

doi.org/10.36073/1512-0902-2025-136-07-15

უკ. 551.482.215.3

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა უდიდესი წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა

ცისანა ბასილაშვილი, მიხეილ ფიფია, ნარინე არუთინიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

jarjino@mail.ru

რეზიუმე. დასავლეთ საქართველოს მთავარი 29 ჰიდროლოგიური საგუშაგოს 61-92 წლიან დაკვირვებათა მონაცემებით შედგენილია წყალმოვარდნების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდები და განსაზღვრულია მათი წრფივი აპროქსიმაციის შესაბამისი განტოლებები. მათი პარამეტრების მიღება მეტად აქტუალურია და აქვს დიდი პრაქტიკული ღირებულება, რადგან მათი გათვალისწინება მნიშვნელოვანია მდინარეებზე და მათ სანაპირო ზონებში არსებული და ახალ ნაგებობათა დაგეგმარებისა და პროექტების შედგენის დროს, აგრეთვე საშიში ჰიდროლოგიური მოვლენების პროგნოზირებისა და თავიდან აცილების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: აღმავალი და დაღმავალი ტენდენციები, ტრენდის პარამეტრები.

შესავალი. მდინარისპირა ტერიტორიის ათვისების საწყისი მონაცემი და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების განმსაზღვრელი სიდიდე არის მდინარის წყალმოვარდნის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯი და მისი განვითარების მოსალოდნელი ცვლილება შეისწავლება ამ ხარჯების მრავალწლიური ტრენდით.

კლიმატის მიმდინარე გლობალური დათბობის გავლენა აისახება მრავალ ჰიდრომეტეოროლოგიურ მოვლენებზე. ტემპერატურისა და შესაბამისად აორთქლების მომატების გამო, ზღვისპირა რეგიონებში გაიზარდა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, რაც ზრდის აქ მდინარეთა მაღალი წყალმოვარდნების საშიშროებას. გარდა ამისა, გაიზარდა კავკასიონის მთავარ ქედზე მდინარეთა სათავეებში არსებული მყინვარების დნობის ინტენსივობა. შედეგად გახშირდა კატასტროფული წყალმოვარდნები და მათგან მიყენებული ზარალი. ამ მიზეზთა გამო, მდინარეთა წყლის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ცვლილების შესწავლა და შეფასება ძალზე საჭირო და აქტუალურია მოსახლეობის სამეურნეო, საპროექტო და სამეცნიერო ორგანიზაციების მომსახურების მიზნით.

ძირითადი ნაწილი. მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური განვითარების შესაფასებლად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ცალკეული მდინარის წყალშემკრები აუზის ტერიტორიაზე ჰიდროლოგიური სადამკვირვებლო ქსელის არსებობას. გასული XX საუკუნის 90-იან წლებამდე საქართველოს მდინარეებზე მოქმედებდა 153 ჰიდროლოგიური პუნქტი [1], სადაც დღეში ორჯერ (8 და 20 სთ) სათანადო გაზომვებით განისაზღვრებოდა წყლის ხარჯები ($\text{მ}^3/\text{წმ}$). მას შემდეგ მოქმედებს მხოლოდ 20-მდე საგუშაგო, სადაც ავტომატურად ხდება წყლის დონეების აღრიცხვა, რომელთა მიხედვით ხარჯების გრაფიკების გამოყენებით იანგარიშება წყლის ხარჯები.

კვლევის მიზნით, 1981 წლამდე არსებული დაკვირვებათა მონაცემები, მდინარეთა წყლის ყოველწლიურ უდიდეს მაქსიმალურ ხარჯებზე, აღებულია გამოქვეყნებული [2-5] ცნობარებიდან, 1981-2020 წლების დაკვირვებათა მონაცემები კი მიღებულია გარემოს დაცვის სააგენტოს [6] ინფორმაციით.

ზოგადად, მდინარეთა წყლის ჩამონადენი წარმოადგენს მოცემული ჰიდროლოგიური პუნქტის (ჰიდროკვეთის) ზემოთ მდებარე წყალშემკრებ აუზში მიმდინარე ყველა მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური, ოროგრაფიული და სხვათა ურთიერთქმედების შედეგს.

საქართველოს მდინარეები სათავეს იღებენ დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებზე. დასავლეთში მდინარეები ჩაედინებიან შავ ზღვაში, აღმოსავლეთში კი მდინარეები მიედინებიან კასპიის ზღვისკენ. ვინაიდან წყლის ჩამონადენის განმაპირობებელი, როგორც კლიმატური, ასევე სხვა ფაქტორები დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში კარდინალურად განსხვავებულია. ამის გამო, მათზე წყალმოვარდნების ფორმირების პროცესები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ამიტომ მათი განვითარების მრავალწლიური დინამიკის შესწავლა ჩატარდა ცალ-ცალკე.

