179	2916 3002	359 354	1.2 1.2	1753 1808	184 179	1.1 1.0
ქვემო ქართლი, დმანისი (I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017)								
1.V 30.IV	12.X 14.X	164 166	2534 2663	473 446	1.8 1.7	1609 1683	247 221	1.5 1.3
შიდა ქართლი, ხაშური (I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017)								
18.IV 18.IV	19.X 20.X	184 185	3106 3179	368 361	1.1 1.1	1814 1843	153 150	0.9 0.8

საქართველოს აღმოსავლეთ მთიან პირობებში მომატებული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების (>10°C) გათვალისწინებით, წარმატებით შეიძლება ვაზის საგვიანო ჯიშების, სამემოდგომო ხორბლის, სამარცვლე სიმინდის, ქერის, შვრიის, კარტოფილის, ხეხილის, კენკროვანი და მეცხოველეობის ძირხვეწვანი კულტურების გავრცელება [4, 5]. გასათვალისწინებელია, რომ სავეგეტაციო პერიოდში, მოცემული მთიანი ზონა არ არის ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფილი, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII). ამიტომ საჭიროა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარება.

#### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2010, 293 გვ.
2. მელაძე გ., მელაძე მ. კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოში. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2020, 201 გვ.
3. Meladze G., Meladze M., Tutarashvili M. Agroclimatic aspects of farming development in mountain and high-mountain region of Georgia. Annals of Agrarian Science, Vol. 3(1), 2014, pp.48-50
4. Meladze M., Trapaidze V., Meladze G. Evaluation of the agroclimatic potential of the high mountainous areas in South Georgia to develop ecological agriculture. Transactions of international multidisciplinary scientific Geo conference, SGEM, Albena, Bulgaria, 2016, pp. 349-355
5. Meladze G. Meladze M. Estimation of agroclimatic potential of Mtsheta-Mtianeti region. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University vol.119, 2013, pp.87-90

უაკ 551.583

**კლიმატონივრული სოფლის მეურნეობა და საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლები /მელაძე მ., მელაძე გ./ სტუ-ის 3მი-ის შრომათა კრებული-2022.-ტ.132.-გვ.36-40.-ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

კლიმატონივრული სოფლის მეურნეობა გულისხმობს დარგის გარდაქმნას მისი ეფექტურად მართვისა და მდგრადი განვითარების შესაძლებლობების გაზრდით, კლიმატის ცვლილების პირობებში, რისთვისაც მნიშვნელოვანია აგროკლიმატური მახასიათებლების რეგიონალური შეფასება. საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი რეგიონების პირობებში (კახეთი, მცხეთა-მთიანეთი, სამცხე-ჯავახეთი, ქვემო ქართლი, შიდა ქართლი) მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე, დადგენილია სავეგეტაციო პერიოდების ხანგრძლივობის, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების (>10°C), ატმოსფერული ნალექების (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების (ჰოტ) მატება/კლების ტენდენციები. ამ მახასიათებლების ნათლად წარმოდგენის მიზნით, ზემოაღნიშნული სამოცდაათწლიანი პერიოდის დაკვირვებათა მონაცემები შედარებისათვის გაყოფილია ორ 35-წლიან პერიოდებად. I პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წწ, II პერიოდი 1983-2017 წწ.

UDC 551.583

**Climate-smart agriculture and agroclimatic features the eastern mountainous regions of Georgia /Meladze M., Meladze G./ Transactions IHM, GTU. -2022. -vol.132. -pp.36-40.- Georg., Summ. Georg., Eng., Russ.**

Climate-smart agriculture (CSA) is an approach that helps to guide actions needed to transform and reorient agricultural systems to effectively support development in a changing climate. Regional assessment of agroclimatic features is important for this. Based on the analysis and statistical processing of data of multi-year (in 1948-2017) meteorological observations in the eastern mountainous regions of Georgia (Sagarejo, Dusheti, Akhaltsikhe, Dmanisi, Khashuri) a trend of increase/decrease the duration of vegetation periods, sums of active temperatures (>10°C), atmospheric precipitations (mm) and hydrothermal coefficients (HTC) have been identified. In order to present these values clearly, the data of 70-year-long observations mentioned above were divided into two 35-year-long periods. The I period covers the years of 1948-1982, and the II period covers the years of 1983-2017.

УДК 551.583

**Климатически оптимизированное сельское хозяйство и агроклиматические показатели восточных горных регионов Грузии /Меладзе М.Г., Меладзе Г.Г./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. -2022.- вып.132.-с.36-40. -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.**

Климатически оптимизированное сельское хозяйство (КОСХ) - это подход, помогающий сориентировать действия, необходимые для преобразования и переориентации сельскохозяйственных систем для эффективной поддержки развития в условиях изменяющегося климата. Для этого важна региональная оценка

=====

агроклиматических характеристик. В условиях восточных горных регионов Грузии (Сагареджо, Душети, Ахалцихе, Дманиси, Хашури) на основе анализа и статистической обработки многолетних метеорологических данных (1948-2017 гг.), установлены тенденции увеличения/уменьшения продолжительности вегетационных периодов, сумм активных температур ( $>10^{\circ}\text{C}$ ), атмосферных осадков (мм) и гидротермических коэффициентов (ГТК). Для наглядного представления этих показателей, данные наблюдений за вышеуказанный семидесятилетний период разделены на два 35-летних периода для сравнения. I период охватывает 1948-1982 гг., II период - 1983-2017 гг.



**უაკ 551.59**

**ქარბუქი მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით**  
ფიფია მ.,\* ჯინჭარაძე გ.,\* ბეგლარაშვილი ნ.\*

\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო. [m.pipia@gtu.ge](mailto:m.pipia@gtu.ge)

**შესავალი**

საქართველოსთვის თავისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე დამახასიათებელია სხვადასხვა სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენები, როგორცაა გრიგალური ქარი, წაყინვა, გვალვა, ქარბუქი, თავსხმა ნალექები, ელქექი, სეტყვა და სხვ. სამიმ მეტეოროლოგიურ მოვლენებს შორის ქარბუქი ერთ-ერთი გამორჩეული მოვლენაა, რომელიც განსაკუთრებით საქართველოს მთიან და მაღალმთიან რაიონებს უქმნის პრობლემებს.

ქარბუქი ყოველთვის დაკავშირებულია ხილვადობის მეტნაკლებად ძლიერ შეზღუდვასთან. ტრანსპორტის ექსპლუატაციისას, ხილვადობის გაუარესებით ისინი ქმნიან დიდ სიძნელებებს. ქარბუქის შედეგად შესაძლებელია დაირღვეს ელექტროგაყვანილობის ხაზების მუშაობა. ქარბუქის განვითარებას განაპირობებს პირობების მთელი კომპლექსი: მყარი სახით წამოსული ნალექების რაოდენობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ამინდის ცვალებადობა, რელიეფის კონფიგურაცია და მასთან დაკავშირებული პუნქტების დაცულობა[1-3].

ჩვენი კვლევის საგანს წარმოადგენს მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი, რომელიც ერთ-ერთი მაღალმთიანი რეგიონია და გამორჩეულია განსაკუთრებული ქარბუქიანობით[4,5]. რეგიონში ფუნქციონირებს სამთო კურორტი გუდაური, უმნიშვნელოვანესი ჟინჯალი-ლარსის ავტომაგისტრალი და სხვა მრავალი საგზაო ინფრასტრუქტურა რომელიც მოწყვლადია ქარბუქის მიმართ. შესაბამისად ქარბუქის კლიმატური მახასიათებლების კვლევა, მისი განაწილების ცოდნა რეგიონის ტერიტორიაზე მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით, მნიშვნელოვანია პრევენციული ღონისძიებების გასატარებად, ქარბუქისგან მიყენებული ზიანის შესამცირებლად.

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ქარბუქიანობის კვლევის შედეგები გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემების მიხედვით, კერძოდ, 1966-2017 პერიოდისთვის. სტატისტიკური მონაცემები დამუშავებულია 10 მეტეოროლოგიურ სადგურზე არსებული დაკვირვების მასალების მიხედვით ქარბუქიანობის შესახებ, რომელიც ეხება ქარბუქიან დღეთა რიცხვსა და ქარბუქის ხანგრძლივობას. მონაცემები ძირითადად მოიცავს 1966-1992 წლებს, 1993 წლიდან სადამკვირვებლო პუნქტების დახურვის გამო 1993-2017 წლების მონაცემები არ არის სრულყოფილი და სულ რამდენიმე სადგურს ეყრდნობა.

მონაცემები დამუშავებულია კლიმატოლოგიაში აპრობირებული მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდების გამოყენებით.

**შედეგები**

ქარბუქის კლიმატური მახასიათებლებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ქარბუქიან დღეთა რიცხვს და ქარბუქის ხანგრძლივობას. მათ შორის მთელი წლის განმავლობაში არსებობს საკმაოდ მჭიდრო კავშირი - რაც მეტია ქარბუქიან დღეთა რიცხვი მით მეტია მისი ხანგრძლივობა[6].

ქარბუქის დღეთა რიცხვზე და ხანგრძლივობაზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქარბუქით მიყენებული ზარალის ოდენობა, განსაკუთრებით ავტო მაგისტრალებსა და სუბელტეხილო გადასასვლელებზე სადაც ტრანსპორტის დიდი ხნით შეფერხება, რაც გამოწვეულია ქარბუქის შედეგად ხილვადობის გაუარესებითა და ნამქერების წარმოქმნით, იწვევს უარყოფით შედეგებს[7].

ჩატარებული სტატისტიკური ანალიზის შედეგად შედგენილ იქნა ცხრილი (ცხრ.1) რომელიც ეყრდნობა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მასშტაბით 10 მეტეოსადგურზე არსებული მრავალწლიური მონაცემების დამუშავებას. ცხრილ 1.-ში მოყვანილია მონაცემები ქარბუქის საშუალო და უდიდეს დღეთა რიცხვისა და ხანგრძლივობის შესახებ წლის განმავლობაში, ასევე მოყვანილია იმ სადგურების ჩამონათვალი სადაც იქნა აღებული მონაცემები ქარბუქიანობის შესახებ და მათი სიმაღლე ზღვის დონიდან.

როგორც ცხრილი 1.-დან ირკვევა, მეტნაკლებად ქარბუქიან დღეთა რიცხვი იზრდება ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად. ასევე ქარბუქის ხანგრძლივობა. ქარბუქიანობით გამორჩეულია ყაზბეგის მაღალმთიანი პუნქტი, რომელიც ზღვის დონიდან 3665 მ.-ზე მდებარეობს. აქ ქარბუქიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი შეადგენს 56 დღეს, ხოლო საშუალო ხანგრძლივობა წლის განმავლობაში 603 სთ.-ია. უდიდეს დღეთა რიცხვის მაჩვენებელი ბოლო 50 წლის განმავლობაში შეადგენს 137 დღეს, ხოლო უდიდესი ხანგრძლივობა წლის განმავლობაში 1709 სთ. იქნა დაფიქსირებული.

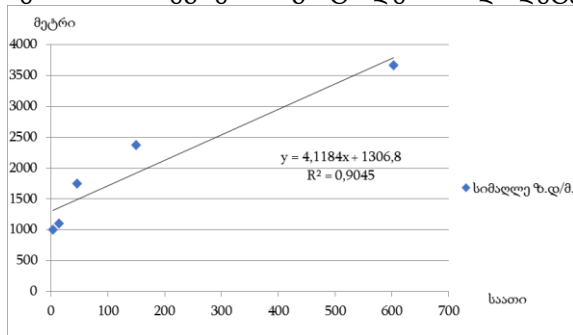
ცხრილი 1. ქარბუქიან დღეთა რაოდენობისა და ხანგრძლივობის საშუალო და უდიდესი მაჩვენებლები მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით მცხეთა მთიანეთის რეგიონში.

სადგური/საგუშაგო	დღეთა რიცხვი		ხანგრძლივობა (სთ.)		სიმაღლე ზ.დ./მ.
	საშუალო	უდიდესი	საშუალო	უდიდესი	
ყაზბეგი მ/მ	56	137	603	1709	3665
სტეფანწმინდა	10	37	46.5	434	1750
ჯვრის უღელტ.	17.5	29	150	305	2380
გუდაური	6.2	16	-	-	2196
თიანეთი	1.9	7	13.6	80	1100
სნო	3	10	-	-	1760
წინხადუ	10.6	20	-	-	1910
ლელოვანი	1.9	9	-	-	1220
მლაშე	1.5	11	-	-	940
სიონი	-	-	3	40	1000

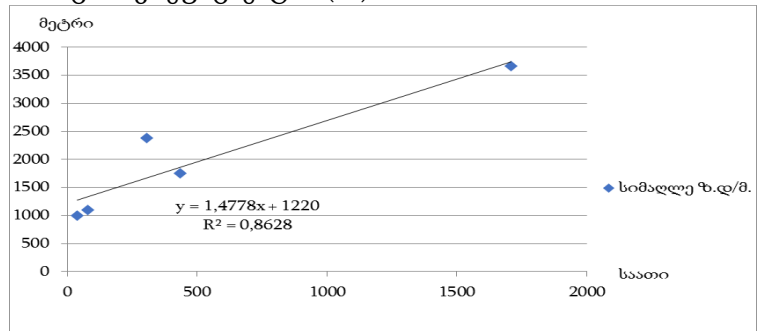
ცხრილი 1.-ის ანალიზიდან ასევე ირკვევა, რომ საშუალოდ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ქარბუქიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში 12 დღეს შეადგენს, ხოლო საშუალო ხანგრძლივობა 163.2 სთ.-ია წლის განმავლობაში.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ქარბუქის ხანგრძლივობა პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაშია ქარბუქიან დღეთა რიცხვთან. თუმცა რაც შეეხება ადგილის სიმაღლის ზრდას ზღვის დონიდან, ეს დამოკიდებულება ყოველთვის არ არის პირდაპირ პროპორციული და ხშირ შემთხვევაში დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, როგორცაა ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ამინდის ცვალებადობა, რელიეფის კონფიგურაცია და მასთან დაკავშირებული პუნქტების დაცულობა და სხვ.

ქარბუქის საშუალო და მაქსიმალური ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მოყვანილია დიაგრამების სახით(ნახ.1,2) შესაბამისი რეგრესიის განტოლებითა და დეტერმინაციის კოეფიციენტი( $R^2$ ).



ნახ.1. ქარბუქის საშუალო წლიური ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლესთან მიმართებაში მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში



ნახ.2. ქარბუქის წლის განმავლობაში უდიდესი ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლესთან მიმართებაში მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში

როგორც ნახ.1,2.-დან ჩანს მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ქარბუქის ხანგრძლივობის ზრდა პირდაპირ პროპორციულადაა დამოკიდებული ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდაზე. ქარბუქის საშუალო წლიური ხანგრძლივობის შემთხვევაში კორელაციის კოეფიციენტი საკმაოდ მაღალია და შეადგენს 95% (ნახ.1). რაც შეეხება უდიდესი ხანგრძლივობის დამოკიდებულებას ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან, აქაც კორელაცია საკმაოდ მაღალია - 90%(ნახ.2).

დასკვნა

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ქარბუქიანობა საკმაოდ მაღალია. მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით საშუალოდ ქარბუქიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში 12 დღეს შეადგენს, ხოლო საშუალო ხანგრძლივობა 160 საათზე მეტია.

