

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1902

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-58-67>

ზოგიერთი ბუნებრივი ფაქტორის როლი ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის ჩამოყალიბებაში მდ. ჩოხელთ-ხევის და ნაღვარევის-ხევის მაგალითზე

- ზურაბ ვარაზაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- ზურაბ კაკულია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო
E-mail: z.kakulia@gtu.ge
- გიორგი გაფრინდაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com
- დალი ჩუტკერაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

- მ. მარდაშოვა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: m.mardashova@gtu.ge
- ლ. გლონტი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ჰიდროგეოლოგიის განყოფილების უფროსი
E-mail: glonti2006@yahoo.com

ანოტაცია. სტატიაში წარმოდგენილია მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების ჩოხელთ-ხევისა და ნაღვარევის-ხევის ღვარცოფული მოვლენების მაფორმირებელი ბუნებრივი ფაქტორების როლი მათი სიჩქარეების ჩამოყალიბებაში. სავლე და კამერალური კვლევების მონაცემებზე დაყრდნობით მიღებულია ზემოთ აღნიშნულ მდინარეებში

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების პირობების, სიჩქარეებისა და თავისებურებების შეფასება. გამოვლენილი ემყარება ამ მდინარეების ხეობებში ჩატარებული აგეგმვითი სამუშაოების შედეგად 2023–25 წლებში მიღებულ მონაცემებს. ეს მონაცემები აღნიშნული ხეობებისთვის შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად.

სტატიაში მოცემულია საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური, კლიმატური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულება და ამ დამოკიდებულებების ფონზე ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის შესაძლებლობები, სიმძლავრე (სიჩქარიდან გამომდინარე) და მათი მხრიდან არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე ზემოქმედების შეფასების საშუალება.

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მიღებული ზოგიერთი ფარდობითი სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკებს, შესაძლოა გათვალისწინებული იყოს ნატახტარი-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად.

საკვანძო სიტყვები: გეოდინამიკური მოვლენები; გეოლოგიური აგებულება; კლიმატი; ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი სიდიდეები; წყალმემკრები აუზი; ჰიდროგრაფიული ქსელი.

შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში დედამიწაზე კლიმატის გლობალური ცვლილებების ფონზე ძალზე გააქტიურდა ისეთი სტიქიური მოვლენები, როგორცაა წყალდიდობა, ეროზია, ღვარცოფი, მეწყერი და სხვა.

ზემოაღნიშნული სტიქიები მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის ადამიანის სიცოცხლეს, ისინი ანადგურებენ შენობა-ნაგებობებს, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სავარგულებს, აზიანებენ სარკინიგზო და საავტომობილო გზებს და სამოქალაქო ინფრასტრუქტურის სხვა ობიექტებს

(Gaprindashvili, M., Tsereteli, E., Gaprindashvili, G., & Kurtsikidze, O. 2021).

აქვე უნდა დავსძინოთ, რომ მსგავსი სენსიტიური რაიონები და უბნები საქართველოში მრავლადაა. მათგან, თავისი აქტიურობით, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მდ. არაგვის შენაკადები და მათი ფერდობებიდან მომდინარე სხვადასხვა სახის საშიშროებები. ეს ხეობები დროგამოშვებით ხასიათდება ძლიერი წყალმოვარდნებით, რომლებიც ღვარცოფულ ხასიათს ატარებენ. ისინი საშიშროებას უქმნიან ადგილობრივ მოსახლეობას და საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარი-მლეთის მონაკვეთს (Theodoradze, D. (2019). *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation*).