კვლევის ობიექტი და მეთოდოლოგია. დასავლეთ საქართველოში მდინარეთა წყალშემკრები აუზები უშუალოდ შავი ზღვისკენ ამფითეატრით არიან მიმართული, საიდანაც წამოსული ნოტიო ჰაერის მასები აქ უხვად კონდენსირდებიან და წარმოქმნიან მაღალ წყალმოვარდნებს წლის თითქმის ყველა დროს. ამასთან ერთად, აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ 1975 წელს გამოქვეყნებულ [7] კატალოგის მიხედვით, დასავლეთ საქართველოში კავკასიონის მთავარ ქედზე არსებული 409 მყინვარის საერთო ფართობი შეადგენდა 465,7 კვ.კმ-ს. კლიმატის მიმდინარე გლობალური დათბობის პირობებში ისინი თანდათან დნებოდნენ და ზრდიდნენ მდინარეთა ჩამონადენსა და მათი წყალმოვარდნების მაქსიმალურ ხარჯებს.

საყურადღებოა აგრეთვე ის გარემოება, რომ საქართველოს მთიანი ტერიტორია მოქცეულია 7-9 ბალიანი ინტენსივობის მიწისძვრების არეალში. მათი უარყოფითი ზემოქმედება გამოიხატება აქ, არა მარტო ნაგებობათა ნგრევაში, არამედ აგრეთვე მიწისზედა კატასტროფული მოვლენების პროვოცირებაშიც, ისეთი, როგორიცაა თოვლისა და კლდის ზვავები, მეწყერები და სხვა, რომელთაც შეუძლიათ მდინარეთა კალაპოტების ჩახერგვა და ე.წ. ნაზღვლევი წყალმოვარდნების განვითარება. თუ ამ დროს მოხდა თანხვედრა მაღალი ინტენსივობის წვიმებისა, მაშინ წარმოიქმნება კატასტროფული ღვარცოფული წყალმოვარდნა, რაც ზოგჯერ ისე სწრაფად ხდება, რომ მოსახლეობა ვერ ასწრებს ტრაგედიის ადგილიდან გასვლას, თავის გადარჩენას და იღუპება. ამის სავალალო მაგალითი იყო 2023 წლის 3 აგვისტოს შოვის კატასტროფა, რომელმაც გამოიწვია კურორტის განადგურება და 33 ადამიანის დაღუპვა.

წყალმოვარდნებით მიყენებული ზარალის მიზეზი არის კიდევ, მდინარეთა ხეობაში ფერდობებისა და ჭალების ათვისება, მცენარეული საფრის გამეჩხერება, ეროზიული და მეწყრული პროცესების გაძლიერება, მდინარეთა კალაპოტების გამტარუნარიანობის შემცირება და სხვა. წყალმოვარდნების საშიშროების რისკი დასავლეთ საქართველოში განსაკუთრებით დიდია მთისწინებისა და ბარის რელიეფის ზონაში, სადაც წყალმოვარდნები ავსებენ რა მდინარეთა კალაპოტებს, გადმოდიან ნაპირებიდან და ტბორავენ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, დასახლებებს, გზებს, აზიანებენ ხიდებს, სასმელი წყლისა და სამელიორაციო სისტემებს და სხვა ნაგებობებს. მდინარეთა აუზების ზედაპირის გადარეცხვით კი, იკარგება ათეულობით ჰექტარი ნიადაგი. სურ. 1-ზე მოცემულია დოკუმენტური მასალა მდინარეზე გავლილი წყალმოვარდნისა, რაც ნათელ წარმოადგენს იძლევა მათ რეალურ საშიშროებაზე.

მდინარეთა ხეობებში ყველა სახის ნაგებობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასაბუთებისათვის საჭიროა მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების წყალსამეურნეო საანგარიშო პარამეტრების დადგენა არსებულ მრავალწლიან დაკვირვებათა მასალების სათანადო მათემატიკური სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე.



სურ. 1. მდ. რიონის წყალმოვარდნა სოფ. ჭალადიდში 1987 წელს. (ფოტო ვერტმფრენიდან)

დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნების შესწავლის მიზნით გამოყენებულ იქნა 29 სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვეთზე წყლის ხარჯებზე არსებულ დაკვირვებათა ყოველწლიური მონაცემები. ვინაიდან მთის მდინარეებზე, წყალმოვარდნების დროს რთულია წყლის ხარჯების გაზომვითი სამუშაოების ჩატარება, ამიტომ მათზე დაკვირვებათა რიგებში არის გამოტოვებული შემთხვევები. მათი

აღდგენისა და დაკვირვებათა ერთიანი რიგების შედგენის მიზნით, გამოყენებულ იქნა ანალოგ მდინარეთა წყლის ხარჯების მონაცემთა ურთიერთკავშირების კორელაციური ანალიზი და გრაფიკული ინტერპოლაციის მეთოდი. მრავალმხრივი კვლევის შედეგად მიღებულ იქნა მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების 61-92 წლიან ყოველწლიურ მონაცემთა ბაზა.

აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ვინაიდან დასავლეთ საქართველოს ცალკეულ მთის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ფორმირების პირობები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ამიტომ მათზე წარმოქმნილი წყალმოვარდნები და მათი მაქსიმალური ხარჯები არ არიან იდენტურები და ხასიათდებიან ინდივიდუალური თავისებურებებით. ამის გამო, გამოტოვებულ შემთხვევათა აღდგენა ზოგიერთ მდინარეზე, დაბალი კორელაციური კავშირების გამო, ანალოგ მდინარეთა მოძებნა ვერ მოხერხდა. 1 ცხრილში მოცემულია მაქსიმალურ ხარჯებზე არსებულ დაკვირვებათა წლების რაოდენობა (n) და გამოტოვებულ შემთხვევათა აღდგენის შედეგად მაქსიმალური ხარჯების მონაცემთა განხილული წლების რაოდენობა (N).

ამ მონაცემების მიხედვით, [8] ნაშრომში მოცემულია უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების განახლებული ძირითადი პარამეტრები. პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით, ყველა კატეგორიის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებების ჩასატარებლად, გარდა ძირითადი პარამეტრებისა, მეტად მნიშვნელოვანია მათი მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები. ამ მიზნით [9] ნაშრომში განსაზღვრულია საკვლევი მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა (0,01; 0,1; 1; 2; 5; 10; 20) პროცენტის უზრუნველყოფით, რომლებიც შეესაბამება 10 000; 1000; 100; 80; 20; 10; 5 წლიანი განმეორებადობის ხარჯებს. ისინი გარკვეულწილად პასუხობენ კითხვას, თუ როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა მდინარის მაქსიმალური ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს. მათი განმეორებადობა კი გვიჩვენებს იმ წელთა რიცხვს, რომელთა დროს გაივლის შესაბამისი მაქსიმალური ხარჯი საშუალოდ ერთხელ მაინც.

ამჯერად ვიკვლევთ უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური მონაცემების მრავალწლიურ დინამიკას. საჭიროა განისაზღვროს ამ დინამიკის როგორც ხარისხობრივი, ისე მისი რაოდენობრივი მნიშვნელობები, რაც გულისხმობს მათი ტრენდების შეფასებას წრფივი აპროქსიმაციის ამსახველი განტოლებით:

$$T_{Qm} = \pm AN + B \quad (1)$$

სადაც T_{Qm} - საკვლევი ელემენტის ტრენდია, რაც ჩვენს შემთხვევაში მდინარის წყლის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური მნიშვნელობების ცვლილების ტენდენციების ამსახველი წრფეა;

A - განტოლების კოეფიციენტი, ტრენდის მთავარი პარამეტრია, რომლის ნიშანი (+ ან -) უჩვენებს ხარისხობრივად საკვლევი ელემენტის ცვლილების მიმართულებას: დადებითი (+) ნიშანი გამოხატავს მის აღმავალ ტენდენციას ანუ მატებას, ხოლო უარყოფითი (-) ნიშანი მიუთითებს მის დაღმავალ ტენდენციას ანუ კლებას;

A - კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა კი, რაოდენობრივად განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის - მდინარის წყლის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ინტენსივობას ანუ მის ყოველწლიურ სიჩქარეს.

N - საკვლევი ელემენტის დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერია მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც $N = 1$, ყოველი შემდეგი (i) წლის მონაცემებისთვის $N = 1 + i$.

B - განტოლების მუდმივა - ტრენდის პარამეტრია, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის მინიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ამსახველი წრფის აღმავალი (+A) ტენდენციის შემთხვევაში ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის წრფის დაღმავალი (-A) ტენდენციის დროს.

ექსპერიმენტული შედეგები და განსჯა. მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილების შესწავლის მიზნით, ყოველწლიურ ჭრილში, [10] ნაშრომში განხილულ იქნა საქართველოს მდინარეებზე 1991 წლამდე არსებული 50-70 წლიან დაკვირვებათა რიგებით შედგენილი ტრენდები და მათი წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული განტოლებების პარამეტრები. მაშინ მრავალწლიური ცვლილებების დინამიკაში, მკვეთრად იყო გამოხატული მათი ყოველწლიური ზრდის ტენდენცია იმ მდინარეებზე, რომელთა სათავეებში იყო მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი და შესაბამისად მათი ნადნობი წყლები მონაწილეობდნენ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ფორმირებაში. ამ მხრივ, გამონაკლისი იყო მდ. ყვირილა, სადაც, მიუხედავად მის აუზში ნივალური ზონის არ არსებობისა, მდინარეზე აღინიშნებოდა მაქსიმალური ხარჯების მატების ტენდენცია, რაც გამოწვეული იყო თოვლის

საფარის დნობისა და შავი ზღვიდან შემოჭრილი ჰაერის ნოტიო მასების კონდენსირების შედეგად მიღებული უხვი ნალექით.

