

რევაზ სამუკაშვილი

**ინგურისა და გალის წყალსაცავების გავლენა
გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე**

REVAZ SAMUKASHVILI

**The impact of Inguri and Gali reservoirs on the
enviromrnt climate characteristics**

РЕВАЗ САМУКАШВИЛИ

**Влияние водохранилищ Ингури и Гали на
климатические характеристики среды**



**გამომცემლობა „უნივერსალი“
Publishing House “UNIVERSAL”**

**თბილისი – Tbilisi – Тбилиси
2016**

ნაშრომში გამოკვლეულია ენგურის და გაღის წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატურ მახასიათებლებზე (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა, ნალექების რაოდენობა).

განსაზღვრულია მიმდებარე ტერიტორიის ფართობითი ვარიაციები წელიწადის განმავლობაში, სადაც იგრძნობა წყალსაცავების გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე.

რედაქტორი: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გიორგი მელაძე.

რეცენზენტები: გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი: ელიზბარ ელიზბარაშვილი, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი ბაკური ბერიტაშვილი.

ავტორი მადლობას უხდის საქართველოს პოლიტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერთანამშრომელს ციციხო დიასამიძეს წიგნის ხელნაწერის დასაბეჭდად მომზადებისათვის.

© რ. სამუკაშვილი, 2016

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“, 2016

თბილისი, 0179, ი. ჰავსავაძის ბაზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30

E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-719-6

UDC: 556.5:551.1

In the present work the influence of Inguri and Gali reservoirs on the environmental climate characteristics (are temperature, absolute and relative humidity, wind velocity, amount of precipitation) is investigated.

The variation of areas where the impact of Inguri and Gali reservoirs is observed on the environmental climate characteristics is determined.

Editor: Dr. sciences (Agricul), Professor G. Meladze.

Reviewers: Dr. sciences (Geogr.) Professor E. Elizbarashvili,

Dr. sciences (Geogr.) B. Beritashvili.

© R. Samukashvili, 2016

Publishing House "UNIVERSAL", 2016

19, I. Chavchavadze Ave., 0179, Tbilisi, Georgia ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-719-6

УДКБЮ: 556.55:551.5.

В работе исследовано влияние водохранилищ Ингури и Гали на прилегающей территории (температура воздуха, абсолютная и относительная влажность, скорость ветра, количества осадков).

Определены вариации площади прилегающей территории в течение года, где чувствуется влияние водохранилищ на климатические характеристики среды.

Редактор: Доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Георгий Меладзе.

Рецензенты: Доктор географических наук,
профессор Элизбар Элизбарашвили,
доктор географических наук
Бакури Бериташвили.

© Р. Самукашвили, 2016

Издательство “УНИВЕРСАЛ”, 2016

Тбилиси, 0179, пр. И.Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-719-6

შინაარსი

შესავალი	7
თაზო 1. კლიმატის ანთროპოგენური ცვლილების ზოგადი დახასიათება, პრობლემის აქტუალობა.....	8
თაზო 2. გარემოს ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების ცვლილებების ზოგადი კანონზომიერებანი წყალსაცავების შექმნის პროცესში.....	33
თაზო 3. მდინარე ენგურის წყალსაცავის კასკადის განლაგების რაიონის მოკლე კლიმატური დახასიათება.....	37
თაზო 4. კვლევის მეთოდთა.....	76
თაზო 5. ენგურის აუზის წყალსაცავების კასკადის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების გავლენა ჰაერის ტენიანობის რეჟიმზე	82
თაზო 6. მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადის გავლენა გარემოს კლიმატზე.....	118
თაზო 7. უწერისა და ურავის წყალსაცავების გავლენა გარემოს კლიმატზე	197
დასკვნები	227
ლიტერატურა	233

შსსავალი

ნაშრომში გამოკვლეულია ჯვარის, ხუდონისა და გაღის წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატურ მახასიათებლებზე.

სხვადასხვა მეთოდების (გეოგრაფიული ანალოგიის, გამოთვლითი და სტატისტიკური) გამოყენებით დადგენილია ენგურის წყალსაცავების კასკადის გავლენის არეალი და ხარისხი ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი მეტეოელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, ნალექების როდენობა) საშუალო თვიურ სიდიდეებზე.

