

**დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების)  
გამოყენებით მდინარე ტვიზერის აუზის მყინვარების შესწავლის შედეგები**

ლ. შენგელია\*, გ. კორძაბია\*, გ. თვაური\*\*, ვ. ცომაია\*, მ. ძაძამია\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის  
ინსტიტუტი.

\*\*\* საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტო.

სტატია შესრულებულია მოთა რუსთაველის  
ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
მხარდაჭერით

**შესავალი**

მყინვარებს დიდი მნიშვნელობა გააჩნიათ კაცობრიობისათვის, რადგან ისინი არიან მტკნარი წყლის მნიშვნელოვანი რესურსი. გამყინვარება ბუნების მეტად დინამურად განვითარებადი ელემენტია და ამიტომ ის ძალიან მგრძობიარეა ბუნებრივი და ანტროპოგენური ზემოქმედების მიმართ. მყინვარების ევოლუციის კანონების შესწავლა გლობალური ცვლილებების პერიოდში არის მომავალზე ორიენტირებული ამოცანა.

ცნობილია, რომ თანამედროვე მყინვარები პროდუქტია წარსულში არსებული კლიმატის, როცა თვის საშუალო ტემპერატურები უფრო დაბალი იყო, ხოლო მყარი ნალექების რაოდენობა მეტი, ამიტომ მყინვარებს აქვთ ტენდენცია შეიცვალონ კლიმატის ცვლილების შესაბამისად. ამრიგად კლიმატის ცვლილების ერთერთი ეფექტური ინდიკატორია მყინვარების ევოლუცია ისტორიულ და მიმდინარე ჭრილში.

საქართველოს მყინვარების შესახებ მონაცემები გამოცემულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგში, რომლის ბოლო გამოცემაში შესული მასალები დაახლოებით 50 წლის წინანდელია. საქართველოს მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობის შესწავლისათვის მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრების, აერო-ფოტო გადაღებების, საექსპერტო ცოდნისა და მიწისპირა დაკვირვებების კომპლექსური გამოყენების საფუძველზე განსაზღვრულია საქართველოს ყველა მყინვარის მახასიათებლები და შედგენილია შესაბამისი ცხრილები [1\_9]. ამავდროულად შესწავლილია და განსაზღვრულია მყინვარების დნობისა და უკანდახევის დინამიკა [10\_12].

მყინვარების კვლევისას განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მყინვარის ენის ბოლოს ზუსტი განსაზღვრა, რადგან მყინვარების ძირითადი მახასიათებლების (კერძოდ, მყინვარის სიგრძის, მინიმალური სიმაღლის, უკანდახევის მანძილის) დადგენა სწორედ ამ ათვლის წერტილიდან ხდება. ექსპერტული ცოდნის გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, როდესაც მყინვარის ენა მორენებით და/ან ნაშალი მასალითაა დაფარული.

მყინვარების კონტურების გავლება ჩატარდა ინოვაციური მეთოდოლოგიის საფუძველზე [2\_3] მანუალური დიგიტალიზაციის გამოყენებით. ამ პროცესში მნიშვნელოვანია საექსპერტო ცოდნის გამოყენება. შესასწავლი მყინვარების იდენტიფიცირებისათვის და კონტურების დასაზუსტებლად გამოყენებულია რელიეფის ციფრული მოდელი (DEM), მყინვარების შესასწავლად შექმნილი ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემები და გასული საუკუნის 60-იანი წლების ტოპოგრაფიული რუკები, რომლებიც გამოყენებული იყო მყინვარების კატალოგის შექმნისას.

