

უაკ 551.50.501.7

ლიახვისა და არაგვის აუზების მყინვარების დეგრადაციის დინამიკა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე

ლ. შენგელია*, გ. კორძაზია*, გ. თვაური, მ. ძამამია*****

* 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 (შემდეგში 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 მცინვარული აუზიდან (იხ. ცხრ.1), ლიახვისა და არაგვის მცინვარული აუზების მცინვარების დეგრადაციის დინამიკის კვლევა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზეგავლენით. პირიქითი ალაზნის აუზის მცინვარების დეგრადაციის დინამიკა შესწავლილია და შედეგები წარმოდგენილია [21], ხოლო დარჩენილი მცინვარული აუზების დეგრადაციის დინამიკის კვლევა უახლოესი მომავლის საკითხია.

ლიახვისა და არაგვის აუზების მცინვარების დეგრადაციის დინამიკის შესწავლისათვის საწისი მონაცემები (კატალოგი) მცინვარების 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].

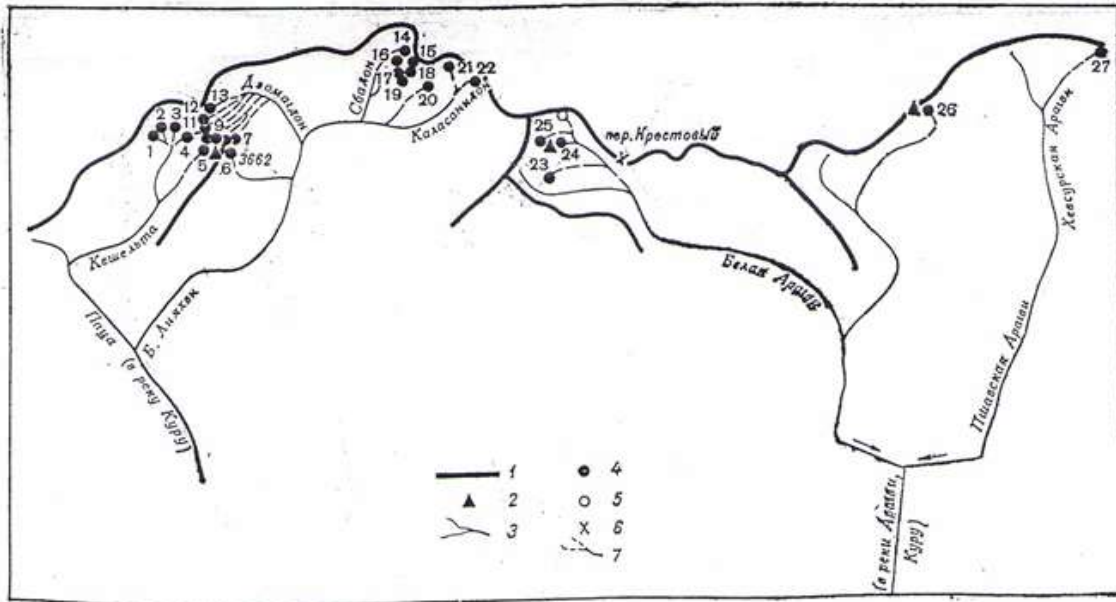
ცხრილი 1. აღმოსავლეთ საქართველოს მცინვარების განაწილება მცინვარული აუზების მიხედვით კატალოგის და თდზ1-ის მიხედვით

| № | მცინვარული აუზი | მცინვარის № | მცინვარების რაოდენობა | | | მცინვარების ფართობი, კმ ² | | |
|------------|------------------|----------------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | 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 | არღუნი | 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 |
| სულ | | | 132 | 61 | 71 | 87 | 46.7 | 40.3 |

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 კმ²-მდე), საშუალო მცინვარები (0,5-დან 2,0 კმ²-მდე), და დიდი მცინვარები (2.0 კმ² და მეტი). 0.1 კმ²-ზე ნაკლები ფართობის ყინულოვანი წარმონაქმნი განიხილება, როგორც თოვლნარი.