განსაზღვრულია მიმდებარე ტერიტორიის ფართობის ვარიაციები წლის განმავლობაში, სადაც იგრძნობა წყალსაცავების გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე.

დადგენილია გარემოს თერმულ რეჟიმზე წყალსაცავების გამათბობელი ან გამაცივებელი გავლენის პერიოდების ხანგრძლივობა ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლესა და წყალსაცავის პარამეტრების სიდიდეებისაგან დამოკიდებულებაზე.

ჩატარებულია წყალსაცავების გავლენის სტატისტიკური შეფასება სტიუდენტის პარამეტრების გამოყენებით.

თაზი 1.

კლიმატის ანთროპოგენური ცვლილების ზოგადი დახასიათება, პრობლემის აქტუალობა

როგორც ცნობილია, კლიმატი ითვლება გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის ერთ-ერთ კომპონენტად და ინდიკატორად. კლიმატის ძირითადი მახასიათებლების მნიშვნელობა (ჰაერის ტემპერატურა, ღრუბლიანობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება) ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობის ფართო სპექტრში ძალიან აქტუალურია. ტანამედროვე პირობებში კლიმატის ცვლილებებშიმდინარეობს ორი მიმართულებით: პირველი წარმოადგენს კლიმატის ბუნებრივ ცვლილებას, რომელიც განპირობებულია მასზე დროის დიდ მონაკვეთში ასტროფიზიკური და გეოფიზიკური ფაქტორების კომპლექსური მოქმედებით. ხოლო მეორე – ანთროპოგენურ ცვლილებებს, რომლის გამომწვევი მოხეზია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა. კლიმატზე ანთროპოგენური ზემოქმედება ძირითადად ვლინდება ეკოლოგიური გარემოს ცალკეულ ნაწილებში და აქვს ნეგატიური ხასიათი. ხოლო გარემოზე არსებული (საწარმოო ძალების ინტენსიური განვითარების შედეგად) ზემოქმედების მაშტაბების კრიტიკული ზღვრის შემთხვევაში დროის შედარებით მოკლე პერიოდში (მისი ბუნებრივი ცვლილებების ხანგრძლივობასთან შედარებით) კლიმატზე ანთროპოგენური გავლენის მაშტაბები იზრდება და განაპირობებს მისი გლობალური, შეუქცევადი ცვლილებების შესაძლებლობას.

მეოცე საუკუნეში დაგროვილი ინსტრუმენტალური მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალის ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მის პირველ ნახევარში, განსაკუთრებით 20-30-იან წლებში, ადგილი ჰქონდა კლიმატის ბუნებრივი დათბობის პროცესს, რომელიც 40-იან წლებში შეწყდა და შეიცვალა აცივებით. აცივების სიდიდემ ჯერ კიდევ ვერ მიაღწია დათბობის სიდიდეს. კლიმატის თანამედროვე ბუნებრივი ცვლილებები განსაკუთრებით შეიმჩნეოდა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზომიერ და მაღალ განედებში /1,2,3/.

კლიმატზე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ანთროპოგენური გავლენა ძირითადად განპირობებულია ატმოსფეროს შემადგენლობის, მისი ენერგეტიკული ბალანსისა და

ქვეყნული ზედაპირის ფიზიკური თვისებების ხელოვნური შეცვლით. ამ ფაქტორებიდან პირველი (ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობის ხელოვნური ცვლილებები) არის ძალიან მნიშვნელოვანი და უკვე იწვევს კლიმატის გლობალურ ცვლილებებს, როგორც უშუალოდ (მაგალითად, CO₂-ის კონცენტრაციის ზრდა). ისევე მათ ბაზაზე (სხვა აირები და მრავალი ორგანული შენაერთი) წარმოქმნილი აეროზოლების ნაწილაკების მეშვეობით. მზის რადიაციის განხვევის, შთანთქმისა და არეკლების შედეგად ეს აეროზოლები ახდენენ მნიშვნელოვან გავლენას სისტემა “დედამიწა-ატმოსფეროს” რადიაციულ და სითბურ ბალანსზე.

