

უკ 627.14.215.1

**მთის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა საქართველოში  
ც. ბასილაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი, საქართველო, jarjinio@mail.ru

წყალი დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის მთავარი ფაქტორია და ადამიანთა საქმიანობის ყველა სფერო მეტნაკლებად დამოკიდებულია მასზე. ის ეკონომიკის განვითარების მნიშვნელოვანი ბერკეტია, განსაკუთრებით მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში. ამიტომ საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება ბევრად არის დამოკიდებული წყლის რესურსების მართვის ეფექტურობაზე, რის გამოც წყლის პრობლემა ყოველთვის აქტუალურია.

მდინარეები წარმოადგენენ დედამიწაზე არსებული მტკნარი წყლის ბუნებრივი რესურსების ნაწილს, რომლებიც ყველაზე ადვილად ხელმისაწვდომი და მუდმივ განახლებადი უნარის მქონე რესურსია და ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. ისინი წარმოადგენენ სატრანსპორტო, სარწყავი, ელექტროენერჯის, წყალმომარაგების, საწარმოო და სამეურნეო საქმიანობის ერთ-ერთ მთავარ წყაროს, მაგრამ კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობა და ინტენსიური ანთროპოგენური დატვირთვა უარყოფით გავლენას ახდენს წყლისა და მიწის რესურსებზე. ამ ფონზე იზრდება ქვეყნის განვითარების რისკი, რაც განპირობებულია ძირითადად წყლის რესურსების მოცულობის შემცირებითა და მათი ხარისხის გაუარესებით.

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით, მაგრამ მათი რაციონალური გამოყენება რთულია, რადგან მდინარეთა ჩამონადენი გამოირჩევა მაღალი დინამიკურობით, ინტენსიური ცვალებადობითა და არათანაბარი განაწილებით დროსა და სივრცეში. ამის გამო აქ ხშირად წყალმოთხოვნა არ ეთანხმება წყალუზრუნველყოფას და წარმოიქმნება მწვავე დეფიციტური სიტუაციები, რთულდება წყალსამეურნეო ბალანსების ზუსტი გაანგარიშება და შესაბამის ღონისძიებათა განხორციელება. ამიტომ აუცილებელია მდინარეთა წყლის ჩამონადენისა და მისი ცვლილების სრულყოფილი შესწავლა.

კლიმატის დათბობის ზეგავლენის შესწავლის მიზნით მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების სიდიდეთა ცვლილების კვლევა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ განხილულ იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელში განხორციელებული მრავალწლიან დაკვირვებათა რიგების ანალიზი. ამ მხრივ მეტად, მნიშვნელოვანია ამ ელემენტების ყოველწლიური დინამიკის, როგორც ხარისხობრივი, ისე მისი რაოდენობრივი განსაზღვრა, რაც გულისხმობს მათი ტრენდების შეფასებას წრფივი აპროქსიმაციის ამსახველი განტოლებით:

$$T = \pm a \cdot n + b, \quad (1)$$

სადაც  $T$  - ტრენდია ანუ საკვლევი ელემენტის ყოველწლიური ტენდენციის გასაშუალებელი წრფე;  $a$  - განტოლების კოეფიციენტი, რომლის რიცხვითი მნიშვნელობა განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის ცვლილების ინტენსიურობას ანუ სიჩქარეს, მისი ნიშანი (+) ან (-) უჩვენებს ცვლილების მიმართულებას: დადებითი (+) ნიშანი აღნიშნავს მის აღმავალ ტენდენციას ანუ მატებას, ხოლო უარყოფითი (-) ნიშანი მიუთითებს მის დაღმავალ ტენდენციას ანუ შემცირებას;  $n$  - საკვლევი ელემენტის ყოველწლიურ დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერია მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც  $n=1$ , ყოველი შემდეგი ( $i$ ) მონაცემისათვის  $n=i + 1$ ;  $b$  - განტოლების მუდმივაა, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის მინიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის აღმავალი ტენდენციის შემთხვევაში, ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ტრენდის ხაზის დაღმავალი ტენდენციის დროს [1-3].

საქართველოში ჰაერის ტემპერატურებზე და ატმოსფერულ ნალექებზე 2010 წლის ჩათვლით არსებული 60-70 წლიანი დაკვირვებათა რიგების სათანადო ანალიზით, მიღებულია მათი ყოველწლიური ცვლილების ტრენდების  $a$  და  $b$  პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელთა მიხედვით გაირკვა, რომ გლობალური დათბობის შედეგად დასავლეთ საქართველოს რიგ რაიონებში აცივება აღინიშნება, ზოგან კი დათბობას აქვს ადგილი. აღმოსავლეთ საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ტემპერატურის მატებაა მოსალოდნელი, რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, განხილული მეტეოპუნქტებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში ყველგან აღინიშნება მათი მნიშვნელოვანი შემცირება, დასავლეთ საქართველოში კი შეინიშნება ნალექების შემცირება მხოლოდ ცალკეულ ადგილებში (მესტია, ქუთაისი, ბახმარო), დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი ყველგან ნალექები მატულობს [4-5].

მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენის ყოველწლიური ცვლილების შესწავლის მიზნით მრავალწლიურ ჭრილში, ჩვენ განვიხილეთ საქართველოს მდინარეთა წლის ხარჯებზე

არსებული 50-70 წლიანი დაკვირვებათა რიგები. მათი ტრენდების წრფივი (1) სახის აპროქსიმაციით მიღებული ცვლილებების პარამეტრები მოცემულია 1 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ მდინარეთა წყლის ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების დინამიკაში გამოხატულია მათი ყოველწლიური ზრდის ტენდენცია იმ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არის მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი და შესაბამისად წყლის ხარჯების ფორმირებაში მონაწილეობს მათი ნაღობი წყლები. წყლის ხარჯების ყოველწლიური მატების ყველაზე მაღალი ინტენსიურობით ( $a=1,313 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ) გამოირჩევა მდ. რიონი სოფ. საქოჩაკიძესთან, რომელიც წლის თბილ პერიოდში წყალდიდობის დროს, უხვად იკვებება მყინვარული წყლებით. ასეთივე პირობებია მდ. ენგურის აუზში, რომლის წყლის ენერგიით მოქმედებს საქართველოს უდიდესი ჰიდროელექტროსადგური. ამ ობიექტისათვის წყალსამეურნეო გაანგარიშებები ხდება მდ. ენგურის ჰიდროკვითზე სოფ. ხაიშთან, რომლისთვისაც წყლის ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების ტრენდი 1 ცხრილის მიხედვით გამოისახება შემდეგი განტოლებით:

$$T_Q = 0,96 n + 89,4, \quad (2)$$

საიდანაც ირკვევა, რომ მდ. ენგურის წყლის საშუალო წლიური ხარჯების ყოველწლიური მატების სიჩქარე შეადგენს  $0,96 \text{ მ}^3/\text{წმ-ს}$ .

დასავლეთ საქართველოში, ამ მხრივ განსაკუთრებული პირობებია მდ. აჭარისწყალზე, რომლის აუზში მართალია არ არის მყინვარები, მაგრამ ხდება მისი წყლის საშუალო წლიური ხარჯების მატება. ეს განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ ამ მდინარის აუზი მდებარეობს შავი ზღვის სანაპიროზე და მისი ოროგრაფია ამფითეატრივით არის მიმართული შავი ზღვისკენ და ამიტომ აქ ზღვიდან შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასები, მთელი წლის განმავლობაში უხვად კონდენსირდება აუზის შემომსაზღვრელ წყალგამყოფ შავშეთის, არსიანისა და მესხეთის ქედების ქარპირა ფერდობებზე. სწორედ ამის გამო სოფ. ქედასთან მდ. აჭარისწყალზე ხდება წყლის ხარჯების ყოველწლიური მატება  $0,118 \text{ მ}^3/\text{წმ}$  სიჩქარით.

$$T_Q = 0,118 n + 43,0. \quad (3)$$

აღმოსავლეთ საქართველოში მდინარეთა წყლის ხარჯების მატება აღინიშნება მხოლოდ იმ მდინარეებზე, რომელთა სათავეებში არის მყინვარები: თერგი, დიდი ლიახვი და არაგვი. 1 ცხრილის მიხედვით მათი ყოველწლიური მატების სიჩქარე შეადგენს დიდ ლიახვზე  $0,114 \text{ მ}^3/\text{წმ-ს}$ , მდ. არაგვზე კი  $0,052 \text{ მ}^3/\text{წმ-ია}$ . დანარჩენ მდინარეებზე, სადაც არ ხდება მათი საზრდოობა მყინვარული წყლებით, წყლის ხარჯების ტრენდები ხასიათდებიან დადებითი (შემცირების) ტენდენციით.

