

2022 წლის ივნისის თვის მცინვარ ლეხზირისა და ქალაათის კვლევის შედეგები

თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე მცინვარების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. კრიოსფერო აერთიანებს დედამიწის ზედაპირზე არსებული ბუნებრივი ყინულისა და თოვლის ყველა სახეობას. უკანასკნელი რამდენიმე ათწლეულის განმავლობაში ყინულის საფარი დედამიწაზე კატასტროფულად მცირდება. შემცირების პროცესს ბუნებრივ ფაქტორთან ერთად ანთროპოგენული ფაქტორიც განაპირობებს.

მცინვარები შეადგენენ მტკნარი წყლის უზარმაზარ მარაგს, მცინვარები ერთდროულად წარმოადგენენ ატმოსფერული ნალექების აკუმულაციის და მდინარის ჩამონადენის ბუნებრივ წყაროს. მცინვარებთან არის დაკავშირებული გლაციოლოგიური ხასიათის კატასტროფების გამოვლენა – მცინვარების ჩამოქცევა, მდინარეთა კალაპოტის ჩახერგვა, გლაციოლოგიური ღვარცოფები და ა.შ.

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 მყინვარების კვლევა სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება.

კვლევის დროს დამუშავდა ისტორიული კატალოგებში არსებული ინფორმაცია: მყინვარების შესახებ ინფორმაცია გამოქვეყნებულია სსრკ მყინვარების კატალოგში (Каталог ледников СССР). ასევე გამოყენებულ იქნა საერთაშორისო ბაზებიდან დამუშავებული მსოფლიო მყინვარების კატალოგის (World Glacier Inventory – WGI*) ინფორმაცია. კვლევის დროს გამოყენებულია Landsat 8-ის, Sentinel 2-ის ორთოფოტების დეზიფერირების მეთოდი და „მიწისპირა ყინულების გლობალური გაზომვები კოსმოსიდან“ (Global Land Ice Measurements from Space – GLIMS) მონაცემები.

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

კავკასიონის მყინვარების რაოდენობებისა და ფართობების შესახებ პირველ ინფორმაციას წარმოადგენს კ. პოდოზერსკის მყინვარების კატალოგი, რომელიც გამოქვეყნდა 1911 წელს. აღნიშნული ინფორმაცია ემყარებოდა კავკასიაში 1880-1910 წლებში ჩატარებულ სამხედრო კვლევებს. კ. პოდოზერსკის მყინვარების კატალოგის ანალიზით დგინდება, რომ მყინვარების კონტურების მოხაზულობაში მცირედი შეცდომებია გაპარული და დაშვებული რადგან ძნელად მისადგომი ხეობის რთული ტიპის მყინვარების ფირნის ველი არასწორადაა დატანილი, მაგრამ 1911 წელს გამოშვებული კატალოგი უნიკალურია, სადაც მყინვარების რაოდენობები, ფართობები, სახელები, მყინვარების 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 მყინვარების კონტურები ზუსტად იყო გამოსახული. რ. გობეჯიშვილმა მოგვცა განახლებული მონაცემები მყინვარების და მათი პარამეტრების შესახებ, რომელიც დაამუშავა სსრკ ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე. 1975 წელს კოსმოსური სურათებისა და ტოპოგრაფიული რუკების საფუძველზე ჩატარდა კავკასიონის მყინვარების ინვენტარიზაცია და საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგი.

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

მცინვარ ლეხზირისა და ჭალაათის კვლევის ფარგლებში გამოყენებული იქნა როგორც ძველი, ასევე ახალი თანამედროვე კვლევის მეთოდები. მცინვარების შესწავლაში დიდი როლი აქვს როგორც საველე ასევე კამერალურ მუშაობას. მცინვარების შესწავლისას გამოყენებულ იქნა მთელი რიგი მეთოდებისა, რომელიც მიღებულია მსოფლიოში. მცინვარის შესწავლისას გამოყენებულ იქნა კარტოგრაფიული, გლაციოლოგიური, გეომორფოლოგიური და აეროკოსმოსური სურათების დამუშავების მეთოდები. აერო კოსმოსური მეთოდები უმნიშვნელოვანესია მცინვარების მოძრაობის, დნობის შესწავლაში. კვლევებში გამოყენებულია Landsat 8-ისა და Sentinel 2-ის სატელიტური ორთოფოტოები. კვლევის პროცესში ასევე გამოყენებულ იქნა თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამები (Arc Gis) რომლებიც კარგ შესაძლებლობას იძლევა გლაციოლოგიური სივრცის ახლებურად აღქმისათვის. რელიეფის სამგანზომილებიანი მოდელები, ძველი და თანამედროვე კოსმოსური სურათები, სხვადასხვა წლების მცინვარების მონაცემთა ბაზები.