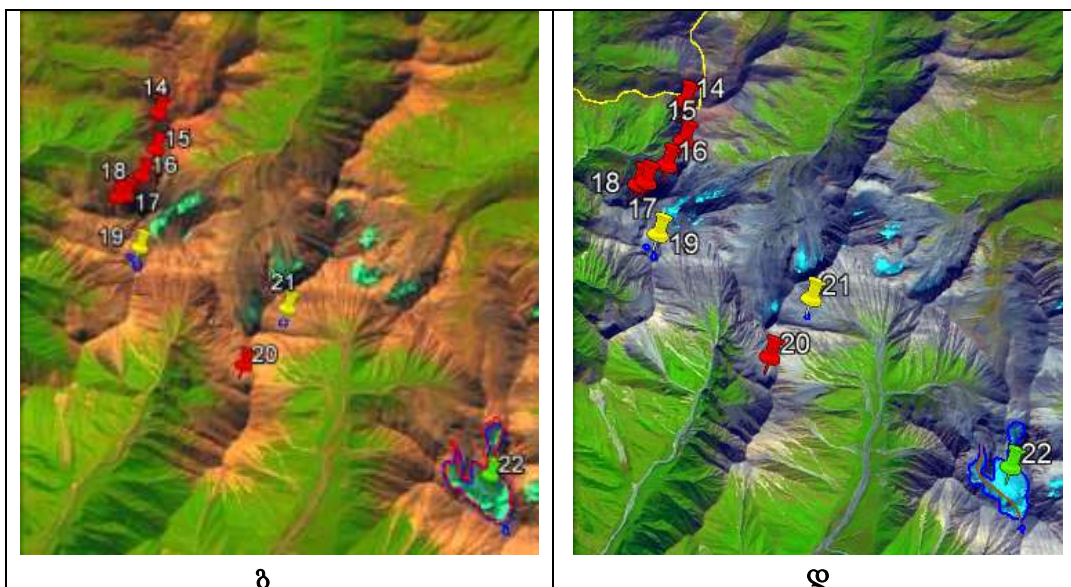
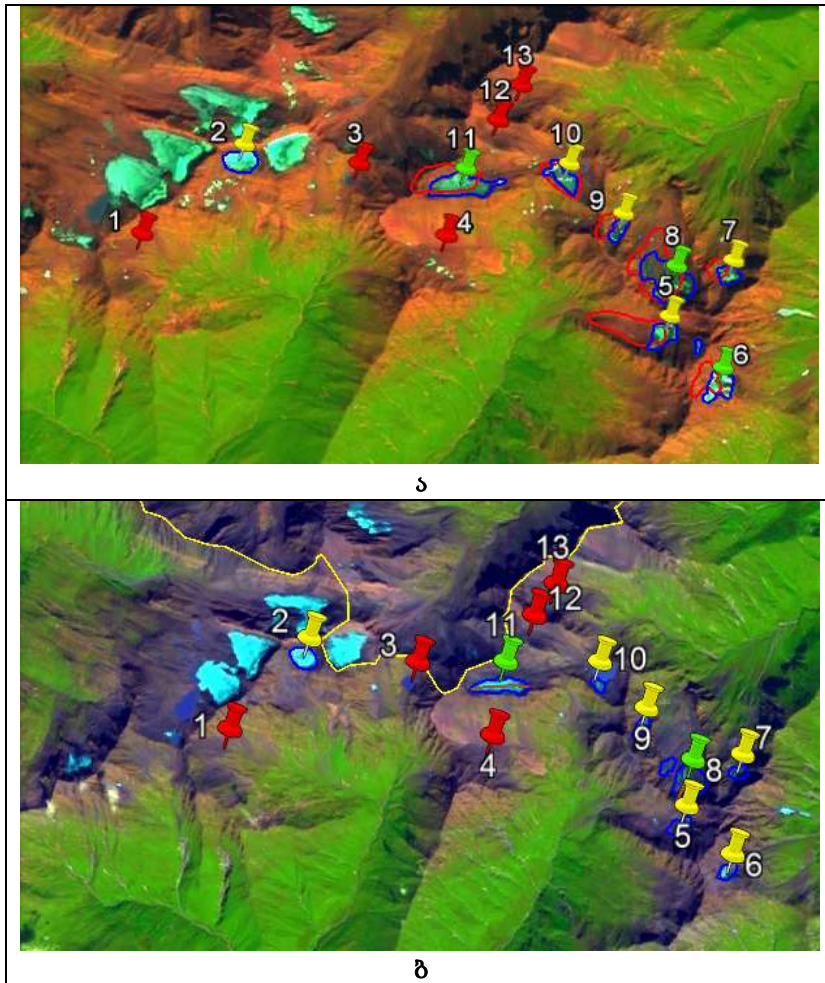
საშუალებდო და საბოლოო თანამგზავრულ სურათებზე ამ მცინვარული აუზების მცინვარების იდენტიფიკაცია ჩატარდა მოყვანილი სქემის გამოყენებით. განისაზღვრა თითოეული მცინვარის ფართობი და ფართობის მიხედვით გრადაცია. ამავდროულად დადგინდა იდენტიფიცირებული მცინვარებიდან ის შემთხვევებიც, როდესაც მცინვარი ან სრულად გადნა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