ამ ანთროპოგენურ ფაქტორებიდან ატმოსფეროს უშუალოდ სითბური გაჭუჭყიანების ეფექტი მიჩნეულია ეკოლოგიური თვალსაზრისით ცალკეული რეგიონებისათვის და კერძოდ, დიდი ქალაქებისათვის, კლიმატური პირობების გაუარესების საკმაოდ საშიშ მოვლენად.

ქვეყნული ზედაპირის ვარიაციებთან დაკავშირებული კლიმატის ანთროპოგენული ცვლილებები არის ადამიანის სამეურნეო (სასოფლო-სამეურნეო, ენერგეტიკული და სხვა) მოღვაწეობის შედეგი, რაც თავის მხრივ განპირობებულია მისი ფიზიკური მახასიათებლების, კერძოდ, ალბედოს ზრდით ან შემცირებით და ამით გამოწვეული რადიაციული და სითბური ბალანსის სიდიდეების მკვეთრი ცვლილებით. როგორც წესი, ეს პროცესები იწვევენ რეგიონალური ეკოლოგიური გარემოს მკვეთრ გაუარესებას, ზოგჯერ კი მათი მაშტაბის ზრდის შედეგად ადგილობრივი ფიტო და ზოოცენოზების ეკოლოგიურ კატასტროფასაც. ამ ნეგატიურმა პროცესებმა მათი განვითარების ზოგიერთ ხელსაყრელ პირობებში შეიძლება მიიღოს გლობალური ხასიათი.

როგორც ცნობილი და დადგენილია /1/, კლიმატის განმსაზღვრელ მთავარ ფაქტორად ითვლება მზის რადიაცია და ქვეყნული ზედაპირი. ამასთან ერთად, ატმოსფერული ცირკულაცია (ატმოსფერული ჰაერის მოძრაობა) ითვლება კლიმატის ერთ-ერთ ელემენტად და არა მის განმსაზღვრელ ფაქტორად. ამიტომ ბუნებრივია, რომ კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების ცვლილებებით შეიძლება აიხსნას კლიმატის ცვლილების მთავარი კანონზომიერება. ამიტომ აუცილებელი

ხდება ქვეყნილი ზედაპირის ანთროპოგენულ ცვლილებებთან (კერძოდ, წყალსაცავების მშენებლობასთან) დაკავშირებული კლიმატისა და შესაბამისად ეკოლოგიური გარემოს მახასიათებლების დინამიკის დადგენა საწყისი, კერძოდ, მეტეოროლოგიური მონაცემების უკმარისობის ან არასებობის შედეგად.

წინამდებარე სამუშოს მიზანია მდ> ინგურისა და ერისწყლის აუზებში აშენებული (გალი, ჯვრის) და დადგენილი (ხუდონის) წყალსაცავების გავლენის რაოდენობრივი შეფასება მიმდებარე ტერიტორიის ძირითად კლიმატურ მახასიათებლებზე (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, ნალექების რაოდენობა).

საქართველოს ტერიტორიაზე წყალსაცავების მშენებლობის პროცესი დაკავშირებულია მთელ რიგ პრობლემებთან, რომელთა განხილვასა და ყოველმხრივ ანალიზს აქვს აქტუალური მნიშვნელობა.

როგორც ცნობილია, საქართველოს რესპუბლიკა მდიდარია ადღგენილი, ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის ისეთი წყაროებით, როგორც არის წყლის, მზისა და ქარის ენერჯის რესურსები ენერჯის ამ სახეობებიდან ამჟამად ფართომასშტაბიან გამოყენებას პოულობს მხოლოდ წყლის რესურსების ენერჯია.

როგორც ცნობილია, ენერჯეტიკა (თბოელექტროსადგურები, ჰიდროელექტროსადგურები, ატომური ელექტროსადგურები) წინ უნდა უსწრებდეს სახალხო მეურნეობის სხვა დარგების განვითარებას, თბოელექტროსადგურები მუშაობენ ორგანულ სათბობზე (ქვანახშირი, ბუნებრივი აირი, მაზუთი) და ასრულებენ მთავარ როლს ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ლითოსფეროს გაჭუჭყიანებაში.

