

გრიგოლია გ<sup>1.</sup>, ალავერდაშვილი მ.<sup>2.</sup>, ტრაპაძე ვ.<sup>1,2.</sup>,  
ბრეგვაძე გ<sup>1.</sup>, კიკნაძე დ.<sup>2.</sup>, ხუფენია ნ.<sup>1.</sup>, კოკაია ნ<sup>1.</sup>

<sup>1</sup>ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

<sup>2</sup>ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

### კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარის ჩამონადენის და ნალექების ერთობლივი სტატისტიკური ანალიზი

საქართველოს ერთ-ერთი უმთავრესი ბუნებრივი სიმდიდრე წყლის რესურსებია. ქვეყნის მდგრადი განვითარებისათვის აუცილებელია, არსებული წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება. წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენება უნდა ეფუძნებოდეს სრულ წარმოდგენას (ინფორმაციას) წყლის არსებულ რაოდენობაზე და მის მოსალოდნელ ცვლილებებზე კლიმატის ცვლილების ფონზე.

კლიმატის გლობალურმა დათბობამ გამოიწვია წალგაცვლის პროცესის ინტენსიფიკაცია. კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC, 2007) შეფასების მეოთხე მოხსენება ადასტურებს გლობალური დათბობის ციკლის არსებობას. 1905-2005 წწ. ასწლიანი წრფივი ტრენდი (0.74°C) აღემატება 1901-2000 წწ. შესაბამისი ტრენდის მნიშვნელობას (0.6°C), რომელიც წინა (IPCC, 2001) შეფასების მოხსენებაშია მოცემული. 1990-2100 წწ. პერიოდში მოსალოდნელია ტემპერატურა გაიზარდოს 1.4-5.8°C-ით. ამასთან მოსალოდნელია, რომ XXI საუკუნეში გაიზარდება ნალექების რაოდენობა, შემცირდება თოვლის საფარის გავრცელება, ხოლო მყინვარები გააგრძელებენ უკან დახევას. დათბობა უარყოფით გავლენას ახდენს მიწისქვეშა წყლების მარაგის ცვალებადობაზე. მიწისქვეშა წყლის დონეები ზოგიერთ წყალშემცველ ფენებში მნიშვნელოვნად შემცირდა, რამაც შეამცირა ბევრი მდინარის წყალმცირობის ჩამონადენი.

ყველა ეს ფაქტორი უშუალოდ ზემოქმედებს წყლის რესურსების უზრუნველყოფაზე, მდინარის ჩამონადენის რეჟიმზე და შიგაწლიურ განაწილებაზე. სავარაუდოდ გლობალური დათბობის ზემოქმედება ჩამონადენის შიგაწლიურ განაწილებაზე უფრო ინტენსიური გახდება. შემცირდება წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენი და გაიზარდება უხვწყლიანის. ამასთან დაკავშირებით ჩამონადენის დარეგულირება მომავალში უფრო გართულდება.

აქედან გამომდინარე მეტად აქტუალურია მდინარის ჩამონადენისა და მისი ძირითადი განმაპირობებელი ფაქტორის – ნალექების რაოდენობრივი ცვლილების დინამიკის გამოვლენა, რაც გულისხმობს ტრენდის შეფასებას. ტრენდის გამოვლენის თვალსაჩინო ხერხს წრფივი რეგრესია წარმოადგენს, ხოლო ტრენდის ნიშანდობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით სიდიდეს ( $x$ ) და მის რიგით ნომერს ( $i$ ) შორის კორელაციის კოეფიციენტის ( $r_{xi}$ ) სიდიდით. ყველა ამ საკითხის შესწავლისათვის აუცილებელია გვექონდეს ისტორიულად დაკვირვებული მონაცემები. სამწუხაროდ 1990 წლიან მკვეთრად შემცირდა ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუმბაგობის რიცხვი. 2007 წელს ფუნქციონირებდა მხოლოდ 13 მეტეოროლოგიური სადგური და 20 საგუმბაგო.

საანგარიშოდ შეირჩა თსუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიური ლაბორატორიის მდ. ვერეზე წყლის ხარჯისა და ნალექების დაკვირვებული მონაცემები, რომლიც ტარდება 1963 წლიდან დღემდე.