მცინვარ ლეხზირის და ჭალაათის შესწავლაში, მცინვარების მდგომარეობის შეფასებაში გამოყენებულ იქნა 1: 25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა, landsat-ის 2013, 2015 წლების დამუშავებული აეროგამოსახულებები, Sentinel 2-ის 19.09.2017 წ., 2.10.2019 წ., და 27.06.2022 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. ყოველივე ეს აადვილებს მცინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლას.

მცინვარი ჭალაათი მდებარეობს მდინარე მესტიაჭალას აუზში, კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე. ჭალაათი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია, რომელიც შედგება ორი ძირითადი ნაკადისგან. მცინვარი იკვებება 4000 მეტრზე მაღალი მწვერვალების: უშბის, ჩათინის, კავკასის და ზუედუხის ფერდობებიდან. იგი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე არსებული მცინვარებიდან ყველაზე დაბალ ნიშნულამდე – ზ.დ. 1960 მ ჩამოდის ტყის ზონაში ჩამოდის. საბჭოთა კავშირის 1 : 25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით მისი ფართობი 12.8 კმ²-ს შეადგენდა. სიგრძე 8.1 კმ.

2022 წლის 8 ივნისის მონაცემებით მცინვარი ჭალაათი შედგება ორი ძირითადი ნაკადისგან. მარცხენა ძირითად შენაკადზე გვხვდება რამდენიმე ყინულვარდნილი. ყინულვარდნილსა და მცინვარის ენაზე მრავლადაა დიდი ზომის ნაპრალები. მცინვარის ენა დაფარულია ზედაპირული მორენებით. 2021 წლის 10 სექტემბრიდან 2022 წლის 8 ივნისის (ზამთრის პერიოდი) სატელიტური ფოტოების დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ მცინვარ ჭალაათის ენა წინ წამოვიდა 3 მეტრით. მცინვარის ენის გარშემო ორივე მხარეს ყინულვარდნილამდე გროტი და ენა დაფარულია ნაშალი მასალით და ნაზვავური თოვლით. 2022 წლის 8 ივნისის დემიფირებული

სატელიტური ფოტოს შედარება მოხდა 2022 წლის 27 ივნისის სატელიტურ გამოსახულებასთან, რის შედეგადაც დადგინდა, რომ მცინვარ ჭალაათის ენამ 2022 წლის 6 ივნისიდან 27 ივნისამდე უკან დაიხია 6-8 მეტრით (21 დღის მანძილზე).

2022 წლის 27 ივნისის სატელიტური ფოტოების დამუშავების შედეგად მცინვარ ჭალაათის ფართობი შეადგენს 7.91 კმ²-ს. როგორც აღვნიშნეთ მცინვარი ჭალაათი ორი ნაკადისაგან შედგება. ძირითადია მარცხენა ნაკადი, მის ზედაპირზე სამი ყინულ ჩანჩქერია განვითარებული, რაც მიგვანიშნებს მცინვარქვეშა რელიეფში რიგელების არსებობაზე. ყინულვარდნილების მიდამოებში მცინვარის ენა სხვადასხვა მიმართულების ნაპრალებით არის დასერილი (სერაკები). მცინვარის გვერდები სხვადასხვა სისქის ნაშალი მასალითაა დაფარული. მარჯვენა და მარცხენა ნაკადების კონტაქტის მიდამოებში და ქვემოთ, შუა მორენა ვითარდება და მცინვარიც ნაშალი მასალის სქელი ფენით არის დაფარული. სავარაუდოდ ეს ნაკადები გაიყოფა. მცინვარის ენის შუა ნაწილი ძლიერ დახრილი და ნაპრალიანია. მცინვარის ენის მორფოლოგიას მასზე დაგროვილი ფხვიერი მასალის სისქე განსაზღვრავს. მცინვარის ზედაპირზე ნაშალი მასალის არსებობა დნობის სიჩქარეს ზრდის. ჭალაათის ენის ქვემოთ შეინიშნება შუბლის მორენები, რომლებიც ხეობაში განივად, ზვინულების სახით, გარკვეული მანძილის დაშორებითაა განლაგებული.