სურ. 1. მტკვრის მარცხენა შენაკადების აუზების მცინვარები. 1 – წყალგამყოფები, 2 – მწვერვალი, 3 – მდინარე, 4 – მცინვარი თავისი ნომრით, 5 – 0,1 კმ²-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 მცინვარი (ცხრილებში ნაცრისფერი ფერით აღნიშნულია საშუალო მცინვარი), შესაბამისად, ყვითელი ფერით აღნიშნულია თოვლნარად ქცეული მცინვარი, ხოლო წითელი ფერის ქინძისთავით მონიშნულია ადგილი, სადაც ადრე არსებობდა მცინვარი (პირობითად გამქრალი მცინვარი).

თანამგზავრული სურათ 2-ის ა და ბ ნაწილებზე წარმოდგენილია მდ. ლიახვის შენაკადების ქეშელთასა და ძომადონის ხეობის მცინვარების - №1-13 საშუალო და საბოლოო მდგომარეობები, ხოლო გ და დ ნაწილებზე – მდ. ლიახვის შენაკადების სბადონისა და კალასანდონის ხეობის მცინვარების №14-22 საშუალო და საბოლოო მდგომარეობები. ეს სურათები ნათელ წარმოდგენას ქმნის მდ. ლიახვის აუზის მცინვარების დეგრადაციაზე. თანამგზავრული სურათების საფუძველზე განსაზღვრულია ამ მცინვარების 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 მცინვარს, მწვანე ფერი შესაბამისად - მცირე მცინვარს, ყვითელი ფერით აღნიშნულია მცინვარიდან წარმოქმნილი თოვლნარი, ხოლო წითელი ფერი აღნიშნავს მთლიანად გამდნარ მცინვარს.



სურ. 2. მდ. ლიახვის აუზის მცინვარების დეგრადაციის ამსახველი სურათები. ქეშელთასა და ძომაცდონის 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

ავვისტოს (თღზ 1 (ა და გ)) და 2020 წლის 13 სექტემბერის (თღზ 2 (ბ და დ)) თანამგზავრული სურათების საფუძველზე