მდ. ვერე სათავეს იღებს დიდგორის ქედის სამხრეთ კალთაზე სოფ. მოხისიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით ზღვის დონიდან 1682 მ სიმაღლეზე და ერთვის მდ. მტკვარს თბილისის მიდამოებში ზღვის დონიდან 390 მ სიმაღლეზე. მდინარის სიგრძე 42.5 კმ-ია, საშუალო დახრილობა 32.2%, წყალშემკრები აუზის ფართობი 190 კმ<sup>2</sup>-ია. საშუალო მრავალწლიური ხარჯი 1.0 მ<sup>3</sup>/წმ-მდეა. აუზში რამოდენიმე პატარა ტბაა, რომელთა სიღრმე 4 მეტრს არ აღემატება.

მდ. ვერეს აუზი ასიმეტრიულია, იგი მთლიანად აგებულია ზედა ეოცენური ქანებით – ქვიშაქვებითა და თიხაფიქლებით. იგი მოქცეულია მშრალი კონტინენტური ჰავის არეში. მის აუზში ზაფხული ცხელი და მშრალია, ზამთარი უნალექო და ცივი. ნალექების უმეტესი რაოდენობა გაზაფხულზე მოდის, ზაფხულში კი საკმაოდ ხანგრძლივი უნალექო პერიოდის შემდეგ იცის ხანმოკლე ძლიერი თავსხმა წვიმები, რომელიც ზოგჯერ კატასტროფულ ხასიათს იძენს.

მდ. ვერეს წლიური ჩამონადენის განაწილება საზრდოობის წყაროების მიხედვით გაკეთებულია მოცემულ დაკვირვების პერიოდში (1963-2007წწ.) შერჩეული საშუალო წყლიანობის წლისათვის (1967წ.), რომლის მიხედვითაც ჩამონადენის წლიური რაოდენობიდან შეადგენს: თოვლი – 17.0%, წვიმა – 43.7% და მიწისქვეშა – 39.3%.

საანგარიშოდ ინტერვალად შეირჩა ცალკეული თვეების და სეზონების (III-V, VI-VIII, IX-XI, XII-II) წყლის ხარჯების ( $Q$  მ<sup>3</sup>/წმ) საშუალო მნიშვნელობები და ნალექების ( $X$  მმ) ჯამური სიდიდეები. ერთობლივი

გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია  $Q$ -სა და  $X$ -ის მოდულური კოეფიციენტები:  $K_i^Q = \frac{Q_i}{Q}$ ;  $K_i^X = \frac{X_i}{X}$ .

ცალკეული თვეებისა და სეზონების ინტერვალის შერჩევა საშუალებას იძლევა ზოგადად დახასიათდეს ამ პერიოდების ჩამონადენისა და ნალექების ცვალებადობის დინამიკა (ტრენდი). ამავე დროს ასეთი მონაცემები

საშუალებას იძლევა გაანალიზდეს შიგაწლიური ჩამონადენის ცვალებადობა. თუმცა უფრო მისაღებია შიგაწლიური განაწილება ცალკეული თვეებისათვის, გამოსახოს თითოეული წლის პროცენტები წლიურიდან. პროცენტული მაჩვენებლები საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ თითოეული თვის წლიურიდან წვლილის (%) ცვალებადობის დინამიკა დაკვირვებული პერიოდის განმავლობაში 1963-2007 წწ.

გამოვთვალეთ კორელაციური კავშირები ჩამონადენსა და ნალექებს შორის აღნიშნულ პერიოდში თვეებისა და სეზონების მიხედვით, რომელიც მოცემულია ცხრილებში 1 და 2:

ცხრილი 1.

