

ვ.ცომაია, ლ.ქიტიაშვილი  
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.571

**სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის გავლენა მცირე მდინარეების ატივნარებულ ხარჯებზე**

**1.ზოგადი ცნობები**

სითბოს ტენიანობის თანაფარდობა [2] განსაზღვრავს ყველა ბუნებრივი მოვლენის ცვლილების ხასიათს, რაც ნაჩვენებია მდინარეების ატივნარებულ ხარჯების (R) ანალიზის შედეგებზე აჭარის მდინარეების მაგალითზე.

**2.ატივნარებული ხარჯების ცვლილების თავისებურებანი**

მდინარეების ატივნარებული ხარჯი წარმოადგენს მყარი ნატანი ხარჯის ძირითად შემადგენელ ნაწილს. მის წილზე მოდის საერთო რაოდენობის 80-85%; ამიტომ მყარი ნატანი ხარჯის ეს ნაწილი წარმოადგენს სტაციონალური ჰიდროლოგიური ქსელის დაკვირვების საფუძველს [1] და იზომება თხევადი ხარჯის გაზომვასთან ერთად. დაგროვილი მასალა დამუშავებულია და გამოქვეყნებულია ჰიდროლოგიურ ცნობარებში და წლის კადასტრებში. მრავალჯერ ჩატარდა მათი აღწერა, ანალიზი, კარტირება და სხვა. ამ საქმეში დიდი წვლილი მიუძღვის ქართველ მეცნიერებს გ.ხმალამეს, გ.სვანიძეს, ნ.ვარაზაშვილს, ლ.გველესიანს, მ.ალავერდაშვილს, რ.დიაკონიძეს, შ.ჯაოშვილს და სხვებს. შემოგვთავაზეს მთელი რიგი ახალი მეთოდები მყარი ნატანი ხარჯების შესწავლის საქმეში. მიუხედავად ამისა, ჯერ კიდევ ბევრია გასაკეთებელი და ამ ეტაპზე კვლევის მიზანს წარმოადგენს სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის გავლენა ატივნარებულ ხარჯებზე. ამ მხრივ გამოყენებულია მათი თანაფარდობის შიდაწლიური განაწილების გავლენა ატივნარებული ხარჯების შიდაწლიურ განაწილებაზე. ეს გავლენა გამოისახება ფორმულებით:

$$R = \int [Q, (16 + t)] , \tag{1}$$

$$R = \int [(16 + t), Q] , \tag{2}$$

$$R = \int [Q * (16 + t)] . \tag{3}$$

ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა ასევე R ,Q და (16+t) ინტეგრალური მახასიათებლები. მას საფუძველად უდევს განსაზღვრული ინტეგრალი იანვარ-დეკემბრის თვეების საზღვრებში. ასეთ შემთხვევაში R ,Q და (16+t) შორის დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულებით:

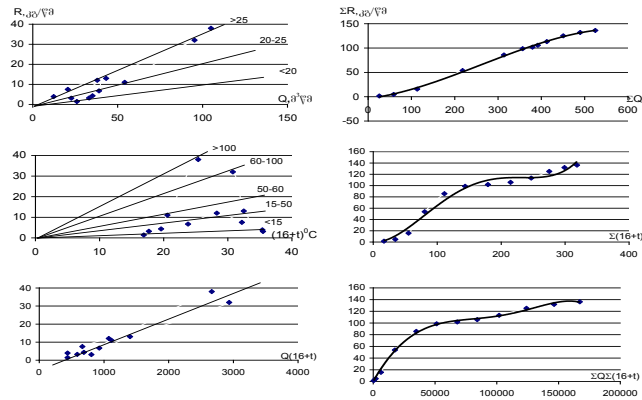
$$\sum_1^{12} R = f \left[ \sum_1^{12} Q, \sum_1^{12} (16 + t) \right] , \tag{4}$$

$$\sum_1^{12} R = f \left[ \sum_1^{12} (16 + t), \sum_1^{12} Q \right] \tag{5}$$

$$\sum_1^{12} R = f \left[ \sum_1^{12} (16 + t) \cdot \sum_1^{12} Q \right] \tag{6}$$