მიუხედავად სხვადასხვა ფაქტორებისა რომლებიც გავლენას ახდენენ ქარბუქის განვითარებაზე, ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდა და ქარბუქის ხანგრძლივობის ზრდა ერთმანეთთან მაღალ კორელაციაშია - კორელაციის კოეფიციენტი 90%-ზე მეტია.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Elizbarashvili E., Elizbarashvili M., Kartvelishvili L., Pipia M., Elizbarashvili Sh. Blizzards on the Territory of Georgia. International scientific Journal, European Geographical Studies, E-ISSN: 2413-7197, 2018, 5(1), pp. 50-60 (in Russian).
2. ფიფია მ., ბეგლარაშვილი ნ. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი საქრთველოში 1966-2017 წლების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები, ISSN 1512 – 0902, ტომი 125, თბილისი, 2018, გვ. 63-67.
3. ფიფია მ., ბეგლარაშვილი ნ., დიასამიძე ლ., ჯინჭარაძე გ. ქარბუქის ზოგიერთი თავისებურებანი სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში. თსუ, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ზუნბერვი კატასტროფები საქართველოში: მონიტორინგი, პრევენცია, შედეგების შერბილება“, შრომები, ISBN 978-9941-13-899-7, 12–14 დეკემბერი, თბილისი, 2019, გვ. 110-113.
4. 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.
5. 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.
6. <https://geographyofrussia.com/meteli/>
7. 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.

უკ 551.59

**ქარბუქი მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით.** /ფიფია მ., ჯინჭარაძე გ., ბეგლარაშვილი ნ. / სტუ-ის შრომათა კრებული-2022-ტ.132-გვ.41-43- ქართ. რეზ.: ქართ.; ინგ.; რუს.

შესწავლილია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ქარბუქიანობა 1966-2017 წლების მონაცემების მიხედვით, რომელიც ეყრდნობა რეგიონის მაშტაბით არსებულ 10 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებს. გაანალიზებულია ქარბუქიანობის მახასიათებლების - დღეთა რიცხვის და ხანგრძლივობის განაწილება რეგიონის ტერიტორიაზე. შედგენილია შესაბამისი ცხრილი, რომელშიც მოყვანილია ქარბუქის როგორც საშუალო ასევე უდიდეს დღეთა რიცხვის და ხანგრძლივობის მაჩვენებლები შესაბამისი სადგურების მიხედვით. დადგენილია ქარბუქის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში.

UDC 551.59

**Blizzard in Mtskheta-Mtianeti region according to multi-year data** /Pipia M., Jincharadze G., Beglarashvili N. / Transactions IHM, GTU. - 2022. - V.132. - pp.41-43.-Georg.; Abst. Georg., Eng., Russ.

The blizzards of Mtskheta-Mtianeti region has been studied according to the data of 1966-2017, which is based on the data of 10 meteorological stations in the region. The distribution of blizzards characteristics - number of days and duration in the region is analyzed. A corresponding table has been compiled, which blizzards the average and maximum number of days and duration of blizzards according to the respective stations. The dependence of the duration of the blizzard on the increase in altitude above sea level has been established.

УДК 551. 59

**Метель в регионе Мцхета-Мтианети по многолетним данным** /Пипиа М., Джинчарадзе Г., Бегларашвили Н. / Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. - 2022. - вып.132. - с.41-43.- Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Метели региона Мцхета-Мтианети изучены по данным 1966-2017 гг., основанным на данных 10 метеорологических станций региона. Проанализировано распределение характеристик метелей - количества дней и продолжительности в регионе. Составлена соответствующая таблица, в которой приведены среднее и максимальное количество дней и продолжительность метелей по соответствующим станциям. Установлена зависимость продолжительности метели от увеличения высоты над уровнем моря.

უკ: 504.064.2

**ეკოლოგიის საფუძვლების უნიფიცირებული ტერმინებისა და განმარტებების  
ლექსიკონ-ცნობარის დამუშავების შესახებ**

**გუნია გარი**

სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, [garrygunia@yahoo.com](mailto:garrygunia@yahoo.com)

**შესავალი**

უკანასკნელ პერიოდში უმაღლეს სასწავლებლებში რიგი აკადემიური დისციპლინა გვხვდება, როგორცაა, მაგალითად, „ქიმიური ეკოლოგია“, „საინჟინრო ეკოლოგია“, „სამშენებლო ეკოლოგია“ და ა.შ. ამ ახალი დისციპლინების შინაარსის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, ხშირად, ისინი მხოლოდ გარემოს დაცვისა და ბუნებათსარგებლობის ცალკეულ ასპექტებს განიხილავენ, ხოლო შინაარსი კი, ეკოლოგიის კუთვნილებისაგან შორსაა. ამიტომ მიგვაჩნია, რომ ტერმინის „ეკოლოგია“ და მისი წარმოებულების გამოყენებას უფრო მკაცრად უნდა მივუდგეთ. წინააღმდეგ შემთხვევაში ჩნდება ჩვეულებრივი ტერმინოლოგიური ჩანაცვლება, რომელიც, ზოგადად, ხელს უშლის ეკოლოგიური განათლების ფორმირებას.

ჩვენი აზრით, ნებისმიერი ტერმინოლოგიური ჩანაცვლება საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთქმედების ყველაზე რთული პროცესის შესწავლაში ქაოსს წარმოქმნის. ამიტომ ტერმინის „ეკოლოგია“ და მისი დერივატების არაკორექტული ხმარება დაუშვებლად მიგვაჩნია. „ეკოლოგიის საფუძვლების უნიფიცირებული ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ -ცნობარი“ - ს დამუშავება მნიშვნელოვნად ხელს შეუწყობს აღნიშნულ ნაკლოვანებების აღმოფხვრას. ამასთან აუცილებელია გარემოს ფაქტორებისა და მათი ზემოქმედების ზოგადი საკითხების განხილვა, მათ შორის: „ადამიანი - ბუნება - საზოგადოება“ სისტემაში გაჩენილ წინააღმდეგობების ესკალაციის პრობლემაში, გარემოსდაცვითი განათლების განვითარების ახალი სტრატეგიული გზების დამუშავება.

ზემოგამოთქმული მოსაზრებები კარგად ესაბამება, 1977 წელს გაეროს ეგიდით თბილისში გამართულ მთავრობათაშორისო კონფერენციაზე გარემოსდაცვითი განათლების შესახებ მომზადებულ დეკლარაციას, რომელშიც პირველად იქნა ჩამოყალიბებული გარემოსდაცვითი განათლების სისტემების სტრუქტურა, როგორც ადგილობრივ, ასევე ეროვნულ და საერთაშორისო დონეებზე.

**ტერმინი „ეკოლოგია“**

ტერმინი „ეკოლოგია“ გერმანელი ბუნების მკვლევარი და ფილოსოფოსი ერნსტ ჰეკელის მიერ 1866 წელს არის შემოტანილი. იმ დროს ეკოლოგია, მცენარეული და ცხოველური სამყაროს ორგანიზმების და ბუნებრივი გარემოს ურთიერთკავშირების შემსწავლელი, ბიოლოგიური მეცნიერების ნაწილს მიეკუთვნებოდა.

ჩვენ დროს ამ ტერმინს მრავალი მნიშვნელობა გააჩნია [1], და იხმარება იმ მეცნიერების აღსანიშნავად, რომელიც სწავლობს :

- სხვადასხვა დონის ზეორგანიზმების, მათ შორის: სისტემების, პოპულაციების, სახეობების, ბიოგეოცენოზების, ეკოსისტემებისა და მთლიანად ბიოსფეროს, ორგანიზმებსა და ფუნქციონირებას;
- ადამიანის, მთლიანად ადამიანთა ოჯახების და ბუნებრივი გარემოს ერთობლივ განვითარებას;
- გლობალური ეკოლოგიური კრიზისის გადალახვის გზებს.

ეკოლოგიის ძირითადი თეორიული ცნებები - ეკოსისტემა, პოპულაცია, ეკოლოგიური ნიში, ორგანიზმების ურთიერთკავშირები პოპულაციის, ოჯახის, ეკოსისტემების შიგნით - XX საუკუნის პირველ ნახევარში იყო განვითარებული, ხოლო პოპულაციებზე და ეკოსისტემებზე ადამიანის გავლენის კვლევებმა განსაკუთრებული განვითარება მე-XX-ს მეორე ნახევარში მიიღო. ამ პერიოდში მოსახლეობის რიცხვის არარეგულირებადი მატების, ბუნებრივი გარემოს პროგრესირებადი დაბინძურების, მინერალური და წიაღისეული ენერგომატარებლების რესურსების გამოლევის, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შემცირების, ნიადაგის დეგრადაციის და გლობალური ბიოსფერული პროცესების განვითარების, სათბური ეფექტების გაძლიერების და ოზონური შრის რღვევის შედეგად, ადამიანის დამოკიდებულება ეკოლოგიური კრიზისის საშიშროების მიმართ მნიშვნელოვნად გამაზვიანდა.

ამრიგად, ეკოლოგია - მეცნიერება ბუნების სიციცხლის შესახებ - განიცდის მეორე სიციცხლეს.

100-ზე მეტი წლის წინ წარმოქმნილი, როგორც მოძღვრება ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერ-თობის შესახებ, ეკოლოგია ჩვენ თვალწინ ტრანსფორმირდა მეცნიერებაში ბუნების სტრუქტურის შესახებ, მეცნიერებაში, თუ როგორ მუშაობს დედამიწის ცოცხალი საფარველი მის მთლიანობაში.

გარემოს ცალკეულ თვისებებს ან მის ელემენტებს, ფაქტორები ეწოდება, ხოლო გარემოს ფაქტორებს, რომლებიც მოქმედებენ ცოცხალ ორგანიზმებზე, ეკოლოგიური ფაქტორები ეწოდება. ეკოლოგიური ფაქტორების მრავალფეროვნება ორ დიდ ჯგუფად - აბიოტურ და ბიოტურზე დაიყოფა (ცხრ.1) [2].

ცხრილი 1. ეკოლოგიური ფაქტორების კლასიფიკაცია

ეკოლოგიური ფაქტორები	
აბიოტური	ბიოტური
სინათლე, ტემპერატურა, სინოტივე, ქარი, ჰაერი, წნევა, დინება, დღის ხანგრძლივობა და სხ.	მცენარეთა გავლენა ბიოცენოზის სხვა წევრებზე
ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, მისი შეღწევადობა, გატენიანება	ცხოველთა გავლენა ბიოცენოზის სხვა წევრებზე
ნიადაგში ან წყალში საკვები ელემენტების შემცველობა, გაზობრივი შედგენილობა, წყლის სიმლაშე	ადამიანის საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი, ანთროპოგენური ფაქტორები

ვინაიდან ცოცხალი სამყაროს განვითარება სულ უფრო მეტწილადაა განპირობებული ადამიანის მოღვაწეობით, მეტად პროგრესიულად მოაზროვნე მეცნიერები ეკოლოგიის მომავალს შეცვლილი სამყაროს შექმნის თეორიაში ხედავენ. *ეკოლოგია ჩვენს თვალწინ ბუნებრივ გარემოში ინდუსტრიული საზოგადოების ადამიანის ყოფაქცევის თეორიული საფუძვლის სახეს ღებულობს.*

#### გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვა

თანამედროვეობის ერთ-ერთ მეტად აქტუალურ პრობლემას, ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული, ეკოლოგიური დატვირთვის შედეგებისაგან ბუნებრივი გარემოს დაცვა წარმოადგენს. მრავალი შეფასებებით ეს ნეგატიური ზემოქმედება სამიშ ზომებს ღებულობს, რაც გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის ეფექტური მართვის პროგრამების შემუშავების აუცილებლობას იწვევს. აღნიშნული პროგრამების შემუშავება კი, მოითხოვს მრავალი სახის ინფორმაციას ამ მდგომარეობის შესწავლის, შეფასებისა და პროგნოზის შესახებ. ამასთან, დედამიწას ჩვენ განვიხილავთ, როგორც ცხოველმოქმედების გლობალურ სისტემას და ვსწავლობთ ამ სისტემის მართვის ყველა შესაძლო ვარიანტს.

თანამედროვე ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა დაკავშირებულია: ეკონომიკური განვითარების, მოსახლეობის გამრავლების, და სიღარიბის დაძლევის პროცესებთან.

ეკოლოგიური კატასტროფის აცილებისა და მდგრადი განვითარების მიღწევის პრობლემები, თავისი მასშტაბებით აჭარბებენ ყველა პრობლემებს, რომლებსაც თავის განვითარების პროცესში შეხვედრილა კაცობრიობა. ჯერ კიდევ არასდროს ყოფილა პრობლემის მასშტაბებისა და მის გადაწყვეტაში ჩვენი შესაძლებლობებს შორის ასეთი გიგანტური წყვეტა.

ცნობილია, რომ ატმოსფერო და ჰიდროსფერო ბუნებრივ გარემოში ნივთიერებათა მიმოქცევის მთავარი მაგისტრალია, ხოლო მათვე ნივთიერებათა გადატანას გარემოში ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესები განაპირობებენ. აქედან გამომდინარე ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული გარემოს ეკოლოგიური დატვირთვის მონიტორინგი, პროგნოზი და მართვა ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების კანონზომიერების გათვალისწინებით უნდა სრულდებოდეს [1].

ამჟამად ძნელი წარმოსადგენია მსხვილი სამრეწველო რაიონი ან ქალაქი, რომელშიც მისი ბუნებრივი გარემოს დასაცავად რაიმე ღონისძიება არ ტარდებოდა.

უკვე არავის არ ეპარება ეჭვი იმაში, რომ ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი - დროსა და სივრცეში რეგულარული, გრძელვადიანი დაკვირვებები ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე და მასში მიმდინარე ბუნებრივ მოვლენებზე და, აგრეთვე, ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის შეფასება და პროგნოზი - ადამიანის ორგანიზმული ყოფის ერთ-ერთი მთავარი განუყოფელი ნაწილია. როგორც [1, 2] მონოგრაფიებშია მოცემული, იგი სრულდება კომპლექსურად, სხვადასხვა დარგის სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული საკითხების დამუშავების გზით. გარდა ამისა, ეკოლოგ მეცნიერთა ფართო წრის ყურადღებას ითხოვს გლობალური კლიმატის ცვლილებების ეკოლოგიურ პრობლემებთან დაკავშირებული საკითხების დამუშავება, მათ შორის, გაუდაბნოებისა. ამ უკანასკნელ პროცესს ექსტრემალურ პირობებში, ეკოსისტემის თვითაღდგენის თვისებების რყევის შედეგად, შეუძლია ბიოსფერული პოტენციალის მთლიანი მოშლა და ტერიტორიის უდაბნოდ ქცევა გამოიწვიოს [3].

XXI საუკუნის დასაწყისისთვის ანთროპოგენური უდაბნოების ფართობმა 10-დან 13 მლნ. კმ<sup>2</sup> შეადგინა, ხოლო გაუდაბნოების საფრთხის ქვეშ არა ნაკლებ 30 მლნ.კმ<sup>2</sup> მიწები იმყოფება. ამის შედეგად პლანეტის პროდუქტიულობის მასა ადრინდელთან შედარებით 1/3 –ით შემცირდა.

ცხრილ 2-ში მოტანილია მსოფლიოს რიგი ქვეყნისთვის გაანგარიშებული ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტები და შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების წილი [4].