ცხრილი 1. საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯები ( $Q \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ) და მათი ყოველწლიური ცვლილების (ტრენდების)  $a$  და  $b$  პარამეტრები ფორმულაში  $T_Q = an + b$

	მდინარე - პუნქტი	აუზის		საშ. წლ. ხარჯი ( $Q \text{ მ}^3/\text{წმ}$ )	დაკვირვების წლები	პარამეტრები	
		ფართი ( $\text{კმ}^2$ )	სიმაღლე (მ)			a	b
1	კოდორი-ლათა	1420	1920	92,5	1931 – 1990	0,357	81,2
2	ენგური-ხაიში	2780	2320	118	1938 – 1990	0,960	89,4
3	რიონი-საქოჩაკიძე	13300	950	399	1928 – 1990	1,303	372
4	ყვირილა-ზესტაფონი	2490	960	60,7	1930 – 1990	- 0,028	61,6
5	ჭოროხი-ერგე	22000	2015	324	1930 – 1990	- 0,458	290
6	აჭარისწყალი-ქედა	1360	1470	46,1	1937 – 1990	0,118	43,0
7	დიდი ლიახვი-კეხვი	924	2100	27,0	1929 – 1990	0,114	24,4
8	პატ. ლიახვი-ვანათი	422	1940	8,86	1929 – 1990	- 0,014	10,3
9	ქსანი-კორინთა	461	1830	9,39	1941 – 1990	- 0,070	11,2
10	არაგვი-ჟინვალი	1900	1890	45,1	1936 – 1990	0,028	44,1
11	თ. არაგვი-მლეთა	107	2620	5,48	1935 - 1990	0,008	5,08
12	თ. არაგვი-ფასანაური	337	2189	12,1	1937 - 1990	0,003	12,0
13	შ. არაგვი-შესართავი	240	2020	7,76	1959 - 1990	- 0,008	7,84
14	ფშ. არაგვი-მაღაროსკარი	945	1960	19,5	1959 - 1990	0,052	17,6
15	ხადისხევი-წკერე	18,8	2500	1,01	1958 - 1990	0,005	0,87
16	ალაზანი-ბირკიანი	282	2200	13,9	1950 – 1996	- 0,002	14,0
17	ალაზანი-შაქრიანი	2190	1260	43,4	1933 – 2010	0,050	43,8

=====

მაგალითად, ყველაზე დიდი ინტენსიურობით მცირდება წყლის საშუალო წლიური ჩამონადენი მდ. ქსანზე (სოფ. კორინთასთან), რომლის ტრენდი 1941-1990 წლების მონაცემებით ასე გამოისახება:

$$T_Q = -0,07 n + 11,2. \quad (4)$$

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ კვლევის დროს ტრენდების განსაზღვრისათვის გამოყენებული წყლის ხარჯებზე არსებული დაკვირვების რიგები 1991 წლამდე, არ იძლევა საშუალებას სრულფასოვნად შეფასდეს კლიმატის დათბობის გავლენა მდინარეთა წელიწადობაზე, რადგან 1990 წლის შემდეგ აღინიშნა კლიმატის ინტენსიური დათბობა, მაგრამ საქართველოში სწორედ 1991 წლიდან მდინარეებზე აღარ იზომება მათი წყლის ხარჯები, ერთეულ მდინარეებზე იზომება მხოლოდ წყლის დონეები, რომელთა მიხედვით წყლის ხარჯების გრაფიკებით აღდგენილი წყლის ხარჯები მიახლოებითი და არასაიმედოა.

ვინაიდან ბოლო გამოქვეყნებულ ჰიდროლოგიურ ცნობარში [6] მოცემულია საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური ხარჯები გაანგარიშებული 1980 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, ამიტომ 1 ცხრილში, ტრენდების პარამეტრებთან ერთად მოცემულია 1991 წლამდე წყლის ხარჯებზე არსებული მრავალწლიური (საშუალოდ 40-60 წელი) სტაციონალურ დაკვირვებათა მონაცემების სათანადო სტატისტიკური ანალიზით დაზუსტებული წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯები (მ<sup>3</sup>/წმ).

ამრიგად, საქართველოს მდინარეთა წელიწადობის დინამიკის შესწავლის შედეგად გაირკვა, რომ განხილული პერიოდის განმავლობაში კლიმატის დათბობის შედეგად იზრდებოდა კავკასიონის მყინვარების დნობა, რის შედეგად შესაბამისად იზრდებოდა მდინარეთა წელიწადობა და მათზე კატასტროფული გამოვლინებები. იმ მდინარეებზე, რომელთა აუზებში არ არის მყინვარები, ამის საპირისპიროდ ტემპერატურის მომატების შედეგად იზრდებოდა აორთქლება და მცირდებოდა მდინარეთა წყლის ხარჯები, რაც იწვევდა მტკნარი წყლის შემცირებას.

მიმდინარე XXI საუკუნეში კლიმატის მოსალოდნელ [7] დათბობასთან დაკავშირებით ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება გამოიწვევს მთებში მყინვარების დნობის გაძლიერებას და ამ ზონის მდინარეთა წყლის ხარჯების კვლავ მომატებას. ამის შესაბამისად მდინარეებზე: კოდორზე, ენგურზე, რიონზე, თერგზე, დიდ ლიახვსა და არაგვზე მოსალოდნელია მათი წელიწადობის მატება და შესაბამისად წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური წყლის ხარჯების გაზრდა. სხვა მდინარეებზე კი, პირიქით, შემცირდება მდინარეთა წელიწადობა და შესაბამისად წყალმომარაგება და საირიგაციო წყლის რესურსები, რაც გამოიწვევს მოსავლიანობის შემცირებას ან სრულად განადგურებას.

ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებული საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო მრავალწლიური ხარჯების დაზუსტებული მნიშვნელობები და მათი მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბები მეტად მნიშვნელოვანია პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებების საწარმოებლად, რაც აუცილებელია სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და უსაფრთხოებისათვის.

საყურადღებოა, რომ მომავალში კლიმატის შემდგომი დათბობის შედეგად, შესაძლებელია კავკასიონის ქედი მთლიანად განთავისუფლდეს მყინვარებისაგან, რაც უკვე 2050-2060-იან წლებში ივარაუდება [8]. ასეთი პროცესი რეგიონში გამოიწვევს წყლის რესურსების მკვეთრ შემცირებას, წყართა დაშრობას, წყალმომარაგებისა და მოსავლიანობის შემცირებას, აგრეთვე სხვა ნეგატიურ მოვლენებს, რაც მეტად უარყოფითად იმოქმედებს გარემოზე, საზოგადოებისა და ქვეყნის განვითარებაზე. ეს რომ არ მოხდეს საჭიროა გარკვეული პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვა და დროულად ჩატარება.

### ლიტერატურა - References – Литература

1. Ts. Basilashvili. Changes of Georgian mountainous rivers, water flows, problems and recommendations. American Journal of Environmental Protection. Vol. 4, 3-1, Science Publishing Group (USA), 2015, pp. 38-43.
2. ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილების მოსალოდნელი ტენდენციები კლიმატის დათბობის პირობებში. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 1 (727), ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2018, გვ. 56-68.
3. Ц.З. Басиладшвили. Тенденции изменения максимальных расходов воды горных рек Грузии при потеплении климата. В книге: География: Развитие Науки и Образования (Коллективная монография), Санкт-Петербург, 2019, с. 38-42.
4. ც. ბასილაშვილი. საირიგაციო წყლის რესურსების მაფორმირებელი ფაქტორები და მათი დინამიკა შიგნი კახეთის რეგიონში. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 129, თბ., 2020, გვ. 21-29.

=====

5. Ts. Basilashvili. Current Problems of Fresh Water and Trends in the Flow of Water in the rivers of the South Caucasus in Georgia. European Geographical Studies, Vol. 7, iss. 1, Academic Publishing House Researcher (Slovakia), 2020. pp 68-77.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 6, Грузинская ССР, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1987, 416 с.
7. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. UNOP in Georgia. თბ., 2015, 292 გვ.
8. ც. ბასილაშვილი, მ. სალუქვაძე, ვ. ცომია, გ. ხერხეულიძე. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2012, 244 გვ.

#### უაკ 627. 14. 215. 1

**მთის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა საქართველოში** /ც. ბასილაშვილი/ სტუ-ის ჰმი-ს სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2021 - - ტ.132. -გვ.5-8. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს.

საქართველოს მთავარ მთის მდინარეთა წყლის ხარჯების მრავალწლიურ დაკვირვებათა რიგების სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე დაზუსტებულია მათი საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები და ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეები. მათი გათვალისწინება აუცილებელია სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისა და სამეურნეო საქმიანობის სწორი წარმართვისა და გარემოს უსაფრთხოებისათვის. ცხრ. 1, ლიტ. 8.

#### UDK 627. 1. 215

**Perennial Dynamics of Mountain River Water Runoff in Georgia.** /Ts. Basilashvili/ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. – 2021. – vol.132. – pp.5-8. -Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.

Through statistical analysis of the series of multi-year observations of water consumption of the main mountain rivers of Georgia, average multi-year values and speeds of annual change have been specified. Their consideration is essential for proper management of water calculations and agricultural activities in scientific, agricultural and project organizations and for the environmental safety. Tabl. 1, Ref. 8.

#### УДК 627. 14. 215. 1

**Многолетняя динамика стока воды горных рек Грузии.** /Басиладшвили Ц.З./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. - 2021. - вып. 132. - с.5-8. – Груз.; Рез. Груз., Анг., Рус.

На основе статистического анализа многолетних рядов наблюдаемых данных над расходами воды, на основных горных рек Грузии, уточнены их среднемноголетние величины и интенсивность ежегодных изменений. Их учёт в научных, хозяйственных и проектных организациях необходимо в целях водохозяйственных расчётов, правильного ведения хозяйственного производства и безопасности окружающей среды. Табл. 1, Лит. 8.