ისინი გვიჩვენებენ, რომ მოცემულ აუზში ერთ შემთხვევაში მთავარი ფაქტორია წყლის თხევადი ხარჯი (Q მ<sup>3</sup>/წმ), მეორე შემთხვევაში - ჰაერის ტემპერატურული ფაქტორი (16+t)°C, ან კიდევ მათი ნამრავლი [Q \* (16 + t)]. ეს ნამრავლი გამოხატავს სითბურ ჩამონადენს (რიცხვითი მნიშვნელობა 16 საქართველოს პირობებში მიღებულია უარყოფითი ტემპერატურის დადებით მნიშვნელობაზე გადასაყვანად).

ფორმულების (1)-(6) საფუძველზე აგებული გრაფიკული დამოკიდებულება მდ.აჭარისწყალი-ქედას მაგალითზე, წარმოდგენილია ნახ.1. იგივე ხასიათის დამოკიდებულება მიღებულია სხვა დანარჩენ მდინარეებზე, ნალექების ზრდასთან ერთად.



ნახ.1. მდ.აჭარისწყალი-ს.ქედას თვიური ატივნარებული ხარჯების (R) დამოკიდებულება თხევად ხარჯთან (ΣQ), ტემპერატურის ფაქტორთან (16+t) და სითბურ ჩამონადენთან [Q \* (16 + t)], ატივნარებული ხარჯის

ინტეგრალის ( $\Sigma R$ ) დამოკიდებულება ხარჯების ( $Q$ ), ტემპერატურის  $[\Sigma(16+t)]$  და სითბური ჩამონადენის  $[\Sigma Q * \Sigma(16+t)]$  ინტეგრალთან.

დამოკიდებულებების თანახმად ატივზარებული ხარჯების ( $R$  ან  $\Sigma R$ ) გამოსათვლელად გამოყენებული იქნა ცნობილი მეთოდები, გრაფიკული, ემპირიული ფორმულები; ინტეგრალური დამოკიდებულებისათვის – მთლიანი ინტეგრალური მრუდის დაყოფა ცალკეულ მრუდებად შიდა დახრილობისა და შიდა საზღვრების მიხედვით, ასევე მრავალწევრიანი ფორმულების შედგენით და სხვა.

კომპიუტერთან დიალოგის საფუძველზე მიღწეულ იქნა თითქმის სრული აპროქსიმაცია, რომლის საიმედოობის კოეფიციენტი ( $r^2$ ) აღემატება 0.945 (ცხრ.1). ამას ადასტურებს სხვა მდინარეების მაგალითები: თეთრი არაგვი-ს.მლეთა, შავი არაგვი-შესართავი, ბოლნისი-ს.სამწვერისი, ტანა-ს.ათენი, გუბაზეული-ს.ხიდისთავი და სხვა, რომლებიც მდებარეობენ სრულიად განსხვავებულ პირობებში.