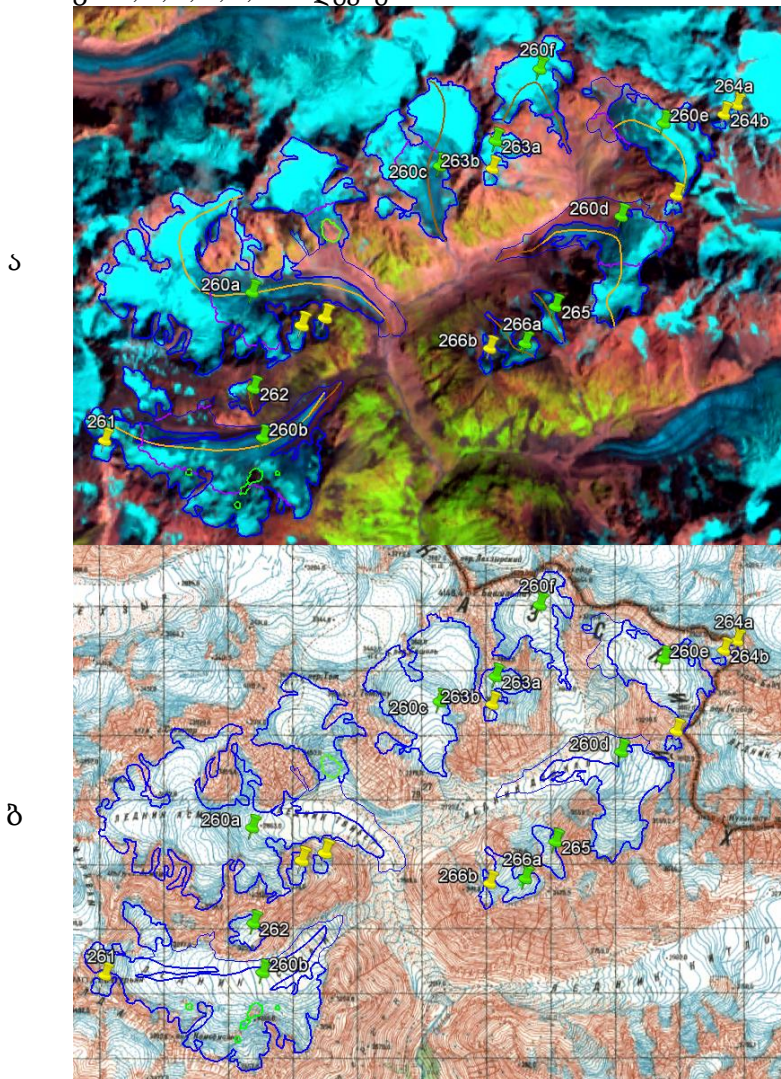
**ძირითადი ნაწილი**

მყინვარების შესწავლისას დისტანციური ზონდირების მონაცემებით, ერთერთ რთულ ამოცანას წარმოადგენს სურათებზე მოცემული მყინვარების იდენტიფიცირება. ამისათვის გამოიყენება მყინვარების შესასწავლად შექმნილი ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემები. მათი დახმარებით ტარდება შრომატევადი სამუშაო, მყინვარების კატალოგის სქემებზე დატა-

ნილი მცინვარების შედარებისათვის დისტანციური ზონდირების სურათებზე მოყვანილ შესაბამის მცინვარებთან.

საქართველოს მცინვარების კვლევისას მნიშვნელოვანია მდინარე ტვიბერის აუზის მცინვარების შესწავლა. ტვიბერის მცინვარი ერთადერთი მცინვარია, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები. საჭიროა ამ ნაკადების იდენტიფიცირება, მათი დროში ევოლუციის დადგენა.

მდინარე ტვიბერის აუზში მდებარეობს #260 (ტვიბერი), #261\_#266 მცინვარები. ტვიბერის მცინვარის მთლიანი ფართობი მცინვარების კატალოგის [13] მიხედვით 20.1კმ<sup>2</sup>-ია. ტვიბერი ხეობის ტიპის პოლისინთეზური მცინვარია და ამჟამად, თანამგზავრული სურათის მიხედვით (სურ. 1) რამდენიმე ფრაგმენტად (ნაკადად) არის დანაწევრებული. აქვე ავლნიშნავთ, რომ მცინვარის ფრაგმენტებს ავლნიშნავთ a, b, c, d, e, f ინდექსებით.

