

## მდ. ენგურის ჩამონადენის დინამიკის შეფასება ზაფხულის პერიოდში თ.ცინცაძე, გ.გრიგოლია, ს.გორგიჯანიძე, ნ.ცინცაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

**ანოტაცია** სტატიაში მოცემულია კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული მყინვარული საზრდოობის მდინარეების (თბილი პერიოდის) ჩამონადენის ცვლილების და გაანგარიშების მათემატიკური მოდელი, მისი შეფასება კლიმატური პირობების (ნალექებისა, ჰაერის ტემპერატურის და სრული ჩამონადენის) მონაცემების მიხედვით, ასევე აუზის  $K$  - ჩამონადენის კოეფიციენტის ანალიზი.

**საკვანძო სიტყვები:** კლიმატის ცვლილება, მყინვარული ჩამონადენი, ჩამონადენის კოეფიციენტი.

კავკასიაში მყინვარების დნობა, დაკვირვების ტრადიციული მეთოდებით, ფიქსირდება 1850-1965 წლების პერიოდში და გამყინვარების საერთო ფართობის შემცირება საკმაოდ კარგად აღიწერება წრფივი კანონით [1]. ეს პროცესი გრძელდება დღემდე, რაც დასტურდება გასული საუკუნის მეორე ნახევარში დაწყებული დისტანციური ზონდირების, კერძოდ კი თანამგზავრული მონაცემებით [2].

გამყინვარების დეგრადაციასთან მჭიდრო კავშირშია მყინვარული საზრდოობის მდინარეების ჩამონადენის ცვლილება, მისი კვების დინამიკა. ამოტომ, ამ ტიპის მდინარეთა ჩამონადენზე დაკვირვების მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნას წყალშემკვრებზე და საერთოდ რეგიონში კლიმატის ცვლილების ინდიკატორად.

მყინვარული ჩამონადენის გაანგარიშება შესაძლებელია შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტით:

1. მყინვარული საზრდოობის მქონე მდინარის ჩამონადენის ფორმირების მათემატიკური მოდელებით;
2. მდინარის საერთო ჩამონადენში მყინვარული წყლების წილის შეფასებით;
3. კლიმატის თანამედროვე ცვლილების პირობებში სრული და მყინვარული ჩამონადენის დინამიკის გამოკვლევით.

გამოკვლევა/გაანგარიშება (მდ. ენგური – საგუშაგო ხაიშის კვეთში) ხორციელდება მდ.ენგურის საერთო ჩამონადენის ფორმირების მათემატიკური მოდელის საფუძველზე. რომელშიც აისახება  $R$  (ჩამონადენის) ემპირიულ – სტატისტიკურ კავშირს ტემპერატურა – ნალექების ( $t$ ,  $P$ ) კომპლექსთან, რისთვისაც ვიყენებთ წყალშემკვრებზე სხვადასხვა დროს ფუნქციონირება ნალექთა ჯამების დამდგენი 8 მეტეოსადგური და საგუშაგო: ხაიში, ნაკი, ლახამულა, დიზი, ბეჩო, ლახამი, მესტია, ჩოლაში. და ჰაერის ტემპერატურის: ხაიშის, ბეჩოსა და მესტიის მონაცემებს. ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელში სხვადასხვა დროს არსებული პუნქტების ისტორიულ მონაცემებს. ჰიდრომეტეოროლოგიური მახასიათებლების რიგებში გამოტოვებული ელემენტების განსაზღვრა და რიგების მიყვანა ერთი და იგივე პერიოდამდე შესრულდება ემპირიული ფუნქციის ორთოგონალურ მდგენელებად (ვექტორებად) დაშლის მეთოდით.

ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია წყალბალანსური ტიპის მოდელით, რომელთა ზოგადი წარმოდგენა დაიყვანება განტოლებაზე

$$R = R_{გრ} + R_{ნალ} + R_{მყ} . \quad (1)$$

სადაც  $R$  – მდინარის სრული ჩამონადენია,  $R_{გრ}$  – მიწისქვეშა ჩამონადენი,  $R_{ნალ}$  – ატმოსფერული ნალექებით ფორმირებული ჩამონადენი, ხოლო  $R_{მყ}$  – მყინვარული ჩამონადენი. განტოლებაში შემა-

ვალი მცინვარული ჩამონადენის კომპონენტი შეიძლება შეფასდეს დანარჩენი წევრების განსაზღვრით ჰიდრომეტეოროლოგიურ მონაცემთა რიგების საფუძველზე. კერძოდ, R განისაზღვრება უშუალოდ გაზომვებით მიღებული მახასიათებლებით და რეგრესიული მოდელის  $R=f(t, P)$  გამოყენებით,  $R_{გრ}$  აიღება, როგორც ზამთრის თვეების მინიმალური ჩამონადენის სიდიდე [3], ხოლო  $R_{ნალ}=(P-E) \cdot K$  გამოითვლება ერთის მხრივ, მდნარი მყარი და თხევადი ნალექებისა და მეორეს მხრივ, აორთქლების სიდიდეთა სხვაობით, ასევე აუზისა და კვეთისთვის დამახასიათებელი K ჩამონადენის კოეფიციენტის მიხედვით.