2019 წლის 2 ოქტომბრის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი შეადგენდა 8,06 კმ²-ს. 2017 წლის 19 სექტემბრის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი 8,63 კმ²-ს. 2015 წლის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი 9.64 კმ²-ს. 2013 წლის მონაცემებით მცინვარ ჭალაათის ფართობი 10.2 კმ²-ს.

მცინვარი ლეხზირი საქართველოში ყველაზე დიდი მცინვარია, რომელიც გამოირჩევა თავისი მორფოგრაფიული და მორფომეტრიული თავისებურებებით. იგი ხეობის რთული ტიპის მცინვარია. საბჭოთა კავშირის 1 : 25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით მისი ფართობი 35,87 კმ²-ს შეადგენდა. შედგებოდა სამი ნაკადისგან და გეგმაში ჯვრისმაგვარი ფორმა ჰქონდა.

2012 წლამდე მცინვარის ცენტრალურ ნაწილს სუსტი კონტაქტი ჰქონდა ორ ძირითად ნაკადთან. 2012 წელს მოხდა აღნიშნული ნაკადების გაყოფა და მივიღეთ კარული ხეობის ტიპის მცინვარი ჩრდილოეთ (ცენტრალური ნაკადი) ლეხზირის სახით და ერთი ხეობის რთული ტიპის ორი ნაკადისგან (დასავლეთი მარჯვენა ნაკადი, აღმოსავლეთი მარცხენა ნაკადი) შემდგარი ყველაზე დიდი ლეხზირის მცინვარი საქართველოში.

2022 წლის 8 ივნისის მონაცემებით, მცინვარი ლეხზირის ენა 2021 წლის 10 სექტემბერთან შედარებით წინ წამოვიდა 4 მეტრით (ზამთრის პერიოდი). 2022 წლის 8

ივნისის დეშიფრირებული სატელიტური ფოტოების შედარება მოხდა 2022 წლის 27 ივნისის სატელიტურ გამოსახულებასთან, რის შედეგადაც დადგინდა, რომ მცინვარ ლეხზირის ენამ 2022 წლის 8 ივნისიდან 27 ივნისამდე უკან დაიხია 15-17 მეტრით (21 დღის მანძილზე). 2022 წლის 27 ივნისის მდგომარეობით მცინვარი ლეხზირი შედგება ორი ძირითადი დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადისგან, რომელთა ჯამური ფართობი შეადგენს 19.64 კმ²-ს. აღსანიშნავი, ის ფაქტი რომ დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილს ერთმანეთთან უკვე აღარ 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, მცინვარის ზედაპირზე კარგად გამოხატული მორენები გვხვდება. ნაკადის ორივე ენა ბოლო მონაკვეთში დაფარულია მორენული საფარით. მცინვარის აღნიშნულ მონაკვეთში მიმდინარეობს ინტენსიური ზედაპირული აბლაცია, აღმოსავლეთ (მარცხენა) ნაკადი ხუთი მცინვარიგან იქმნება, რომელთა შეერთების შემდეგ ვითარდება 300 მეტრამდე ყინულვარდნილი. ხუთი ნაკადის შეერთების ადგილზე ორი მძლავრი შუა მორენაა წარმოდგენილი, აქაც ბოლო მონაკვეთი ნატანი მასალითაა დაფარული. 2022 წლის 27 ივნისის მონაცემებით მცინვარ ლეხზირის ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ნაკადის ფართობი შეადგენს 5,39 კმ²-ს, რომელსაც კონტაქტი გაწყვეტილი აქვს დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადთან და ის ვითარდება დამოუკიდებელი სახით.