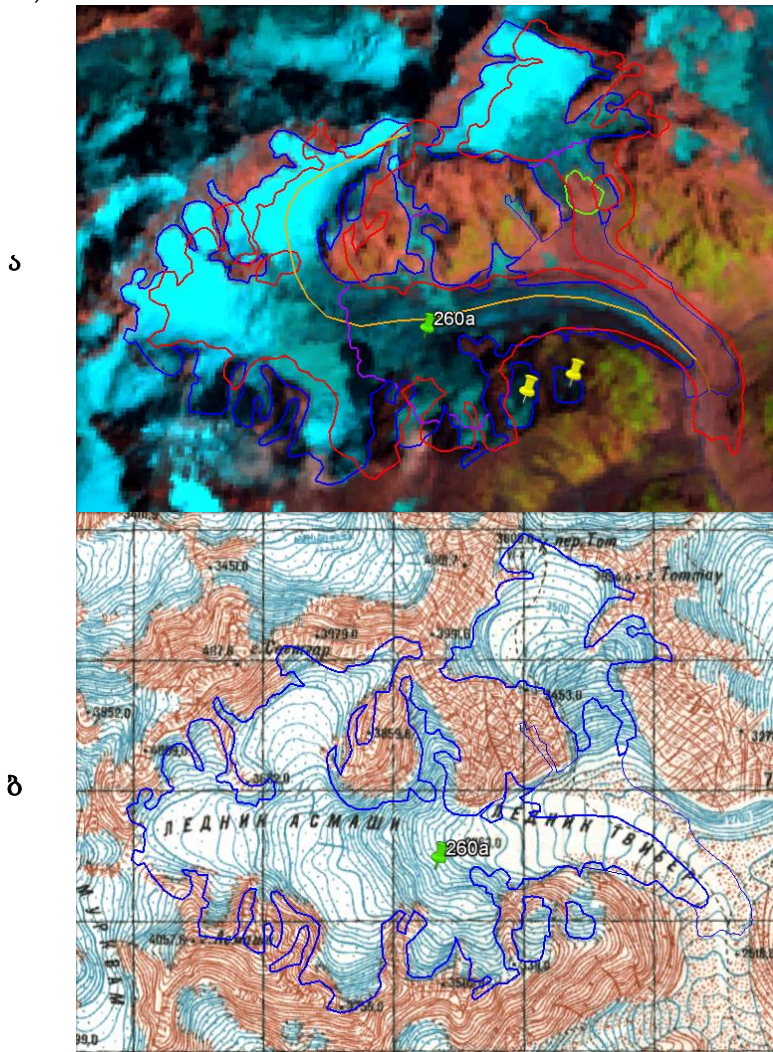


სურ. 1. მდინარე ტვიბერის აუზის მცინვარების საერთო სურათი. ა – Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს თანამგზავრული სურათი და დაზუსტებული კონტურები, ბ – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარების კონტურებთან (თოვლისგან და ყინულისაგან თავისუფალი), იასამნისფერით გავლებულია ფირნის ხაზი, წითლით —კონტური მონაცემთა ბაზიდან „მიწისპირა ყინულების გლობალური გაზომვები კოსმოსიდან“ (Global Land Ice Measurements from Space – GLIMS). 1ბ სურათზე ნაჩვენებია მცინვარის დაზუსტებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარის კონტურთან.

1-ლ სურათზე მოყვანილია მდინარე ტვიბერის აუზში მდებარე მცინვარების საერთო სურათი. 1ა-ზე მოცემულია Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს თანამგზავრული სურათი და დაზუსტებული კონტურები. 2.39 ბ-ზე მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარების კონტურებთან.

1-ლ და ქვემოთ მოყვანილ სურათებზე ლურჯი ხაზით მოცემულია თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტური, წვრილი ლურჯი ხაზით აღნიშნულია მცინვარის ნაშალით დაფარული არე. მცინვარის ღია არის სიგრძის გამოსათვლელად გავლებულია დამატებითი ხაზი – ღია ყავისფერი ხაზი, ნაშალით დაფარულ არეზე გავლებულია ყავისფერი ხაზი. გარდა ამისა, მწვანე ფერის ხაზით გამოყოფილია კლდოვანი უბნები.

ფართობით ყველაზე დიდია #260 a მცინვარი, რომელიც ტოპორუკაზე ორი სახელით, ტვიბერით და ასმაშით არის აღნიშნული. როგორც თანამგზავრულ სურათზე ჩანს (სურ-ები 1 და 2) იგი ამჟამად ერთიანი მცინვარია. #260 a ტვიბერი-ასმაშის მცინვარს უერთდება თოთის მცინვარი, რომელიც ტვიბერის მცინვარის მარცხენა შენაკადია და კლდოვანი ნაწილის გარშემოვლით, ორი ნაკადით უერთდება ტვიბერს. ტვიბერი-ასმაშის და თოთის (#260a) მცინვარის კონტურის დასაზუსტებლად ვისარგებლეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 29 აგვისტოს სურათით (სურ. 2).



სურ. 2. #260a ტვიბერი-ასმაში და თოთის მცინვარი. ა --კონტური Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 29 აგვისტოს სურათის მიხედვით, ბ – მიღებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარის კონტურებთან

როგორც აღვნიშნეთ, ტვიბერი ერთადერთი მცინვარია, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები. ეს ნაკადებია: სერი (#260 b), ირითი (#260c), ძინალი (260 d), ლიჭადი (260e) და ლასხედარი (#260f), რომლებიც ფაქტიურად ცალკე მცინვარებად ჩამოყალიბდნენ, ხოლო ასმაშისა და თოთის ნაკადები უშუალოდ ტვიბერთანაა გაერთიანებული.

მე-2 სურათის მიხედვით #260 a ტვიბერი-ასმაშის მყინვარის ენის დიდი ნაწილი ნაშალითაა დაფარული. ნაშალი მასალით და მორენებითაა დაფარული აგრეთვე ტვიბერში თოთის მყინვარის ჩადინების არე.

თოთის მყინვარს ჯერ კიდევ არა აქვს კავშირი გაწყვეტილი ტვიბერის მყინვართან რისი დასტურიცაა გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის დროს, 2016 წლის 3 აგვისტოს გადაღებული აერო-ფოტო სურათები (სურ. 3).



ა



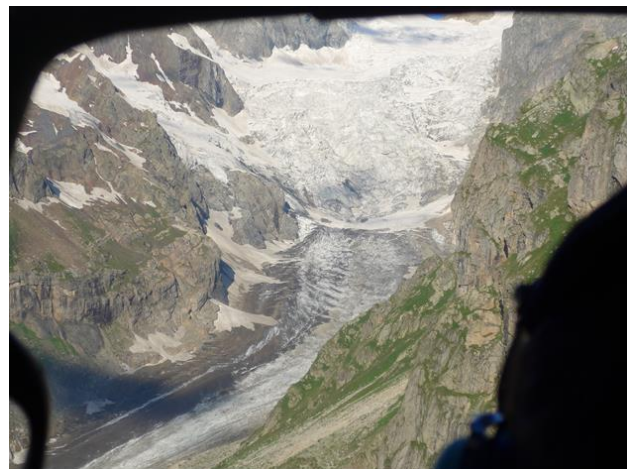
ბ

**სურ. 3. ტვიბერის მყინვართან თოთის მყინვარის ჩადინების არე სხვადასხვა რაკურსით 03.08.2016 (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – გადაღებულია 6 სთ და 31 წთ, ბ – გადაღებულია 6 სთ და 46 წთ**

მოგვყავს აგრეთვე ასმაში-ტვიბერის ერთიანობის დამადასტურებელი ფოტოსურათები შორი და ახლო ხედით (სურ.4). სურათზე ჩანს ვერტმფრენის კაბინა.