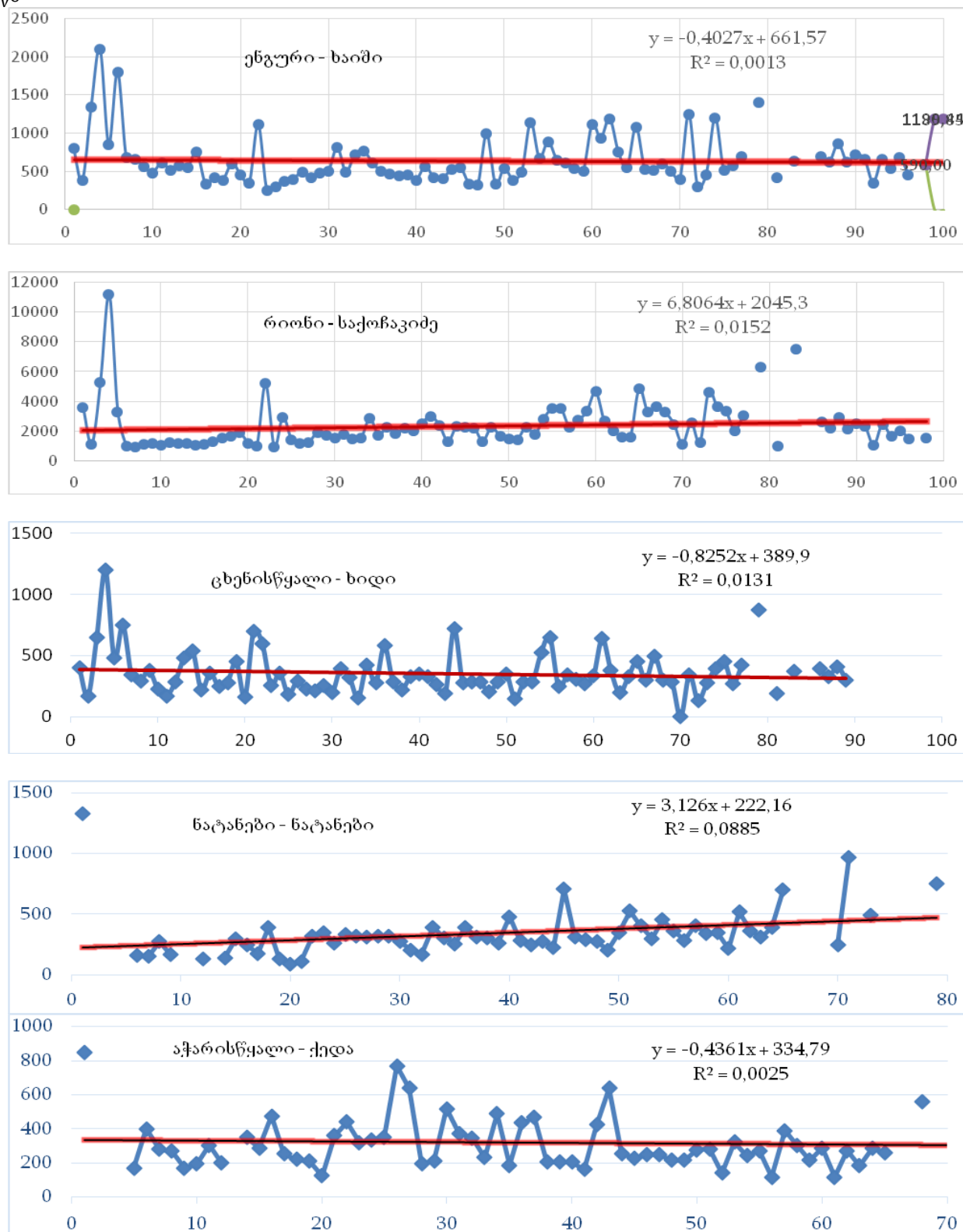
ცხრილი 1. დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა ჰიდროკვითები, წყლის მაქსიმალურ ხარჯებზე არსებულ დაკვირვებათა წლები (n) და განხილული წლების რაოდენობა (N)

ჰ ი დ რ ო კ ვ ე თ ე ბ ი		აუზის ფართი (კმ ²)	დაკვირვების წლები	წლების რაოდენობა	
№	მდინარე - პუნქტი			n	N
1	ბზიფი - ჯირხვა	1410	1931-1991	61	61
2	კოდორი - ლათა	1420	1931-1991	61	61
3	ენგური - ხაიში	2780	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
4	ენგური - დიზი	1620	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
5	ნენსკრა - ლახანი	468	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
6	მესტიაჭალა - მესტია	144	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
7	რიონი - ონი	1060	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
8	რიონი - ალპანა	2830	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
9	რიონი - ნამოხვანი	3450	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
10	რიონი - საქოჩაკიძე	13300	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
11	ყვირილა - საჩხერე	533	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
12	ყვირილა - ზესტაფონი	2490	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
13	ძირულა - წევა	1190	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
14	ხანისწყალი - ბაღდათი	655	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
15	ჩხერიმელა - ხარაგაული	398	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-18, 20	92	92
16	ცხენისწყალი - ლუჯი	506	1933-1997	64	84
17	ცხენისწყალი - რცხმელური	1450	1919-22, 27-90, 2001, 03, 05, 08-11	64	84
18	ცხენისწყალი - ხიდი	1950	1919-22, 27-99, 2001, 03, 05, 08-11	64	84
19	ტეხური - ნაქალაქევი	558	1933-97, 2005	73	84
20	ხოზი - ლეგახარე	310	1938-94, 99, 2001, 05	52	84
21	სუფსა - ჩოხატაური	316	1927, 32-35, 38, 40-91, 96-97, 99, 2005	62	62
22	სუფსა - ხიდმაღალა	400	1927, 32-35, 38, 40-91, 96-97, 99, 2005	62	62
23	ნატანები - ნატანები	469	1932-35, 38, 40-91, 96, 99, 2005	60	62
24	კინტრიში - კოხი	191	1940-91, 99	53	62
25	ჩაქვისწყალი - ხალა	120	1940-91, 99	53	62
26	ბჟუჟა - გომი	112	1940, 50, 52-87	38	62
27	აჭარისწყალი - ქედა	1360	1922, 31-90, 93, 99	63	63
28	აჭარისწყალი - ხულო	251	1922, 31-90, 93, 99	63	63
29	ჭოროხი - ერგე	22100	1922, 30-37, 39-90, 99	62	63