2022 წლის 27 ივნისის მდგომარეობით მცინვარ ლეხზირის დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადს არ აქვს კონტაქტი, მცინვარ ლეხზირის ძირითად ნაკადზე (დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაკადი) ფიქსირდება დიდი ზომის ნაპრალი და უახლოეს წლებში, მაღალი ტემპერატურის, ყინულჩამოქცევების შედეგად ნაპრალი გაფართოვდება, გაიზრდება მოხდება ინტენსიური ყინულჩამოქცევა და დნობა. მცინვარ ლეხზირის ენა დაფარულია მორენული საფარით. მცინვარის ენა დანაპრალიანებულია, მაღალი ტემპერატურის ყინულჩამოქცევების მცინვარის ზედაპირზე გაჩენილი მცირე ტბების გამო მცინვარი მნიშვნელოვან ფართობს კარგავს.

მცინვარ ლეხზირის ენა დაფარულია სხვადასხვა მორფოსკულპტურული ფორმებით, გამოხატულია ოგივები, რომლებიც იწყებიან ყინულვარდნილთან და შემდეგ ქრებიან. მრავლადაა მცინვარული მაგიდები, ჭები და ე.წ „ჭიანჭველას გროვები“.

2019 წლის 2 ოქტომბრის მონაცემებით ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ლეხზირის ფართობი შეადგენდა 5,48 კმ²-ს. ლეხზირის ორი მთავარი ნაკადისგან შემდგარი მცინვარის ფართობი 19,95 კმ²-ს.

2017 წლის 19 სექტემბრის მონაცემებით ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ლეხზირის ფართობი შეადგენდა 6.15 კმ²-ს. ლეხზირის ორი მთავარი ნაკადისგან შემდგარი მყინვარის ფართობი 21.78 კმ²-ს.

2015 წლის მონაცემებით ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ლეხზირის ფართობი შეადგენდა 6.35 კმ²-ს. ლეხზირის ორი მთავარი ნაკადისგან შემდგარი მყინვარის ფართობი 23,2 კმ²-ს.

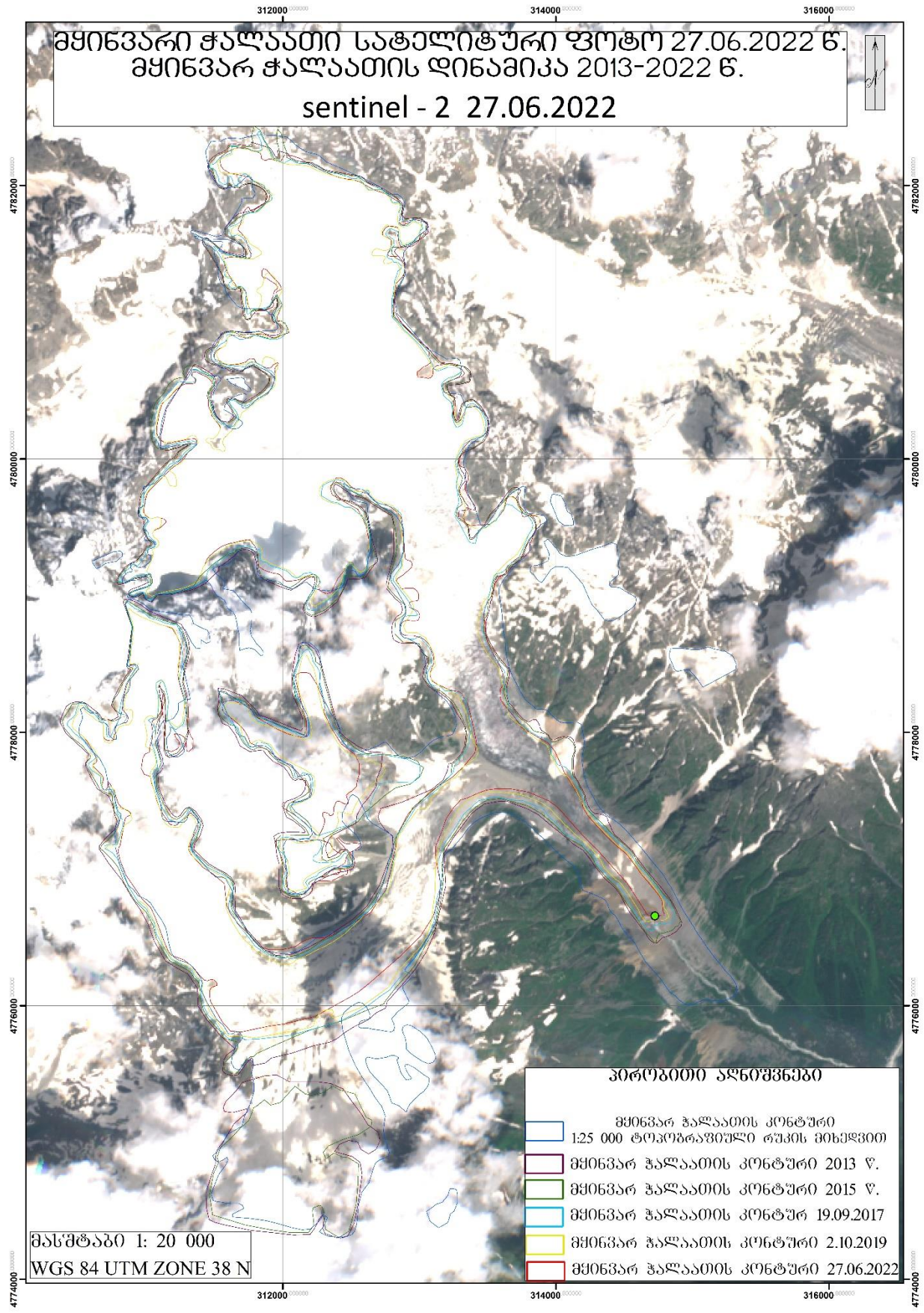
2013 წლის მონაცემებით ჩრდილოეთ (ცენტრალური) ლეხზირის ფართობი შეადგენდა 7,07 კმ²-ს. ლეხზირის ორი მთავარი ნაკადისგან შემდგარი მყინვარის ფართობი 24,7 კმ²-ს.