ექსპლოატაციის პროცესში ნაკლებადსაიმედოა ატომური ელექტროსადგურები, როგორც ეს ერთხელ კიდევ დადასტურდა ჩერნობილის ტრაგედიის დროს, ავარიის პირობებში დიდი რაოდენობით რადიაქტიური ნივთიერებების გამოყოფის შედეგად, უდიდეს საფრთხეს უქმნიან ბიოსფეროს ყველა კომპონენტებს, გარდა ამისა, სეისმურად აქტიურ რაიონებში, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება საქართველოს ტერიტორიაც, ატომური ელექტროსადგურების მშენებლობა დაუშვებელია.

ენერგეტიკოს ამ სახეობიდან ჰიდროენერგეტიკა ეკოლოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენს ყველაზე სუფთა და იაფ სახეობას. ჰიდროელექტროსადგურები არ ატუჭეიანებენ გარემოს (თბოელექტროსადგურებისა და ატომური ელექტროსადგურებისაგან განსხვავებით) და არ ხარჯავენ ატმოსფერულ ჟანგბადს (თბოელექტროსადგურებისაგან განსხვავებით). ამასთან ერთად, მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ის გარემოება, რომ ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით საქართველო ერთ-ერთი უმაღლესი ქვეყანაა (ამჟამად ამ რესურსების მხოლოდ 12%-ია ათვისებული). საქართველოს სახალხო მეურნეობა წელიწადში საჭიროებს დამატებით 4-5 მილიარდ კილოვატსაათ ელექტროენერგიას, რაც მიუთითებს ახალი ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის აუცილებლობაზე. მიუხედავად იმისა, რომ მათი მშენებლობა დაკავშირებული წყალსაცავების შექმნასთან, დასახლებული ტერიტორიის, ტყის მასივებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დატბორვასთან და მათ დაკარგვასთან, წყალსაცავის ნაპირების გადამუშავებასთან და მდინარის კალაპოტში ნაპირების დეგრადაციასთან, ნიადაგის წყლების დონის აწევასთან, მიმდებარე ტერიტორიაზე ფაუნისა და ფლორის შესაძლო ცვლილებასთან, წყლის ხარისხის შეცვლასთან, კლიმატის ძირითადი მახასიათებლების ლოკალურ (ან ფართომასშტაბიან) ცვლილებასთან და სხვა.

გარდა ამ არახელსაყრელი მოვლენისა, წყალსაცავების მშენებლობა წყვეტს ისეთ მნიშვნელოვან ამოცანებს, როგორც არის ჰიდროგრაფიული ქსელის გაუმჯობესება, ჩამონადენის რეგულირება, დასახლებული პუნქტების, სამრეწველო და სხვა დანიშნულების ობიექტების წყალმომარაგება, ჰიდროენერგორესურსების აკუმულაცია და მთის მდინარეების ლიმიტირებული გავლენის თავიდან აცილება არიდულ რაიონებში სოფლის მეურნეობის შემცენარეობის მთელ რიგ დარგებზე და ამასთან დაკავშირებით სარწყავი მიწათმოქმედების განვითარება: დიდი წყალმოვარდნებისაგან, წყალდიდობებისაგან და ღვარცოფებისაგან შესაძლო ზარალის შესუსტება ან მთლიანად მოსპობა და მათგან მოსახლეობისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისა და და ობიექტების დაცვა, მიწის რეალური გამოყენების მიზნით ნაკლებპროდიქტიული სასოფლო-სამეურნეო

საგარეულების ნაცვლად უფრო პროდუქტიული წყლის მოცულობისა და მეურნეობის შექმნა, რეკრეაციული ზონების ორგანიზაცია და სხვა. ამ საკითხების წარმატებით გადაჭრისათვის უდავო ხდება დიდი მოცულობის წყალსაცავების უპრაქტესობა, მაგრამ უდავოა ის ფაქტიც, მათ თან ახლავს ზემოაღნიშნული ნეგატიური მოვლენებიც, რომელთა გამორიცხვა და მინიმუმამდე დაყვანა შესაძლებელია მცირე წყალსაცავიანი (2-20 კმ²) ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობით (მცირე, მიკრო, მინი ელექტროსადგურები) და დიდი ელექტროსადგურების უფრო მცირე საფეხურებად (კასკადებად) დაყოფა, როდესაც დიდი ელექტროსადგურებისა და კასკადების ენერგეტიკული მანვენებელი რჩება უცვლელი.