ამ საავტომობილო გზის ფუნქციონირება და გამტარუნარიანობა ძალზე მნიშვნელოვანია არა მარტო საქართველოსთვის, არამედ სამხრეთ კავკასიისა და სამხრეთის სხვა ქვეყნებისათვისაც. ეს დატვირთვები ბოლო წლების მოვლენებმა კიდევ უფრო გაზარდა და, ალბათ, მომავალში კვლავ გაიზრდება, რისთვისაც ჩვენი სახელმწიფო მზად უნდა იყოს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე გვინდა დავასკვნათ, რომ საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარი-მლეთის მონაკვეთზე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ჩატარებას და გეოდინამიკური საშიშროებების გამოვლენას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ჩვენი ქვეყნის უსაფრთხოებისა და მდგრადი ეკონომიკური განვითარებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის მთავარი მიზანი იყო მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების მხრიდან მომდინარე გეოდინამიკური საფრთხე-

ების შესწავლა, რომლებმაც შესაძლოა საშიშროება შეუქმნას საქართველოს სამხედრო გზის შეუფერხებელ ფუნქციონირებას. კერძოდ, საუბარია მდ. ჩოხელთ-ხევიდან და მდ. ნაღვარევის-ხევიდან პერიოდულად გამომავალ ღვარცოფულ ნაკადებზე, რომლებსაც არაერთხელ მიუყენებია მნიშვნელოვანი ზარალი ქვეყნის ეკონომიკისათვის (ადრეულ წლებში იყო ადამიანთა მსხვერპლიც) (Theodoradze, D. 2019. *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation.*

Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. 2023–2025)

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებული საველე კვლევების მონაცემების შესწავლამ და ადრეული წლების საექსპედიციო მონაცემების გაცნობამ გვაჩვენა, ზემოთ აღნიშნულ ხეობებში ღვარცოფული ნაკადები საკმაოდ ხშირი მოვლენაა. მათ წარმოშობას ხელს უწყობს ისეთი ბუნებრივი ფაქტორები, როგორებიცაა: კლიმატი, გეოლოგიური აგებულება, გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების განვითარების ინტენსივობა, გეომორფოლოგიური, ჰიდროგრაფიული და ჰიდროლოგიური თავისებურებები (Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. 2023–2025.

Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024). ამ ფაქტორების გააქტიურებამ და თანხვედნამ შესაძლოა აღნიშნულ ღვარცოფულ მდინარეებში ძალზე მძლავრი ნაკადები წარმოქმნას, რასაც სავალალო შედეგი მოჰყვება. ამიტომ მნიშვნელოვანია გავცნოთ მათ მთავარ წარმომქმნელ ფაქტორებს და შევაფასოთ თუ რა

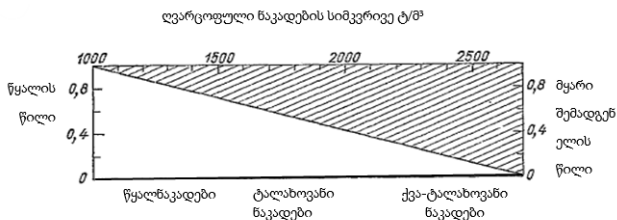
სიმძლავრის ნაკადები შეიძლება წარმოიქმნას და როგორ იცვლება ამ ფაქტორების როლი ღვარცოფული მოვლენის განვითარებაში. ასეთი ნაკადების შეფასების ერთ-ერთი უმთავრესი საშუალება მათ მიერ განვითარებული სიჩქარე და წარმოქმნილი სელური მასის სიმკვრივეა. ამ სიდიდეებზეა დამოკიდებული მათი დარტყმის ძალა და გავრცელების არეალი.

ამ მიმართულებით ჩატარებულია მრავალი სამეცნიერო კვლევა და მათი განსაზღვრის ხერხიც არსებობს. ჩვენი შემთხვევისათვის გვინდა ვისარგებლოთ სენჟენის მიერ შემუშავებული ფორმულით, ცოტაოდენი დამატებებითა და შესწორებებით:

$$V=K [4gH(Y_H- Y_{mf})*(1/f)*\sin\alpha/3fY_{mf}]^{0.5}, \quad (1)$$

სადაც K არის მყარი ნატანის მასიური მიერთების კოეფიციენტი, რომელიც 1,3-1,5 შორის მერყეობს და, ძირითადად, საკვლევი ტერიტორიის გეოდინამიკურ პირობებს ასახავს. g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, 9,8 მ/წმ². H – ღვარცოფის ტალღის სიმაღლე მ-ობით. (Vardumyan, G. G. 1978. *Determination of the speed and discharge of mudflows.*) უნდა ითქვას, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარე პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მათ მიერ წარმოქმნილი ნაკადის სიმაღლეზე. ეს სიდიდე მეტად ცვალებადია და ძირითადად დამოკიდებულია ერთჯერადად მოსული ნალექების სიუხვეზე (ღვარცოფწარმომქმნელი ზედაპირული ჩამონადენი). ვინაიდან ჩვენი კვლევების ძირითადი მიზანი ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი სიდიდეების განსაზღვრაა, მათი სიმაღლე (1) ფორმულისთვის პირველი შემთხვევისთვის ერთეულ სიდიდემდე დავიყვანეთ და მას 1 მ მივანი-

ჭეთ, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 2,0 მ იხ. ცხრილი. Y_{mf} არის ღვარცოფული ნაკადის სიმკვრივე ტ/მ³, ხოლო Y_H – ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე, ტ/მ³. ეს უკანასკნელი განსაზღვრულია ჩვენი სავლე კვლევების საფუძველზე. ამის მიხედვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ Y_H – ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე 2,7–2,8 ტ/მ³-ს უტოლდება (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024). ჩოხელთ-ხევში და მდ. ნაღვარევის-ხევში ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნის აუცილებელი პირობაა კალაპოტის ნატანი (მყარი ნაწილი) ნალექები გაწყლიანდეს ისეთი თანაფარდობით, რომლის დროსაც წყლოვანი მასა 65%-ს შეადგენს. ასეთ შემთხვევაში ღვარცოფული მასის სიმკვრივე 1,5-1,7 ტ/მ³ შორის მერყეობს (სურ. 1) (Vinogradov, Y. (1980). *Sketches of mudflows*. Meteozdat.).

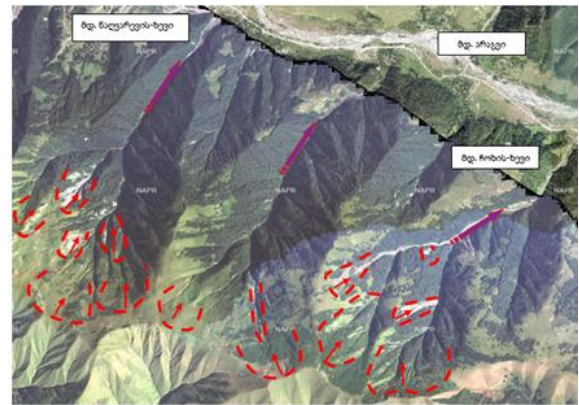


სურ. 1. ი. ვინოგრადოვის სქემა, რომელიც ასახავს დამოკიდებულებას ღვარცოფული ნაკადების ტიპს, სიმკვრივესა და შედგენილობას შორის.

α და f ემპირიული კოეფიციენტებია. პირველი მათგანი არის მყარი მასის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმის კოეფიციენტი და ტოლია 0,076, ხოლო f - ამ ნაწილაკებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი (Vardumyan, G. G. (1978). Determination of the speed and discharge of mudflows). იგი ცვალებადობს 0,7-0,8 შორის. α - ღვარცოფული ხეობის კალაპოტის დახრა გრადუსობით. მისი მაჩვენებელი მდ. ჩო-

ხელთ-ხევისთვის არის 20°, ნაღვარევის-ხევისთვის – 22° (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024)).

ასეთ შემთხვევაში გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარე მდ. ჩოხელთ-ხევისთვის 9,0 მ/წმ-მდე აღწევს, ხოლო მდ. ნაღვარევის-ხევისთვის აჭარბებს მას, 9,32 მ/წმ.