ცხრილი 2. ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტი და შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების წილი, % -ში.

ქვეყანა	ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტი	ბუნებრივი ტერიტორიების წილი, %
ნიდერლანდები	42	0
გერმანია	19	0
იაპონია	16	0
აშშ	3.4	4
რესპუბლიკა კორეა	4	0
მექსიკა	1.2	2
ჩინეთი	1.1	20
ინდოეთი	1	1
რუსეთი	0.7	45
კანადა	0.4	65
ბრაზილია	0.2	28
ალჟირი	0.2	64
ავსტრალია	0.2	33
მთლიანად დედამიწა	1	39

ანთროპოგენური დატვირთვის კოეფიციენტი მიღებულია განსახილველი ქვეყნის ფართობის ერთეულზე მოსული ენერგეტიკული სიმძლავრის შეფარდებით ფართობის ერთეულზე მოსულ საშუალო გლობალურ სიმძლავრესთან .

როგორც ცხრილიდან ჩანს, განსახილველი ტერიტორიებიდან საშიალოდ, ყველაზე ძლიერ ანთროპოგენურ დატვირთვას ევროპის ტერიტორია განიცდის, ხოლო მსოფლიოში შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების წილი მხოლოდ 39 % - ს შეადგენს. თუ მივვლით მხედველობაში კაცობ-რიობის რიცხოვნობის უკონტოლო მატების პროცესს - შორს არა ვართ შენარჩუნებული ბუნებრივი ტერიტორიების კატასტროფულ კლებასთან.

გლობალური ეფექტების ფონზე, ხშირად რეგიონული ფაქტორების ზემოქმედებათა რიგი ნეგატიური შედეგი აღინიშნება. მაგალითად, ელექტროსადგურების შექმნის და ექსპლუატაციის ეკოლოგიური შედეგები, უწინარეს ყოვლისა, დაკავშირებულია: წყალსაცავების არახელსაყრელ ზემოქმედებასთან მიმდებარე ტერიტორიის მიკროკლიმატზე, ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, დიდი ტერიტორიების გარიყვასთან და ნოციერი მიწებისა და ტყის მასივების დატბორვასთან, ფლორისა და ფაუნის გაუარესებასთან და სხვა. აღნიშნულის შედეგად, ვაკე რაიონებში ბარის ბიოტოპების დანაკლისის ნაწილობრივი კომპენსირება ხდება, ხოლო მთებში ასეთი დანაკლისი, ძირითადად, აუნაზღაურებელი რჩება. ამის გამო მთის წყალსაცავების დესტრუქციული გავლენა მიმდებარე ტერიტორიების ეკოსისტემებზე მეტად მკაფიოდ არის გამოხატული.

შესრულებული შეფასებებით მოცემული პრობლემა საქართველოს პირობებში იმდენად მრავალმხრივი და მნიშვნელოვანია, რომ ქვეყნის განვითარებისთვის საჭირო ენერგეტიკული სისტემების (კერძოდ, ჰეს-ების) ენერგოეფექტურობის შეფასებისას, ერთ-ერთ აუცილებელ ფაქტორად ამ საწარმოთა ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ეკოლოგიური ზემოქმედების შედეგები უნდა იქნეს მიჩნეული [2].

ამასთან ერთად, გარემოს მდგომარეობაზე თავისი უარყოფითი შედეგების თვალსაჩინოებისა და უშუალო გამოძვლავების გამო საზოგადოების მხედველობის არეში ეკოლოგიური საფრთხის ისეთი ელემენტები გვხვდება, როგორებიცაა სმოგი და მჟავიანი წვიმები. მსოფლიოში ეკოლოგიური დაძაბულობის ამ ფაქტორების მიმართ ყურადღება სულ უფრო მატულობს და მრავალ ქვეყანაში შემუშავებულია მჟავიანი ნალექების მონიტორინგის პროგრამები.

#### პრობლემის წარმატებით გადაჭრის გზები

ზემოგანხილული პრობლემის წარმატებული გადაჭრა მოითხოვს კომპლექსურ მიდგომას, რაც შესაბამისად მომზადებული სპეციალისტების ფართო წრის არსებობის პირობებშია შესაძლებელი.

ამისათვის, პირველ რიგში, ადგილობრივი პირობების შესატყვისი, ეკოლოგიის უნიფიცირებული ტერმინების მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელოების აუცილებელი არსებობა უნდა დასახელდეს.

დამაფიქრებელია ის გარემოება, რომ ჩვენთან ამ ვითარების სრული ხასიათი, მისი უშუალო და შორეული შედეგები ბოლომდე არც კი არის გაცნობიერებული. უფრო მეტიც, ეს საკითხი ჯერ კიდევ მთლიანად შეუსწავლელია და სერიოზულ დამუშავებას მოითხოვს.

უკანასკნელ ათეულ წლებში ფართოდ მიმდინარეობს განათლების შინაარსობრივი ცვლილებები. ეკოლოგიის, როგორც მეცნიერების, გაფართოება და გაღრმავება, ტექნოსფეროში ადამიანის გადარჩენის ამოცანების ამოხსნის აუცილებლობის შეგნება, ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერ-თობის კანონების, საბუნებისმეტყველო - სამეცნიერო, ჰუმანიტარულ, ტექნიკო - ტექნოლოგიური მიმართულებათა სასწავლო დისციპლინების ეკოლოგიზაცია სერიოზულ შესწავლის აუცილებლობას კარნახობს. მომავალი სპეციალისტი უნდა ერკვეოდეს ისეთ საკითხებში, როგორცაა: ტერიტი-რიულ-ბუნებრივი და სამეურნეო-ბუნებრივი კომპლექსების მდგომარეობის, მდგრადობისა და განვითარების შეფასებები, ეკოლოგიური მონიტორინგი, მართვა ბუნების დაცვისა და ბუნების რესურსების მოხმარების სასტემაში, ბუნებრივი გარემოს შენარჩუნების რეკომენდაციების დამუშავება და ა.შ.

ამრიგად, როგორც ირკვევა, ზემოაღნიშნული საკითხების, მათ შორის: ბუნებრივ გარემოში მავნე მინარევთა გადატანა, ამ პროცესების მონიტორინგი, პროგნოზი, მართვა და, აგრეთვე, ადეკვატური განათლების საჭირო მოცულობით მიღების წარმატებით გადაჭრა წარმოუდგენელია, ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის გამოყენებაში მიღებულ, ძირითად უნიფიცირებულ ტერმინებისა და განმარტებების შემცველ ლექსიკონ-ცნობარის გარეშე.

აქედან გამომდინარე, შემოთავაზებული ნაშრომის ძირითადი მიზანი და ამოცანებია:

აღნიშნული პირობების გათვალისწინებით, ფუნდამენტური და გამოყენებითი ეკოლოგიის მნიშვნელოვანი ნაწილების ცნებების განმარტებებისა და საცნობარე მასალის, რომლის სწრაფი განვითარება სათანადოდ არ არის გამოსახული საქართველოში არსებულ სახელმძღვანელო ლიტერატურაში, ლექსიკონ - ცნობარის შექმნისა და მისი სტამბური და ელექტრონული საშუალებებით გავრცელების აუცილებლობის დასაბუთება და ეკოლოგიური ცოდნის მიღების ხელის შეწყობა.

ზოგიერთ ტრადიციულ ტერმინებს დღეს ხშირად მიეკუთვნება ახალი აზრი, ხოლო რიგი სხვა ტერმინისა და ცნების განმარტებები მხოლოდ სამეცნიერო და ნორმატიულ ლიტერატურაში თუ მოიპოვება, რომელიც ფართო მომხმარებლისთვის, ხშირად, ხელმიუწვდომელი რჩება. ამასთან, ლექსიკონ-ცნობარი უნდა შეიცავდეს: ეკოლოგიის გამოყენებაში მიღებულ ძირითად უნიფიცირებულ ტერმინებს; ფუნდამენტური და გამოყენებითი ეკოლოგიის მნიშვნელოვანი ნაწილების, მათ შორის გეოფიზიკისა და ჰიდრო-მეტეოროლოგიის, ცნებების განმარტებებს და მოკლე საცნობარე მასალას.

ლექსიკონ-ცნობარი, როგორც სახელმძღვანელო, განკუთვნილი უნდა იყოს ნებისმიერი სპეციალობის სტუდენტებისთვის, რომელთა განათლება დაკავშირებულია ეკოლოგიის სხვადასხვა მიმართულების საკითხებთან.

### დასკვნა

როგორც ზემოაღნიშნულიდან ირკვევა, ქართულენოვანი, ეკოლოგიის გამოყენებაში მიღებული, ძირითადი უნიფიცირებული ტერმინების ლექსიკონ-ცნობარის შექმნა მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი და უსაფრთხო განვითარებას და ამით საერო პრობლემის ხასიათს იძენს.

მისი შექმნა და სტამბური და ელექტრონული საშუალებებით გავრცელება დიდად სასარგებლო იქნება საქართველოს უმაღლეს სასწავლო დაწესებულებებში ეკოლოგიის საფუძვლების სწავლისა და სწავლების პროცესების სრულყოფაში.

მისი არსებობა, აგრეთვე, გარემოს დაცვის სფეროში საქართველოს კანონების სრულყოფილ შესრულებას და ქვეყნის ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტას შეუწყობს ხელს.

ამრიგად, ცხადია, რომ აღნიშნული პრობლემების წარმატებით გადაწყვეტასთან დაკავშირებით, ეკოლოგიის საფუძვლების ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ -ცნობარის შექმნის საკითხი იძენს დიდ აქტუალობას.

### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузии. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
2. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. - თბ., საქ. მეცნ. აკადემია, ჰიდომეტ. ინსტ., 2005, 265 გვ.
3. United Nations Convention to Combat Desertification – UNCCD, 1996.

4. Котляков В.М., Лосев К.С., Суетова И.А. Вложение энергии в территорию как экологический индикатор. Изв. Академии Наук, сер. геогр., 1995. №3. С.70-75.

უკ: 504.064.2

**ეკოლოგიის საფუძვლების უნიფიცირებული ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ-ცნობარის დამუშავების შესახებ.** / გუნია გ./ სტუ - ის ჰმი - ის შრომათა კრებული, 2022, ტ.132. -გვ.44-48 ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომში განხილულია ქვეყნის მდგრადი ეკონომიკური განვითარებისთვის აუცილებელი საკითხები, რომლებიც დაკავშირებულია თანამედროვე ეკოლოგიურ პირობებთან. ნაჩვენებია, რომ “ადამიანი - ბუნება - საზოგადოება” სისტემაში გაჩენილ წინააღმდეგობების ესკალაციის პირობებში, განსაკუთრებით უკანასკნელ ათეულ წლებში, გარემოსდაცვითი განათლების განვითარების ახალი სტრატეგიული გზების დამუშავება არის აუცილებელი. ამისათვის მნიშვნელოვანია ეკოლოგიის საფუძვლების უნიფიცირებული ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ-ცნობარის დამუშავება და სტამბური და ელექტრონული საშუალებებით გავრცელება, რაც საქართველოს უმაღლეს სასწავლო დაწესებულებებში ეკოლოგიის საფუძვლების სწავლისა და სწავლების პროცესების სრულყოფისთვის დიდად სასარგებლო იქნება.

UDC: 504.064.2

**On the elaboration of a dictionary-reference book of unified terms and definitions of the fundamentals of ecology.** /Gunia G./ Collection of works IHM, GTU, 2022. V132.- Pp,44-48.- Georg. Abst.: Georg., Eng., Russ.

The article examines the issues of sustainable economic development of Georgia associated with modern environmental problems. It is shown that to tackle the contradictions in the system "Man-Nature-Society", which has especially aggravated in recent decades, it is necessary to elaborate new strategic ways of developing environmental education. For this reason, it is important to elaborate a dictionary-reference book of unified terms and definitions of the fundamentals of ecology and distribute it by print and electronic means. The dictionary-reference book will be vastly beneficial for the process of teaching as well as learning the fundamentals of ecology in educational institutions of Georgia.

УДК; 504.064.2

**О проработке словаря – справочника унифицированных терминов и определений основ экологии.** /Гуния Г.С./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ, 2022. вып.132.-сс.44-48/ – Груз. Рез.; Груз., Англ., Рус.

В статье рассматриваются вопросы устойчивого экономического развития страны, связанные с современными экологическими проблемами. Показано, что в условиях обострения противоречий в системе «Человек-Природа-Общество», особенно в последние десятилетия, необходимо разработать новые стратегические пути развития экологического образования. Для этого важно разработать словарь-справочник унифицированных терминов и определений основ экологии и распространить его печатным и электронным средствами, что будет весьма полезно для улучшения процесса преподавания и изучения основ экологии в учебных заведениях страны.



უაკ 504.5.054

**ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება ზამთარში დასავლეთის და აღმოსავლეთის ფონური სუსტი ქარის დროს**

**ა. სურმავა<sup>1</sup>, ლ. გვერდწითელი<sup>2</sup>, ლ. ინწკირველი<sup>1</sup>, ნ. გიგაური<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

<sup>2</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, საქართველო, aasurmava@yahoo.com

თბილისი, სამხრეთ კავკასიის ერთ-ერთი უდიდესი ქალაქი, საქართველოს ადმინისტრაციული და ტურისტული ცენტრია. ქ. თბილისის რელიეფი მეტად რთულია. ის დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრულია მაღალმთიანი მასივებით, ჩრდილოეთიდან უკავშირდება გარე სივრცეს მტკვრის ვიწრო ხეობით, ხოლო სამხრეთიდან დაბლობი ტერიტორიით. თეორიულ მოსაზრებებზე დაყრდნობით, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ქალაქის რელიეფის გავლენით ფორმირებული ჰაერის ლოკალური ცირკულაციები არ უწყობს ხელს ქალაქის ატმოსფეროს თვითდასუფთავების პროცესს. მართლაც, გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონიტორინგის ქსელის მონაცემების და სხვა გამოკვლევების თანახმად ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის კონცენტრაცია ხშირად აღწევს და რიგ შემთხვევაში აჭარბებს ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციას (ზდკ) [1-7].

ჰაერის ხარისხის გაუმჯობესების დასაბუთებული რეკომენდაციების დამუშავებისა და პრაქტიკული ღონისძიებების გატარებისათვის საჭიროა თეორიულად იქნეს შესწავლილი ქალაქის ატმოსფეროში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა დროში და სივრცეში განაწილების თავისებურებანი, განსაკუთრებით არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების დროს.

წარმოდგენილ ნაშრომში, [8-11]-ში ჩატარებული კვლევების შემდგომი გაფართოების მიზნით, რიცხობრივი მოდელირებით შესწავლილია ქალაქის ატმოსფეროს დამტკვრიანება ზამთრის პერიოდში ფონური დასავლეთის და აღმოსავლეთის სუსტი ქარის პირობებში. ამ მიზნით გამოიყენება კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების განვითარების და დამაბინძურებელი ინგრედიენტების გავრცელების რიცხვითი მოდელი [8].

