

2022 წლის ივნისი-სექტემბრის თვის მცინვარ ლეხზირისა და ჭალაათის მონიტორინგის შედეგები

კლიმატის თანამედროვე ცვლილება იწვევს მცინვარების უკანდახევის გამლიერებას. მცინვარების ინტენსიური დნობის ფონზე იცვლება მცინვარული ჩამონადენი. ეს განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსათვის, რადგან მცინვარები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მთელი რიგი რეგიონების წყლის მარაგის ფორმირებაში და წყლის ბალანსის რეგულირებაში.

მცინვარები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მცინვარული კვების მდინარეების წყლის რეჟიმში, ცალკეული რეგიონების წყლის მარაგის ფორმირებაში და წყლის ბალანსის რეგულირებაში. მცინვარები ერთდროულად წარმოადგენენ ატმოსფერული ნალექების აკუმულაციის და მდინარის ჩამონადენის ბუნებრივ წყაროს.

გამცინვარების ძირითად კერას საქართველოში კავკასიონის ქედი წარმოადგენს. კავკასიონის ქედზე მცინვარების არსებობას განსაზღვრავს კავკასიონის მაღალმთიანი რელიეფი. მცინვარის ფორმირებაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას. გამოიყოფა ორი ძირითადი ფაქტორი კლიმატი და რელიეფი. რელიეფის ცალკეული ელემენტების მორფოლოგია, მორფომეტრია დახრილობა და ფერდობების ექსპოზიცია გავლენას ახდენს მცინვარული საფარის ფორმირებაზე. რელიეფი განსაზღვრავს მყარი ატმოსფერული ნალექების აკუმულაციას. თოვლის დაგროვება დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე და რელიეფის მორფოლოგიურ ხასიათზე. მნიშვნელოვანია ფერდობების ექსპოზიცია მზისა და ქარის მიმართ. განედური და სუბგანედური მიმართულების ქედებზე ფირნის ხაზი ჩრდილო ფერდობზე 100-150 მეტრით დაბლა მდებარეობს, ვიდრე სამხრეთ ექსპოზიციის ფერდობზე. ამის მაგალითია კავკასიონის წყალგამყოფი ქედი. მნიშვნელოვანია ფერდობის განფენილობა და სიმაღლე. კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობი უფრო მაღალია, ვრცელი და თანდათან დაბლდება. სამხრეთ ექსპოზიცია ციცაბოა და მოკლე პროფილით ხასიათდება. იმის მიუხედავად, რომ სამხრეთ ფერდობებზე ნალექი მეტია ვიდრე ჩრდილოეთზე, გამცინვარება ჩრდილოეთ ფერდობზე მეტია ვიდრე სამხრეთზე. სვანეთის კავკასიონის მონაკვეთზე მცინვარების არსებობას განსაზღვრავს კავკასიონის მაღალმთიანი რელიეფი.

გლაციოლოგიური კვლევის ფარგლებში გამოყენებულ იქნა ძველი, კარგად აპრობირებული და ახალი თანამედროვე კვლევის მეთოდები. მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობის კვლევისას გამოყენებული იქნა ისეთი მნიშვნელოვანი მეთოდი როგორცაა დისტანციური ზონდირება. მთელ მსოფლიოში თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით მცინვარების კვლევა სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება.

გასულ საუკუნეში მცინვარების შესასწავლად ძირითადად გამოიყენებოდა მიწისპირა დაკვირვებები. ამჟამად, როდესაც თანამგზავრული მაღალი დროითი და სივრცითი გარჩევადობის დაკვირვები ხელმისაწვდომია მცინვარების კვლევისათვის დისტანციური ზონდირება განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს.

დისტანციური ზონდირებით მცინვარების კვლევა დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე თანამედროვე პროცესების სწრაფად დაფიქსირების ერთერთი საუკეთესო საშუალებაა, მითუმეტეს ისეთი მგრძნობიარე ადგილებისათვის, სადაც თანამედროვე მცინვარებია წარმოდგენილი. კვლევის ეს მეთოდები აადვილებს მცინვარების და იმ არელების შესწავლას, სადაც პრაქტიკულად მისვლა შეუძლებელია.