ცხრილი 1. კომპიუტერთი მიღებული უწყვეტი ფორმულები

| ფორმულის ნომერი        | გამოსათვლელი ფორმულა   | აპროქსიმაციის საიმედოობა, ( $r^2$ ) |
|------------------------|--|-------------------------------------|
| კინტრიში – ს.კოხი      |  |                                     |
| (4)                    | $\Sigma R = -3.827 \cdot 10^{-6} \Sigma Q^3 + 1.153 \cdot 10^{-3} \Sigma Q^2 - 4.278 \cdot 10^{-2} \Sigma Q + 0.72$  | 0.945                               |
| (5)                    | $\Sigma R = 0.0221 \Sigma Q - 0.6834$  | 0.977                               |
| (6)                    | $\Sigma R = -3.835 \cdot 10^{-14} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^3 + 1.611 \cdot 10^{-9} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^2 + 1.494 \cdot 10^{-4} [\Sigma Q \Sigma(16+t)] + 0.362$   | 0.990                               |
| ჩაქვისწყალი – ს.ხალა   |  |                                     |
| (4)                    | $\Sigma R = -3.695 \cdot 10^{-6} \Sigma Q^3 + 8.657 \cdot 10^{-4} \Sigma Q^2 - 2.152 \cdot 10^{-2} \Sigma Q + 0.3218$  | 0.987                               |
| (5)                    | $\Sigma R = 0.0112(16+t) - 0.2855$   | 0.982                               |
| (6)                    | $\Sigma R = -8.554 \cdot 10^{-17} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^3 - 1.005 \cdot 10^{-9} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^2 + 1.287 \cdot 10^{-4} [\Sigma Q \Sigma(16+t)] + 0.1802$  | 0.992                               |
| აჭარისწყალი – ს.ხულო   |  |                                     |
| (4)                    | $\Sigma R = -5.968 \cdot 10^{-5} \Sigma Q^3 + 8.491 \Sigma Q^2 + 3.784 \cdot 10^{-1} \Sigma Q - 0.709$   | 0.998                               |
| (6)                    | $\Sigma R = -2.914 \cdot 10^{-16} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^4 + 2.479 \cdot 10^{-1} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^3 - 7.524 \cdot 10^{-7} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^2 + 1.019 \cdot 10^{-2} [\Sigma Q \Sigma(16+t)] - 0.0312$                        | 0.998                               |
| აჭარისწყალი – დაბ.ქედა |  |                                     |
| (4)                    | $\Sigma R = -1.109 \cdot 10^{-13} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^4 + 4.55 \cdot 10^{-13} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^3 - 6.575 \cdot 10^{-2} [\Sigma Q \Sigma(16+t)]^2 + 4.293 \cdot 10^{-3} [\Sigma Q \Sigma(16+t)] - 3.911 \cdot 10$                | 0.998                               |
| (5)                    | $\Sigma R = 5.099 \cdot 10^{-12} \Sigma(16+t)^6 - 0.744 \cdot 10^{-9} \Sigma(16+t)^5 + 3.406 \cdot 10^{-6} \Sigma(16+t)^4 - 8.154 \cdot 10^{-4} \Sigma(16+t)^3 + 9.113 \cdot 10^{-2} \Sigma(16+t)^2 - 3.371 \Sigma(16+t) + 3.725 \cdot 10$ | 0.998                               |
| (6)                    | $\Sigma R = -1.112 \cdot 10^{-6} \Sigma Q^3 + 8.79 \cdot 10^{-4} \Sigma Q^2 - 1.118 \cdot 10^{-1} \Sigma Q + 3.846$  | 0.997                               |

ანალიზი ჩატარდა ორ ეტაპად. პირველი ეტაპი მოიცავს დაკვირვების პერიოდის ადრინდელ წლებს 1935 - 1960 წლამდე. ამ პერიოდის დაკვირვების მასალების საფუძველზე დამყარდა ატივზარებული ხარჯების დამოკიდებულება წყლის ხარჯებთან, ჰაერის ტემპერატურასთან ფორმულების (1) და (6)-ის თანახმად, მდ.არაგვი-ს.მლეთასა და მეტეოროლოგიური სადგური ჯვრის უღელტეხილის მაგალითზე. დამოკიდებულება წარმოდგენილია ფორმულების სახით ძირითადი ფორმულების (1)-(3) –ის მიმართ:

|                                    |                    |                   |                        |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| თუ $t < -0.5^{\circ}\text{C}$ ,    | $R_i = 0.02Q_i$    | თუ $Q < 4.0$ ,    | $R_i = 0.005(16+t)$ .  |
| $-4.9 < t < 3.0^{\circ}\text{C}$ , | $R_i = 0.05Q_i$    | $4.1 < Q < 5.0$ , | $R_i = 0.015(16+t)$ ,  |
| $-3.1 < t < 7.9^{\circ}\text{C}$ , | $R_i = 0.125Q_i$   | $5.1 < Q < 6.0$ , | $R_i = 0.025(16+t)$ .  |
| $t > 7.1^{\circ}\text{C}$ ,        | $R_i = 0.20Q_i$    | $6.1 < Q < 7.0$ , | $R_i = 0.0575(16+t)$ , |
|                                    | $R = Q(16+t)0.1$ . | $Q > 7.6$ ,       | $R_i = 0.0935(16+t)$   |

და ა.შ.