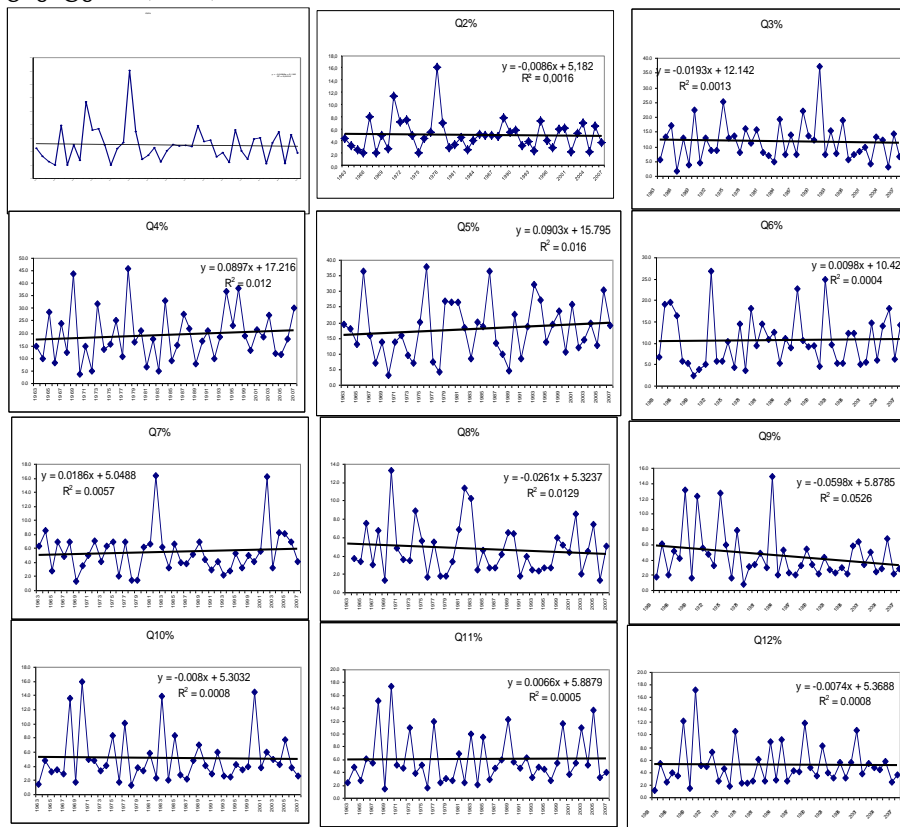
თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$r_{XQ}$	0.37	0.50	0.33	0.59	0.48	0.70	0.34	0.32	0.42	0.37	0.14	0.18

ცხრილი 2.

სეზონი	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II
$r_{XQ}$	0.63	0.52	0.44	0.65

მოცემული ცხრილებიდან ნათლად ჩანს, რომ ჩამონადენსა და ნალექებს შორის საკმარისად მჭიდრო კავშირებია, გარდა XI და XII თვეებისა.

აგებულ იქნა ჩამონადენისა და ნალექების ერთობლივი ცვალებადობის გრაფიკები, მოდულურ კოეფიციენტებში (ნახ.1).



ნახ. 1.

ტრენდის ნიშანდობა შეიძლება შეფასდეს შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შორის კორელაციის კოეფიციენტით  $r$  თუ გათვლების შედეგად აღმოჩნდება რომ კორელაციის კოეფიციენტი და რანგობრივი კრიტერიუმები მეტია  $2\sigma_r$ -ზე, სადაც  $\sigma_r = 1/\sqrt{n-1}$  ან  $\sigma_r = \sqrt{n/(n-1)}$ , მაშინ ტრენდი ჩაითვლება სარწმუნოდ. [1]

ტრენდის შეფასებისათვის გამოთვლილ იქნა კორელაციის კოეფიციენტის თითოეული თვისა და სეზონისათვის, რომელიც მოცემული ცხრილებში 3 და 4:

ცხრილი 3.

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$X$	-0.07	0.11	0.11	0.19	-0.17	-0.07	-0.17	-0.16	-0.23	0.15	0.12	0.04
$Q$	0.15	0.06	0.08	0.21	0.36	0.15	0.19	-0.21	-0.09	0.11	0.20	0.13

ცხრილი 4.

სეზონი	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II
$X$	-0.08	-0.21	0.01	0.09
$Q$	0.20	0.01	0.09	0.23

ეს ცხრილი საშუალებას გვაძლევს შევადაროთ, როგორი ტენდენცია აქვს თითოეულ თვეში და სეზონში ჩამონადენსა და ნალექს, არის თუ არა ამ ტენდენციაში განსხვავება. გათვლებმა აჩვენა, რომ ნიშნადია მხოლოდ V თვის ჩამონადენის ტრენდი, სადაც კორელაციის კოეფიციენტი  $r = 0.36 > 2\sigma_r = 0.31$ .