კავკასიონის მცინვარების რაოდენობებისა და ფართობების შესახებ პირველ ინფორმაციას წარმოადგენს კ. პოდოზერსკის მცინვარების კატალოგი, რომელიც გამოქვეყნდა 1911 წელს. აღნიშნული ინფორმაცია ემყარებოდა კავკასიაში 1880-1910 წლებში ჩატარებულ სამხედრო კვლევებს. კ. პოდოზერსკის მცინვარების კატალოგის ანალიზით დგინდება, რომ მცინვარების კონტურების მოხაზულობაში მცირედი შეცდომებია გაპარული და დაშვებული რადგან ძნელად მისადგომი ხეობის რთული ტიპის მცინვარების ფირნის ველი არასწორადაა დატანილი, მაგრამ 1911 წელს გამოშვებული კატალოგი უნიკალურია, სადაც მცინვარების რაოდენობები, ფართობები, სახელები, მცინვარების ტიპებია წარმოდგენილი.

ძველი ტოპოგრაფიული რუკები ჩანაცვლდა 1960-იან წლებში და გამოიცა 1: 25 000, 1 : 50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკები (რუკები შედგენილ იქნა 1955-1960 წლების კოსმოსური სურათების საფუძველზე). აღნიშნულ ტოპოგრაფიულ რუკებზე მცინვარების კონტურები ზუსტად იყო გამოსახული. რ. გობეჯიშვილმა მოგვცა განახლებული მონაცემები მცინვარების და მათი პარამეტრების შესახებ, რომელიც დაამუშავა სსრკ ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე. 1975 წელს კოსმოსური სურათებისა და ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე ჩატარდა კავკასიონის მცინვარების ინვენტარიზაცია და საბჭოთა კავშირის მცინვარების კატალოგი.

ზემოთ მოყვანილი თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით და ისტორიული მონაცემების ანალიზით დამუშავდა ლეხზირისა და ჭალაათის აუზში მცინვარული საფარის მონაცემები.

მთელ მსოფლიოში თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების გამოყენებით მცინვარების კვლევა სულ უფრო ფართო გამოყენებას ჰპოვებს. მცინვარებზე დაკვირვების მიზნით მიმართავენ დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებს, რომლებიც აღჭურვილი არიან რადიოლოკაციური (Radarsat, ERS-1 ERS-2, Radarsat-1, Radarsat-2, ENVISAT), ელექტრომაგნიტური სპექტრის ოპტიკურ, ინფრაწითელ, მიკროტალღოვან

უბნებში მომუშავე სენსორებით (IRS, SPOT, Landsat, IKONOS, QuickBird, TERRA Aster, ALOS, SAR, Sentinel 2).

მყინვარების შესახებ სტანდარტიზებული ინფორმაცია მოყვანილია მსოფლიო მყინვარების კატალოგში (World Glacier Inventory – WGI). ასევე მყინვარების შესახებ ინფორმაცია მუშავდება ქ. ბოულდერში (აშშ) თოვლისა და ყინულის ეროვნულ ცენტრში (National Snow and Ice Data Center – NSIDC) არსებულ გლაციოლოგიის მსოფლიო მონაცემთა ცენტრთან და პროექტთან, რომლის სახელწოდებაა „მიწისპირა ყინულების გლობალური გაზომვები კოსმოსიდან“ (Global Land Ice Measurements from Space – GLIMS).

მყინვარ ლეხზირისა და ჭალაათის 2022 წლის ივნის-სექტემბრის თვის შესწავლისას გამოიყენება აერო კოსმოსური სურათების დემიფირირების მეთოდები. აღნიშნული მეთოდების კომპლექსური დამუშავება ნათელ სურათს იძლევა მყინვარების დნობის, აბლაციის და მოძრაობის შესახებ. 2022 წლის მყინვარების მონიტორინგის კვლევებში გამოყენებულია Sentinel 2-ის და Landsat 8-ის სხვადასხვა პერიოდის (თვეების) სატელიტური ორთო ფოტოები.

მყინვარ ლეხზირის და ჭალაათის შესწავლაში, მყინვარების მდგომარეობის შეფასებაში და შედარებისთვის გამოყენებულ იქნა Sentinel 2-ის 8.06.2022, 27.06.2022 28.07.2022, 24.08.2022, 20.09.2022 და Landsat 8-ის 24.08.2022, 20.09.2022 წლის სატელიტური ფოტოები. აღნიშნული ორთოფოტოები დამუშავდა პროგრამა Arc GIS-ის Tools-ში. მოხდა სატელიტური ორთოფოტოების ფენების დამუშავება (composite Bands), რის შედეგადაც მივიღეთ გამოსახულება, სადაც განირჩევა წყალი, ყინული, თოვლი და ღრუბელი ერთმანეთისგან. აღნიშნული მეთოდი სავსე მეთოდებთან ერთად იძლევა მყინვარების სრულყოფილად შესწავლის შესაძლებლობას.