ყინვარების ივნისის სატელიტური ფოტოები ვერ ასახავენ სრულყოფილ სურათს მყინვარების შესახებ, რადგან ჭალათისა და ლეხზირის ხეობებში გვხვდება ჯერ კიდევ გაუმდნარი თოვლი და თოვლის ზვავები. ზაფხულის თვეებში ტემპერატურის მატებასთან ერთად ეს თოვლი დნება და სრულყოფილი სურათი გამოჩნდება მომდევნო თვეებში. აქედან გამომდინარე მყინვარ ჭალათისა და ლეხზირის მონიტორინგი გაგრძელდება მყინვარების დნობის პერიოდში.

კლიმატის გლობალური ცვლილება, ატმოსფერული ჰაერის მომატება საშუალო მრავალწლიურ ნორმასთან შედარებით ნათლად აისახება მყინვარ ლეხზირისა და მყინვარ ჭალათის დნობის დინამიკასა და აბლაციაზე. ტემპერატურის მომატება იწვევს მყინვარის მახასიათებლების (პარამეტრების) შემცირებას, რასაც ხელს უწყობს მყინვარის ზედაპირზე მძლავრი მორენული საფარი. საბოლოოდ ყველა ეს პროცესი იწვევს მყინვარების ინტენსიურ დნობას და უკან დახევას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გობეჯიშვილი რ. კოტლიაკოვი ვ. „გლაციოლოგია“, გამომცემლობა უნივერსალი 2006.
2. ტიელიძე ლ. „საქართველოს მყინვარები“, გამომცემლობა ქოლორი, თბილისი 2014.
3. ტიელიძე ლ. დისერტაცია - „კავკასიონის მყინვარების გლაციო-გეომორფოლოგიური კვლევა თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე და გამყინვარების ევოლუცია გვიან პლეისტოცენსა და ჰოლოცენში“ თბილისი 2016.
4. ტიელიძე ლ. „საქართველოს მყინვარების კატალოგი“ თბილისი 2016.
5. სვანაძე დ. დისერტაცია - „მყინვარების სივრცე დროითი ფლუქტუაციების ანალიზი მცირე გამყინვარების შემდგომ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე გეომინფორმაციული და დისტანციური ზონდირების მეთოდების გამოყენებით“, თბილისი 2019.
6. სსიპ შოთა რუსთაველისეროვნული სამეცნიერო ფონდის კვლევითი საგრანტო პროექტი - „თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე საქართველოს მყინვარების კვლევა“ 2017 წ;
7. 1 : 25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა;
8. 1 : 50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა;
9. გეოინფორმაციული სისტემები GIS, QGIS;
10. ESA-ს (ევროპის კოსმოსური სააგენტო) აეროფოტოსურათები;
11. NASA-ს (აერონავტიკის და კოსმოსური სივრცის კვლევის ეროვნული სამმართველო) აეროფოტოსურათები;
12. „გამყინვარების საუკუნოვანი დინამიკა კავკასიაში და მყინვართა გაქრობის კლიმატური პროგნოზი გლობალური დათბობის ფონზე“ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომების კრებული ტომი N 119.
<http://openlibrary.ge/bitstream/123456789/8898/1/TS-37.pdf>