**ამოცანის დასმის მოკლე აღწერა**

განხილულია ქ.თბილისის და მიმდებარე ტერიტორია ფართობით  $30.6 \times 24$  კმ<sup>2</sup>. ქალაქის რთული რელიეფის პირობებში ატმოსფეროს დინამიკური ველების და მეტეოროლოგიური პარამეტრების მათემატიკურად კორექტული აღწერისათვის გამოყენებულია რელიეფის მიმყოლი კოორდინატთა სისტემა  $(t, x, y, \zeta = (z - \delta) / h)$ . აქ  $t$  დროა,  $x$  და  $y$  პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ მიმართული კოორდინატებია,  $\zeta$  განუზომადი ვერტიკალური კოორდინატაა,  $\delta(x, y)$  რელიეფის სიმაღლეა ზღვის დონიდან,  $h = H - \delta$  ტროპოსფეროს სისქეა,  $H(t, x, y)$  - ტროპოპაუზის სიმაღლეა.

არჩეულ კოორდინატთა სისტემაში მტვრის კონცენტრაციის ცვლილების განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + (\tilde{w} - \frac{w_0}{h}) \frac{\partial C}{\partial \zeta} = \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial}{\partial y} + \frac{1}{h^2} \frac{\partial}{\partial \zeta} \nu \frac{\partial C}{\partial \zeta} + F, \quad (1)$$

სადაც  $C$  ინგრედიენტის კონცენტრაციაა;  $u, v, w$  და  $\tilde{w}$  ქარის სიჩქარის მდგენელებია  $x, y, z$  და  $\zeta$  ღერძების გასწვრივ;  $w_0$  მტვრის დაღექვის სიჩქარეა.  $F(t, x, y, \zeta)$  წყაროს მიერ ატმოსფეროში მტვრის გაფრქვევის სიჩქარეა.  $\mu$  და  $\nu$  - ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტობის კოეფიციენტებია. ქარის სიჩქარის მდგენელები და ტურბულენტობის კოეფიციენტები გამოითვლება [8] მოცემული განტოლებების რიცხვითი ინტეგრირების და ტურბულენტობის კოეფიციენტების განმსაზღვრელი ფორმულების საშუალებით.

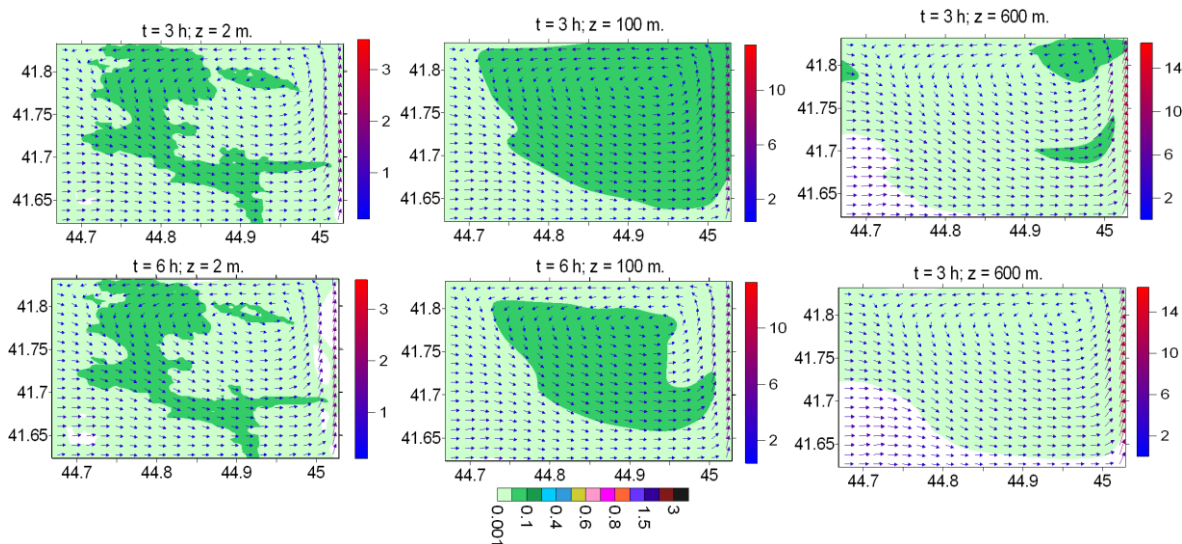
თავისუფალ ატმოსფეროში და ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მტვრის გავრცელება მოდელირდება (1) განტოლების რიცხვითი ინტეგრირებით, შესაბამისი საწყისი და სასაზღვრო პირობების გამოყენებით. რიცხვითი ზადის ბიჯები  $x$  და  $y$  ღერძების გასწვრივ ტოლია 300 და 400 მ-ის. ვერტიკალური განუზომადი ბიჯი თავისუფალ ატმოსფეროში ტოლია 1/31, რაც დაახლოებით შეესაბამება 300 მ-ს. ატმოსფეროს მიწისპირა 100 მ სისქის ფენაში ვერტიკალური ბიჯი იცვლება 0.5 -დან 15 მ-მდე. დროითი ბიჯი 1 წმ-ია. გამოთვლები ჩატარებულია 3 დღე-ღამის პერიოდისათვის. განხილულია იანვრის თვეში მშრალი ამინდის პირობებში ფონური დასავლეთის სუსტი ქარის (ფდსქ) და ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის (ფასქ) შემთხვევები. ქარის სიჩქარე იცვლება 1 მ/წმ-დან (მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე) 20 მ/წმ - მდე (ტროპოპაუზაზე - 9კმ). ატმოსფეროს ფარდობითი ტენიანობა 50%-ია.

დაშვებულია, რომ ატმოსფეროს აბინძურებს მტვერი, რომელიც წარმოიშვება ქალაქის მაგისტრალზე და ქუჩებში ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შედეგად. მისი ოდენობა იცვლება დროში და განსაზღვრულია სტაციონალური დაკვირვების მასალების მონაცემების და ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის შეფასებით.

**რიცხვითი მოდელირების შედეგები**

**ექსპერიმენტი 1. მოდელირებულია ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელება ფდსქ დროს.**

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია გამოთვლებით მიღებული მტვრის კონცენტრაციის და ქარის სიჩქარის სივრცული განაწილება მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე  $t=3$  და 6 საათზე. კონცენტრაცია მოცემულია ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ერთეულებში ( $\text{ზდკ}=0.5 \text{ მგ/მ}^3$ ). ნახ. 2-დან ჩანს, რომ დღის 3-დან 6 სთ ინტერვალში მტვრის კონცენტრაცია მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე დროში პრაქტიკულად მუდმივია და მცირედ იცვლება 0.001 -0.1 ზდკ-ს ფარგლებში. 0.01 ზდკ კონცენტრაცია მიღებულია ქალაქის მიმდებარე, ნაკლებად ურბანიზებულ ტერიტორიაზე. ქალაქის ცენტრალურ და მჭიდროდ ურბანიზებულ ტერიტორიებზე კონცენტრაცია იცვლება 0.01-დან 0.1 ზდკ-მდე ინტერვალში. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, იზრდება მტვრის კონცენტრაცია და 100 მ სიმაღლეზე ატმოსფეროს უმეტეს ნაწილში კონცენტრაცია იცვლება 0.01-0.1 ზდკ-ს ფარგლებში. სიმაღლის შემდგომ ზრდასთან ერთად კონცენტრაცია მცირდება და 600 მ სიმაღლეზე მისი მნიშვნელობა არ აღემატება 0.01 ზდკ-ს. თუ შევადარებთ კონცენტრაციის სიდიდეების სივრცულ განაწილებებს და რაოდენობრივ მნიშვნელობებს დავასკვნით, რომ დამტვერიანების დონე ზაფხულში ღამის საათებში ოდნავ აღემატება ზამთრის პერიოდში მიღებულ დამტვერიანების დონეს.



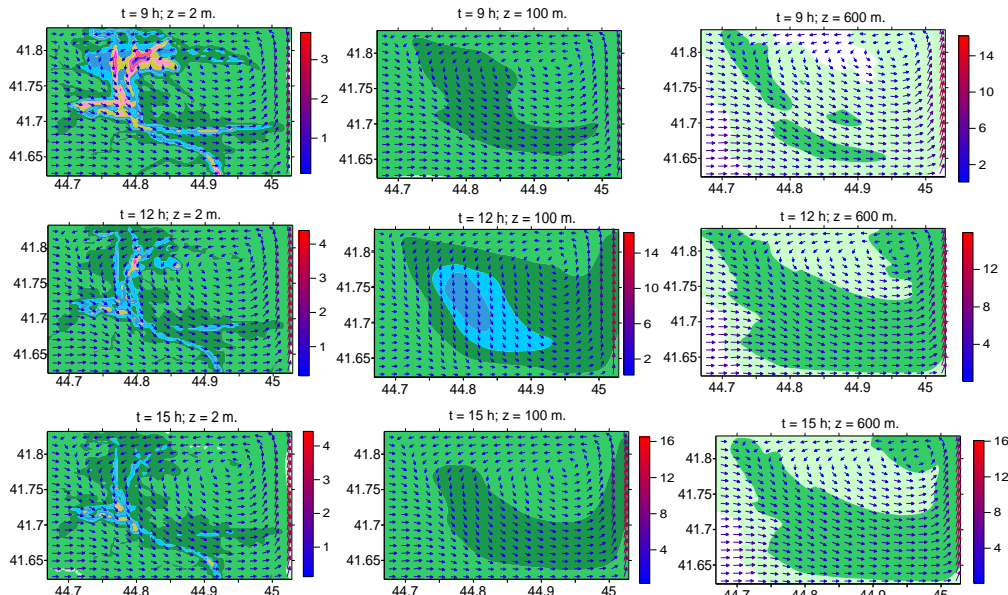
**ნახ. 1. ფდ სუსტი ქარის დროს სიჩქარისა ( $\text{მ/წმ}$ ) და მტვრის კონცენტრაციის ( $\text{ზდკ}$ ) განაწილება, როცა  $t = 3$  და 6 სთ მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე**

$t=6$  სთ-ის შემდეგ, ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის სწრაფ ზრდასთან ერთად, მატულობს ატმოსფეროში მოხვედრილი მტვრის რაოდენობა და იწყება ქალაქის ატმოსფეროს სწრაფი დაბინძურება. როცა  $t=9$  სთ, მოძრაობის პირველი „პიკური“ სიტუაციის დროს, მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე მტვრის კონცენტრაცია დიდია ქალაქის ჩრდილოეთ ნაწილში მდებარე გლდანის, თემქის და ცენტრალურ ნაწილში მდებარე ვაკის და საბურთალოს რაიონებში არსებული ავტომაგისტრალების მიდამოებში. გამოთვლებით მიღებული კონცენტრაციის ზედაპირული განაწილება მნიშვნელოვნად განსხვავდება ზაფხულის პერიოდში მიღებული განაწილებისაგან [12]. კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა 1.2 ზდკ მიღებულია სარაჯიშვილის, გურამიშვილის და ქერჩის გამზირების გადაკვეთის მიდამოებში. ვაკე და საბურთალოს რაიონებში, ვაჟა-ფშაველასა და ი.ჭავჭავაძის გამზირებზე მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია 0.7 ზდკ-ის, დიდუბის რაიონში ა.წერეთლის გამზირზე კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა აღწევს 0,9 ზდკ-ს.

დღის 10-დან 12 სთ-მდე ინტერვალში, ავტოტრანსპორტის მოძრაობის მუდმივი ინტენსივობის და მტვრის გაფრქვევის მუდმივი სიჩქარის პირობებში, მაღალი დამტვერიანების რაიონში 2 მ სიმაღლეზე მიღებულია კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი შემცირება (ნახ. 2). კონცენტრაციის შემცირება გრძელდება 15 სთ-მდე. კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები, როცა  $t=12$  და 15 სთ ტოლია 0.8 და 0.6 ზდკ-ის.

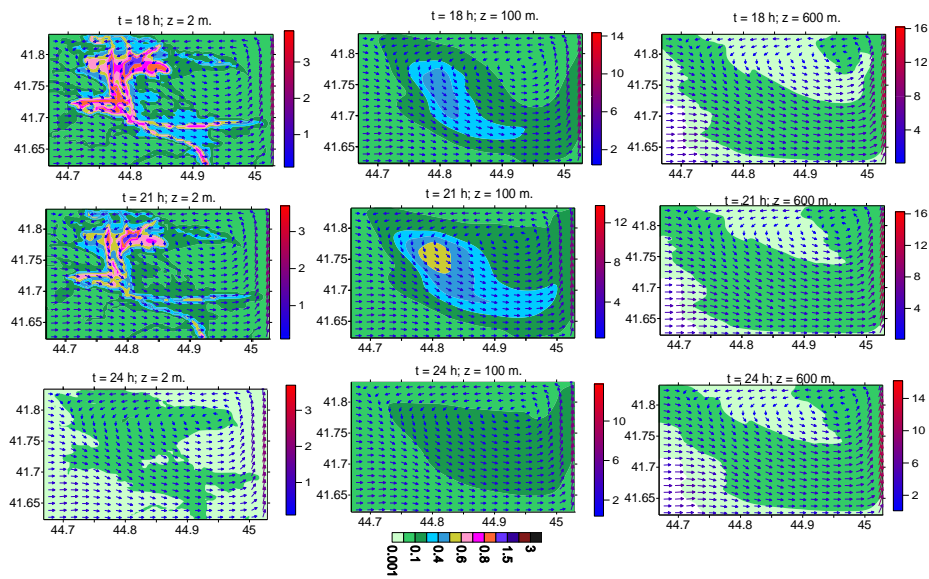
აღნიშნული მაქსიმალური კონცენტრაციები მიღებულია ქალაქის სხვადასხვა, ერთმანეთისაგან დაშორებულ ტერიტორიებზე - თემქის და საბურთალოს რაიონებში.

მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე მტვერი განაწილებულია ქალაქის ურბანიზებული ტერიტორიის თავზე და მისი კონცენტრაციის მნიშვნელობები 0.3 ზდკ-ს ტოლია. გამონაკლისს წარმოადგენს  $t=12$  საათზე ქალაქის ცენტრალური ნაწილის თავზე საკმაოდ ვრცელ ტერიტორიაზე მიღებული კონცენტრაცია (0.5 ზდკ). მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე კონცენტრაცია არ აღემატება 0.1 ზდკ-ს.