ერთნაირი ტენდენცია (დადებითი) არის II, III, IV, XI და XII თვეებში, უარყოფითი – VIII, IX თვეებში. მიღებული კორელაციის მნიშვნელობები კლებადი რიგის სახით, როგორც დადებითი ასევე უარყოფითი, მოცემულია ცხრილებში 5 და 6, რომელიც საშუალებას გვაძლევს დავახარისხოთ ცვალებადობის ტენდენცია კორელაციის სიდიდის მიხედვით.

როგორც ადრე აღვნიშნეთ შიგაწლიური განაწილების ცვალებადობის ტენდენციის შესწავლისათვის ყოველწლიური მონაცემებისათვის გამოვთვალეთ ჩამონადენის თითოეული თვის წვლილი პროცენტებში წლიური მნიშვნელობიდან [2]. ნახაზ 2-ში მოყვანილია ჩამონადენის ცალკეული თვეების წლიურიდან წვლილი %-ში დაკვირვებული პერიოდის განმავლობაში. ტრენდის შეფასებისათვის პროცენტებსა და რიგით ნომრებს შორის კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ 7-ში.

ცხრილი 5.

#	$Q$		$X$	
	$r$	თვე	$r$	თვე
1.	0.36	V	0.19	IV
2.	0.21	IV	0.15	X
3.	0.20	X	0.12	XI
4.	0.19	VII	0.11	II
5.	0.15	I	0.11	III
6.	0.15	VI	0.04	XII
7.	0.13	XII	-0.23	IX
8.	0.11	X	-0.17	V
9.	0.08	III	-0.17	VII
10.	0.06	II	-0.16	VIII
11.	-0.21	VIII	-0.07	VI
12.	-0.09	IX	-0.07	I

ცხრილი 6.

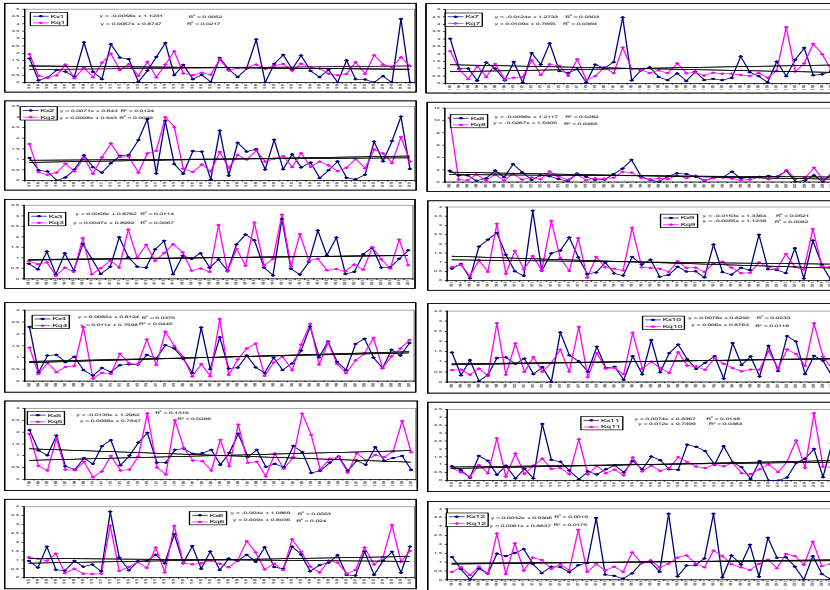
#	$Q$		$X$	
	$r$	სეზონი	$r$	სეზონი
1.	0.23	XII-II	0.09	XII-II
2.	0.20	III-V	0.01	IX-XI
3.	0.09	IX-XI	-0.21	VI-VIII
4.	0.01	VI-VIII	-0.08	III-V

ცხრილი 7.