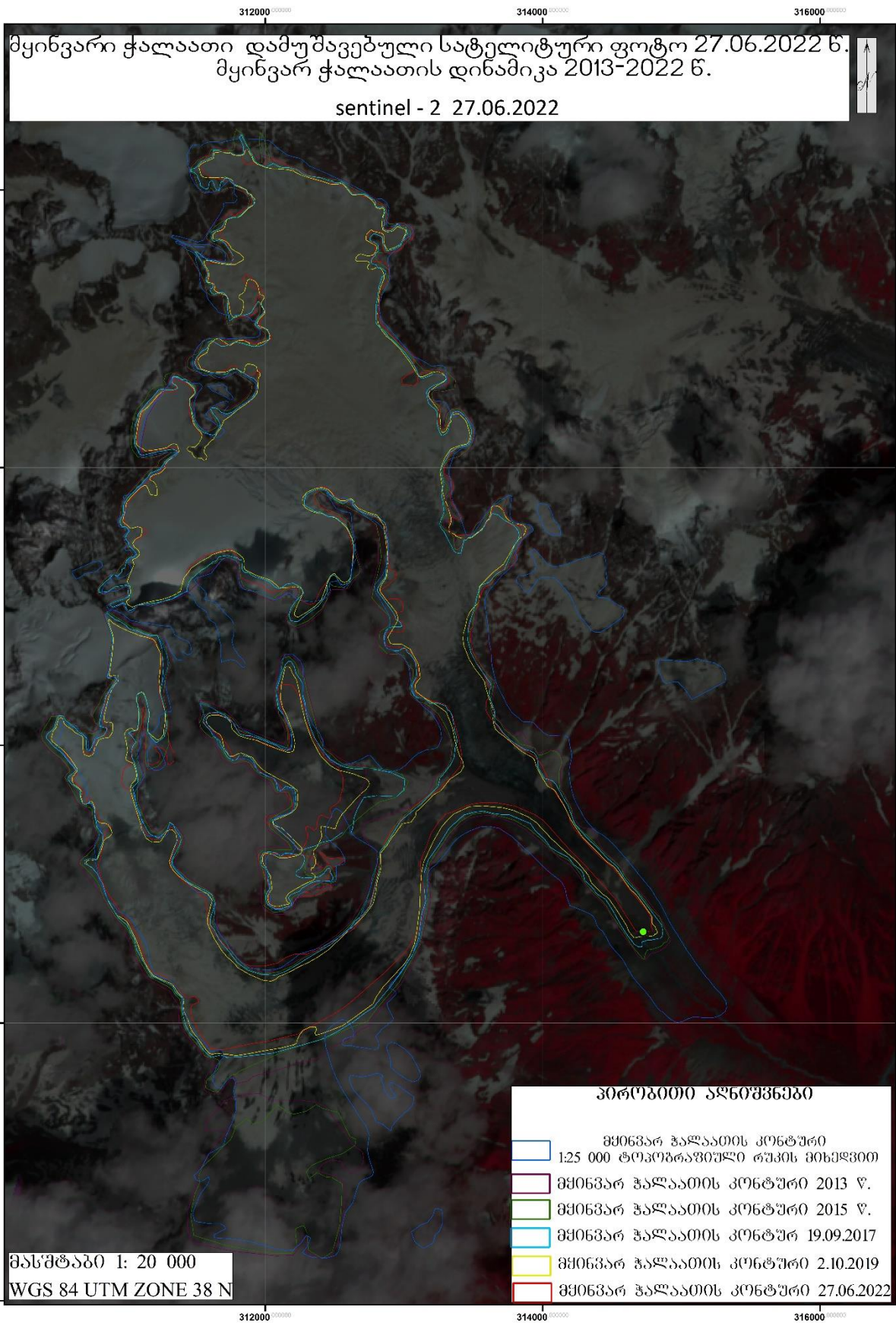
მყინვარი ჭალაათი სატელიტური ფოტო 27.06.2022 წ.
მყინვარ ჭალაათის დინამიკა 2013-2022 წ.
sentinel - 2 27.06.2022