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

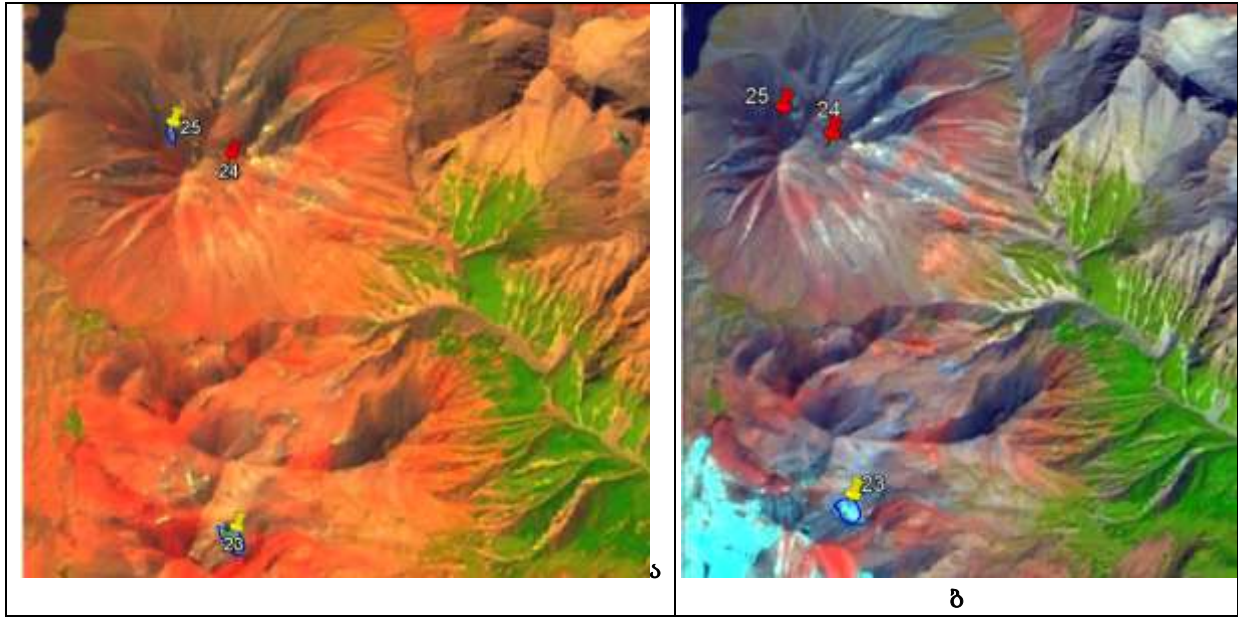
| № | № კატალოგის სქემის მიხედვით | კატალოგის მიხედვით მცინვარის სახელწოდება და/ან № | ID WGI- ის მიხედვით | ფართობი (კმ ²) | | |
|----|-----------------------------|--|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | კატალოგის მიხედვით | თღზ 1-ის მიხედვით | თღზ 2-ის მიხედვით |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 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 0.03 |
| 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 მცინვარი იყო, მათ რიცხვში ორი საშუალო ზომის (№8 და №22) და 20 მცირე მცინვარი. 50 წლის შემდეგ თღზ 1 (სვეტი 6) მონაცემებით ერთი საშუალო მცინვარი (№8) მცირე მცინვარად დეგრადირდა, ხოლო 20 მცირე მცინვარიდან დარჩა 3 (№6, №8, №11) ანუ მცირე მცინვარების რიცხვი შემცირდა 85%-ით. რაც შეეხება ფართობს იგი 6.6 -დან შემცირდა 1.6 კმ²-მდე ანუ 75.8%-ით. თღზ 2 -ის მიხედვით (სვეტი 7) სულ დარჩენილია 2 მცირე მცინვარი (№8, №11) და ერთი საშუალო მცინვარი (№22). მათი ფართობი პირველ პერიოდთან შედარებით 1.6 -დან შემცირდა 1.2 კმ²-მდე ანუ 25%-ით, ხოლო საწყის (კატალოგის) მონაცემებთან შედარებით შემცირდა 81.8%-ით.