საქართველოს სეისმურ რაიონებში წყალსაცავების მშენებლობის პროცესში გათვალისწინებული უნდა იქნეს სეისმოაქტიურობის ხარისხი. როგორც საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის სეისმოლოგიისა და სეისმოძიების განყოფილების მიერ შესრულებული გამოკვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, დასავლეთ კავკასია აღმოსავლეთ კავკასიისა და ჯავახეთის ზეგანის მსგავსად ხასიათდება მაღალი სეისმური აქტიურობით, რომელმაც აქ თავი იჩინა უკამასკნელ პერიოდში მთელი რიგი მძლავრი მიწისძვრების სახით.

დადგენილ იქნა, რომ ენგურის აუზში აშენებული ჰიდროენერგეტიკული ობიექტების სეისმურობის თვალსაზრისით არახელსაყრელ პირობებშია განლაგებული. მდ. ენგურის აუზი დაფარულია მიწისძვრის კერების წარმოშობის ზონებით, რომელთა სეისმური სიმძლავრე ჯვრის წყალსაცავიდან ჩრდილოეთის მიმართულებით მკვეთრად იზრდება, განსაკუთრებით კი უტვირის სიღრმულ ნარღვევებთან დაკავშირებული მიწისძვრების კერათა პირველი რანგის ზპნის განლაგების რაიონებში. ამ ნარღვევებთან არის დაკავშირებული ჩხლათის 1963 წლის 9 ბალიანი მიწისძვრა, ხოლო მის პარალელურ ნარღვევებთან – თებერდის ასეთივე სიმძლავრის მიწისძვრა. ამ მონაცემებითა და ბოლო გამოკვლევებით (აკად. ვ. სოლომენკო) ხუდონის, ნესკრის, ნაკრისა და სხვა უბნები განლაგებულია მიწისძვრის 10 ბალიან ზონაში.

როგორც ცნობილია მდ. ენგურისა და მისი მსგავსი წყალსაცავების ზემოქმედების ფიზიკური მექანიზმი მათი

განლაგების რაოდენობის სეისმური რეჟიმზე მდგომარეობს იმაში, რომ წყალსაცავებში ჰიდრაულიკური წნევის გაზრდის შედეგად წყალმა სექლება ჩააღწიოს მიწისძვრების კერების (ნარღვევების) განლაგების სიღრმემდე, რასაც მოსდევს ნარღვევებშიქანების გამორეცხვა და სეისმური აქტივობა. ლიტერატურაში ცნობილია ჰიდროსეისმურობის ბევრი ფაქტი, მათ შორის მაღლივი კაშხალების მქონე (103-221მ) წყალსაცავების შეფასების პროცესში და მისი დამთავრების შემდეგ ინიცირებული სუსტი და ძლიერი მიწისძვრების მთელი სერია.

ამრიგად, მდ. ენგურის აუზში წყალსაცავების კასკადის მშენებლობის აკრძალვის (კერძოდ, ხუდონის წყალსაცავის) ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად სექდება ჩაითვალოს რეგიონის მაღალი პოტენციური სეისმურობა, რომლის რეალიზაციის კატალიზატორად გამოდის წყალსაცავში დიდი წნევის ქვეშ მოქცეული წყლის მასა და მისი ჰიდროგეოლოგიური პირობების ხელსაყრელი სპეციფიკა.

დიდი მასშტაბების ჰიდროენერგეტიკული მშენებლობასთან დაკავშირებული მოსალოდნელი ნეგატიური მოვლენების მიუხედავად, ნათელია ისიც, რომ დღევანდელ მძიმე სიტუაციაში მყოფო საქართველოს რესპუბლიკის პირობებში აუცილებელია, პირველ რიგში, ენერგეტიკის და, კერძოდ ჰიდროენერგეტიკის განვითარება, რაც გულისხმობს წყალსაცავების მშენებლობას. ამასთან ერთად აუცილებელია, ამ მშენებლობასთან დაკავშირებული, როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეების დეტალური ანალიზი, რათა გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესების გარეშე მოხდეს რესპუბლიკის წინაშე მდგომი უაღრესად აქტუალური ენერგეტიკული და ეკონომიური ამოცანების წარმატებითი რეალიზაცია.

