

შპს 551.32.321

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ზეგავლენით საქართველოს ზოგიერთი დიდი მყინვარის უკანდახევა და მათი სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსაზღვრა
ლ. შენგელია*, გ. კორძაია*, 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 მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ქ. თბილისი, საქართველო, gena_tvauri@yahoo.com

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

შესავალი

მთის მყინვარები მტკნარი წყლის მნიშვნელოვანი რესურსია, რომელიც გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, ენერჯეტიკაში, სამეურნეო და სამრეწველო სხვადასხვა საჭიროებებისათვის. ADAD

მყინვარების დნობის შესწავლა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გამო უაღრესად მნიშვნელოვანია მყინვარული ხასიათის სტიქიურ მოვლენებში გასარკვევად, ზღვის დონის აწევის და ხმელეთზე მცხოვრები მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, მყინვარული წყლის ჩამონადენის ცვლილების დასადგენად და ზოგადად მყინვარების დნობასთან დაკავშირებული რისკების შესაფასებლად.

ყოველივე აღნიშნული საშუალებას იძლევა შემუშავდეს მეცნიერულად დასაბუთებული მყინვარების დნობისადმი ადაპტაციის სტრატეგია და განხორციელდეს ცალკეულ შემთხვევებში შერბილების ღონისძიებები.

კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი საქართველოს მეორე და მესამე ეროვნულ შეტყობინებებში განხილულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგად საქართველოს მყინვარების ცვლილების საკითხები. მათში განხილულია ქვემო და ზემო სვანეთის მყინვარები. აღნიშნულია, რომ ამ მყინვარების შესახებ ინფორმაცია არასრულია, რადგან გლაციოლოგიური კვლევის სირთულიდან გამომდინარე შეუძლებელია ყველა მყინვარზე სინქრონული დაკვირვების წარმოება. აქვე ხაზგასმულია, რომ მიღებული შედეგები მთელი რიგი დაშვებებითაა მიღებული.

მეორე და მესამე ეროვნულ შეტყობინებებში არსებული გაურკვევლობების არსებითი შემცირებისათვის მსგავსი შეფასებები უნდა ჩატარდეს თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) გამოყენებით.

კლიმატის თანამედროვე ცვლილების მყინვარებზე ნეგატიური გავლენის შესაფასებლად საჭიროა მყინვარული აუზების მახასიათებლების (მყინვართა რაოდენობა და ფართობი) ცვლილებების, მცირე მყინვარების დნობის და დიდი მყინვარების უკანდახევის რაოდენობრივი მახასიათებლების განსაზღვრა, რაც კლიმატის რეგიონალური ცვლილების ეფექტური ინდიკატორია.

წინამდებარე ნაშრომში მოყვანილია კავკასიის ქედის, კერძოდ საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე დიდი მყინვარების (ფართობი > 2 კმ-ზე) უკანდახევის რაოდენობრივი მახასიათებლების კვლევის შედეგები. განსაზღვრულია მათი სრული დნობის სავარაუდო თარიღები.