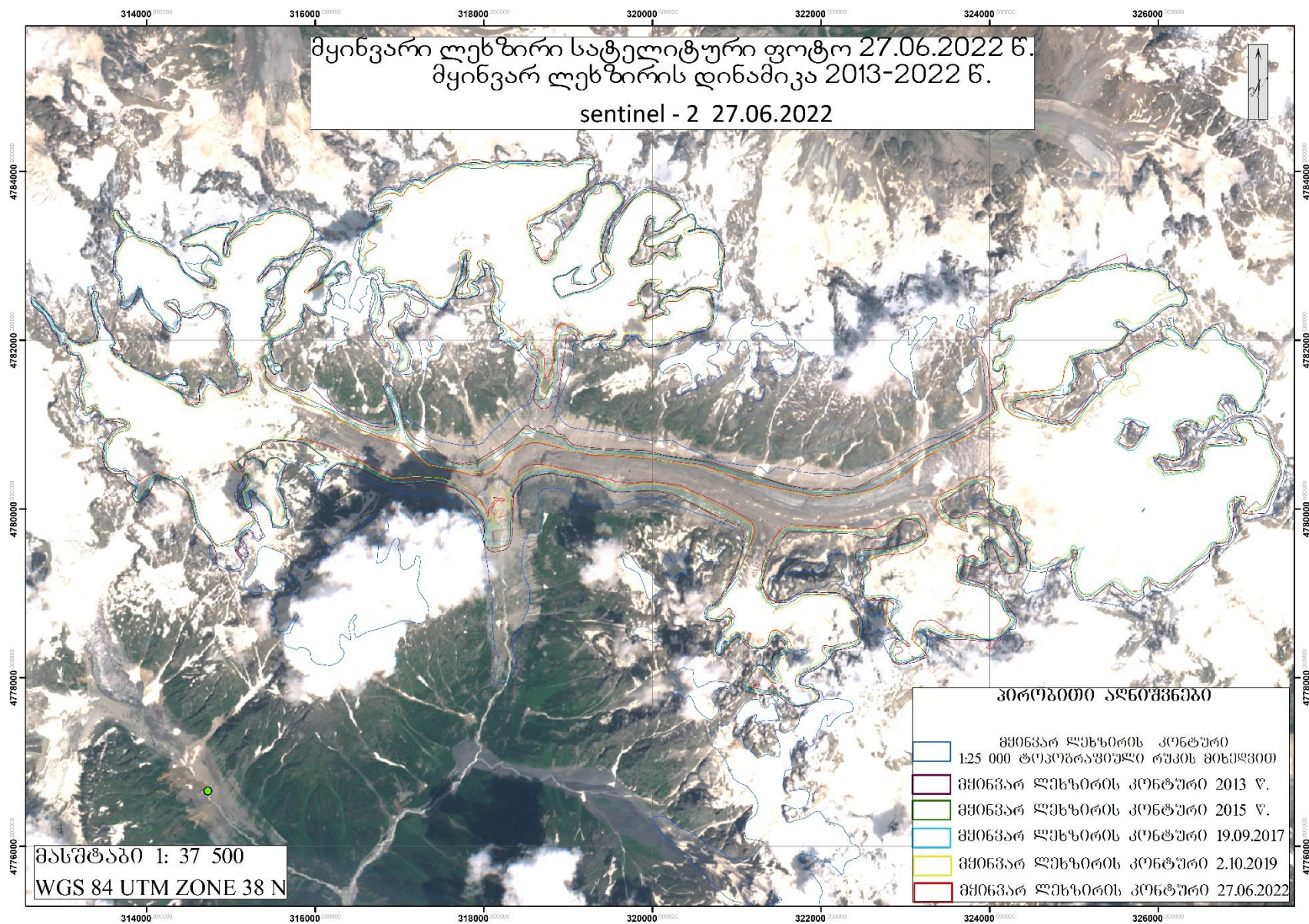


პირობითი აღნიშვნები

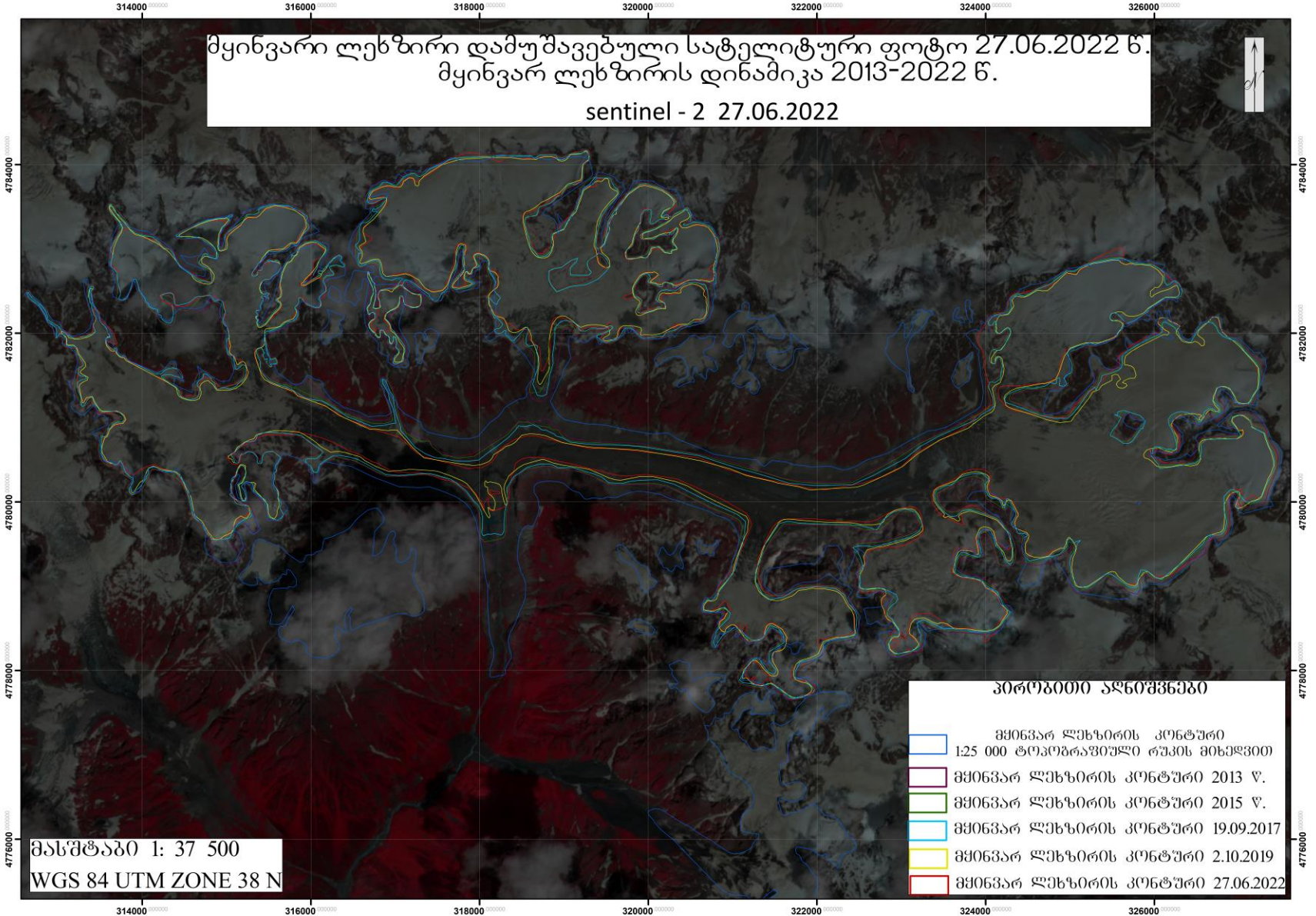
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 1:25 000 ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 2013 წ.
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 2015 წ.
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 19.09.2017
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 2.10.2019
- მყინვარ ჭალაათის კონტური 27.06.2022

მასშტაბი 1: 20 000
WGS 84 UTM ZONE 38 N





მყინვარი ლეხზირი დამუშავებული სატელიტური ფოტო 27.06.2022 წ.
 მყინვარ ლეხზირის დინამიკა 2013-2022 წ.
 sentinel - 2 27.06.2022



მასშტაბი 1: 37 500
 WGS 84 UTM ZONE 38 N