ნახ. 2. ფდ სუსტი ქარის დროს ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და მტვრის კონცენტრაციის (ზდკ) განაწილება, როცა  $t = 9, 12$  და  $15$  სთ მიწის ზედაპირიდან  $2, 100$  და  $600$  მ სიმაღლეებზე

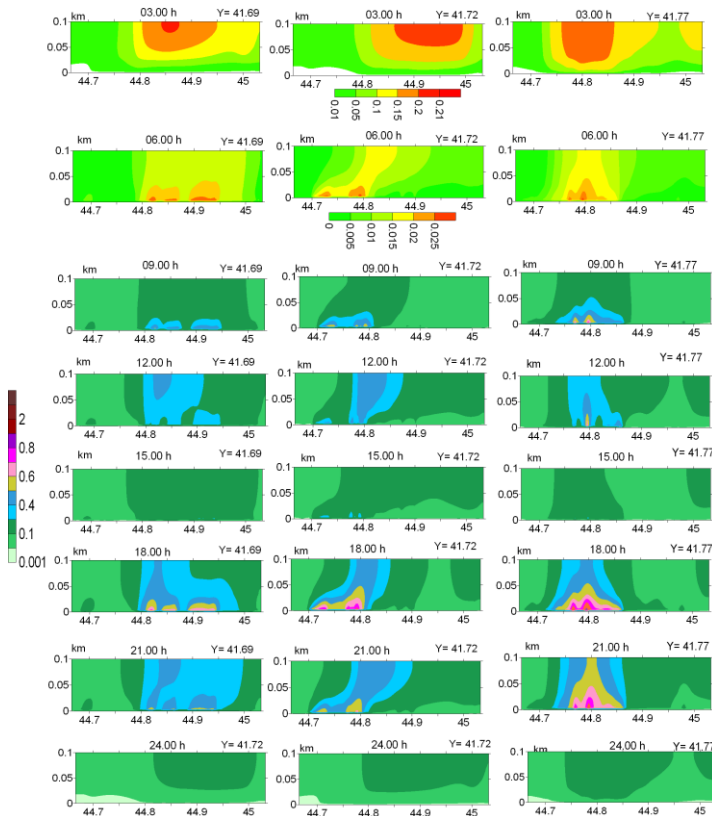
დღის 15 სთ-ის შემდეგ,  $z=2$  მ სიმაღლეზე, იწყება დამტვერიანების ზრდის მეორე ეტაპი, რომელიც გრძელდება 20 სთ-მდე (ნახ. 3). დამტვერიანება მატულობს ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენის 1 კმ სისქის არეში. ზრდა განსაკუთარებით ინტენსიურია მიწისპირა ფენის ქვედა ნაწილში ქალაქის ცენტრსა და პერიფერიებში მდებარე მაგისტრალების მიდამოებში. თბილისის ჩრდილოეთ ნაწილში, თემქისა და გლდანის რაიონის მიდამოებში, 2 მ სიმაღლეზე მტვრის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა აღწევს და აჭარბებს კიდევ 1 ზდკ-ს, ხოლო ქალაქის ცენტრალურ და სამხრეთ ნაწილებში მაქსიმალური მნიშვნელობა 0.8 ზდკ-ს ტოლია. ქალაქის გარეუბნების ტერიტორიებზე მტვრის კონცენტრაციები 0.2 ზდკ-ს ფარგლებშია.



ნახ. 3. ფდ სუსტი ქარის დროს ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და მტვრის კონცენტრაციის (ზდკ) განაწილება, როცა  $t = 18, 21$  და  $24$  სთ მიწის ზედაპირიდან  $2, 100$  და  $600$  მ სიმაღლეებზე

მიწისპირა კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მიმდინარეობს მტვრის ვერტიკალური ტურბულენტური და კონვექციური გადატანის პროცესები. მტვრის კონცენტრაციის ზრდა მიწისპირა ფენის ზედა ნაწილში მიმდინარეობს დაახლოებით სამსაათიანი ფაზური ჩამორჩენით. შედეგად, 100 მ სიმაღლეზე კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა 0.6 ზდკ მიიღება 21 სთ-ზე. მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეზე დამტვერიანების დონე პრაქტიკულად უცვლელია და  $\leq 0.1$  ზდკ-ზე  $t = 20$  სთ შემდეგ იწყება მიწისპირა კონცენტრაციის შემცირების ეტაპი, რომელიც გრძელდება  $t = 24$  სთ-მდე. ამ დროისათვის კონცენტრაციის მნიშვნელობა ქალაქის ურბანიზებულ ტერიტორიაზე 0.1 ზდკ-ს ფარგლებშია. მიწის ზედაპირიდან 100 მ სიმაღლეზე მტვრის კონცენტრაცია დაახლოებით 0.2 ზდკ-ს ტოლია. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მუდმივი ქარის შემთხვევაში მტვრის გადატანა - დიფუზიის პროცესი კვაზიპერიოდულია 24 სთ პერიოდით.

ნახ.4-ზე ნაჩვენებია მტვრის კონცენტრაციის ვერტიკალური განაწილება ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში პარალელის გასწვრივ გატარებულ სამ ვერტიკალურ კვეთში დროის სამ საათიანი ინტერვალით.

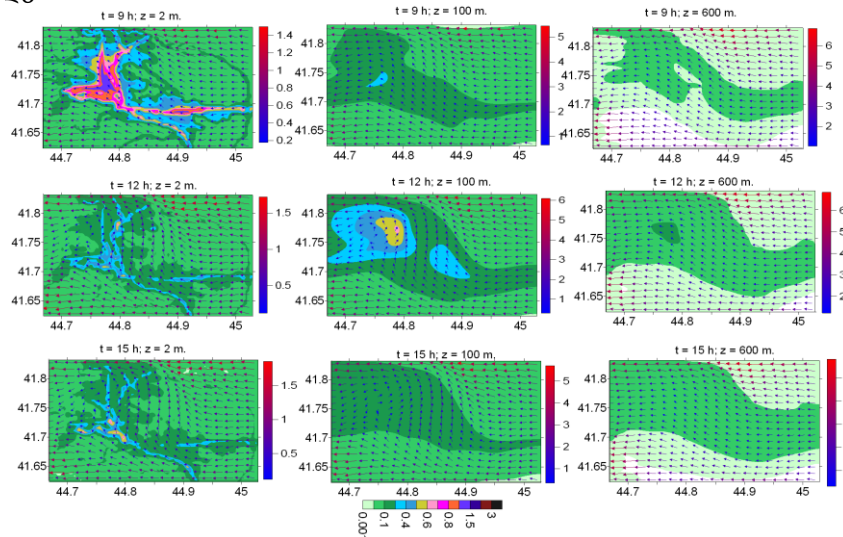


**ნახ. 4. ფდ სუსტი ქარის დროს ერთი დღე-ღამის განმავლობაში მტვრის კონცენტრაციების (ზდკ) განაწილება ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში პარალელის გასწვრივ მდებარე სამ ვერტიკალურ სიბრტყეში (  $Y= 41.69^{\circ}$ ,  $Y=41. 72^{\circ}$  და  $Y=41. 77^{\circ}$ )**

ნახ. 4-დან ჩანს, რომ ღამის 0-დან 6 სთ-მდე ატმოსფეროში არსებული მტვერი გადატანილია ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზედა ნაწილში. 6 სთ-დან იწყება დამტვერიანებული უბნების წარმოშობა, ქვეფენილი ზედაპირის სიახლოვეს. მიწისპირა მტვერი, დროის შემდგომ მომენტებში, ვრცელდება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებებით. მტვრის ინტენსიური ვერტიკალური გადატანა იწყება 18 სთ-დან და გრძელდება 21 სთ-მდე. მტვრის ღრუბლის მაგვარი ფორმა მიუთითებს მისი წარმოშობის კონვექციურ მექანიზმზე. ნახ. 4-ზე ჩანს მტვრის გავრცელების უპირატესი მიმართულებები და შეიძლება განვსაზღვროთ გადატანის გამომწვევი შესაბამისი დინამიკური პროცესები. შეიძლება დავასკვნათ, რომ ლოკალურ ცირკულაციურ პროცესებს ერთსა და იმავე ტერიტორიაზე დროის სხვადასხვა მომენტში შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ხასიათი – ადვექციური, კონვექციური ან ტურბულენტურ-დიფუზიური.

**ექსპერიმენტი 2.** მოდელირებულია ატმოსფეროს მტვრით დაბინძურება ფონური აღმოსავლეთის სუსტი ქარის (ფასქ) დროს. რიცხვითმა ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ 0-დან 6 სთ-მდე ინტერვალში მტვრის

კონცენტრაციის დროში ცვლილება და სივრცეში განაწილება თვისობრივად ანალოგიურია ფდსქ დროს მიღებული განაწილების (ნახ. 1). ცვლილება იწყება 6 ს-ის შემდეგ ატმოსფეროში მოხვედრილი მტვრის რაოდენობის ზრდის კვალდაკვალ. 9 სთ-ზე ფორმირდება მტვრის კონცენტრაციის ველი მაქსიმალური მნიშვნელობით 1 -1.5 ზდკ (ნახ.5). მისი მდებარეობა განსხვავებულია ფდსქ დროს მიღებული მდებარეობისაგან. მაქსიმალური დამტვერიანება დაფიქსირებულია გმირთა მოედნის მიმდებარედ არსებულ დიდუბის, საბურთალოს რაიონის ტერიტორიებზე და ქეთევან დედოფლის გამზირის ცენტრალურ ნაწილში არსებულ მონაკვეთზე. 100 და 600 მ სიმაღლეებზე მტვრის კონცენტრაცია მცირეა და არ აღემატება 0.2 ზდკ-ს.



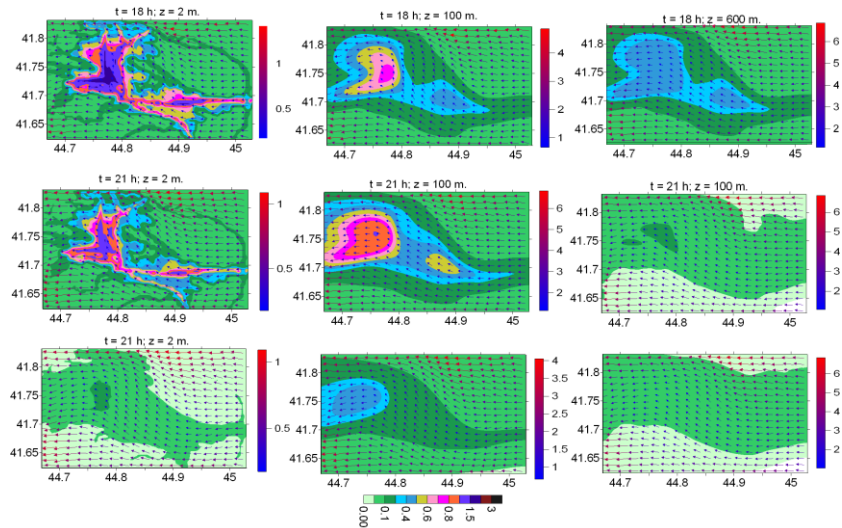
**ნახ. 5. ფა სუსტი ქარის დროს ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და მტვრის კონცენტრაციის (ზდკ) განაწილება, როცა t = 9, 12 და 15 სთ მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე**

დღის 12-დან 15 სთ-მდე ინტერვალში მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე ქარის სიჩქარის ზრდისა და წარმოშობილი ქარის ლოკალური ანტიციკლონური გრივალის საშუალებით ხდება მტვრის გატანა ქალაქის ტერიტორიიდან და მიწისპირა კონცენტრაციის შემცირება. კონცენტრაციის სიდიდე ქალაქის ტერიტორიაზე ძირითადად 0.1-0.4 ზდკ-ს ფარგლებშია. ურბანიზებული ტერიტორიის გარეთ კონცენტრაცია 0.1 ზდკ-მდეა. განსაკუთრებით შესამჩნევია მტვრის კონცენტრაციის ზრდა დღის 12 სთ-ზე ქალაქის ცენტრალურ ნაწილის ჩრდილოეთით. ნახ.5-დან ჩანს, რომ 12-დან 15 სთ-ის ჩათვლით მტვრის სივრცული განაწილება თვისობრივად ანალოგიურია ფდსქ დროს მიღებული განაწილების, მაგრამ განსხვავდება რაოდენობრივად. ფასქ დროს მტვრის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა 100 მ სიმაღლეზე დაახლოებით 2-ჯერ აღემატება ფდსქ დროს მიღებულ კონცენტრაციას და აღწევს ზდკ-ს. მიწის ზედაპირიდან 600 მ სიმაღლეებზე ფონური სუსტი დასავლეთის და აღმოსავლეთის ქარების დროს კონცენტრაციის ველები რაოდენობრივად ფაქტიურად ერთნაირია.

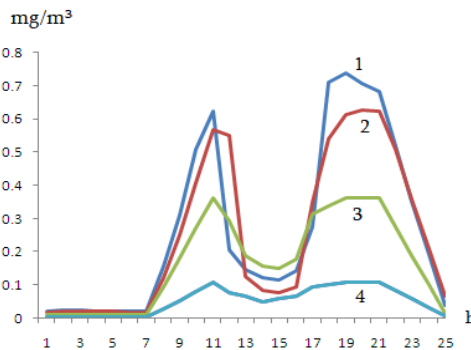
ფასქ დროს განსაკუთრებით მნიშვნელოვნად იზრდება დამტვერიანების დონე დღის 15-დან 18 სთ-მდე (ნახ. 6). ამ დროს ფართოვდება მიწისპირა ფენაში ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში მდებარე მაქსიმალური კონცენტრაციის არე და იზრდება კონცენტრაციის მნიშვნელობა 2.5 ზდკ-მდე. ასევე, ექსპერიმენტ 1-თან შედარებით, იზრდება მაღალი (1-2 ზდკ) და საშუალო კონცენტრაციების (0.5-1 ზდკ) არეები და ისინი მოიცავენ ქალაქის მნიშვნელოვან ნაწილს. მიუხედავად იმისა, რომ 18-დან 21 სთ-მდე ატმოსფეროში გაფრქვეული მტვრის რაოდენობა მუდმივია, ხდება კონცენტრაციის შემცირება მაღალი დაბინძურების ჯერ ნელი, ხოლო 21 სთ-დან სწრაფი ტემპით.

ანალოგიურად მიმდინარეობს მტვრის კონცენტრაციის ცვლილება ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ზევით. შედეგად მტვრის მიწისპირა კონცენტრაცია მაქსიმალურ მნიშვნელობას (1 ზდკ-ს) აღწევს 21 სთ-ზე, ხოლო 600 მ სიმაღლეზე 18 სთ-ზე.

მტვრის კონცენტრაციის დროში ცვლილება ქალაქის სხვადასხვა წერტილში ნაჩვენებია ნახ. 7-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები მიიღება სხვადასხვა წერტილში სხვადასხვა დროს, ამ მომენტებს შორის განსხვავება 1-დან 3 საათამდეა.



ნახ. 6. ფა სუსტი ქარის დროს ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და მტვრის კონცენტრაციის (ზდკ) განაწილება, როცა t = 18, 21 და 24 სთ მიწის ზედაპირიდან 2, 100 და 600 მ სიმაღლეებზე



ნახ. 7. მტვრის კონცენტრაციის საათობრივი ცვლილება ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში (1, 2), ცენტრიდან მოშორებულ (3) და პერიფერიაში მდებარე (4) წერტილებში

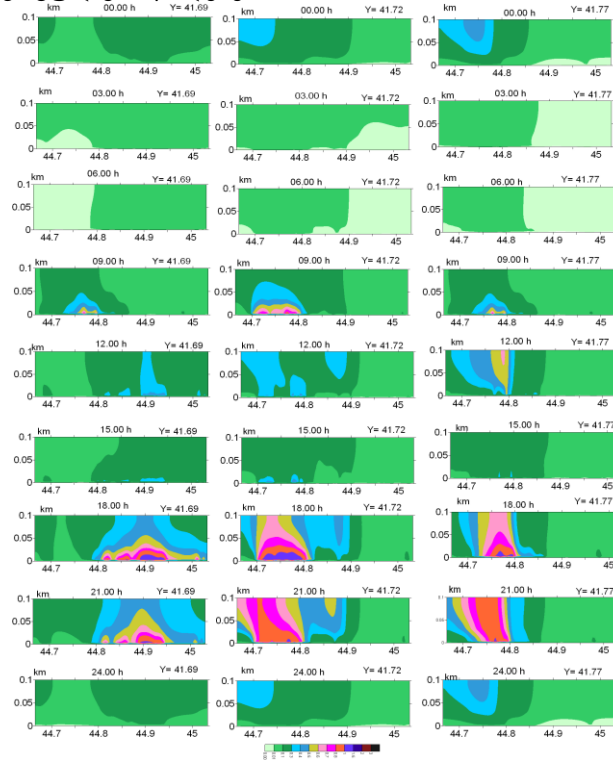
მტვრის ვერტიკალური გავრცელება ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მოცემულია ნახ. 8-ზე. ნახაზიდან ჩანს, რომ თუ განხილული ორივე ექსპერიმენტის დროს დღის 18 სთ-მდე მტვრის ვერტიკალური გადატანა გამოხატულია სუსტად, 18-დან 21 სთ-მდე ინტერვალში ფასქ დროს მას გაჩნია მკაფიოდ გამოხატული მძლავრი ვერტიკალური სტრუქტურა. ასეთი განაწილების ფორმირება გამოწვეულია ლოკალური ვერტიკალური დიფუზიური და კონვექციური გადატანის გამო.