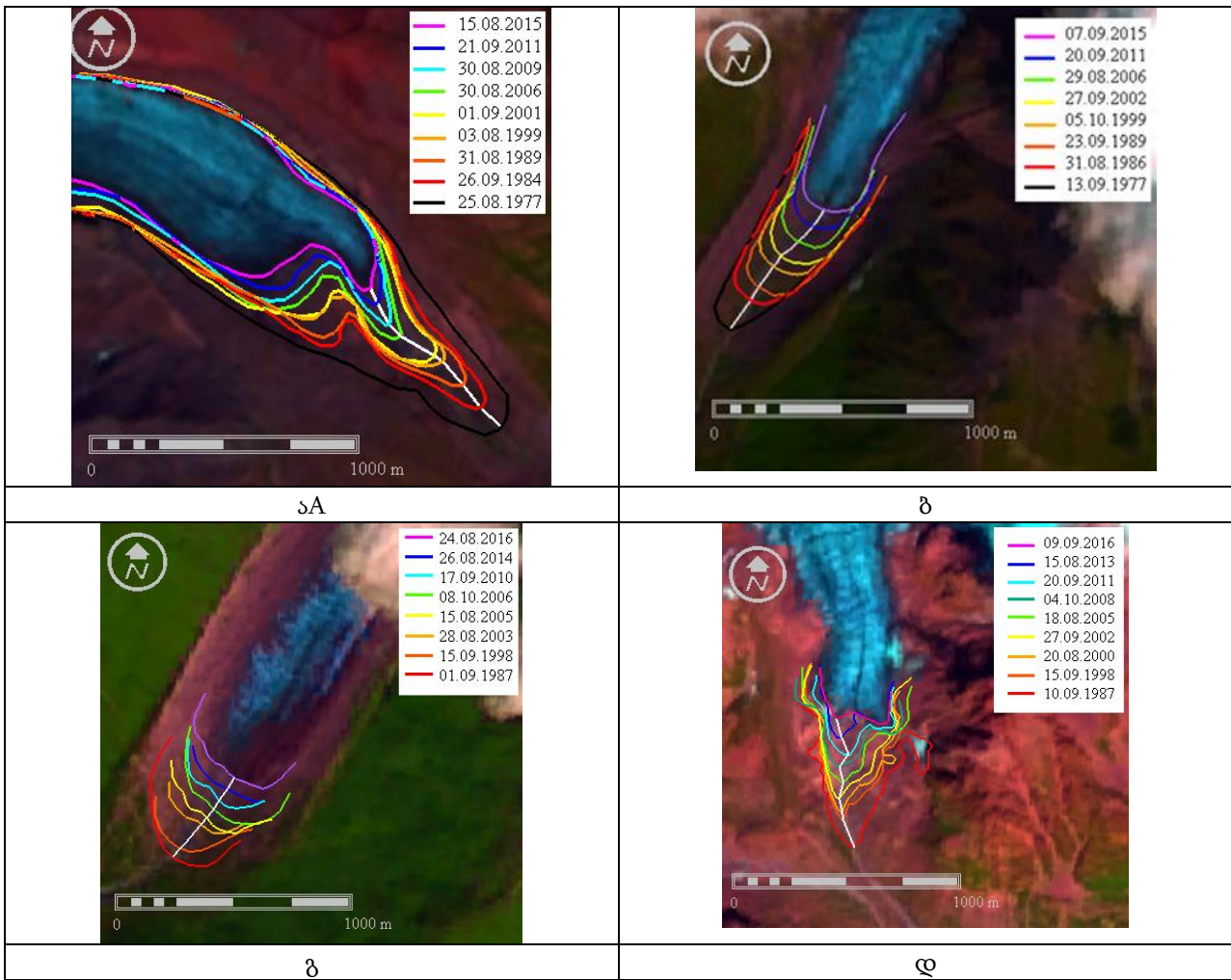
ძირითადი ნაწილი

საქართველოს მყინვარების შესწავლა თანამგზავრული დისტანციური მონიტორინგის (თდმ) მონაცემებით მიწისპირა დაკვირვებებით მათი კვლევების ეფექტური ალტერნატივაა. ამ სამუშაოების შესასრულებლად გამოყენებულია კომპლექსური მეთოდოლოგია, რომელიც ავტორების მიერ არის შემუშავებული [1_4].

დიდი მყინვარების უკანდახევის დინამიკა დადგენილია თდმ-ის საფუძველზე, მყინვარის ენის ბოლოს გადაადგილების მდებარეობების განსაზღვრით. სიმარტივისათვის შერჩეულია ისეთი მყინვარები, რომელთა ენის ბოლო არ არის დაფარული ნაშალი მასალით.

დიდი მყინვარებისათვის მყინვარის ენის ბოლოს უკანდახევის სიჩქარის დადგენის მეთოდოლოგია მოყვანილია [1]-ში. ამ მიზნით გამოყენებულია თანამგზავრული Landsat-ის სხვადასხვა სენსორის მონაცემები, თუმცა შედეგებს მნიშვნელოვნად განაპირობებს თანამგზავრული მონაცემების დამუშავების დონე. გათვალისწინებულია თანამგზავრული მონაცემების მიღების თარიღი და ღრუბლიანობა, თუმცა ზოგ შემთხვევაში საკმაოდ მაღალი ღრუბლიანობის სურათებიც რეპრეზენტატულია.