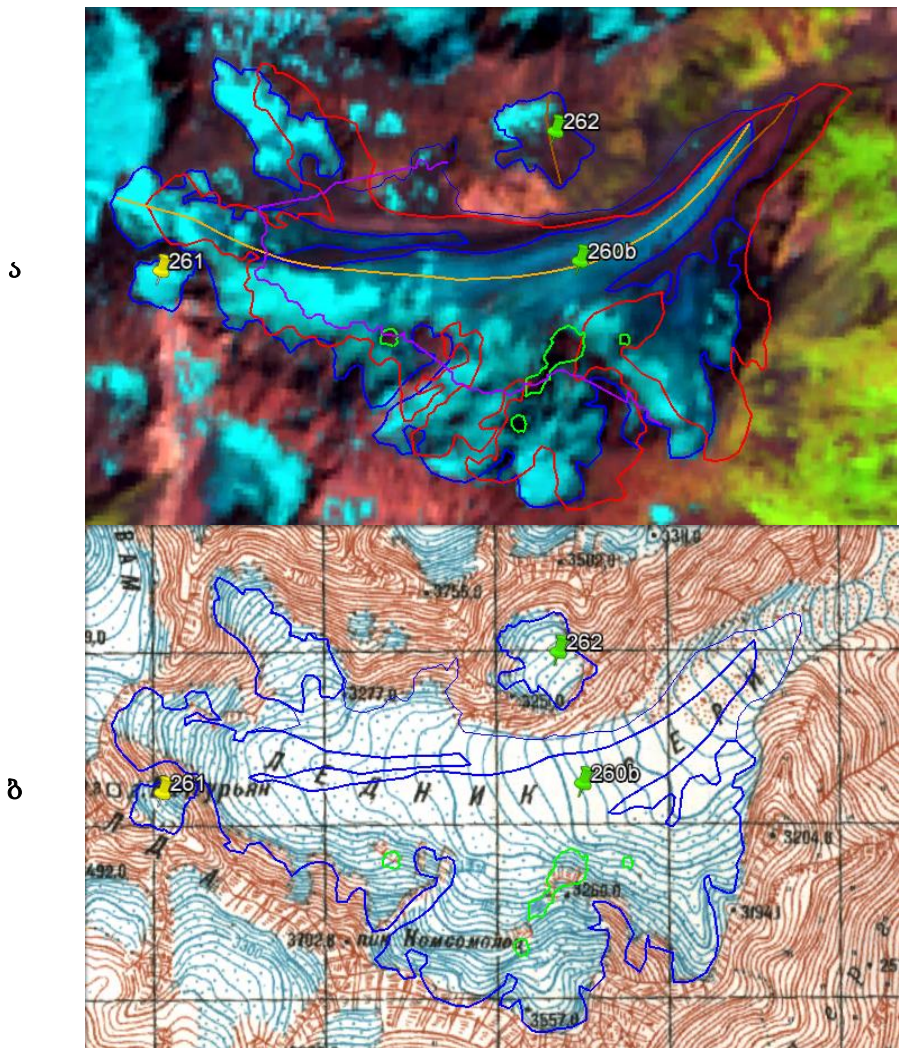
ა



ბ

**სურ. 4. ასმაში-ტვიბერის ერთიანობის დამადასტურებელი ფოტოსურათები, 03.08.2016, 6 სთ და 28 წთ (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – შორი ხედით, ბ – იგივე მყინვარი უფრო ახლო ხედით**

მყინვარ ტვიბერის ნაკადებიდან სიდიდით მეორე მყინვარია სერი (#260 b). მისი კონტურის დასაზუსტებლად ვისარგებლეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 23 აგვისტოს სურათით. ქვემოთ მოყვანილ 5 ა სურათზე მოცემულია #260b მყინვარი სერის და #261, #262 მყინვარების თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტურები, ხოლო 5 ბ სურათზე – მყინვარის დაზუსტებული კონტურის შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარის კონტურთან.