თვე											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$r$											
-	-	-	0.11	0.13	0.02	0.07	-	-	-	0.02	-
0.02	0.04	0.04					0.11	0.23	0.03	0.02	0.03

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს არ შეიმჩნევა ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილების ტენდენცია, კორელაციის კოეფიციენტის ყველა თვისათვის ნულთან ახლოსაა, მხოლოდ V თვეში  $r = 0.23$ .

ჩამონადენისა და ნალექების ცვალებადობის ერთობლივმა ანალიზმა, გვაჩვენა რომ ზრდადობის და კლებადობის ტენდენციები განსხვავებულია ცალკეული თვეებისთვის და სეზონისთვის და ნიშნადი ტრენდი მხოლოდ მეხუთე თვეში შეინიშნება. ცალკეული თვეებით ჩატარებული ანგარიში უფრო მეტ ინფორმაციას გვაძლევს და უფრო საიმედოა, ვიდრე წლიური ჩამონადენის.



ნახ. 2

**ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. О.Р. Шелутко 1991. Численные методы в гидрологии, Ленинград, Гидрометеиздат, с. 157.
2. Г. Григолия, Д. Кереселидзе, Г. Бреговдзе 2003. Влияние глобального потепления климата на режим стока некоторых рек Грузии, Ереван, Наука, с. 74-79.

უკ 551

**კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარის ჩამონადენის და ნალექების ერთობლივი სტატისტიკური ანალიზი.**/გრიგოლია გ., ალავერდაშვილი მ., ტრაპაიძე ვ., ბრეგვაძე გ., კიკნაძე დ., ხუფენია ნ., კოკაია ნ./ ჰმი-ს შრომათა კრებული -2008.-ტ.115.-გვ. 105-111.- ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე მეტად აქტუალურია მდინარის ჩამონადენის და მისი ძირითადი განმაპირობებელი ფაქტორის ნალექების ცვლილების კანონზომიერების ერთობლივი შეფასება წრფივი რეგრესიით და ტრენდით (შემთხვევით სიდიდესა და მის რიგით ნომერს შორის კორელაციის კოეფიციენტით). შეფასებულია მდინარე ვერეს საშუალო თვიური და სეზონური (III-V, VI-VII, IX-XI, XII-II) ხარჯებისა და ნალექების ტრენდი. შიგაწლიური ცვალებადობის დადგენისათვის გამოთვლილია ცალკეული თვიური ჩამონადენის წლიურიდან პროცენტებში წვლილის ტრენდი. დადგენილია აღნიშნული პერიოდების ჩამონადენისა და ნალექების კორელაციური კავშირები.

UDC 551

**JOINT STATISTICAL ANALYSIS OF THE RIVER FLOW AND PRECIPITATIONS FALLEN IN BASIN ON THE BACKGROUND OF THE CLIMATIC CHANGE.**/Grigolia G., Alaverdashvili M., Trapaidze V., Bregvadze G., Kiknadze D., Khufenia N., Kokaia N./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - ტ.115. – p. 105-111. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

On the background of global warming of the climate, the joint evaluation of the river flow and changes in precipitations, its principal stipulating factor by linear regression and trend (with the correlation coefficient between the random number and its ordinal number) is extremely urgent. The trend of average monthly and seasonal discharges of the Vere river (III-V, VI-VII, IX-XI, XII-II) and precipitations is estimated. The trend of the percentage ratio of the annual individual monthly discharges has been calculated with the aim of establishing the within-year variability. The correlations between the flows in the specified periods and precipitations have been determined.

УДК 551

**СОВМЕСТНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЧНОГО СТОКА И ОСАДКОВ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА.**/Григолия Г.Л., Алавердашвили М. Ш.,Трапаидзе В. Д., Бреговдзе Г.И., Кикнадзе Д.Г., Хуфения Н.Г., Кокаия Н.Г./ Сб.Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. –2008. – т.115. – с. 105-111. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

На фоне глобального потепления климата весьма актуален совместная оценка закономерности изменения речного стока и основного его обуславливающего фактора осадков линейной регрессией и трендом (корреляционным коэффициентом между случайной величиной и ее порядковым номером). Оценена тренды среднемесячных и сезонных (III-V, VI-VIII, IX-XI, XII-II) расходов воды и осадков р. Vere. Для определения внутригодового изменения