მიმდინარე XXI საუკუნეში, კლიმატის დათბობის მატებასთან დაკავშირებით, ტემპერატურის მომატებამ გამოიწვია მდინარეთა სათავეებში არსებული მყინვარების დეგრადაცია. ისინი დნებიან და იშლებიან ნაწილებად, რის გამოც გაიზარდა მათი რაოდენობა, მაგრამ შემცირდა მათი ფართობი და მოცულობა. ამის შესაბამისად მცირდება მათი დნობით მიღებული მდინარეთა წყლის ჩამონადენი.

მყინვარების დისტანციური ზონდირების მონაცემების გამოყენებით, [II] ნაშრომის თანახმად, დასავლეთ საქართველოში არსებული მყინვარების ფართობი 2020 წლისთვის, XX საუკუნის 70-იან წლებთან შედარებით 190,3 კვ.კმ-ით ანუ 41 %-ით შემცირდა. ეს ფაქტი, რა თქმა უნდა, აისახება მდინარეთა ჩამონადენისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობაზე.

მ³/წმ



ნახ. 1. მაგალითები მდინარეთა უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (მ³/წმ) ტრენდებისა

გარდა ამისა, კლიმატის გლობალური დათბობის გააქტიურების პირობებში, მდინარეთა აუზებში ხდება ნულოვანი იზოთერმის აწევა უფრო მაღალ სიმაღლით ზონაში, რის გამოც მცირდება ცივი პერიოდის ხანგრძლივობა და იზრდება თბილი პერიოდი. ამის შესაბამისად მცირდება თოვლის საფრის რაოდენობა და მისი დნობით მიღებული წყლის ჩამონადენი. თბილი პერიოდისა და ტემპერატურის მომატების შედეგად იზრდება აორთქლება და შესაბამისად ისევ მცირდება მდინარეთა წყლის ჩამონადენი.

აღსანიშნავია აგრეთვე ის ფაქტიც, რომ ადრე მთის პირობებში არსებული მაღალი თოვლის საფრის დნობით მიღებული წყალი, თითქმის უდანაკარგოდ ჩაედინებოდა მდინარის კალაპოტში და იწვევდა მდინარის ჩამონადენის გაზრდას. სადღეისოდ კი, ისედაც შემცირებული თოვლის საფარი, დნობის დროს უხვად იხარჯება მომატებულ აორთქლებასა და გამომშრალ ნიადაგში ინფილტრაციაზე.

ამრიგად, ადრეულ წლებში, მდინარეთა აუზებში არსებული მყინვარებისა და დიდი რაოდენობის თოვლის საფრის დნობა იწვევდა წყალმოვარდნების ჩამონადენის გაზრდას. სადღეისოდ კი, მათი შემცირება იწვევს შესაბამისად მდინარის ჩამონადენისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების შემცირებას. ამაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა ნახ. 1-ზე წარმოდგენილი მაგალითები მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ტრენდების გრაფიკული გამოსახულებები. მე-2 ცხრილში კი, მოცემულია ყველა საკვლევი 29 ჰიდროკვეთისათვის მიღებული ტრენდების წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული განტოლებების პარამეტრები.