პირობითი აღნიშვნები: ღვარცოფული კერები: მეწყერები, კლდეზავები - მუწურები, ღვარცოფსადინარები - მუწურები

სურ. 2 მდ. ჩოხელთ-ხევში და ნაღვარევის-ხევში მიმდინარე გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების რუკა (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024)

საერთოდ, აღიარებულია, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია, ვინაიდან მის ჩამოყალიბებაში ძალზე ბევრი ბუნებრივი ფაქტორი იღებს მონაწილეობას. იმისათვის, რომ მისი რაოდენობრივი მაჩვენებელი რეალობას მივუახლოოთ, საჭიროა ეს ბუნებრივი ფაქტორები გავითვალისწინოთ ყველა იმ ხერხსა და მიდგომაში, რომლის გამოყენებასაც ვაპირებთ.

ამ მხრივ საყურადღებო ფაქტორია მდინარის კალაპოტის სიმქისე ანუ δ ხაოიანობა, როგორც სიჩქარის შემაკავებელი ფაქტორი. ეს უკანასკნელი გამოითვლება ფორმულიდან $\delta = \delta^1 / H$, სადაც δ^1 არის

კალაპოტის აბსოლუტური სიმქისე, H – მდინარის წყლის სიღრმე. ეს სიდიდეები განსაზღვრულია ჩოხელთ-ხევის და ნაღვარევის-ხევის კალაპოტში საველე კვლევების დროს აღებული მონაცემების მიხედვით და მათი დამუშავების შედეგად აგებული პროფილები (სურ. 2). მათი სიმქისის საშუალო მაჩვენებელი შესაბამისად ტოლია 2,02 და 1,88 (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2025)) თუმცა ეს მონაცემები შემდგომში გადამუშავდა ახალი მეთოდის მიხედვით დამატებით პროფილებზე. გათვალისწინებულია ის მიდგომა, რომ ნაკადის მგრძობელობა კალაპოტის სიმქისის მიმართ მისი სიმძლავრის მატებასთან ერთად კლებულობს. გამოყენებულ იქნა კოეფიციენტები, რომლის შედეგადაც ამ მონაცემებმა მნიშვნელოვნად სხვა სახე მიიღო: ჩოხელთ-ხევისთვის 1,0 მ-იანი სიმაღლის ნაკადებისთვის მან 1,78 შეადგინა, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის ნაკადების შემთხვევაში 1,64. ასევე მდ. ნაღვარევის-ხევის კალაპოტისთვის შესაბამისად 1,68 და 1,54. (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2025,

Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. 1968,

Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024)

ასევე, ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის განმსაზღვრელ მნიშვნელოვან ფაქტორად შეიძლება ჩავთვალოთ მდინარის ძირითადი კალაპოტის ანუ ტრანზიტის ზონის Z კლასიკილობა. მისი კოეფიციენტი გამოითვლება მდინარის მთავარი მიმართულების ℓ სიგრძის (სწორი მანძილი სათავიდან შესართავამდე) ფარდობით მდინარის კლასიკილი ნაწილის L სიგრძესთან (Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. 1968). ეს სიდიდე ($Z=\ell/L$) ჩვენი გამოთვლებით მდ. ჩოხელთ-ხევისთვის 0,88 ტოლია, ხოლო ნაღვარევის-ხევისთვის 0,92.

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირებაზე და მისი სიმძლავრეებზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობა (Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. (1968)). თუ მდინარის წყალშემკრები აუზი ასიმეტრიული აგებულებისაა, ჩამონადენის მიწოდება მთავარ არტერიაში არათანაბრად მოხდება და ღვარცოფული ნაკადების ხარჯი მაქსიმუმს ვერ მიაღწევს. ეს გავლენას იქონიებს ღვარცოფული ნაკადის H სიმაღლეზე, რაც პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაშია მის სიჩქარესთან. ამ სიდიდის განსაზღვრის მიზნით ვიხელმძღვანელებთ ტოპოგრაფიული მასალით და დადგინდა, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევის წყალშემკრები აუზის მარჯვენა და მარცხენა ნაწილის ფართობი ერთმანეთისგან ბევრად არ განსხვავდება და მათმა თანაფარდობამ შეადგინა 0,91, ნაღვარევის-ხევისთვის კი – 0,88.