დაკვირვებული მონაცემების მიხედვით წყალშემკრებზე ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობა შეადგენს  $t=7.6^{\circ}C$ , ნალექთა ჯამების წლიური საშუალო სიდიდე ტოლია  $P=1116$  მმ, მდ. ენგურის საშუალო წლიური ჩამონადენის მნიშვნელობა ხაიშთან 1938-1986 წლებში შეადგენდა  $R=110$  მ<sup>3</sup>/წმ=1248 მმ=3.469კმ<sup>3</sup>. ამ მონაცემებიდან უკვე ჩანს შეუსაბამობა დაფიქსირებულ ნალექთა ჯამებსა და ჩამონადენს შორის -  $R>P$ . ვინაიდან ჩამონადენის კოეფიციენტი ( $K=R/P$ ) $>1$ -ზე, ამიტომ ყოველწლიურ მონაცემებზე გადასვლისას შეფასებებში ვისარგებლეთ ჩამონადენის კოეფიციენტის კლიმატური მნიშვნელობით  $K=0.75$ , აღებული მდ. ენგურის აუზის ამ ნაწილისათვის ვ.ვლადიმროვის და სხვების კავკასიისა და საქართველოს წყლის ბალანსის კვლევების შედეგების მიხედვით [4-6].

აღსანიშნავია, რომ აუზში ნალექთა ჯამების განაწილება სიმაღლის მიხედვით არატიპურია- ნალექები მცირდება მაქსიმუმით ხაიშში (1301 მმ) და ნაკაში (1343 მმ), მინიმუმით მესტიაში (918 მმ). ყველა მეტეოპუნქტი განლაგებულია 1600 მ-ზე ქვემოთ, რაც ბევრად ნაკლებია, ვიდრე აუზის საშუალო სიმაღლე (2320 მ). საქმეს არც მეზობელი აუზების - მდინარეების კოდორის და რიონის წყალშემკრებებზე არსებული პუნქტების მონაცემებმა უშველა. მცდელობა მიგველო ნალექთა ჯამების სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკული და ანალიზური სახე უშედეგოდ დასრულდა. ამან კი არ მოგვცა საშუალება ნალექთა ჯამები წყალშემკრებზე დაგვეკავშირებინა აუზის საშუალო სიმაღლესთან და შესაბამისი კორექცია შეგვეტანა ნალექთა ყოველწლიურ მნიშვნელობებში. ასეთ ვითარებაში იძულებული გავხდით კვლევის მეორე ნაწილში ნალექთა ჯამების ყოველწლიური სიდიდეები წყალშემკრებზე აღვედგინა ჩამონადენისა და ჩამონადენის კოეფიციენტის კლიმატურ მნიშვნელობათა დახმარებით, რაც ფიზიკურად სავსებით მისაღებია [4-6].

ამრიგად მდ.ენგური-საგუშაგო ხაიშის კვეთში სრული და მცინვარული ჩამონადენის დინამიკის შედეგები შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვადგინოთ. კლიმატის ცვლილების პირობებში, კვლევის 50 წლის განმავლობაში, თბილ პერიოდში, ფაქტიურად უცვლელი ნალექთა ჯამების პირობებში ( $P=1135$  მმ), ჰაერის ტემპერატურის შემცირებისას დაახლოებით  $8.5^{\circ}$ -დან  $8^{\circ}C$ -მდე ( $\Delta t=0.5^{\circ}C$ ), საგუშაგო ხაიშის კვეთში აღინიშნა მდ. ენგურის სრული ჩამონადენის ზრდა  $R=100$  მ<sup>3</sup>/წმ-დან თითქმის  $R=150$  მ<sup>3</sup>/წმ-მდე რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს მცინვარული საზრდოობის და მიწისქვეშა ჩამონადენის მატებით.