**დასკვნა.**

შესწავლილია ქ.თბილისის ტერიტორიაზე ზამთრის პერიოდში ავტოტრანსპორტის მიერ წარმოშობილი მტვრის ატმოსფეროში გავრცელების კინემატიკა ფონური დასავლეთის და აღმოსავლეთის სუსტი ქარების დროს. დადგენილია მტვრის სივრცული განაწილების დღე-ღამური სურათი. ქარის სიჩქარისა და კონცენტრაციის ველების ანალიზით მიღებულია, რომ ძლიერად დამტვერიანებული არეების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია: ავტომაგისტრალების მდებარეობაზე, ფონურ ქარზე, რელიეფის დინამიკური ზემოქმედების და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმიული რეჟიმის დღე-ღამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემებზე.

ზაფხულის და ზამთრის სეზონებში, ატმოსფეროში გამოთვლებით მიღებული მტვრის კონცენტრაციების განაწილება აჩვენებს არა მარტო მათ შორის არსებულ მსგავსებას, არამედ მიუთითებს მნიშვნელოვან თვისობრივ განსხვავებაზეც. განსხვავებები გამოხატულია მაღალი დაბინძურების უბნების სხვადასხვა მდებარეობებში, მაქსიმალური დამტვერიანების დადგომის დროში, მტვრის ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ განაწილებაში. ერთი და იგივე ფონური ქარების დროს კონცენტრაციების განაწილებებს შორის მიღებული განსხვავებები აიხსნება ლოკალურ ჰიდრომეტეოროლოგიური ველების ფორმირების სეზონური ხასიათით. კერძოდ, ქ. თბილისის რელიეფი, სუსტი დასავლეთის ფონური ქარის დროს, ზამთარში წარმოშობს ლოკალურ ციკლონურ გრიგალს, ხოლო ზაფხულში - ანტიციკლონურ გრიგალს. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში, თერმოზარიული ველების დღე-ღამური ცვლილების შედეგად, გრიგალები დღის განმავლობაში განიცდიან ფორმის, სიჩქარის ველის და მდებარეობის პერიოდულ ცვლილებას.

აღნიშნული ეფექტი მოქმედებს მტვრის გადატანა-დიფუზიის პროცესზე და იწვევს განსხვავებულ კონცენტრაციის ველების სივრცულ განაწილებებში.



ნახ. 8. ფდ სუსტი ქარის დროს ერთი დღე-ღამის განმავლობაში მტვრის კონცენტრაციების (ზღვ) განაწილება ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში პარალელის გასწვრივ მდებარე სამ ვერტიკალურ სიბრტყეში (  $Y = 41.69^{\circ}$ ,  $Y=41.72^{\circ}$  და  $Y=41.77^{\circ}$ )

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. [http://air.gov.ge/reports\\_page](http://air.gov.ge/reports_page), შემოწმებულია - 28.06.2021.
2. J.F. Kharchilava, O.V. Lomaia, G.N. Bukia, The Conditions of Aerosols Formation and Accumulation in Cities, in Proc. 3th Int. Aerosol Conf., Kyoto, Japan, Pergamon, 24-27 September, 1990, v. 2, pp. 986-989.
3. A.G. Amiranashvili, T.G. Gzirishvili, Aerosols and Ice Crystals in the Atmosphere. Tbilisi, Metsniereba, 1991, p. 113 (in Russian).
4. A.G. Amiranashvili, V.A. Chikhladze, J.F. Kharchilava, N.S. Buachidze, L.N. Intskirveli, Variations of the Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi in 1981-2003, in Proc. 16<sup>th</sup> Int. Conf. on Nucleation&Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July, 2004, pp. 678-681.
5. A. Amiranashvili, T. Bliadze, V. Tsikhladze, Photochemical smog in Tbilisi. Monograph. In Proc. of Mikh. Nodia Institute of Geophysics, Part 63, 2012, p. 160 (ISSN 1512-1135).
6. D. Kirkitadze, G. Nikiforov, A. Chankvetadze, G. Chkhaidze, Some Results of Studies of Atmospheric Aerosols in M. Nodia Institute of Geophysics in the Recent Three Decades. Trans. of Mikheil Nodia Institute of Geophysics (ISSN 1512-1135), v. 66, pp. 178-185, Tbilisi, 2016 (in Russian).
7. L. Intskirveli, N. Gigauri, A. Surmava, V. Kukhalashvili, S. Mdivani, Study of Tbilisi atmospheric air pollution by PM-particles and dust, in Proc. Of Scientific conference “Modern problems of ecology”, Tbilisi-Telavi, Georgia, 26-28 September, 2020, vol. 7, pp. 252-255 (ISSN 1512-1976).
8. Surmava A., Intskirveli L.,Kukhalashvili V., Gigauri G. Numerical Investigation of Meso- and Microscale Diffusion of Tbilisi Dust. Annals of Agrarian Science, v. 18, No. 3 2020, pp. 295-302.
9. 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, v. 8, No.7, 2020, pp. 1222-1228. <https://doi.org/10.4236/jamp.2020.87092>.

10. Kukhalashvili V., Kordzakhia G., Gigauri N., Surmava A., Intskirveli L., Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Gentle Breeze. Journal of the Georgian Geophysical Society, v. 23(1), 2020, pp. 46 -50.
11. Kukhalashvili V., Gigauri N., Surmava A., Demetrashvili D., Intskirveli L., Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Fresh Breeze. Journal of the Georgian Geophysical Society, v. 23(1), 2020, pp. 51 -56.
12. სურმავა ა., ინჭკირველი ლ., გვერდწითელი ლ. ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება. I. დასავლეთის ფონური სუსტი ქარის შემთხვევა. მიხეილ ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. LXXII, 2020, გვ. 89-96.

უაკ 504.5.054

**ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება ზამთარში დასავლეთის და აღმოსავლეთის ფონური სუსტი ქარის დროს** /ა. სურმავა, ლ. გვერდწითელი, ლ. ინჭკირველი, ნ. გიგაური/სტუ-ის ჰმ-ს სამეცნ.რეფ.შრ.კრებ. – 2022 -ტ. 132, გვ.49-56 . ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.  
ატმოსფერული პროცესების ევოლუციის 3D რეგიონალური მოდელისა და მინარევების გადატანა - დიფუზიის განტოლების ერთობლივი ინტეგრირებით რიცხვობრივად მოდელირებული და განალიზებულია მტვრის გავრცელება ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ზამთრის პერიოდში ფონური დასავლეთის და აღმოსავლეთის სუსტი ქარის დროს. ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ქუჩებსა და მაგისტრალზე მოძრავი ავტოტრანსპორტი. გამოკვლეულია ძირითადი თავისებურებანი რომლებიც ახასიათებენ რთული რელიეფის პირობებში მტვრის სივრცეში გავრცელების პროცესს. შესწავლილია რთული რელიეფის როლი პასიური მინარევების დიფუზიის პროცესში, დადგენილია ქალაქის მაღალი დამტვერიანების ზონები, აღმოჩენილია განსხვავებები, რომლებიც არსებობენ ზამთრისა და ზაფხულის სეზონებში ატმოსფერული ჰაერის დამტვერიანების სივრცულ განაწილებებს შორის. განსაზღვრულია დროის ინტერვალები, როდესაც ფორმირდება ჰაერის მაღალი დამტვერიანება ან ხდება ჰაერის თვითდასუფთავების პროცესი. შესწავლილია ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენის ქვედა ნაწილში მტვრის კონცენტრაციის დროსა და სივრცეში ცვლილება.

UDC 504.5.054

**Numerical Modeling of Dust Distribution in the Atmosphere of Tbilisi in Winter with Light Westerly and Easterly Winds.** / Surmava A., Gverdsiteli L., Intskirveli L., Gigauri N. / Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2022. V. 132. –pp.49-56.–Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

Using a 3D regional model of atmospheric processes and numerical integration of the transport-diffusion equation of the impurity was studied of dust distribution in the territory of city Tbilisi in winter, with light westerly and easterly background winds. The main source of air pollution is cars moving along city streets and highways. The features characterizing the process of dust transport in space in conditions of complex relief have been investigated. The role of complex relief in the process of diffusion of passive impurities has been studied, zones of increased pollution of the city have been established. Differences were found in the spatial distribution of atmospheric air pollutants in winter and summer seasons. The time intervals have been determined when high air pollution is formed or the self-cleaning process takes place. Changes in dust concentration in time and space in the lower part of the atmospheric boundary layer have been studied

УДК 504,5,054

**Численное моделирование распространения пыли в атмосфере г.Тбилиси зимой при слабых западных и восточных ветрах.** /Сурмава А.А., Гвердцители Л.Д., Инцкирвели Л.Н., Гигаური Н.Г./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ - 2022. – вып. 132 – с.49-56.-Груз., Рез.: Груз., Англ., Рус.

Путем совместного интегрирования 3D региональной модели и уравнения переноса-диффузии примесей численно моделируется и анализируется распределение пыли на территории г.Тбилиси зимой, при слабом западном и восточном фоновом ветрах. Основной источник загрязнения атмосферного воздуха - автомобили, движущиеся по городским улицам и автомагистралям. Исследованы особенности, характеризующие процесс переноса пыли в пространстве в условиях сложного рельефа. Изучена роль сложного рельефа в процессе диффузии пассивных примесей, установлены зоны повышенного загрязнения города, обнаружены различия в пространственном распределении загрязнителей атмосферного воздуха в зимние и летние сезоны. Определены интервалы времени, когда формируется высокое загрязнение воздуха или происходит процесс самоочищения. Изучены изменения концентрации пыли во времени и пространстве в нижней части пограничного слоя атмосферы.



**ქვემო ქართლის ზოგიერთი მდინარის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის დადგენა ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მიხედვით**

ნ. ბუაჩიძე<sup>1</sup>, ლ. შავლიაშვილი<sup>1</sup>, ე.ბაქრაძე<sup>2</sup>, გ.კუჭავაძე<sup>1</sup>

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

<sup>2</sup>საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სქამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო

წყლის ჩარჩო დირექტივა - 2000/60/EC [1] მნიშვნელოვანი დოკუმენტია ჩვენი ქვეყნისათვის, რომელიც შემოთავაზებულია ევროკავშირის მიერ. უნდა აღინიშნოს, რომ დირექტივა მოიცავს წყლის ყველა კატეგორიას, მათ შორის მდინარეებს. ერთ-ერთ ეტაპზე ის ითვალისწინებს მთელი რიგ მონაცემებზე დაყრდნობით (რამოდენიმე წლიანი მონაცემთა ბაზის საფუძველზე) ბიოლოგიური ან ქიმიური შედეგების გათვალისწინებით, შეფასდეს და განისაზღვროს მათი სტატუსი და მიენიჭოს მათ წყლებს შესაბამისი კვალიფიკაცია ჰიდროქიმიური ან ბიოლოგიური ინდიკატორების მიხედვით.

კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა, ქვემო ქართლის რეგიონის რამოდენიმე მნიშვნელოვანი მდინარე (ფოლადაური, კაზრეთულა, მაშავერა, ხრამი), რომლებიც იმყოფებიან გარკვეული ანტროპოგენული დატვირთვის ქვეშ და მიედინებიან მჭიდროდ დასახლებულ ეკონომიურად განვითარებულ რეგიონში (ბოლნისის მუნიციპალიტეტი). აღნიშვნის ღირსია ის, რომ მათგან ერთ-ერთი (მდ. ხრამი) არის ტრანსსაზღვრო მდინარე. ზემოთ ჩამოთვლილი მდინარეების შესახებ არსებობს გარკვეული მრავალწლიანი მონაცემთა ბაზა (გარემოს ეროვნული სააგენტო), რაც სრულად აკმაყოფილებს ჩარჩო დირექტივის მიერ შემოთავაზებულ მოთხოვნებს.

საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით, საკვლევი ტერიტორია (ბოლნისის რეგიონი) ძირითადად ართვინ-სომხეთის ბელტის გრუნტის წყლების ჰიდროგეოლოგიურ ოლქს მიეკუთვნება. ძლიერ დანაწევრებული რელიეფი, აბსოლუტური სიმაღლეების ფართო დიაპაზონი, ქანების ლითოლოგიური მრავალფეროვნება, რთული ტექტონიკა და კლიმატი, ეს ის ფაქტორებია, რომლებიც განსაზღვრავს რაიონის ჰიდროგეოლოგიური პირობების თავისებურებებს.

ჩვენს მიერ შესწავლილ მდინარეებზე ყურადღების გამახვილება შემთხვევითი არ არის, რადგანაც გარკვეული ანტროპოგენული დატვირთვის შემდგომ, ამ მდინარეების წყლით ირწყვება ბოლნისის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, ხოლო მიღებული პროდუქცია კი მოიხმარება მთელი ქვეყნის მოსახლეობის მიერ.

კვლევის ობიექტია ქვემო ქართლის რეგიონის, ბოლნისის მუნიციპალიტეტის, დაბა კაზრეთულას მადნეულის პოლიმეტალური საწარმო, რომლისაგანაც მოსალოდნელია რეგიონის ეკოსისტემების დაზიანდება მძიმე ლითონებით. მადნის მოპოვების თავისებურებიდან გამომდინარე, ძირითადი ტექნოგენური დატვირთვა მოდის ჰიდროქსელზე და ნიადაგებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ მადნეულის საბადო მდინარეთა გარემოცვაშია მოქცეული. სამხერთით მდინარე ფოლადაური (რომელიც უერთდება მდ. მაშავერას), ჩრდილოეთით მაშავერა, დასავლეთით მდინარე კაზრეთულა, რომელშიც ჩაედინება საწარმოს მძიმე ლითონებისა და მჟავაშემცველი დაზიანებული კარიერული წყლები და ბოლოს მდ. ხრამი, რომელშიც თავს იყრის ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მდინარის წყლები და უერთდება მდ. მტკვარს (აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე).

*მდინარე ფოლადაური* - სიგრძე 42 კმ, აუზის ფართობი 382 კმ<sup>2</sup>. სათავე აქვს ლექის ქედის ჩრდილოეთ კალთაზე, ზღვის დონიდან 1690 მ სიმაღლეზე. საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებით. წყალდიდობა იცის გაზაფხულზე, წყალმცირეა ზამთარში. საშუალო მრავალწლიური ხარჯი 1,52 მ<sup>3</sup>/წმ. ის მდ. მაშავერას უერთდება სოფელ რაჭისუბანთან (მარჯვენა შენაკადი). მდ. ფოლადაური მიეკუთვნება სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალსარგებლობის კატეგორიის წყლის ობიექტს.