1-ლ ნახაზზე ნაჩვენებია თდმ-ის საფუძველზე მიღებული აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარის გერგეტის (ა), დასავლეთ საქართველოს მყინვარების: ბოყოს (ბ), ადიშისა (გ) და ქვიშის (დ) მყინვარების უკანდახევის სქემატური გამოსახულებები.



ნახ. 1. თდმ-ის საფუძველზე მიღებული გერგეტის (ა), ბოყოს (ბ), ადიშისა (გ) და ქვიშის (დ) მყინვარების უკანდახევის სქემატური გამოსახულებები

სხვადასხვა წელს მყინვარების მდებარეობა სხვადასხვა ფერის კონტურით არის ნაჩვენები, კერძოდ მყინვარი გერგეტისათვის – 2015 წლის 15 აგვისტოს, მყინვარი ბოყოსათვის – 2015 წლის 7 სექტემბრის, მყინვარი ადიშისათვის – 2016 წლის 24 აგვისტოს, მყინვარი ქვიშისათვის 2016 წლის 9 სექტემბრის თანამგზავრი LANDSAT-ის სურათების ფონზე. ამ კონტურების გადამკვეთი თეთრი ფერის ტეხილი ხაზების საშუალებით გამოთვლილია მყინვარების უკანდახევის სიგრძეები.

როგორც მაგალითი დაწვრილებით განვიხილოთ მყინვარ გერგეტის უკანდახევის დინამიკა და ტრენდები.

1-ლ-ს ცხრილში მოყვანილია მყინვარ გერგეტის უკანდახევის მახასიათებლები განსაზღვრული თდმ-ის მონაცემების საფუძველზე (იხ. ნახ. 1 ა).

ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ გერგეტის უკანდახევის საშუალო სიჩქარე თდმ-ის საფუძველზე არის: 1. დაახლოებით 19.7 მ/წელიწადში მთლიანი სადამკვირვებლო პერიოდისათვის (1977-2015); 2. დაახლოებით 15.1 მ/წელიწადში პირველ პერიოდში და 3. დაახლოებით 26.7 მ/წელიწადში მეორე პერიოდში. მხოლოდ პირველ პერიოდში უკანდახევა მნიშვნელოვნად აღემატება პირველი პერიოდით განსაზღვრულ ტენდენციას, რის საფუძველზეც შეიძლება დავასკვნათ, რომ მყინვარის უკანდახევა არაწრფივად ხასიათდება.

ცხრილი 1. გერგეტის მყინვარის ენის უკანდახევის მდებარეობა და მანძილები თარიღების მიხედვით

#	თარიღი	კოორდინატები		უკანდახევა წინა ნიშნულის მიმართ, მ	ჯამური უკანდახევა, მ
		განედი	გრძედი		
1	25.08.1977	42.664006°	44.558418°	0	0
2	26.09.1984	42.664683°	44.557493°	106	106

3	31.08.1989	42.665486°	44.556670°	111	217
4	03.08.1999	42.666306°	44.555701°	122	339
5	01.09.2001	42.666503°	44.555308°	40.6	379.6
6	30.08.2006	42.667224°	44.553724°	152	531.6
7	18.09.2007	42.667407°	44.553513°	25.4	557
8	30.08.2009	42.667635°	44.553219°	38.2	595.2
9	21.09.2011	42.668386°	44.552674°	94.9	690.1
10	28.08.2014	42.668662°	44.552612°	31.7	721.8
11	15.08.2015	42.668917°	44.552400°	34.4	756.2

ამასთან ერთად ჩატარებულია გერგეთის მცინვარის უკანდახევის ტრენდების შედარებითი ანალიზი თდმ-ის ინფორმაციასა და საველე დაკვირვებების მონიტორინგის მონაცემებს შორის. შედეგები ნათლად მეტყველებს, რომ ამ ორი კარდინალურად განსხვავებული ინფორმაციის წყაროს მონაცემები ერთმანეთთან კარგ თანხმობაშია. ამიტომ შეიძლება დასაბუთებულად ვივარაუდოთ, რომ თდმ-ის საფუძველზე განსაზღვრული დიდი მცინვარების უკანდახევის რაოდენობრივი მახასიათებლები სანდოა.