მიღებული ფორმულების შემოწმების შედეგები სრულიად დამაკმაყოფილებელია. ამასვე ადასტურებს მეორე ეტაპის დაკვირვების მასალების გამოყენების შედეგები, რომლებიც წარმოდგენილია ცხრ.2-ის სახით მარტო ძირითადი ფორმულების მიმართ.

ცხრილიდან ჩანს, რომ შედეგები თვეების, სეზონებისა და წლების მიხედვით დამაკმაყოფილებელია. უნდა აღინიშნოს, რომ სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის შედაწლიური განაწილების გავლენა ნაჩვენებია ასევე, თხევადი ხარჯების, მდინარეების წყლის ტემპერატურის, მეტეოროლოგიურ, აგროკლიმატურ მოვლენების

შიდაწლიური განაწილების შეფასებაში არა მარტო რეგიონების, არამედ გლობალური მასშტაბით. ყველა შემთხვევაში მიღებული იქნა დადებითი შედეგები.

ცხრილი 2. 1960-1985 წწ პერიოდისათვის ΣR-ის გამოთვლის შედეგები 1935-1960 წლების პერიოდის მა-სალების საფუძველზე

| თვე            | R,კვ/წმ | Q,მ³/წმ | (16+t), °C | ინტეგრალური |       |         | გამოთვლილი |            |
|----------------|---------|---------|------------|-------------|-------|---------|------------|------------|
|                |         |         |            | ΣP          | ΣΘ    | Σ(τ+61) | ΣP         | სხვაობა, % |
| 1935 - 1960 წწ |         |         |            |             |       |         |            |            |
| 1              | 0,23    | 0,52    | 16,3       | 0,03        | 0,52  | 16,3    | 0,03       |            |
| 2              | 0,05    | 0,57    | 18,0       | 0,07        | 1,09  | 34,3    | 0,03       |            |
| 3              | 0,23    | 1,52    | 21,9       | 0,30        | 2,61  | 56,2    | 0,17       |            |
| 4              | 2,80    | 4,05    | 27,3       | 3,10        | 6,66  | 83,5    | 2,60       |            |
| 5              | 2,10    | 3,90    | 32,4       | 5,20        | 10,56 | 115,9   | 6,14       |            |
| 6              | 1,40    | 2,86    | 36,2       | 6,60        | 13,92 | 152,1   | 6,61       |            |
| 7              | 0,09    | 1,06    | 39,6       | 6,69        | 14,48 | 191,7   | 6,74       |            |
| 8              | 0,07    | 0,72    | 39,3       | 6,76        | 15,20 | 231,0   | 6,82       |            |
| 9              | 0,06    | 0,74    | 34,8       | 6,82        | 15,94 | 265,8   | 6,91       |            |
| 10             | 0,20    | 0,93    | 29,3       | 7,02        | 16,87 | 295,1   | 7,32       |            |
| 11             | 0,04    | 0,86    | 23,0       | 7,06        | 17,70 | 318,1   | 7,17       |            |
| 12             | 0,02    | 0,54    | 18,3       | 7,07        | 18,24 | 336,4   | 7,19       |            |
| წლ.            | 0,60    | 1,52    | 28,0       | 0,60        | 1,52  | 280,0   | 0,60       | 0,0        |
| Iკვ            |         |         |            |             | 2,47  |         |            | 2,42       |
| IIკვ           |         |         |            |             | 2,87  |         |            | 2,97       |
| IIIკვ          |         |         |            |             | 6,68  |         |            | 6,72       |
| IVკვ           |         |         |            |             | 6,97  |         |            | 7,00       |
| 1960 - 1985 წწ |         |         |            |             |       |         |            |            |
| 1              | 0,02    | 0,56    | 16,3       |             |       |         | 0,56       | 0,03       |
| 2              | 0,03    | 0,66    | 34,3       |             |       |         | 1,22       | 0,07       |
| 3              | 0,37    | 1,71    | 56,2       |             |       |         | 2,93       | 0,50       |
| 4              | 2,20    | 4,25    | 83,5       |             |       |         | 7,18       | 3,28       |
| 5              | 2,60    | 3,92    | 115,9      |             |       |         | 11,10      | 5,82       |
| 6              | 1,50    | 2,94    | 152,1      |             |       |         | 14,30      | 6,68       |
| 7              | 0,63    | 1,37    | 191,7      |             |       |         | 15,40      | 6,85       |
| 8              | 0,10    | 0,70    | 231,0      |             |       |         | 16,10      | 6,93       |
| 9              | 0,09    | 0,80    | 265,5      |             |       |         | 16,90      | 7,93       |
| 10             | 0,12    | 0,88    | 294,7      |             |       |         | 17,80      | 7,17       |
| 11             | 0,03    | 0,80    | 317,7      |             |       |         | 18,60      | 7,23       |
| 12             | 0,01    | 0,57    | 336,0      |             |       |         | 19,20      | 7,32       |
| წლ.            | 0,65    | 1,58    |            |             |       |         | 1,60       | 0,61       |
| Iკვ            |         |         |            |             |       |         |            | 2,17       |
| IIკვ           |         |         |            |             |       |         |            | 3,20       |
| IIIკვ          |         |         |            |             |       |         |            | 6,82       |
| IVკვ           |         |         |            |             |       |         |            | 7,13       |