საბოლოოდ, ამ ფაქტორების სიდიდეების გათვალისწინებით შესაძლებელია ითქვას, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევი მოსალოდნელი ღვარცოფის სიჩქარე 1 მ სიმაღლის ნაკადის შემთხვევაში 4,02 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის შემთხვევაში – 8,81 მ/წმ. ასევე ნაღვარევის-ხევისთვის, პირველ შემთხვევაში მისი სიჩქარე 4,49 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 9,89 მ/წმ. ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ყველა ეს მნიშვნელობა:

საბოლოოდ, ამ ფაქტორების სიდიდეების გათვალისწინებით შესაძლებელია ითქვას, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევი მოსალოდნელი ღვარცოფის სიჩქარე 1 მ სიმაღლის ნაკადის შემთხვევაში 4,02 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის შემთხვევაში – 8,81 მ/წმ. ასევე ნაღვარევის-ხევისთვის, პირველ შემთხვევაში მისი სიჩქარე 4,49 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 9,89 მ/წმ. ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ყველა ეს მნიშვნელობა:

ფაქტორები	მდინარეები			
	ჩოხელთ-ხევი		ნადვარევის-ხევი	
მყარი ნატანის მასიური მიერთების (მიტაცების) კოეფიციენტი, K	1,3	1,5	1,3	1,5
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, g მ/წმ ²	9,8		9,8	
ღვარცოფის ტალღის სიმაღლე, H მ	1,0	2,0	1,0	2,0
ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე γ_h ტ/მ ³	2,8		2,8	
ღვარცოფული ნაკადის სიმკვრივე, γ_{mf} ტ/მ ³	1,7	1,5	1,7	1,5
მყარი მასის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმის კოეფიციენტი, β	0,076		0,076	
ღვარცოფული ხეობის კალაპოტის დახრა, α გრად	20		22	
მყარი მასის ნაწილაკებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, f	0,8	0,7	0,8	0,7
კალაპოტის სიმქისე δ	1,78	1,64	1,68	1,54
კალაპოტის კლაკნილობა Z	0,88		0,92	
წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი S	0,91		0,88	
ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარე, V_c მ/წმ	4,02	8,81	4,49	9,89

ცხრილი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარეზე ყველაზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს ნაკადის სიმაღლე H მ. აქედან ადვილი დასკვნის გაკეთება შეიძლება, ვინაიდან ღვარცოფული ნაკადის სიმაღლე უშუალო კავშირშია ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობასთან ანუ ადგილობრივ კლიმატთან. ცნობილია, რომ როდესაც ნალექების ფენის სიმაღლე 15-25 მმ-ს აღწევს, მას ზედაპირული ჩამოდინების შემქმნელ ფენას უწოდებენ, ხოლო ამ დროს მოსულ ნალექებს თავსება წვიმების კატეგორიას მიაკუთვნებენ. თუ ჩვენ თავს მოვუყრით საკვლევი ტერიტორიის კლიმატის ძველ და ახლო წარსულის მონაცემებს და მოვახდენთ მათ შეპირისპირებას ჩვენი კვლევების მონაცემებთან, შესაძლებლობა მოგვეცემა ვიმსჯელოთ წლის რომელ პერიოდს უკავშირდება

ისინი და რა სიხშირით. ასეთი პირობები საკვლევი ტერიტორიისთვის დამახასიათებელია მაის-ივნისში ყოველწლიურად (მცირე გამონაკლისით).

ამ თვალსაზრისით, ასევე, ძალზე მნიშვნელოვანია გეოლოგიური ფაქტორი, ვინაიდან იგი განაპირობებს ღვარცოფული ნაკადების მყარი მასის (ნატანის) მოცულობას და სიმკვრივეს, რაც მთლიანად ღვარცოფული ნაკადების სიმკვრივის ჩამოყალიბებაში იღებს მონაწილეობას.

ამავე ცხრილიდან ნათლად ჩანს თუ როგორ ზეგავლენას ახდენს ღვარცოფების განვლადობაზე ამ ხეობების ჰიდროლოგიური მახასიათებლები, როგორც კალაპოტის სიმქისე, კალაპოტის კლაკნილობა და წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობის ხარისხი.