საინტერესოა იმის განსაზღვრა, თუ როდის მოხდება გერგეთის მცინვარის სრული დნობა, იმ შემთხვევაში, თუ მცინვარის დნობის პროცესი კლიმატის ცვლილების გავლენით მომავალშიც მსგავსი აჩქარებით წარიმართება, ანუ ჩვეულებრივი ბიზნესის (Business as Usual /BaU/) სცენარის შესაბამისად. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ გერგეთის მცინვარის უკანდახევის აპროქსიმაცია ამ სცენარის პირობებში დიდი სიზუსტით შესაძლებელია პარაბოლის მრუდით. A

ოთხივე მცინვარისათვის 1-ლ ნახაზზე ასახული თდმ-ის მონაცემების საფუძველზე აიგო ამ მცინვარების უკანდახევის ამსახველი გრაფიკები (ნახ..2).

ამ გრაფიკების საფუძველზე გერგეტის, ბოყოს, ადიშისა და ქვიშის მცინვარების უკანდახევის დროზე დამოკიდებულების ამსახველი შესაბამისი განტოლებებია:

$$y=0.2t^2+12.2t \quad (1);$$

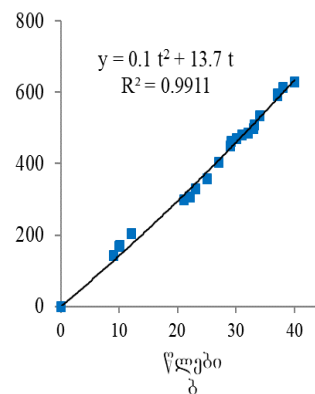
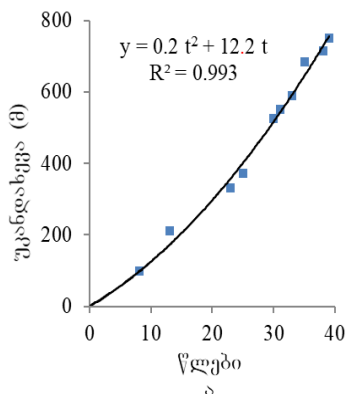
$$y=0.1t^2+13.7t \quad (2);$$

$$y=0.2t^2+8.4t \quad (3);$$

$$y=0.5t^2+8.0t \quad (4).$$

მე-2 ცხრილში მოყვანილია საქართველოს ოთხი დიდი მცინვარის სრული დნობის გამოსაანგარიშებლად საჭირო მახასიათებლები.

მაგალითისათვის, გამოვითვალოთ მცინვარ გერგეტის სრული დნობის სავარაუდო თარიღი. ამისათვის განტოლებაში $y=0.2t^2+12.2t$ ჩავსვათ $y_1=7856$ მ და გამოვთვალოთ განტოლების დადებითი ფესვი, რომლის მნიშვნელობა არის $t_1=168$ წელი. მცინვარ გერგეტის სრული დნობის სავარაუდო თარიღი იქნება ათვლის დაწყების წელს დამატებული 163 წელი, ანუ მცინვარ გერგეტის სრული დნობის სავარაუდო თარიღია $t=t_1+1977 = 2145$ წელი.





ნახ. 2. გერგეტის (ა), ბოყოს (ბ), ადიშისა (გ) და ქვიშის (დ) მყინვარების უკანდახევის გრაფიკები

ცხრილი 2. საქართველოს დიდი მყინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღების გამოსათვლელი მახასიათებლები

a	b	c	d	e	f	g	h
სახელწ.	სიგრძე თდ-ით ბოლო წელს, მ	ჯამური უკანდახევა ათვის დაწყებიდან, მ	შესაძლო დნობის მანძილი $y=b+c$	განტოლების ამონახსენი t_1 წელი	ათვის დაწყების წელი	ბოლო წელი	სრული დნობის წელი [f+e]
გერგეტი	7100	756	7856	168	1977	2015	2145
ბოყო	4200	613	4839	198	1977	2015	2175
ადიში	7100	437	7537	159	1987	2016	2146
ქვიში	5800	639	6439	107	1987	2016	2094

ანალოგიური გამოთვლები დანარჩენი მყინვარებისათვის იძლევა სიდიდეებს, რომელთა მნიშვნელობებიც მოყვანილია მე-2 ცხრილის h გრაფაში, კერძოდ მყინვარი ქვიში სავარაუდოდ სრულად გადნება 2094 წელს, მყინვარი ადიში _ 2146 წელს, ხოლო მყინვარი ბოყო _ 2175 წელს.