მოდელის გამოცდამ (არსებულ მასალებზე) გვიჩვენა მინიმალური ცდომილება  $\Delta R \approx 0.3$  მ<sup>3</sup>/წმ (0.3%), მაქსიმალური  $\Delta R \approx 58.2$  მ<sup>3</sup>/წმ (89%), საშუალო  $\Delta R \approx 17$  მ<sup>3</sup>/წმ (15%).

ემპირიულ-სტატისტიკური და წყალბალანსური მოდელებით მიღებულმა შედეგებმა მცინვარული ჩამონადენმა დაიკლო  $R_{აყ}=31$  მ<sup>3</sup>/წმ (34%) -დან  $R_{აყ}=15$  მ<sup>3</sup>/წმ (11%) -მდე. საშუალო სიდიდე ამ პერიოდისათვის ტოლია  $R_{აყ}=19.5$  მ<sup>3</sup>/წმ (16.5%) ტრენდის გამოყენებით მცინვარული ჩამონადენის სავარაუდო მნიშვნელობამ შეადგინა:  $R_{აყ}=14.3$  მ<sup>3</sup>/წმ (12%).

მცინვარული ჩამონადენის მნიშვნელობები შეფასებამ სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული მცინვარის ზედაპირიდან მოდნობის სიდიდის ემპირიული ფორმულების საფუძველზე

გვიჩვენა, რომ ხაიშის კვეთში ჩამონადენის მყინვარული კომპონენტის მნიშვნელობებია: 1965წ. – 27.2 მ<sup>3</sup>/წმ (K<sub>2</sub>=23%), 1990წ. – 23.1 მ<sup>3</sup>/წმ (19.5%), 2015წ. – 22.5 მ<sup>3</sup>/წმ (19%), 2100წ. – 24 მ<sup>3</sup>/წმ (20%).

ამრიგად, ორი განსხვავებული მეთოდით მიღებული მყინვარული საზრდოობის კომპონენტის მნიშვნელობები ახლოს არიან ერთმანეთთან, რაც მიუთითებს კვლევის შედეგების საიმედოობაზე.

მომავალში მყინვარული ჩამონადენის მნიშვნელობები დაზუსტდება მოდნობის გამოსახულებაში შემავალი მყინვართა საერთო ფართობის, ფირნის ხაზის სიმაღლის, მის დონეზე ჰაერის ტემპერატურისა და მყინვართა ფორმის პარამეტრის (მაგალითად, ენის ფართის შეფარდება საერთო ფართობთან) თანამგზავრული მონაცემების საფუძველზე.

#### literatura

1. ვ.ცომაია, ნ.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე და სხვ. გამყინვარების საუკუნოვანი დინამიკა კავკასიაში და მყინვართა გაქრობის კლიმატური პროგნოზი გლობალური დათბობის ფონზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.119, 2013, გვ.197-203.
2. ლ.შენგელია, გ.კორძახია, გ.თვაური, თ.დავითაშვილი, ნ.ბეგალიშვილი. კავკასიონის მყინვარებზე კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ზემოქმედების შესაფასებლად დისტანციური დაკვირვების ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობები. საქ. მეცნ.ეროვნ. აკადემიის „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, #4-6, 2012, გვ.24-25.
3. Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н., Цома В.Ш. и др. Исследование подземного стока рек и оценка запасов грунтовых вод в Грузии. Труды Инст. Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета "Актуальные Проблемы Гидрометеорологии и Экологии", т.117, Тбилиси, 2011, с.46-50.
4. Владимирова Л.А. Водный баланс Большого Кавказа. Мецниереба, Тбилиси, 1970, 140с.
5. ე.ელიზბარაშვილი, მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, რ.მესხია, შ.ელიზბარა-შვილი. საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი, გამომცემლობა „წიგნის სახელოსნო“, 2013, 128 გვ.
6. Цома В.Ш., Бегалишвили Н.Н. Гидрометеорологические основы конденсации атмосферной влаги в толще снежного покрова. Труды Инст. Гидрометеорологии АН Грузии "Проблемы Гидрометеорологии и Экологии", т.101, 1998, с.69-92.

#### ASSESSMENT OF THE RIVER ENGURI RUNOFF DYNAMICS DURING SUMMER

T.Tsintsadze, G.Grigolia, S.Gorgjanidze, N.Tsintsadze

**Summary:** The article provides mathematical model for changing and calculating glacial nutrition rivers runoff (warm period) related to climate change, estimating based on climatic conditions (precipitation, air temperature and total discharge), as well as analyzing basin K - discharge coefficient.

**Key words:** Climate change, glacier runoff, runoff coefficient.