მონიტორინგი წარმოებდა და ორთო ფოტოები მუშავდებოდა ყოველი თვეში. მონიტორინგის პერიოდი მოიცავდა ივნის-სექტემბრის თვეს. სექტემბრის თვის ორთოფოტო დამუშავდა 20 სექტემბრის მონაცემებით, შემდეგი დღეების აერო გამოსახულებები არ იქნა გამოყენებული რადგან ღრუბლიანობის, ნალექების გამო აეროგამოსახულებაზე ვერ გაირჩეოდა თოვლის, ყინულის საფარი ამიტომ მოხდა აღნიშნული თარიღის აერო გამოსახულების გამოყენება. მნიშვნელოვანია, რომ 20-25 სექტემბრის პერიოდში მყინვარი წყვეტს აბლაციას (დნობას).

2022 წლის 20 სექტემბრის მონაცემებით მყინვარი ჭალაათი შედგება ორი ძირითადი ნაკადისგან. მარცხენა ძირითად შენაკადზე გვხვდება რამდენიმე ყინულვარდნილი. ყინულვარდნილსა და მყინვარის ენაზე მრავლადაა დიდი ზომის ნაპრალები. მყინვარის ენა დაფარულია ზედაპირული მორენებით. მყინვარის ენის უკანდახევამ 2022 წლის 24 აგვისტოდან 2022 წლის 20 აგვისტომდე შეადგინა 9-10 მეტრი.

სატელიტური ფოტოების დამუშავების შედეგად 2022 წლის 24 სექტემბრის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი შეადგენს 7.74 კმ²-ს. ასევე აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ 2022 წლის 24 აგვისტოს წლის ორთოფოტოს მიხედვით მცინვარ ჭალაათის გროტის თავზე მარჯვენა მხარეს კლდე არის ჩამოშლილი ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად. მცინვარის გროტის თავზე და მცინვარის ენის წინ მრავლადაა ჩამოშლილი კლდის ნაწილები, რომელთა დიამეტრი 2-3 მეტრს შორისაა. სატელიტური ფოტოების დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ მცინვარ ჭალაათის მარჯვენა ნაწილს მცირე კონტაქტი აქვს მცინვარის ძირითად ნაწილთან, რომელიც დაფარულია მორენული საფარით. კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, მსგავსი სცენარით წარმართვის შემთხვევაში ეს კონტაქტი გაწყდება და მცინვარ ჭალაათზე ორი დამოუკიდებელი ნაკადი ფორმირდება და წარმოიქმნება ორი მცინვარი.

მცინვარი ლეხზირი საქართველოში ყველაზე დიდი მცინვარია, რომელიც გამოირჩევა თავისი მორფოგრაფიული და მორფომეტრიული თავისებურებებით. იგი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია.

2022 წლის 20 სექტემბრის მონაცემებით მცინვარი ლეხზირის ორი ძირითადი დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადის ჯამური ფართობი შეადგენს 19.25 კმ²-ს. აღსანიშნავი, ის ფაქტი, რომ დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილს ერთმანეთთან არ აქვს კონტაქტი და გაყოფილია, ასევე ჩრდილოეთ ნაწილი გამოყოფილია აღნიშნული ნაწილებისგან. აქედან გამომდინარე მცინვარი ლეხზირი გაყოფილია 3 ნაწილად. მცინვარ ლეხზირის დასავლეთ, მარჯვენა ნაკადი ორი მცინვარული ნაკადისგან, ხოლო აღმოსავლეთ მარცხენა ნაკადი ხუთი მცინვარისგან იქმნება. ნაკადის ორივე ენა ბოლო მონაკვეთში დაფარულია მორენული საფარით. აღმოსავლეთ (მარცხენა) ნაკადი ხუთი მცინვარისგან იქმნება, რომელთა შეერთების შემდეგ ვითარდება 280-290 მეტრამდე ყინულვარდნილი. ხუთი ნაკადის შეერთების ადგილზე ორი მძლავრი შუა მორენაა წარმოდგენილი, აქაც ბოლო მონაკვეთი ნატანი მასალითაა დაფარული. ამავდროულად მონაცემებით მცინვარ ლეხზირის ჩრდილოეთ (ცენტალური) ნაკადის ფართობი შეადგენს 5,19 კმ²-ს, რომელსაც გაწყვეტილი აქვს ორ ძირითად ნაკადთან კონტაქტი და დამოუკიდებლად ვითარდება.