სურ. 5. #260ბ – მცინვარი სერი და #261, #262 მცინვარები. ა – დაზუსტებული კონტურები Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს სურათის მიხედვით, ბ – მცინვარის დაზუსტებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარების კონტურებთან

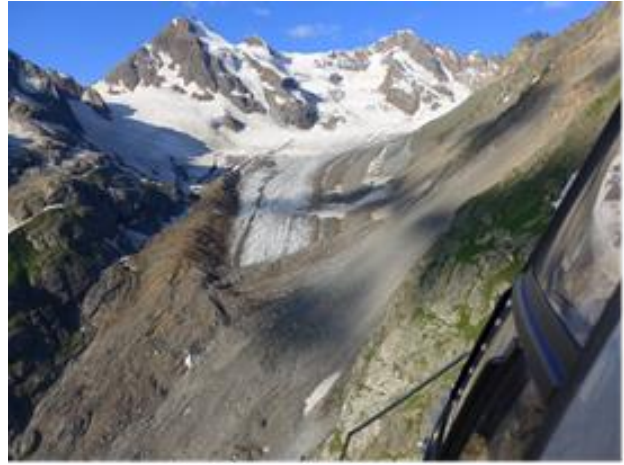
როგორც მე-5 სურათიდან ჩანს ნაშალი მასალით აქაც საკმაოდ დიდი ფართობია დაფარული და იგი სურათზე წვრილი ლურჯი ხაზითაა გამოყოფილი.

#261 და #262 მცინვარები კატალოგის მიხედვით ორივე მცირე მცინვარია, ფართობით 0.1 კმ<sup>2</sup>. ამჟამად, #261 მცინვარი თოვლნარად არის დეგრადირებული, ხოლო #262-ის ფართობი 0.14 კმ<sup>2</sup>-ია. #262 მცირე მცინვარის ფართობი ოდნავ მომატებულია. ამის ახსნა იმასთანაა დაკავშირებული, რომ კატალოგის მონაცემი მეათედის სიზუსტითაა გაზომილი, ხოლო თანამგზავრული გაზომვა საშუალებას იძლევა ფართობის მონაცემი მეასედის სიზუსტითაც მივიღოთ.

მე-6 სურათზე წარმოდგენილია სერის მცინვარი. სურათი გადაღებულია 2016 წლის 3 აგვისტოს. სერის მცინვარი სამხრეთ-დასავლეთის მხრიდან ჩამოედინება. ადრე იგი ტვიბერის მცინვარს მარჯვენა მხრიდან უერთდებოდა. ამჟამად ტვიბერის მცინვარი დნობის შედეგად უკანაა დახეული და ამ სურათზე არ ჩანს. წინა დღეებში იყო მნიშვნელოვანი ნალექები, რამაც გამოიწვია სერის მცინვარიდან ნაშალი და მორენული მასალის ჩამოწოლა, რის შედეგადაც ჩაიხერგა ხეობა და გროტებიდან გამომავალი წყალი დაგუბდა. ეს ტბა წარმოიქმნა იმ ადგილას, სადაც ოდესღაც ტვიბერის ყველა ნაკადი (გარდა ყვითლოდისა) ერთიანდებოდა. აქვე ავლნიშნავთ, რომ ტბის წარმოქმნა შენიშნეს მონადირეებმა, შეატყობინეს ხელისუფლებას და სასწრაფოდ, საშიშროების რისკის შესაფასებლად გაგზავნილ იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტები, რომლებმაც დაასკვნეს, რომ ამჟამინდელი მდგომარეობით ეს ტბა მოსახლეობისათვის საშიშროებას არ წარმოადგენს. სურ. 6 ბ-ზე ახლო ხედით, კარგად ჩანს სერის მცინვარიდან ჩამოწოლილი ნაშალი და მორენული მასალა.



ა



ბ

სურ. 6. სერის მყინვარი, 03.08.2016, 6 სთ და 28 წთ (გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები). ა – სამხრეთ დასავლეთიდან ჩამოედინება სერის მყინვარი, სურათის შუა ნაწილში კარგად ჩანს ტბა, რომელშიც დაგუბდა გროტებიდან გამომავალი წყალი სერის მყინვარიდან ნაშალი და მორენული მასალის ჩამოწოლის გამო ხეობის ჩახერგვის შედეგად, ბ –სერის მყინვარი ახლო ხედით. სურათზე კარგად ჩანს სერის მყინვარიდან ჩამოწოლილი ნაშალი და მორენული მასალა.