მათი ანალიზიდან ჩანს, რომ მდინარეებზე, რომელნიც კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ კალთებიდან იღებენ სათავეს, ჩვენს ხელთ არსებული წყალმოვარდნების მაქსიმალურ ხარჯებზე დაკვირვებათა მონაცემებით, მდ. ბზიფსა და მდ. კოდორზე ადრეული (1931-1991 წწ) 61 წლიანი რიგის საფუძველზე მიღებული ტრენდების მიხედვით, აღინიშნებოდა მათი მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური მატება. მაგალითად მდ. კოდორზე მიღებული ტრენდი ანალიტიკურად ასე გამოისახება:

$$T_{Qm} = 4,13 N + 370. \quad (2)$$

შედარებით მცირე მატება აღინიშნება უფრო გვიანი (2001-2011 წწ) მონაცემების დამატებით მიღებულ მყინვარებით მოსაზრდოვე მდ. ცხენისწყლის ტრენდებზე მის ზემო წელში (სოფ. ლუჯთან და სოფ. რცხმელურთან). 64 წლიანი დაკვირვების ინფორმაციით სოფ. რცხმელურთან მიღებული წყლის მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდის განტოლება ასეთია:

$$T_{Qm} = 0,43 N + 348. \quad (3)$$

აღმავალი ტენდენციით ($A = 0,714$) ხასიათდება აგრეთვე ტრენდი მდ. ტეხურაზე სოფ. ნაქალაქევთან, სადაც მდინარე უხვად იკვებება კოლხეთის დაბლობზე მომატებული ნალექებით.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ყვირილაზე ქ. ზესტაფონთან წყლის მაქსიმალურ ხარჯზე ადრეულ (1991 წლამდე) დაკვირვებათა მონაცემებით მიღებული ტრენდის აღმავალი ტენდენცია [10], ახალი (2021 წლამდე) ინფორმაციით, შეიცვალა მისი საწინააღმდეგო დაღმავალი ტენდენციის ტრენდით, რაც შეიძლება აიხსნას იმით, რომ კლიმატის ცვლილების შედეგად აუზში შემცირდა თოვლის საფარი, მოსული ნალექები კი უხვად იხარჯება მომატებულ აორთქლებასა და ნიადაგში ჩაქონვაზე. ამის გამო, მდ. ყვირილას მაქსიმალური ხარჯები ყოველწლიურად $1,04 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ით მცირდება.

განსაკუთრებით საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში არსებული მყინვარების ყველაზე დიდი რაოდენობა აღრიცხულია მდ. ენგურისა და მდ. რიონის სათავეებში [7], მაგრამ მათი წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების ტრენდები ხასიათდება დაღმავალი ტენდენციით, რაც აიხსნება იმ გარემოებით, რომ მათ აუზებში არსებული მყინვარების ფართობი 2020 წლისთვის [11] შრომის მიხედვით XX საუკუნის 70-იან წლებთან შედარებით 40-42 %-ით შემცირდა. ამის გამო, მათი მაქსიმალური ხარჯების 2021 წლამდე არსებული 92 წლიანი დაკვირვებათა მონაცემებით, მდ. ენგურის მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილების ტრენდის ანალიტიკური გამოსახულება სოფ. ხაიშთან, ასეთია:

$$T_{Qm} = -1,746 N + 809, \quad (4)$$

რის მიხედვითაც მდ. ენგურის მაქსიმალური ხარჯები ყოველწლიურად $1,746 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ით მცირდება. მაქსიმალური ხარჯები ასევე მცირდება ყოველწლიურად მდ. რიონის ზემო წელში: სოფ. ონთან $0,265 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ - ით, სოფ. ალაპანასთან $0,906 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ით და სოფ. ნამოხვანთან $1,746 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ით.

სულ სხვა ვითარება აღინიშნება მდ. რიონის ქვემო წელში, სადაც მისი ჩამონადენი იზრდება მრავალრიცხოვანი წყალუხვი შენაკადებით და აგრეთვე კოლხეთის დაბლობზე გახშირებული უხვი ნალექებით. შედეგად, სოფ. საქოჩაკიძესთან აღრიცხება მდინარის მაქსიმალური ხარჯების უდიდესი მატება და მისი მრავალწლიური ცვლილების ტრენდის წრფივი აპროქსიმაციით, მიღებულია შემდეგი განტოლება:

$$T_{Qm} = 6,806 + 2045. \quad (5)$$

შავი ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების აქტიური ზემოქმედება განსაკუთრებით მკვეთრად აისახება ზღვისპირა მცირე მდინარეთა (სუფსა, ნატანები, კინტრიში, ჩაქვისწყალი, ბჟუჟა) წყლის მაქსიმალური ხარჯების ცვლილებაზე. მათზე არსებული მონაცემებით 1927 წლიდან 2000 წლამდე და 2005 წლის დამატებით, 62 წლიანი დაკვირვებების რიგებით, მიღებულია აღმავალი ტენდენციის ტრენდები, რომელთაგან ყველაზე მაღალი ყოველწლიური მატება აღირიცხება მდ. ნატანებზე სოფ. ნატანებთან, სადაც მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ტრენდი ასე გამოისახება:

$$T_{Qm} = 3, 126 N + 222. \quad (6)$$

ცხრილი 2. დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდების პარამეტრები (A, B)