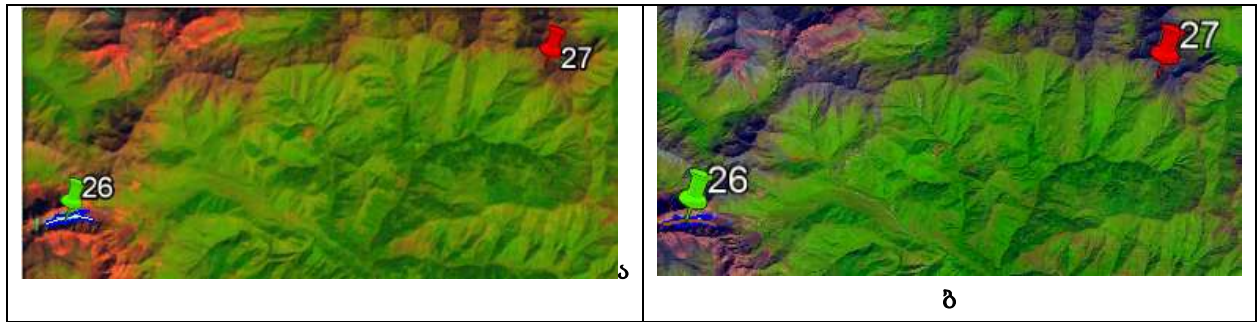
მოყვანილი მონაცემები ნათლად მეტყველებს, რომ ლიახვის აუზის მცინვარების დეგრადაცია უფრო ინტენსიურია მეორე პერიოდში, ვიდრე პირველში. მეტიც, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თუ შენარჩუნდა კლიმატის ცვლილების სიჩქარე მოსალოდნელია, რომ უახლოეს წლებში მდ. ლიახვის მცინვარული აუზი მთლიანად გადნება.

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

მდ. არაგვის აუზის მცინვარე წარმოდგენილია სურ. 3 და სურ. 4-ზე. მე-3 სურათზე წარმოდგენილია №23-26 მცინვარები, 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 მცინვარების თანამგზავრული სურათი. №27 მცინვარი გამქრალია.



სურ. 3. მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადის, თეთრი არაგვის აუზში მდებარე მცინვარები №23–26 მცინვარების 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 მცინვარის 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), თღზ 1-ის (სვეტი 6), და თღზ 2-ის (სვეტი 7) მიხედვით

| მ. № | № კატალოგის სქემის მიხედვით | კატალოგის მიხედვით მცინვარის სახელწოდება და/ან № | ID WGI-ის მიხედვით | ფართობი (კმ ²) | | |
|------|-----------------------------|--|--------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | კატალოგის მიხედვით | თღზ 1-ის მიხედვით | თღზ 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 |

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 კმ²-მდე ანუ 78.8%-ით. 2020 წლის თანამგზავრული სურათის მიხედვით სულ დარჩენილია 1 მცირე მცინვარი, რომლის ფართობიც წინა მონაცემთან შედარებით მხოლოდ 0.04 კმ²-ით შემცირდა.

ზოგადად მდ. არაგვის აუზში ორივე პერიოდის განმავლობაში მცინვარების ფართობი შემცირდა 1.6-დან 0.3 კმ²-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 (საშუალოდ 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.

საშუალოდ 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, Maike Nicolai,

- Andrew Okem, Jan Petzold, Bardhyl Rama, Nora M. Weyer. Working Group II Technical Report. IPCC, Geneva, Switzerland. 755 p.
- კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. თბილისი, 2015, თავი 4.1, გვ. 122–133.
 - საქართველოს მეოთხე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების შესახებ გაეროს ჩარჩო კონვენციისადმი. თბილისი, 2020, თავი 4.4, გვ 310–319.
 - 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
 - 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
 - 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
 - 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.
 - 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.
 - 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, Наридона и Шасни / Г. Абих ; Пер. Ф. фон-Кошкул.-Тифлис: 1870. 42 с.
 - Маруашвили Л. И. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе//Тбилиси, изд. Ан ГССР, 1956, 124 с.
 - Цомая В. Ш., Дробышев О. А. Результаты гляциологических наблюдений на ледниках Кавказа//Труды ЗапНИГМИ, вып. 45 (51), 1970, с. 141–146.
 - Маруашвили Л. И., Курдгелаидзе 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.
 - Цомая В.Ш. Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л: Гидрометеиздат, 1975. - 95 с.
 - Цомая В.Ш., Дробышев О.А. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 71 с.
 - Панов В.Д., Боровик Э.С. Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л: Гидрометеиздат, 1977. - 51 с.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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. Tvauro, 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.

უკ 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. , -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. საშუალოდ 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., Tvauro G., Dzadzamia M. /Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2022. – vol.132. – pp19-27. - 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.