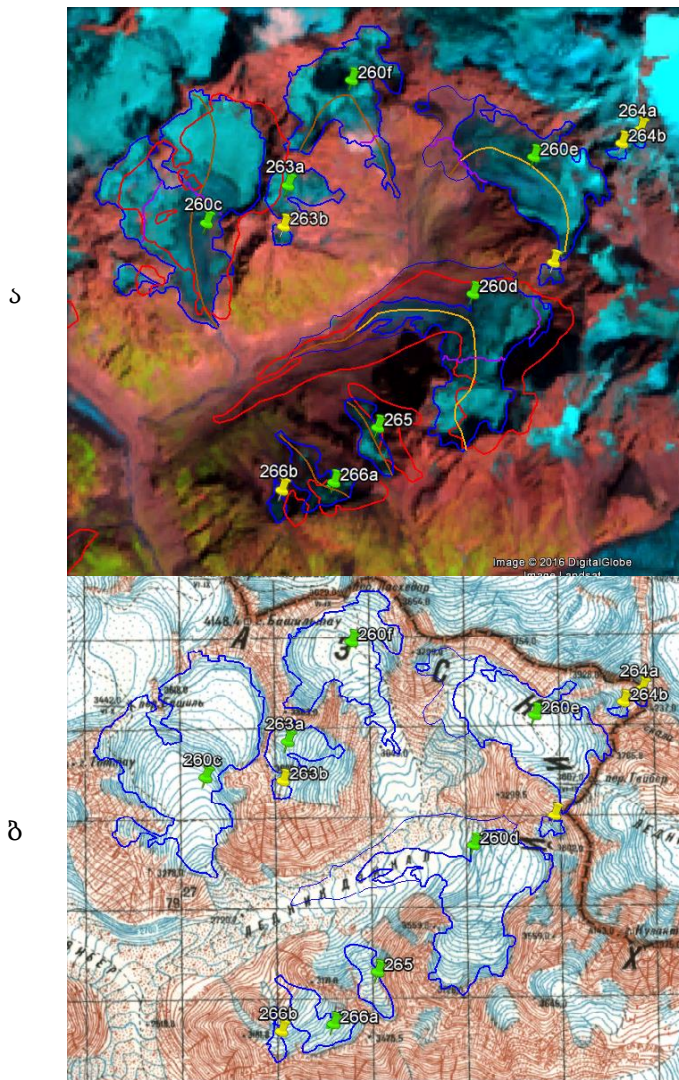
მე-7 სურათზე მოყვანილია ირითის (#260c) ძინალის (260d), ლიჭადის (260e), ლასხედარის (#260f), და #263–#266 მყინვარები და მათი კონტურები. კონტურების დასაზუსტებლად გამოვიყენეთ Landsat 8 OLI სენსორის 2013 წლის 23 აგვისტოს და 2015 წლის 6 სექტემბრის თანამგზავრული სურათები. ქვემოთ მოყვანილ 7ა სურათზე მოცემულია მყინვარების თანამგზავრული სურათის მიხედვით დაზუსტებული კონტურები, ხოლო 7 ბ სურათზე მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან.

მე-7 სურათიდან ჩანს, რომ ძინალის (#260 d), ლიჭადის (#260e) მყინვარების საკმაოდ დიდი ფართობები ნაშალით არიან დაფარული. მყინვარ ძინალსა (260d) და მყინვარ ლიჭადს (260e) შორის არის ერთი აღურიცხავი თოვლნარი, მისი ფართობი 0.036 კმ<sup>2</sup>-ია. #263 მცირე მყინვარი დანაწევრებულია ერთ მცირე მყინვარად და თოვლნარად. #264 საშუალო ზომის მყინვარი ორ თოვლნარად დეგრადირდა და იშვიათ შემთხვევათა რიცხვს მიეკუთვნება.

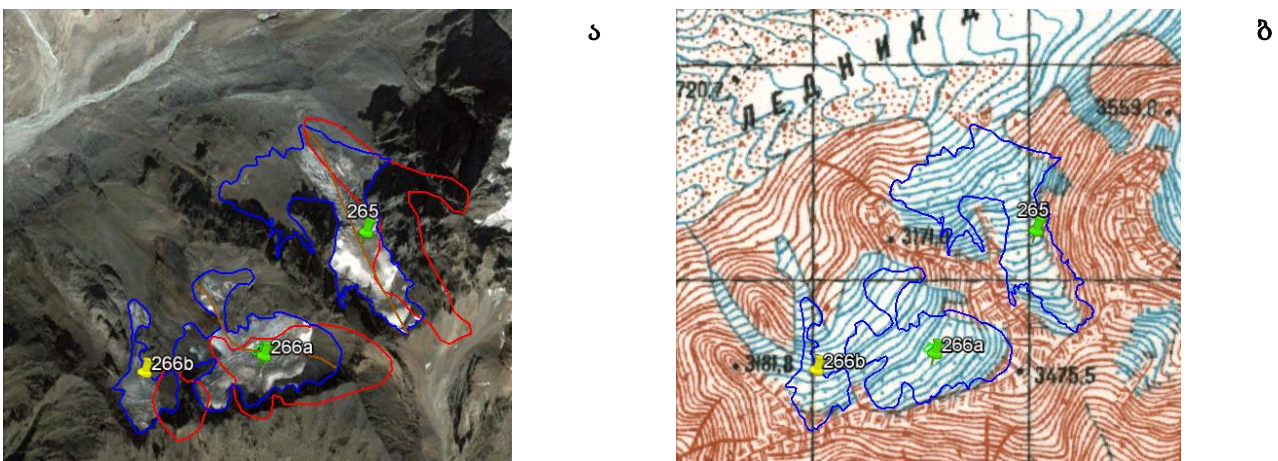
#265 მცირე მყინვარი ზომაში შემცირდა, მაგრამ ისევ მცირე მყინვარად დარჩა, ხოლო #266 მცირე მყინვარი დანაწევრდა მცირე მყინვარად და თოვლნარად.

მე-8 სურათზე წარმოდგენილია #265 და #266 მყინვარები, 8ა-ზე –მათი დაზუსტებული კონტურები Google Earth-ის 2012 წლის 6 სექტემბრის სურათის მიხედვით, სიგრძის გასაზომად გავლებული დამატებითი ხაზები, ფირნის ხაზები და GLIMS-ის კონტურები, ხოლო 8ბ-ზე – მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან.