*მდინარე კაზრეთულა* - მდ. მაშავერას მარჯვენა შენაკადია. მისი სიგრძე – 2,5 კმ-ია, წყლის საშუალო წლიური ხარჯი –0,03 მ<sup>3</sup>/წმ., მაქსიმალური ხარჯი – 0,3 მ<sup>3</sup>/წმ. სისტემატური ჰიდროლოგიური დაკვირვებები და წყლის ხარისხზე მონიტორინგი მდინარეზე, გარდა სააქციო საზოგადოება მადნეულისა, არ ტარდება. არსებობს წინა წლების სხვადასხვა ორგანიზაციების მონაცემები, რომელთა მიხედვითაც მდინარე დაზიანებულია მძიმე ლითონებით. აღსანიშნავია, რომ კარიერის სრული მოცულობით დამუშავების დაწყების შემდეგ მდ. კაზრეთულა ფაქტობრივად წარმოადგენს კარიერული და სანაყარექვეშა “მჟავე” წყლების ნაკადს.

*მდინარე მაშავერა* - წარმოიქმნება მდ. შარფდერესა და მდ. ნაზიკლიჩის შეერთების შედეგად. ეს მდინარეები ჩამოედინებიან ემლიკლის მთის (3053,6 მ) აღმოსავლეთ ფერდობიდან.

მდინარე მაშავერა ხასიათდება საგაზაფხულო წყალდიდობით და არამდგრადი წყალმცირობით წლის დანარჩენ დროს. საგაზაფხულო წყალდიდობის დონის აწევა იწყება აპრილის დასაწყისში, ხოლო ქვედა ნაწილში – მარტის შუა რიცხვებში. მდინარე იკვებება თოვლის, წვიმის და გრუნტის წყლებით.

მდინარე გამოიყენება ირიგაციული დანიშნულებით. მაშავერაზე ფუნქციონირებს 5 სარწყავი სისტემა, რომელიც რწყავს ბოლნისისა და მარნეულის 7440 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულს [2].

მდინარე მაშავერის ორივე ნაპირზე გაშენებულია ქალაქი დმანისი, ხოლო შუა დინებაშია ქალაქი ბოლნისი.

მდინარე ხრამი - აღმოსავლეთ საქართველოში, მტკვრის მარჯვენა შენაკადია. ზემოწელში მას ქციას უწოდებენ. ხრამი სათავეს იღებს თრიალეთის ქედის კალთებზე, მიედინება ღრმა ხეობაში. მდინარის სიგრძე 201 კმ-ია, აუზის ფართობი - 8340 კვ.კმ, წყლის საშუალო ხარჯი - 51 კუბ.მ/წმ, მაქსიმალური - 448 კუბ.მ/წმ. საზრდოობს უპირატესად თოვლით, არ იყინება, ქვემოწელში გამოიყენება სარწყავად. ხრამზე აგებულია წალკის წყალსაცავი და 3 ჰიდროელექტროსადგური. ხრამის შენაკადებია: დებედა და მაშავერა (მარჯვენა).

უნდა აღინიშნოს, რომ ოთხივე მდინარის საანალიზო ნიმუშები აღებული იყო მათ ქვედა კვეთებში. მდინარეების საანალიზო ნიმუშებში განისაზღვრა 20-მდე ინგრედიენტი, მათ შორის ბიოგენური ელემენტების ზოგიერთი ბუნებრივი ფორმა ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), ზოგიერთი მძიმე ლითონი (Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Ni) და სავსე პირობებში აღებული ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (pH, წყალში გახსნილი ჟანგბადი-DO), ასევე ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება (ჟქმ) და ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება (ჟბმ). უნდა აღინიშნოს, ის რომ ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სიდიდეები სრულად შეესაბამებინ ევროსაბჭოს მიერ შემოთავაზებულ ინდიკატორებს, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება შეფასდეს ზედაპირული წყლების ხარისხი.

ყველა ტიპის ანალიზები ჩატარდა თანამედროვე მეთოდებისა და აპარატურის გამოყენებით, რომლებიც პასუხობენ და შესაბამისობაში მოდიან ევროპულ სტანდარტებთან [2-5], ესენია:

1. იონ-სელექტიური ქრომატოგრაფია-ICS-1000      ISO 100304-1:2007
2. სპექტროფოტომეტრია SPECORD 205      ISO 7150-1:2010
3. პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრი ICP-OES      ISO 11885:2007
4. სავსე პორტატული აპარატი

მძიმე ლითონების განსაზღვრა წყლის საანალიზო ნიმუშებში შესრულდა ლაბორატორიულ პირობებში ატომურ აბსორბციული მეთოდის გამოყენებით, კერძოდ - აქსიალური ინდუქციური პლაზმის სპექტრომეტრის - ICP-OES-ის მეშვეობით, რომელიც მიჩნეულია ერთერთ თანამედროვე და მგრძობიარე მეთოდად მძიმე ლითონების განსაზღვრისათვის ნებისმიერ ეკოსისტემაში.

საანალიზო წყლის სინჯებში არაორგანული ანიონებისა (ფტორიდი, ქლორიდი, ბრომიდი და სულფატი) და ბიოგენური კომპონენტების (ნიტრიტი, ნიტრატი, ორთოფოსფატი) შემცველობა განისაზღვრა სტანდარტული ISO 10304-1:2007 მეთოდით იონური ქრომატოგრაფის გამოყენებით DIONEX ICS-1000.

იონურ-ქრომატოგრაფიაში გამოყენებულია „ელუენტი“ და „მყარი ფაზა“, მეთოდის არსი მდგომარეობს იონების დაყოფაზე ქრომატოგრაფიული სვეტის საშუალებით. განცალკევებული ანიონების დეტექტირება ხდება ელექტროგამტარ დეტექტორზე. იონების იდენტიფიცირება მიმდინარეობს შეკვების დროის მიხედვით, ხოლო რაოდენობრივი განსაზღვრა ხდება სტანდარტულ ნიმუშებთან შედარებით. კვლევის ჩასატარებლად გამოიყენება სერთიფიცირებული სტანდარტული ნიმუშები მიკვლევადობით NIST-მდე, კვალიფიკაციით ქრომატოგრაფიული სისუფთავის რეაქტივები და A, AS კლასის მზომი ჭურჭელი.

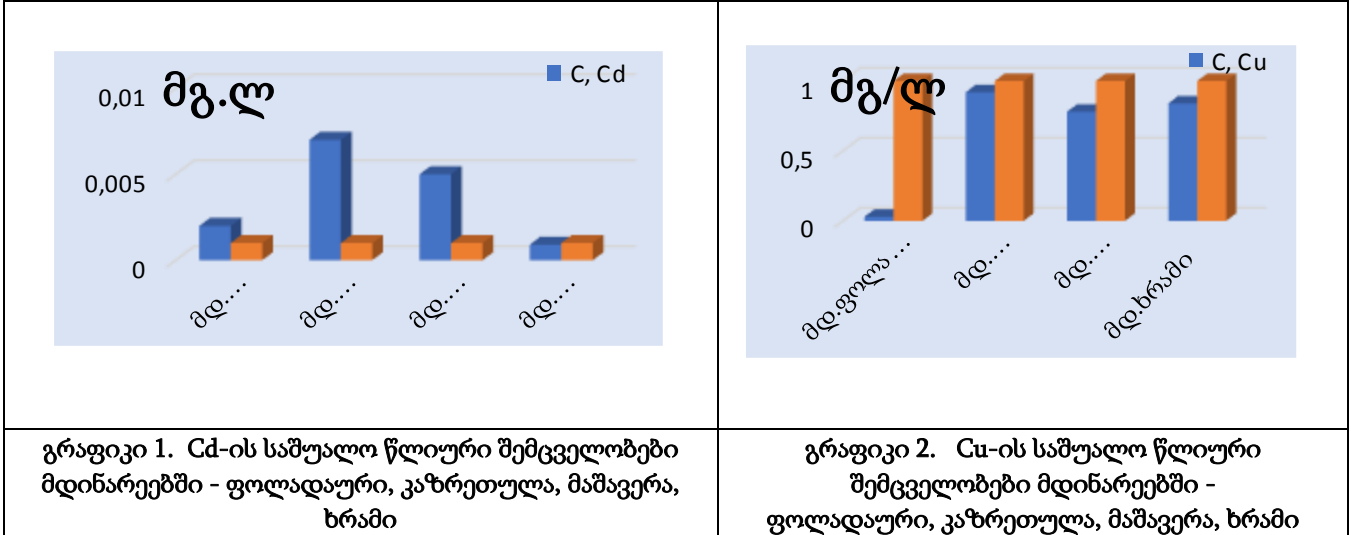
ცხრილ1-ში წარმოდგენილია ზემოთ აღნიშნული მდინარეების 2015-2020 წლების საშუალოწლიური ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემები, რომლებიდანაც შერჩეული იყო ის ინდიკატორები, რომელთა მეშვეობითაც შეფასდა და ასევე მიენიჭა წყლის ხარისხის კლასიფიკაცია თვითოეულ მათგანს ევროდირექტივის მოთხოვნების გათვალისწინებით.

გრაფიკებზე 1-4 გამოსახულია ამ მდინარეებისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი დამაბინძურებლის საშუალოწლიური შემცველობები წყალში, რომლებზეც თვალსაჩინოთ არის ასახული ამ კომპონენტების განსხვავებული კონცენტრაციები მათში. კერძოდ, მდინარე კაზრეთულა და მაშავერა გამოირჩევიან შედარებით მაღალი კონცენტრაციებით, ვიდრე სხვა დანარჩენები.

**ცხრილი 1. მდინარეების ფოლადაური, კაზრეთულა, მაშავერა, ხრამი წყლების საშუალოწლიური ჰიდროქიმიური მონაცემები (2015-2020 წწ).**

ინგრედიენტები	მდ. ფოლადაური	მდ.კაზრეთულა	მდ. მაშავერა	მდ.ხრამი	ზღვ*
pH	8.15	7.5	8.12	8.25	6.5-8.5
წყალში გახსნილი ჟანგბადი, მგO <sub>2</sub> /ლ	10.8	7.22	8.38	8.75	4-6
ჟმზ, მგO <sub>2</sub> /ლ	1.62	4.18	3.52	1.87	6.0
ნიტრიტები-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> მგN/ლ	0.008	0.42	0.57	0.048	1.1
ნიტრატები-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგN/ლ	5.68	2.6	6.65	9.37	10
ამონიუმი-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> მგN/ლ	0.378	0.988	0.856	1.08	0.39
ფოსფატები-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> მგ/ლ	0.044	0.01	0.07	0.085	3.5
სულფატები-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> მგ/ლ	248.6	568.3	259.4	85.8	500
ქლორიდები-Cl <sup>-</sup> მგ/ლ	13.6	28.6	12.8	15.5	350
ჰიდროკარბონატი-HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგ/ლ	245.5	252.45	210	210.8	
კალიუმი+ნატრიუმი-K+Na მგ/ლ	48.7	56.6	30.04	32.6	
მაგნიუმი-Mg, მგ/ლ	19.9	42.7	25.6	10.2	
კალციუმი-Ca, მგ/ლ	110.6	188.5	113	31.4	180
რკინა-Fe, მგ/ლ	0.025	0.92	0.58	0.36	0.3
თუთია-Zn, მგ/ლ	0.03	0.96	0.77	0.68	1.0
სპილენძი-Cu, მგ/ლ	0.03	0.92	0.78	0.84	1.0
ნიკელი-Ni, მგ/ლ	0.0002	0.001	0.001	0.003	0.1
მანგანუმი-Mn, მგ/ლ	0.006	1.12	0.009	0.008	0.1
კადმიუმი-Cd, მგ/ლ	0.0002	0.0066	0.0015	0.0009	0.001

**ზღვ\*** - ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია ზედაპირული წყლის ტექნიკური რეგლამენტის შესაბამისად (საქართველოს მთავრობის დადგენილება №425, 2013 წლის 31 დეკემბერი, ქ. თბილისი)



ევროკავშირის ქვეყნების წყლის ჩარჩო დირექტივების რეკომენდაციების მიხედვით (2000/60/ეჩ), ზედაპირული წყლების კლასიფიკაციის მინიჭების თვალსაზრისით, თვითოეული ზემოთ აღნიშნული მდინარეების მიმართ გამოანგარიშებული იყო ე.წ. წყლის დაბინძურების ინდექსები (S). ამისათვის ჩარჩო დირექტივის რეკომენდაციის მიხედვით შეიძლება, გამოყენებულ იქნას არანაკლებ 6 ან 7 ჰიდროქიმიური მაჩვენებელი (ინდიკატორი), თუმცა ჩვენ შემთხვევაში გამოთვლებში ჩართულ იქნა 12 ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური ინდიკატორების საშუალო წლიური მონაცემები.

დაბინძურების ინდექსი გამოთვლილ იქნა განტოლება 1-ის მიხედვით:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{Ci/MAC}{N} \quad (1)$$

სადაც:

Ci არის ჰიდროქიმიური ინდიკატორის კონცენტრაცია;

MAC არის ჰიდროქიმიური კომპონენტის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია;

N არის გამოთვლებში გამოყენებული ინდიკატორების რაოდენობა.

ცხრ. 2-ში მოცემულია იმ ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური ინდიკატორების ნუსხა, რომლებიც ჩვენის აზრით, მეტნაკლებად დაახასიათებენ ჩვენს მიერ შერჩეული მდინარეების წყლის ხარისხს და რომლებიც შემდგომში გამოყენებულ იქნებიან შესაბამის გამოთვლებში.

**ცხრილი 2. მდინარეების ფოლადაურის, კაზრეთულას, მაშავერასა და მდ. ხრამისათვის შერჩეული ხარისხის ინდიკატორები**

ინდიკატორები	ზღვ
pH	6.5-8.5
ჟმმ, მგO <sub>2</sub> /ლ	6,0
გახსნილი ჟანგბადი-DO	4-6
ნიტრიტი-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> მგ/ლ	1.1
ნიტრატი-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგ/ლ	10
ამონიუმი-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> მგ/ლ	0.39
ფოსფატები-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> მგ/ლ	3.5
რკინა-Fe, მგ/ლ	0.3
თუთია-Zn, მგ/ლ	1,0
სპილენძი-Cu, მგ/ლ	1,0
მანგანუმი-Mn, მგ/ლ	0.1
კადმიუმი-Cd, მგ/ლ	0.001

მიღებული შედეგების საფუძველზე კი განხილული მდინარეების კლასიფიკაციები (ანუ დაბინძურების ხარისხის კლასი) შეფასდა ცხრილ 3-ში მოცემული სიდიდეების მიხედვით, რომელიც შემოთავაზებულია ევროდირექტივის მიერ.

**ცხრილი 3. წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის შეფასება დაბინძურების ინდექსების გამოყენებით**

ზედაპირული წყალი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სუფთა	0.2 - 1.0	1
მცირედ დაბინძურებული	1.0 - 2.0	2
დაბინძურებული	2.0 - 4.0	3
ბინძური	4.0 - 6.0	4
ძლიერ დაბინძურებული	>6.0	5

ცხრილ 4-ში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ შერჩეული მდინარეების, 2015-2020 წლების ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური ინდიკატორების გასაშუალებელი შედეგები, რომელთა მიხედვით განტოლება 1-ის

მეშვეობით გამოითვალა თვითოეული მდინარის დაბინძურების ინდექსი (S) და შესაბამისად მიენიჭათ დაბინძურების ხარისხის კლასიფიკაცია. აქვე უნდა დავძინოთ ისიც, რომ ამ ტიპის კვლევა მოცემულ მდინარეებისათვის ჩვენს ქვეყანაში შესრულდა პირველად, რომელიც შემოთავაზებულია ევროდირექტივის მეთოდოლოგიის (2000/60/EC) გათვალისწინებით.