მდინარე	პუნქტი	ფართი F კმ²	სიმაღლე H მ	წლების რაოდ. N	პარამეტრები A B		დისპერსია R2
ბზიფი	ჯირხვა	1410	1690	61	1,66	450	0,026
კოდორი	ლათა	1420	1920	61	4,13	370	0,127
ენგური	დიზი	1620	2460	92	-0,664	372	0,009
ენგური	ხაიში	2780	2320	92	-0,403	662	0,001
ნენსკრა	ლახამი	468	2300	92	-0,311	161	0,007
მესტიაჭალა	მესტია	144	2790	92	-0,152	97,3	0,005
რიონი	ონი	1060	2260	92	-0,265	201	0,007
რიონი	ალპანა	2830	1810	92	-0,906	571	0,018
რიონი	ნამოხვანი	3450	1720	92	-1,746	809	0,045
რიონი	საქოჩაკიძე	13300	950	92	6,806	2045	0,015
ყვირილა	საჩხერე	533	1320	92	-0,525	183	0,02
ყვირილა	ზესტაფონი	2490	960	92	-1,042	594	0,01
ძირულა	წევა	1190	880	92	-0,736	323	0,017
ჩხერიმელა	ხარაგაული	655	1230	92	-0,184	118	0,003
ხანისწყალი	ბაღდათი	398	1100	92	-0,462	146	0,022
ცხენისწყალი	ლუჯი	506	2240	84	0,092	97,9	0,005
ცხენისწყალი	რცხმელური	1470	2040	84	0,43	348	0,004
ცხენისწყალი	ხიდი	1950	1800	84	-0,825	390	0,013
ტეხური	ნაქალაქევი	558	1160	84	0,714	302	0,008
ხობი	ლეგახარე	310	1640	84	-0,236	258	0,001
სუფსა	ჩოხატაური	316	1250	62	0,259	106	0,007
სუფსა	ხიდმაღალა	1100	970	62	1,524	442	0,018
ნატანები	ნატანები	469	880	62	3,126	222	0,089
კინტრიში	კოხი	191	1120	62	0,889	128	0,014
ჩაქვისწყალი	ხალა	120	880	62	0,161	141	0,001
ბჟუჟა	გომი	112	1580	62	1,7	55,5	0,043
აჭარისწყალი	ხულო	251	1590	63	-0,227	76	0,018
აჭარისწყალი	ქედა	1360	1470	63	-0,436	335	0,003
ჭოროხი	ერგე	22100		63	-0,77	1525	0,001

სულ სხვა ვითარებაა მდ. ჭოროხზე, რომელზეც გასულ წლებში კლიმატის მომატებული დათბობის ზეგავლენის გარდა, მდინარის ჩამონადენის შემცირებაზე იმოქმედა აგრეთვე თურქეთში აშენებულმა 10-მდე კაშხალმა, რის გამოც 2000 წლამდე არსებული 63 წლიანი დაკვირვებათა რიგებით წყლის მაქსიმალურ

ხარჯებზე, სოფ. ერგესთან მიღებულია მათი მრავალწლიური ცვლილების დადამავალი ტენდენცია. დადამავალი ტენდენციით ხასიათდება აგრეთვე მდ. ჭოროხის შესართავთან მდებარე მის შენაკად აჭარისწყლის მაქსიმალური ხარჯების ტრენდიც, რაც ძირითადად იმით აიხსნება, რომ მიუხედავად სიახლოვისა, შავი ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების გავლენა აქ შეზღუდულია მისი წყალგამყოფი მესხეთის ქედით, რომლის სიმაღლეები აუზის გასწვრივ 1300 მ-დან 2700 მ-მდე მერყეობს. მდ. აჭარისწყლის მაქსიმალური ხარჯების 63 წლიანი (1922 – 2020 წწ) დაკვირვებათა მონაცემებით მიღებული ტრენდების პარამეტრების მიხედვით, ისინი მცირდება ყოველწლიურად 0,23 მ³/წმ-ით სოფ. ხულოსთან და 0,44 მ³/წმ-ით სოფ. ქედასთან.

დასკვნა. დასავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალმოვარდნები ფორმირდებიან სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ გარემოში და ამიტომ ისინი არ არიან იდენტურები. მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების ფორმირებაში მონაწილეობენ ზოგან კავკასიონის მთავარ ქედზე არსებული მყინვარების ნადნობი წყლები, ზოგან მაღალ მთებში დაგროვილი თოვლის საფრის ნადნობი წყლები. კოლხეთის დაბლობზე კი, დიდ როლს თამაშობს შავი ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების კონდენსირებით მიღებული უხვი ატმოსფერული ნალექები. ამის გამო წყლის მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა ცალკეულ მდინარეზე სხვადასხვაა და ხასიათდება ინდივიდუალური თავისებურებებით. საყურადღებოა, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის გააქტიურების შედეგად შემცირდა მთებში არსებული მყინვარებისა და თოვლის საფრის ნადნობი წყლების ადრე მიმდინარე აქტიური ზემოქმედება, დაბლობებში კი ტემპერატურის მომატებით გაიზარდა აორთქლება და ნიადაგში ინფილტრაცია, რის გამოც მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯები ძირითადად მცირდება. მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების მატება აღინიშნება შავი ზღვისპირა მდინარეებზე, რომელთა ფორმირება ხდება ზღვის ნოტიო ჰაერის მასების ინტენსიური კონდენსირებით მიღებული უხვი ნალექებით. მდინარეთა წყლის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური დინამიკის განახლებული და დაზუსტებული ტრენდების პარამეტრების გათვალისწინება წყალსამეურნეო გაანგარიშებებში, შესაძლებელს გახდის დაზუსტდეს ყველა ჰიდროტექნიკური და სხვა ნაგებობათა პროექტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, რაც მეტად მნიშვნელოვანია მოსახლეობისა და გარემოს უსაფრთხოებისათვის. პერსპექტივაში, კლიმატის შემდგომი დათბობის პირობებში, შესაძლებელია კავკასიონის ქედზე მთლიანად დადნეს მყინვარები, მთებში კიდევ შემცირდეს თოვლის საფარი, დაშრეს წყაროები და გაიზარდოს აორთქლება. ასეთი პროცესის შემთხვევაში უფრო შემცირდება მდინარეთა ჩამონადენი და შესაბამისად მათი მაქსიმალური ხარჯებიც. მდინარეთა წყლის შემცირება გამოიწვევს მტკნარი წყლის რესურსების შემცირებას, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს წყალმომარაგებისა და მოსავლიანობის შემცირებას, რაც მეტად უარყოფითად აისახება გარემოზე, საზოგადოებისა და ქვეყნის განვითარებაზე. ამიტომ საჭიროა წინასწარ გარკვეული პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა და ჩატარება.