ამრიგად, სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის შიდაწლიური განაწილების გამოყენების შემოთავაზებული სისტემა (1)-(6) ფორმულების სახით უზრუნველყოფს ერთდროულად თვიური, სეზონური და წლიური ჰიდროლოგიური მახასიათებლების დიდი სიზუსტით გამოთვლის შესაძლებლობას.

**ლიტერატურა -REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА**

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. 1978. Вып.6, Часть I. Л. Гидрометеиздат. 384 стр.
2. Соколовский Д.Л. 1959. Речной сток. Л. Гидрометеиздат. 527 стр.

უკ 551.571

სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის გავლენა მცირე მდინარეების ატივარებულ ხარჯებზე /ვ.ცომაია,ლ.ქიტიაშვილი/.  
 ში-ს შრომათა კრებული –2007.ტ.111, გვ.14-19, ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის გავლენა მდინარეების ატივარებულ ხარჯებზე (აჭარის მდინარეების მაგალითზე). შემოთავაზებული მეთოდი უზრუნველყოფს სითბოსა და ტენიანობის თანაფარდობის შიდაწლიური განაწილების საფუძველზე თვეების, სეზონებისა და წლიური ატივარებული ხარჯების მახასიათებლების

ერთდროულად გამოთვლა. შედეგები დამაკმაყოფილებელია. აპროქსიმაციის საიმედობის კოეფიციენტი მაღალია, მერყეობს 0.93-0.996-ის ფარგლებში. ცხრ.2, ილ.1, ლიტ.დას.2.

UDC 551.571

**The influence of correlations of heat and moisture on weighing expenditure of small rivers.** / V.Tsomaia, L.Kitiashvili/. Transactions of the Georgian Hydrometeorological Institute of, 2007. v.111, p.14-19. Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Was discussed the influences of heat and moisture correlation on flow of weighing drift of Ajara rivers; the method, bringing forward, provides the calculation of monthly, seasonal and annual expenditure of weighing drifts on the base of inner-annual distribution of heat and moisture correlations. The results are satisfactory: the coefficients of approximationZs trustworthiness are high – 0,93- 0,996. Tab.2, pict.1, lit.2.

УДК 551.571

**Влияние соотношений тепла и влаги на взвешенные расходы малых рек.** /В.Ш.Цомаია, Л.Р.Китиашвили/. Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. – 2007. - т. 111 - с.14-19- Груз.; Рез.: Груз.; Англ.; Русск.;

Рассмотрены влияния соотношений тепла и влаги на сток взвешенных наносов рек Аджарии; предложенный метод обеспечивает расчет месячных, сезонных и годовых расходов взвешенных наносов на базе внутригодового распределения соотношений тепла и влаги. Результаты удовлетворительные; коэффициенты достоверности аппроксимации высокие – 0,93-0,996. Таб.2; рис.1, лит.2.