მცინვარ ლეხზირის ენა დაფარულია სხვადასხვა მორფოსკულპტურული ფორმებით, გამოხატულია ოგეები, რომლებიც იწყებიან ყინულვარდნილთან და შემდეგ ქრებიან. მრავლადაა მცინვარული მაგიდები, ჭები და ე.წ „ჭიანჭველას გროვები“. მცინვარ ლეხზირის ზედაპირის დაფარულია მძლავრი მორენული საფარით. ყინულვარდნილი და ენა დანაპრაღიანებულია, მაღალი ტემპერატურისა და ყინულჩამოქცევების გამო მცინვარები კარგავენ მნიშვნელოვან ფართობს.

მცინვარ ლეხზირისა და ჭალაათის მონიტორინგის ფარგლებში გამოვლინდა ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტი. კლიმატის გლობალური ცვლილება, ატმოსფერული ჰაერის

მომატება საშუალო მრავალწლიურ ნორმასთან შედარებით ნათლად აისახება მცინვარ ლეხზირის, მცინვარ ჭალაათის და მათ ხეობებში არსებული სხვა მცირე მცინვარების დნობის დინამიკასა და აბლაციაზე. ტემპერატურის მომატება იწვევს მცინვარის მახასიათებლების (პარამეტრების) შემცირებას, რასაც ხელს უწყობს მცინვარის ზედაპირზე მძლავრი მორენული საფარი. საბოლოოდ ყველა ეს პროცესი იწვევს მცინვარების ინტენსიურ დნობას და უკან დახევას.

ცხრილ #1-ში და #2-ში მოცემულია ინფორმაცია მცინვარ ლეხზირის და ჭალაათის დნობის, დინამიკის შესახებ

ცხრილი #1

თარიღი	მცინვარი ჭალაათი მცინვარი ენის უკან დახევა მეტრებში	მცინვარი ლეხზირი მცინვარი ენის უკან დახევა მეტრებში
10.09.2021-დან 8.06.2022-მდე	+ 4	+ 3
8.06.2022-დან 27.06.2022-მდე	- 8 - 6	- 15 - 17
28.07.2022	- 9 -11	-30 -35
24.08.2022	-15 -17	-20 -22
10.09.2022	-9 -10	-10 -15

ცხრილი #2

თარიღი	მცინვარი ჭალაათი ფართობი კმ²	მცინვარი ლეხზირი ფართობი კმ²	
		მცინვარი ლეხზირი ორი ძირითადი დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადის ჯამური ფართობი	მცინვარ ლეხზირის ჩრდილოეთ (ცენტალური) ნაკადი
10.09.2021-დან 8.06.2022-მდე	7.90	19.65	5.39
8.06.2022-დან 27.06.2022-მდე	7.91	19.64	5.35
28.07.2022	7.89	19.46	5.30
24.08.2022	7.79	19.28	5.20
10.09.2022	7.74	19.25	5.19

გამოყენებული ლიტერატურა:

- გობეჯიშვილი რ.; საქართველოს მყინვარები; 1989 წ.
- გობეჯიშვილი რ.; კოტლიაკოვი ვ.; გლაციოლოგია; თბ.;2006 წ.
- სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის კვლევითი საგრანტო პროექტი „თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე საქართველოს მყინვარების კვლევა“. თბილისი 2017 წ.
- ცხოვრებაშვილი შ. ზოგადი გეომორფოლოგია,“თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა“, 2010 წ.
- ბლიაძე მ.; კერესელიძე დ.; ელიზბარაშვილი ნ.; გეოგრაფია (ცნობარი); თბ;2001წ.
- უკლება ნ.ლ.; ზოგადი ჰიდროლოგია; თბ;1967 წ.
- ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 5, თბ., 1980. — გვ. 626.
- ტიელიძე ლ. საქართველოს მყინვარების კატალოგი. თბ., 2016. 116 გვ.
- Plummer;Physical Geology;Glaciers and Glaciation; 2001.
- Glaciers - 2nd Edition- Michael Hambrey (University of Wales, Aberystwyth); Jürg Alean.
- <https://www.swisseduc.ch/glaciers/glossary/index-en.html>
- https://www.swisseduc.ch/glaciers/earth_icy_planet/glaciers00-en.html
- <https://nsidc.org/cryosphere/glossary>
- <https://wgms.ch/>
- <https://www.britannica.com/science/glaciology>
- <https://www.britannica.com/science/ice-formation>
- <https://www.igsoc.org>
- https://www.swisseduc.ch/glaciers/earth_icy_planet/glaciers00-en.html



