დასკვნა

შესრულებული კვლევის საფუძველზე დადგინდა შემდეგი:

- კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგად საქართველოს დიდი მყინვარების უკანდახევას არაწრფივი ხასიათი აქვს;
- განხილული დიდი მყინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსასაზღვრავად გამოყენებულია სცენარი, კლიმატის ცვლილება ჩვეულებრივი ბიზნესის (Business as Usual /BaU/) შესაბამისად. კვლევებით დადგინდა, რომ განხილული მყინვარების უკანდახევის აპროექსიმაცია ამ სცენარის პირობებში დიდი სიზუსტით შესაძლებელია პარაბოლის მრუდით.
- გამოთვლილია განხილული მყინვარების სრული დნობა BaU-ს პირობებში. მიღებული განტოლებების გამოყენებით გამოთვლილია ამ მყინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. 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, Vol. 10, 4, 2016, pp. 56–63.
2. 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 IGCP 610 project „From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary“ (2013-2017), 2-9 October, 2016, pp.96–100.
3. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. საქართველოს მყინვარების ცვლილების ნეგატიური ტენდენციები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე/მეცნიერება და ტექნოლოგიები, #3 (723), 2016, გვ. 29–35.
4. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით// მეცნიერება და ტექნოლოგიები, #2 (719), 2015, გვ. 9–18.

უკ 551.32.321

კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენით საქართველოს ზოგიერთი დიდი მყინვარის უკანდახევა და მათი სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსაზღვრა. /შენგელია ლ., კორძახია გ., თვაური გ., ძაძამია მ. /სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2019. - ტ.127. - გვ.20-24. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში განხილულია კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგად საქართველოს დიდი მყინვარების უკანდახევა. დადგენილია, რომ დიდი მყინვარების უკანდახევას არაწრფივი ხასიათი აქვს. დიდი მყინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღების განსაზღვრავად გამოყენებულია სცენარი, კლიმატის ცვლილება ჩვეულებრივი ბიზნესის შესაბამისად. კვლევებით დადგინდა, რომ განხილული მყინვარების უკანდახევის აპროქსიმაცია ამ სცენარის პირობებში დიდი სიზუსტით შესაძლებელია პარაბოლის მრუდებით. მიღებული განტოლებების გამოყენებით გამოთვლილია ამ მყინვარების სრული დნობის სავარაუდო თარიღები.

UDC 551.32.321

Determination of the Impact of Current Climate Change on Some Large Glacier of Georgia and Investigation of their Complete Melting Dates. /Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Dzadzamia M./ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2019 - vol.127 - pp.20-24. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The article discusses the retreat of some large glaciers of Georgia under the influence of current climate change. It is established that these glaciers retreat is non-linear. To determine the date of complete melting of the considered glaciers, the climate change scenario for Business as Usual (BaU) is used. Based on the research, it is defined that in this condition the approximation of these glaciers retreat with high probability can be described by parabolas. On the basis of received equations **their** complete melting dates are determined.

УДК 551.32.321

Отступление некоторых больших ледников Грузии под воздействием текущего изменения климат и определение предполагаемой даты полного таяния больших ледников Грузии под воздействием текущего изменения климата. /Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Дзадзамия М. Ш./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2019. вып.127 - с.20-24. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус.

В статье рассматривается отступление некоторых больших ледников Грузии под воздействием текущего изменения климата. Установлено, что отступление этих ледников носит нелинейный характер. Для определения даты полного таяния рассмотренных ледников использован сценарий изменения климата обычный бизнес (Business as Usual /BaU/). На основе проведенных исследований, было установлено, что отступление рассмотренных ледников с большой вероятностью можно аппроксимировать параболami. На основе полученных уравнений для отступления этих ледников рассчитаны даты их полного таяния.