9 ა სურათზე გადაღებულია #260 c \_ ირითის მყინვარი. სურათზე კარგად იკვეთება მისი წაწვეტებული ფორმის ენის ბოლო. 9ბ სურათის ზედა ნახევარში ჩანს მყინვარი #260f \_ლასხედარი, ხოლო მარჯვენა ქვედა კუთხეში – #260 d, მყინვარ ძინალის ენა. სურათზე ჩანს, რომ ლასხედარის მყინვარი, რომელიც ოდესღაც ძინალს უერთდებოდა ამჟამად უკანაა დახეული.



სურ. 7. #260c -- ირითის, 260d -- ძინალოს, 260e -- ლიჭადის, #260f -- ლასხედარის და #263–#266 მცინვარები. ა -- კონტური Landsat 8 OLI სენსორის 2015 წლის 76 სექტემბრის სურათის მიხედვით, ბ -- მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარების კონტურებთან



სურ. 8. #265 და #266 მცინვარები. ა -- დაზუსტებული კონტურები Google Earth 2012 წლის 6 სექტემბრის სურათის მიხედვით, ბ -- მიღებული კონტურების შედარება ტოპოგრაფიულ რუკაზე ასახულ მცინვარების კონტურებთან



ა



ბ

სურ. 9. გარემოს ეროვნული სააგენტოს გლაციოლოგიური ექსპედიციის მასალები, 03.08.2016, 6 სთ და 26 წთ: ა – მყინვარი #260c –ირითი წაწვეტებული ფორმის ენის ბოლოთი, ბ –#260 f –ლასხედარისა და #260d, მყინვარ მინალის ენა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტვიბერის აუზის მყინვარების იდენტიფიკაციისას გამოყენებულ ტოპოგრაფიულ რუკაზე არ იყო დატანილი თოთის, ირითის, ლასხედარის და ლიჭადის მყინვარების სახელწოდებები და ამან გარკვეული სირთულეები შეგვიქმნა.

ტვიბერის მყინვარის ნაკადების იდენტიფიცირების სირთულეების გამო დამატებით განხილულია ლიტერატურული წყაროები [14,15] და გამოყენებულია საექსპერტო ცოდნა.

კ.ი. პოდოხერსკი 1911 წელს გამოცემულ კატალოგში #241 ტვიბერ-მინალ-ლასხედარის მყინვარის აღწერისას [16] წერს, რომ მყინვარი ყვითლოდიც მასში ჩაედინება, თუმცა სსრკ კატალოგის მიხედვით [13] იგი ცალკე გამოყოფილი მყინვარია.

ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები და შედარებულია მყინვარების კატალოგის შესაბამის მონაცემებთან. მაგალითად თდზ-ს მონაცემით ტვიბერი-ასმაშის და თოთის (#260a) მყინვარის ფართობი 7,0 კმ<sup>2</sup>-ია, ხოლო კატალოგის მიხედვით 20.1 კმ<sup>2</sup>. თუ ამ ფართობს დაუმატებთ თდზ-ის მონაცემით სერის (#260b) – 4.6 კმ<sup>2</sup>, ირითის (#260c) – 2,9 კმ<sup>2</sup>, მინალის (260d) – 2.2 კმ<sup>2</sup>, ლიჭადის (260e) – 1.6 კმ<sup>2</sup>, ლასხედარის (#260f) – 1.0 კმ<sup>2</sup> მყინვარების ფართობებს, ჯამური ფართობი შეადგენს 19.3 კმ<sup>2</sup>-ს. ყოველივე ზემოთ თქმული კლიმატის ცვლილების ფონზე ამ მყინვარების დნობისა და დეგრადირების შედეგია.

### დასკვნა

კვლევაში განხილულია დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგის სქემების საფუძველზე ჩატარებულია ამ მყინვარების იდენტიფიკაცია. მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების, ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტოპოგრაფიული რუკების და საექსპერტო ცოდნის გამოყენებით განსაზღვრულია განსახილველი მყინვარების ამჟამინდელი კონტურები. განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე.

მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) საფუძველზე დადგინდა, რომ:

1. ტვიბერი, რომელსაც აქვს სახელდებული ნაკადები: **სერი, ირითი, მინალი, ლიჭადი და ლასხედარი ფაქტიურად ცალ-ცალკე მყინვარებად ჩამოყალიბდნენ**, ხოლო ასმაშისა და თოთის ნაკადები უშუალოდ ტვიბერთანაა გაერთიანებული.



2. ამ მყინვარებიდან მხოლოდ ირითისა და ლასხედარის მყინვარის ენის ბოლო არ არის დაფარული ნაშალი და მორენული მასალით.
3. ტვიზერის ყველა მყინვარი უკანაა დახეული და შესაბამისად შემცირებულია მათი ფართობები.