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირებაში მონაწილე ზემოთ მოყვანილი ფაქტორების მახასიათებელი სიდიდების გამოთვლის მეთოდები პრაქტიკაში მიღებულია და მას ხშირად იყენებენ სხვადასხვა შემთხვევისათვის, თუმცა მათი თავმოყრა და ერთ საერთო ფაქტორად ჩამოყალიბება არ ხერხდება მათი არაერთგვაროვნებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი წარმოშობის გამო, რაც ართულებს ერთი საერთო მნიშვნელის დადგენას. რთულია, ასევე, მათი გამოსახვა მათემატიკური ხერხებით ან რაიმე გრაფიკული საშუალებებით. ამიტომ მივმართეთ არსებულ მათემატიკურ გამოსახულებებს და მათ მივუყენეთ ჩვენ მიერ სავსე და კამერალურ პირობებში განსაზღვრული ფაქტორების მნიშვნელობები, რომელიც ზემოთაა მოყვანილი. ჩვენი აზრით, ღვარცოფული ნაკადების ხელშემწყობი და შემაკავებელი ფაქტორების ასეთმა თანაფარდობამ უნდა გააუმჯობესოს ამ მოვლენის აქტიურობის ფარდობითი მახასიათებლის წარმოჩენა.

ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის გამოთვლის აღნიშნული ხერხი, ძირითადად, ამ მოვლენის წარმომქმნელი და ხელშემწყობი ფაქტორების მიმართ მგრძნობელობის მიხედვით დგინდება, რის გამოც იგი ფარდობითი შეფასების ხასიათს ატარებს. ამის გამო ისინი უფრო საწყისი ეტაპის კვლევების დონეზე – რეგიონული ან მსხვილი ადმინისტრაციული ერთეულების ფარგლებში დარაიონების ან ღვარცოფსაშიში უბნების რუკების მოსასამზადებლად შეიძლება იყოს გამოყენებული.

დასკვნა

1) მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადებში - მდ. ჩოხელთ-ხევში და მდ. ნაღვარევის-ხევში შეი-

ნიშნება ღვარცოფული მოვლენების პერიოდული გააქტიურება, რაც დაბრკოლებებს ქმნის საქართველოს სამხედრო გზის აღნიშნულ მონაკვეთზე.

2) 2023–25 წლებში ჩოხელთ-ხევში და ნაღვარევის-ხევში ჩატარებული სავსე კვლევების შედეგად შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის ძირითადი ფაქტორები. უპირველეს ყოვლისა, უნდა დასახელდეს რეგიონისთვის დამახასიათებელი კლიმატური თავისებურებები, რომელიც გამოიხატება გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში კოკისპირული თავსხმა წვიმებით და ტემპერატურის მკვეთრი ზრდით, რაც იწვევს თოვლის სწრაფ დნობას და ხეობებში წყლის დონის მკვეთრ ზრდას. ღვარცოფული ნაკადების დინამიკაზე, ასევე, ძალზე დიდი როლი აქვს საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ თავისებურებებს, კერძოდ ხეობებში მიმდინარე გეოდინამიკურ პროცესებს და მოვლენებს, მდინარეების კალაპოტების დიდ დახრილობას და კალაპოტის მორფოლოგიურ და ჰიდროლოგიურ ნიშნებს.

3) მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელი გახდა საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულების განსაზღვრა და ამ დამოკიდებულებების ფონზე შემუშავდა ღვარცოფული ნაკადების და მათი სიჩქარეების ფორმირების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლის შესაძლებლობა. ამ გამოთვლების შედეგად აღნიშნულ მდინარეებში შეფასებულია ღვარცოფული ნაკადების განვლადობის ხასიათი, სიხშირე და სიჩქარეები.