**ცხრილი 4. ქვემო ქართლის მდინარეების (ფოლადაური, კაზრეთულა, მაშავერა, ხრამი) ჰიდროქიმიური ინდიკატორების გასაშუალებული სიდიდეები (2015-2020 წწ)**

ინდიკატორი	მდ. ფოლადაური	მდ.კაზრეთულა	მდ. მაშავერა	მდ.ხრამი
pH	8.15	7.5	8.12	8.25
ჟბმ <sub>5</sub> , მგO <sub>2</sub> /ლ	1.62	4.18	3.52	1.87
წყალში გახსნილი ჟანგბადი, მგO <sub>2</sub> /ლ	10.8	7.22	8.38	8.75
ნიტრიტები-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> მგN/ლ	0.008	0.42	0.57	0.048
ნიტრატები-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> მგN/ლ	5.68	2.6	6.65	9.37
ამონიუმი-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , მგN/ლ	0.378	0.988	0.856	1.08
ფოსფატები-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , მგ/ლ	0.044	0.01	0.07	0.085
რკინა-Fe, მგ/ლ	0.025	0.92	0.58	0.36
თუთია-Zn, მგ/ლ	0.03	0.96	0.77	0.68
სპილენძი-Cu, მგ/ლ	0.03	0.92	0.78	0.84
მანგანუმი-Mn, მგ/ლ	0.006	1.12	0.009	0.008
კადმიუმი-Cd, მგ/ლ	0.0002	0.0066	0.0015	0.0009

შესაბამისად, განტოლება 1-ში ცხრილ 4-იდან მოცემული სიდიდეების შეტანის შედეგად მიღებულ იქნა თვითოეული მდინარის დაბინძურების ინდექსები (ცხრ.5), რის საფუძველზეც შეფასდა მათი წყლების ხარისხის კლასი.

**ცხრილი 5. დაბინძურების ინდექსების მიხედვით მდინარეების ფოლადაური, კაზრეთულა, მაშავერასა და ხრამის ჩვენს მიერ მინიჭებული წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები**

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
ფოლადაური	0.46	1
კაზრეთულა	2.45	3
მაშავერა	0.98	1-2
ხრამი	0.89	1

როგორც ვხედავთ, ჩვენს მიერ შერჩეულ მდინარეებს შორის ყველაზე სუფთა (კლასი 1) გამოდგა მდინარე ფოლადაური, რომელიც განიცდის შედარებით მცირე ანთროპოგენული დატვირთვას და ის უერთდება მდინარე მაშავერას დაბინძურების წყარომდე (მადნეულის პოლიმეტალური საწარმო) მის ზედა კვეთში. მდინარე კაზრეთულა, რომელიც მიედინება გარკვეულ მანძილზე მადნეულის გადამამუშავებელ საწარმოს გასწვრივ, რის შემდგომაც ის უერთდება მდ. მაშავერას, აღმოჩნდა დაბინძურებული წყლის კატეგორიაში (კლასი 3), მდინარე მაშავერა, რომელსაც უერთდებიან მდინარეები კაზრეთულა და ფოლადაური არის მცირედ დაბინძურებულისა და სუფთა მდინარის კატეგორიების ზღვარზე (0.98), ანუ მას მიაენიჭა 1-2 კლასი. ხოლო რაც შეეხება მდინარე ხრამს, მისი დაბინძურების ინდექსი ტოლი აღმოჩნდა 0.89-ისა, რაც მიუთითებს მისი წყლის ხარისხის კატეგორიას- სუფთა, თუმცა მისი დაბინძურების ინდექსი შორს არ არის მცირედ დაბინძურებული კლასის მდინარისაგან (წყლის ხარისხის კლასი 2).

ცხილ 6-ში წარმოდგენილია ამ მდინარეების წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები ფერადი კოდის მეშვეობით, რომელიც ასევე შესრულებულია ევროდირექტივის მოთხოვნების შესაბამისად.

ჩატარებულმა კვლევებმა, თვალნათლივ დაგვანახა, რომ ის დამაბინძურებელი კომპონენტები, რომლითაც დახასიათებულნი არიან მოცემული მდინარეები ჩვენს მიერ შერჩეულ პერიოდში, ყველაზე მაღალი აღმოჩნდნენ მდინარე კაზრეთულაში, ხოლო ყველაზე დაბალი კი მდინარე ფოლადაურში. რაც შეეხება მდინარე მაშავერას, მიღებული შედეგები მიუთითებს იმას, რომ მისი წყლის ხარისხი უახლოვდება

მცირედ დაბინძურებულის სტატუსს, რომელშიც ჩვენის აზრით დიდი წვლილი მიუძღვის მდინარე კაზრეთულას. რაც შეეხება მდინარე ხრამს, მიუხედავად მისი სუფთა წყლის ხარისხის სტატუსისა, მიღებული დაბინძურების ინდექსი მიგვანიშნებს, რომ მდინარე ხრამი შეიძლება ზოგჯერ მიუახლოვდეს მცირედ დაბინძურებულის კლასსაც კი (იხილეთ ცხრ. 5-6).

**ცხრილი 6. დაბინძურების ინდექსების მიხედვით მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადი წყლის ჩვენს მიერ მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები**

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
ფოლადაური	0.46	1	სუფთა
კაზრეთულა	2,45	3	დაბინძურებული
ხრამი	0.89	1	სუფთა
მაშავერა	0.98	1-2	სუფთა ან მცირედ დაბინძურებული

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ რეგიონში განლაგებული საწარმოები ახდენენ გარკვეულ დატვირთვას მოცემულ მდინარეებზე და აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ მათი მუშაობის ხარისხზე მუდმივად იქნება დამოკიდებული ამ მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობა.

**ლიტერატურა - References - Литература**

1. European Union Water Framework Directive (2000/60/EC)
2. Г.С.Фомин Вода: Контроль химической бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Справочник, “Протектор”, М., 2010.
3. Г.С. Фомин Почва: Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. “ВНИИ стандарт”, М., 2000
4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. /Под ред. Т.В.Гусевой/ - М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2010
5. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No 2, IDENTIFICATION OF WATER BODIES.

**ქვემო ქართლის ზოგიერთი მდინარის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის დადგენა ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მიხედვით.** / ნ. ბუაჩიძე., ლ. შავლიაშვილი., ე. ბაქრაძე., გ. კუჩავა./ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2022 --ტ. 132, გვ.57-63. . ქართ. რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში კვლევის სუბიექტებათ შეირჩნენ მდინარეები ფოლადაური, კაზრეთულა, მაშავერა და ხრამი, ვინაიდან ისინი წარმოადგენენ აღმოსავლეთ საქართველოს, კერძოდ, კი ქვემო ქართლის ძირითად წყლის არტერიებს, რომლებიც იმყოფებიან გარკვეული ანტროპოგენული დატვირთვის ქვეშ.

ნაშრომში შეჯამებულია მოცემული მდინარეების გარემოსდაცვითი შეფასების მრავალწლიანი (2015-2020 წწ.) შედეგები. საანალიზო ნიმუშებში განისაზღვრა ჰიდროქიმიური მაჩვენებლები (ბიოგენური ელემენტების ფორმები, მძიმე მეტალები, ძირითადი იონები) და ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები (pH, ელექტროგამტარობა, მარილიანობა, °t, წყალში გახსნილი ჟანგბადი-DO). მიღებული შედეგების საფუძველზე შეფასდა მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობა. შემოთავაზებული განტოლებისა და ინტეგრალური ქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით (წყლის ჩარჩო დირექტივა-2000/60/EC გათვალისწინებით) განისაზღვრა მდინარეების დაბინძურების მაჩვენებელი და თითოეული მდინარის წყლის ხარისხის კლასიფიკაცია.

ყველა სახის ჰიდროქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი ჩატარდა თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით, რომელიც აკმაყოფილებს და შეესაბამება ევროპულ სტანდარტებს.

აღსანიშნავია, რომ შესწავლილი მდინარებიდან, მდინარე ხრამი არის ტრანსსასაზღვრო მდინარე, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის სამუშაოს აქტუალობას.

**Determining the water quality classification of some rivers of Kvemo Kartli according to hydrochemical indicators./** N. Buachidze., L. Shavliashvili., E Bakradze., G. kuchava./ / Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. -2022. V. 132. –pp.57-63.–Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

The rivers Poladauri, Kazretula, Mashavera and Khrami were selected as the study subjects, since they are the main water arteries of Eastern Georgia, particularly Kvemo Kartli, and are under a certain anthropogenic impact.

The paper summarizes the results of several years (2015-2020) environmental assessments of these rivers. Hydrochemical parameters (forms of biogenic elements, heavy metals, basic ions) and physico-chemical parameters (pH,

electrical conductivity, salinity, ° t, dissolved oxygen-DO) were determined in the analytical samples. Based on the obtained results, the ecological condition of the rivers was assessed. Using the proposed equation and integral chemical parameters (taking into account the Water Framework Directive -2000 / 60 / EC), the pollution rate of the rivers and the water quality classification of each river were determined.

All types of hydrochemical and physico-chemical analysis were performed using modern methods that meet and comply with European standards.

It should be noted that of the rivers studied, the Khrami River is a transboundary river, which significantly increases the urgency of the work.

**Определение классификации качества воды некоторых рек Квемо Карли по гидрохимическим показателям.** Буачидзе Н. С., Шавлишвили Л. У., Бакрадзе Е. ., Кучава Г .П./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ - 2022. – вып. 132 – с.57-63-. Груз., Рез.: Груз., Англ., Рус.

В статье субъектами исследования были выбраны реки: Поладаури, Казретула, Машавера и Храми т. к. они являются основными водными артериями восточной Грузии, которые находятся под определенным антропогенным давлением. В статье подведены итоговые природоохранные результаты этих рек в период 2015-2020гг. Пробы для анализов определялись гидрохимическими показателями (формы биогенных элементов, тяжелые металлы, основные ионы и физико-химические параметры (рН, электропроводимость, соленность, t, растворенный в воде кислород-DO). На основании полученных данных была произведена оценка экологического состояния этих рек.

С помощью предложенного уравнения и интегральных химических показателей (с учетом рамочной директивы по воде-2000/60/ЕС) был определен показатель загрязнения рек и класс качества воды.

Все типы гидрохимических и физико-химических анализов были проведены с помощью современных методов, которые соответствуют европейским стандартам.

Следует отметить, что из исследованных рек, река Храми является трансграничной рекой, что значительно повышает актуальность данной работы.

=====

<i>ს ა რ მ ე ვ ი C O N T E N T S C O Д Е Р Ж А Н И Е</i>		
1	ბასილაშვილი ც. საქართველოს მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა	5
	Basilashvili Ts. Perennial Dynamics of Mountain River Water Runoff in Georgia.	
	Басиладшвили Ц.З Многолетняя динамика стока воды горных рек Грузии.	
2	სალუქვაძე მ., ცინცაძე თ., კობახიძე ნ საქართველოს მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება და ჩასატარებელი ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები	9
	Salukvadze M., Tsintsadze T. Kobakhidze N Avalanche hazard in the mountainous regions of Georgia and avalanche control measures	
	Салуквадзе М.Е, Цинцадзе Т.Н., Кобахидзе Н.Ш Лавиноопасность горных районов Грузии и проведение противолавинных мероприятий	
3	გორგიჯანიძე ს მთის მდინარეების წყალმოვარდნების გეოგრაფიის მოკლე ანალიზი საქართველოში	14
	Gorgijanidze S THE BRIEF ANALYSIS of GEOGRAPHY of MOUNTAIN RIVER FLOODING in GEORGIA	
	Горгиджанидзе С.Н КРАТКИЙ АНАЛИЗ ГЕОГРАФИИ ПАВОДКОВ ГОРНЫХ РЕК В ГРУЗИИ.	
4	შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ. ლიახვისა და არაგვის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე	19
	Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Dzadzamia M. Dynamics of Degradation of Glaciers in Liakvi and Aragvi Basins Against the Background of Current Climate Change	
	Шенгелия Л., Кордзахия Г., Тваური Г., Дзадзамия М. Динамика деградации ледников бассейнов реки Пирикити Алазани на фоне современного изменения климата	
5	კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ., მკურნალიძე ი.მ დინარე იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით.	28
	Kapanadze N., Tsintsadze T., Mkurnalidze I. Hydrometeorological study of the Iori river basin in order to create system an integrated water resources management.	
	Капанадзе Н.И., Цицадзе Т.Н., Мкурналидзе И.Р. Гидрометеорологическое исследование бассейна реки Иори с целью создания системы интегрированного управления водными ресурсами.	
6	მელაძე მ., მელაძე გ. კლიმატოინფორმული სოფლის მეურნეობა და საქართველოს აღმოსავლეთ მთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლები	36
	Meladze M., Meladze G. Climate-smart agriculture and agroclimatic features the eastern mountainous regions of Georgia	
	Меладзе М.Г, Меладзе Г.Г Климатически оптимизированное сельское хозяйство и агроклиматические показатели восточных горных регионов Грузии	
7	ფიფია მ., ჯინჩარაძე გ., ბეგლარაშვილი ნ. ქარბუქი მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით	41
	Pipia M., Jincharadze G., Beglarashvili N. Blizzard in Mtskheta-Mtianeti region according to multi-year data	
	Пипия М., Джинчарадзе Г., Бегларашвили Н. Метель в регионе Мцхета-Мтианети по многолетним данным	



8	გ.გუნია. ეკოლოგიის საფუძვლების უნიფიცირებული ტერმინებისა და განმარტებების ლექსიკონ-ცნობარის დამუშავების შესახებ	44
	Gunia G. On the elaboration of a dictionary-reference book of unified terms and definitions of the fundamentals of ecolog	
	Гуния Г.С О проработке словаря – справочника унифицированных терминов и определений основ экологии	
9	სურმავა ა., გვერდწითელი ლ., ინჭკირველი ლ., გიგაური ნ. ქ. თბილისის ატმოსფეროში მტვრის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება ზამთარში დასავლეთის და აღმოსავლეთის ფონური სუსტი ქარის დროს	49
	Surmava A., Gverdsiteli L., Intskirveli L., Gigauri N. Numerical Modeling of Dust Distribution in the Atmosphere of Tbilisi in Winter with Light Westerly and Easterly Winds.	
	Сурмава А.А., Гвердцители Л.Д., Инцкирвели Л.Н., Гигаури Н.Г. Численное моделирование распространения пыли в атмосфере г.Тбилиси зимой при слабых западных и восточных ветрах.	
10	ბუაჩიძე ნ., შავლიაშვილი ლ., ბაკრადე ე., კუჭავა გ. ქვემო ქართლის ზოგიერთი მდინარის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის დადგენა ჰიდროქიმიური ინდიკატორების მიხედვით.	57
	Buachidze N., Shavliashvili L., Bakradze E., Kuchava G. Determining the water quality classification of some rivers of Kvemo Kartli according to hydrochemical indicators	
	Буачидзе Н. С., Шавлиашвили Л. У., Бакрадзе Е., Кучава Г.П Определение классификации качества воды некоторых рек Квемо Картли по гидрохимическим показателям.	