#### **ლიტერატურა\_ REFERENCES\_ЛИТЕРАТУРА:**

1. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2015). მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 2 (719): 9-18.
2. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია. სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2014, ტ. 120, გვ. 52-56.
3. Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Tsomaia V., Dzadzamia M. (2015). Satellite Remote Sensing Outputs of the Certain Glaciers in the Territory of East Georgia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences - Elsevier, Vol. 18(1): Supplement 1: S1-S7.
4. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, მ. ძაძამია (2015). თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა. თბილისი: ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 121: 104-111.
5. Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А (2015). Методология и результаты исследования некоторых ледников Грузии на основе дистанционного зондирования. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXVIII Герценовские чтения „География: развитие науки и образования“. 22-25 апреля 2015 года, посвященной 70-летию создания ЮНЕСКО, С.-П. : 117\_124.
6. George Kordzakhia, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Murman Dzadzamia (2016). Application of Remote Sensing and GIS Technologies for the Inventory of Small Glaciers in Eastern Georgia. 2016. 4th International Geography Symposium, May 23-26, Kemer. Antalya, Turkey, Book of Proceedings: 505-514.
7. Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А., Дзадзамия М. Ш. (2016). Определение фирновой линии горных ледников по данным спутникового дистанционного зондирования. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXIV Герценовские чтения „География: развитие науки и образования“. 21-23 апреля 2016 года, С.-П. : 199-205.
8. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2016). კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარებზე. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 1 (721): 9-14.
9. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია (2016). თანამგზავრული მონაცემებით მთის მყინვარების ფირნის ხაზის სიმაღლის განსაზღვრა გეფერის მეთოდის გამოყენებით. თბილისი: „ჰიდრომეტეოროლოგიის და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 123: 77-82.
10. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია (2016). საქართველოს მყინვარების ცვლილების ნეგატიური ტენდენციები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 3 (723): 29-35.
11. Kordzakhia, G., Shengelia, L., Tvauri, G., Tsomaia, V., and Dzadzamia, M. (2016). 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: 96-100.
12. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia (2016). Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, 4: 56-63.
13. Маруашвили Л. И., Курдгелайдзе Г. М., Лашхи Т. А., Инашвили Ш. В., Табидзе Д. Д. Каталог ледников СССР, Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

14. რ. გობეჯიშვილი, ვ. კოტლიაკოვი. გლაციოლოგია (მყინვარები). თბ.: უნივერსალი, 2006, 292 გვ.
15. რ. გობეჯიშვილი, ლ. ტიელიძე, ნ. ლომიძე, ალ. ჯავახიშვილი. მყინვარების მონიტორინგი კლიმატის ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“ თბილისი, 2012, 176 გვ.
16. Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта (Каталог ледников Кавказа). Зап. КОРГО, т. 29, в. 1, Тифлис, 1911, 200 с.

უკ 551.50.501.7

**დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების შესწავლის შედეგები./ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია, ძაძამია მ/სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. - 2017. - ტ.124. - გვ.97-106. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში განხილულია დისტანციური ზონდირების (თანამგზავრული და აერო-ფოტო გადაღებების) ტექნოლოგიების გამოყენებით მდინარე ტვიბერის აუზის მყინვარების თანამედროვე მდგომარეობა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის მყინვარების სქემების და დისტანციური მონიტორინგის მონაცემების საფუძველზე ჩატარებულია ამ მყინვარების იდენტიფიკაცია. მყინვარების მაღალი გარჩევადობის თანამგზავრული სურათების და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტოპოგრაფიული რუკების შედარებით გავლებულია ამ მყინვარების ამჟამინდელი კონტურები, მოყვანილია წარსული და ამჟამინდელი მდგომარეობები. განსაზღვრულია განხილული მყინვარების მახასიათებლები ავტორების მიერ შექმნილი მეთოდოლოგიების საფუძველზე.**

UDC 551.50.501.7

**Results of the study of the modern conditions of the river Tviberi reservoir glaciers based on the remote sensing technologies (high resolution satellites, aerial photos) / L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University. 2017, vol.124, pp.97-106. Georg., Summ: Georg., Eng., Rus.**

The modern conditions of the river Tviberi reservoir glaciers are considered based on the remote sensing (high resolution satellites and aerial photos) technologies. The identification of the glaciers are performed using the former Soviet Union schemes along with the high-resolution satellites data. The glaciers modern contours, their past and modern conditions are constructed based on the comparison of the high resolution satellite images with topographic maps of the former Soviet Union. Glaciers characteristics are determined based on the methodology established by the authors.

УДК 551.50.501.7

**Результаты исследования ледников бассейна реки Твибери с использованием дистанционного зондирования (спутниковые и аэро-фото съёмки) / Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваური, В.Ш. Цомаия, Дзадзамия М. Ш./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического университета. 2017. вып. 124, с.97-106. Груз. Рез: Груз., Англ., Рус.**

В статье рассмотрено современное состояние ледников бассейна реки Твибери с использованием дистанционного зондирования (спутниковые и аэро-фото съёмки). На основе ледниковых схем бывшего СССР и данных спутниковых наблюдений высокого разрешения проведено идентификация этих ледников. Сравнивая спутниковые снимки высокого разрешения с топографическими картами бывшего СССР проведены нынешние контуры ледников, приведены прошлое и нынешнее состояния ледников. На основе разработанной авторами методологии определены их характеристик