ლიტერატურა - References-Литература

1. Dolidze J., Kordzakhia G. Overview of hydrometeorological activities in Georgia. Science and Culture. Vol. II, Tbilisi, 2013, pp. 26-39
2. Fundamental Characteristics of Hydrology. Vol. 9, Issued 1, GIMIZ, Leningrad, 1967, 460 p.
3. Fundamental Characteristics of Hydrology. Vol. 9, Issued 1, GIMIZ, Leningrad, 1977, 358 p.
4. Fundamental Characteristics of Hydrology. Vol. 9, Issued 1, GIMIZ, Leningrad, 1978, 300 p.
5. State Water Cadastre, Vol. VI, Georgian SSR, GIMIZ, Leningrad, 1987, 416 p.
6. Department of Hydrometeorology of National Environmental Agency, Tbilisi, 2024
7. Catalog of Glaciers of USSR, Vol. 9, Issue 3, Part 1, GIMIZ, Leningrad, 1975, 86 p.
8. Basilashvili Ts. Updated maximum flood discharges for hydrological calculations of the rivers in Western Georgia. International Scientific Conference “Complex Geophysical Monitoring in Georgia: History, Modern Problems, Promoting Sustainable Development of the Country”, Tbilisi, Georgia, October 17-19, 2024, pp. 64-68. <http://dspace.gela.org.ge/handle/123456789/254>
9. Basilashvili Ts., Berdzenishvili N. The Scale of the Estimated Maximum Discharge of Floods on the Rivers of Western Georgia. International Scientific Conference “Modern Problems of Ecology”, Tbilisi, 2024, pp. 66-70. <http://mpe.openjournals.ge>

10. Basilashvili Ts. Changes of Georgian Mountainous Rivers Water Flows, Problems and Recommendations. American Journal of Environmental Protection, 4, № 3-1, Science Publishing Group (USA), 2015, pp. 38-43
11. Shengelia L., Kordzakhia G., Tvauri G., Guliashvili G., Beridze S. The Study of the Degradation of the Glacial Basin of Western Georgia against the background of ongoing climate change using satellite remote sensing data. Transactions IHM, GTU, Vol. 135, 2024, pp 64-68. doi.org/10.36073/1512-0902-2024-135-64-68

UDC: 551.482.215.3

Long-term trends in peak discharge rates of major floods in the rivers of Western Georgia. Basilashvili Ts.Z., Pipia M.G., Arutiniani N.E. Transactions IHM, GTU. -2025. -vol.136. -pp.07-15. - Georg., Summ. Georg., Eng.Rus.

Based on 61–92 years of observation data from 29 major hydrological checkpoints across Western Georgia, this study identifies trends in the annual changes of peak flood discharges. Linear approximation equations for these trends have been determined, providing essential parameters that hold both practical and predictive value. These findings are crucial for use in the planning and design of existing and future river structures and coastal zone developments, as well as for forecasting potentially hazardous hydrological events.

УДК: 551.482.215.3

Многолетняя динамика максимальных расходов наибольших паводков на реках Западной Грузии. Басилашвили Ц.З., Пипия М.Г., Арутюнян Н.Э. Сб. Трудов ИГМ ГТУ. - 2025. – том 136. - с. 07-15. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

На 29 основных гидрологических постах рек Западной Грузии, по данным 61-92 летних наблюдений, составлены тренды ежегодных изменений максимальных расходов наибольших паводков и определены их соответствующие уравнения по линейной аппроксимации. Получение их параметров, очень актуально и имеет практическую ценность, так как, их предвидение имеет важное значение при планировании и проектировании существующих и новых строений, находящихся на реках и в прибрежных зонах, а также в целях прогнозирования и предотвращения опасных гидрологических явлений.