4) ეს მონაცემები შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად აღნიშნული ხეობებისთვის. რა თქმა უნდა, შემოთავაზებული მეთოდი არ შეიძლება გამოყენებული იყოს ამა თუ იმ ხევის ღვარცოფული ნაკადების პირდაპირი დამრტყმელი სიმძლავრეების მისაღებად, მით უფრო, დამცავი ნაგებობების დასაპროექტებლად, თუმცა მისი გამოყენება შესაძლებელია მსხვილი გეოლოგიური ან გეომორფოლოგიური ერთეულე-

ბის დარაიონებისათვის ღვარცოფული საშიშროებების აღნიშვნის თვალსაზრისით.

5) სტატიაში მოყვანილი ზოგიერთი ფარდობითი სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკებს, შესაძლოა გათვალისწინებული იყოს, როგორც ნატახტარი-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად, ისე ზემოქმედების შესაფასებლად არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე.

ლიტერატურა

1. Gaprindashvili, M., Tsereteli, E., Gaprindashvili, G., & Kurtsikidze, O. (2021). Landslide and mudflow hazard assessment in Georgia. In F. L. Bonali, F. Pasquaré, M. Mariotto, & N. Tsereteli (Eds.), *Building knowledge for geohazard assessment and management in the Caucasus and other orogenic regions* (pp. 265–279). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2046-3_14
2. Theodoradze, D. (2019). *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation* (Ph.D. dissertation, Georgian Technical University). (In Georgian)
3. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. (2023–2025). *Engineering-geological study of the Natakhtari–Mleta section of the Georgian Military Road for transport traffic safety (fieldwork results)* (Reports, III subproject). (In Georgian)
4. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Factors and analysis of debris flow formation in the rivers Chokhelt-Khevi, Nadibaani-Khevi, and Naghvarevi-Khevi. *Collection of Works of GTU*, 2(532), 187–194. (In Georgian)
5. Vardumyan, G. G. (1978). Determination of the speed and discharge of mudflows. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Earth Sciences*, 1, 69–76.
6. Vinogradov, Y. (1980). *Sketches of mudflows*. Meteorizdat. (In Russian)
7. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2025). Calculation of the relative characteristics of mudflows using the example of Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi rivers. *Collection of Works of GTU*, 3(537), 196–205. (In Georgian)
8. Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. (1968). *Hydrology*. Education.
9. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Field and laboratory study of accumulated debrisflow-forming solid mass sediment on the example of River Chokheltkhevi (Mtskheta-Mtianeti region, Georgia). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 12, 151–160. <https://www.scirp.org/journal/gep>

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1902

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-58-67>

Some Natural Factors Role in Determining the Mudflows Speed on Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi Rivers Example

- Zurab Varazashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- Zurab Kakulia** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia
E-mail: z.kakulia@gtu.ge
- Giorgi Gaprindashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com
- Dali Chutkerashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

Reviewers:

M. Mardashova, Georgian technical university, faculty of mining and geology, professor

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

L. Glonti, Georgian technical university Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, head of department

E-mail: glonti2006@yahoo.com

Abstract. The article presents the possibility of calculating relative indicators of debris flow formation in the right tributaries of the Tetri Aragvi River - Chokheltkhevi and Naghvareviskhevi - and, based on the obtained results, evaluates the character, frequency, and specific features of debris flow occurrence in these river valleys. The calculations are based on data obtained from field survey works carried out in these valleys during 2023-2024. These data can be considered as relative parameters characterizing the main debris-flow-forming factors within the studied catchments.

The paper analyzes the interrelationship of the key hydrological, geological, climatic, and geomorphological characteristics of the investigated channels and, in this context, assesses the potential for debris flow initiation, their intensity, and their impact on the existing natural and anthropogenic environment.

Based on these data, several relative indicators have been derived that define the risk of debris flow occurrence. These indicators may be taken into account in addressing operational and construction issues related to the Natakhtari-Mleta highway

Keywords: Geodynamic Events; Geological Structure; Climate; Hydrographic Network; Relative Magnitudes of Mudflows; Watershed.

განხილვის თარიღი 19.02.2026

შემოსვლის თარიღი 26.02.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026