საქართველოს პირობებში ჰიდროენერგეტიკასთან დაკავშირებული წყალსაცავების მშენებლობა საზოგადოებრიობას აიძულებს ხმა აიმაღლოს ჰიდროენერგეტიკული მშენებლობით გამოწვეული მოსალოდნელი ნეგატიური მოვლენების წინააღმდეგ, რაც შეძლება მოკლედ იქნეს წარმოდგენილი შემდეგი პრობლემების სახით: ცნობილია, რომ მთის მდინარეების ხეობებში განლაგებული დიდი ჰიდროელექტროსადგურების წყალსაცავები იწვევენ უაღრესად დეფიციტური სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების წყლით დატბორვას, რაც

არასასურველია მცირემიწიანი მთიანი რეგიონის პირობებში და მოსახლეობის ნაწილის გასახლების პირობებში გარკვეულად ამწვავებენ ამ რაიონებში დემოგრაფიულ სიტუაციას.

ისმება კითხვა: რა საის ეკოლოგიურ ძვრებს უნდა მოველოდეთ მიმდებარე ტერიტორიაზე, რომლებსაც შეუძლიათ უარყოფითი გავლენა მოახდინონ მის კლიმატზე, ადამიანის ისტორიულად ჩამოყალიბებულ საცხოვრებელ პირობებზე, ცხოველების, მცენარეების, მიკროორგანიზმების სამყაროზე და დიდი ღირებულებების მქონე მატერიალური კულტურის ძეგლებზე? ხომ არ გახდა ხელოვნური წყალსაცავი პათოგენური მიკროორგანიზმების გამრავლების, სტიმულირებისა და იმფექციურ დაავადებათა წყაროდ?

ყველა ამ პირობების გადაჭრა ითხოვს დროულ, ამომწურავ და პროფესიონალურად მაღალ დონეზე პასუხის გაცემას, რაც შეზღუდვა განხორციელდეს წყალსაცავების ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების შედეგად.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ცატარებისას განიხილება და გაანალიზდება შემდეგი ჯგუფების ფაქტორები, რომლების მიღებულია საქართველოს ბუნების დაცვისა და სატყეო მეურნეობის სახელმწიფო კომიტეტის მიერ:

I ჯგუფი – უბედური შემთხვევები, რომლებიც გამოწვეულია კაშხალის ალბათური დანგრევის შედეგად ან წყალსაცავის მოწყობით გამოწვეული ინფექციური, არაინფექციური (მათ შორის პარაზიტული) დაავადებანი, წყლის ფაქტორის ირიბი ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული დაავადებნი.

II ჯგუფი – ეკოსისტემის ბიოპროდუქტიულობის შეცვლა, წყალსაცავის თვითწმენდის უნარი და ბიოლოგიური ფაქტორებით გამოწვეული წყლის ხარისხის შეცვლა, თევზპროდუქტიულობა, ფიტო - და ზოოპლანქტონის, აგრეთვე წყალმცენარეების წარმოქმნა - განვითარება.

III ჯგუფი - ჰიდროლოგიური რეჟიმის შეცვლა მდინარის აუზში: წყალსაცავებში მიმდინარე ფილტრაცია და დალექვა. წყალსაცავის მიმდებარე რაიონში ტერიტორიის დაჭაობება, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დონეებისა და მათი ფიზიკურ – ქიმიური მახასიათებლების ფორმირება.

IV ჯგუფი - წყალსაცავის ნაპირების დამუშავება და ფორმირება, ფერდობებზე მიმდინარე პროცესების განვითარება და

გააქტიურება, ეგზოგენური და ენდოგენური პროცესები, რეგიონში სეისმური გააქტიურება.

V ჯგუფი - მიწისა და მცენარეული საფარის ცვლილება, გადაშენების პირზე მისული ფლორისა და ფაუნის ცალკეული წარმომადგენლების დაკარგვა, ობიექტის გავლენა ცხოველთა სამყაროზე.

VI ჯგუფი - ტემპერატურის, ტენიანობის, ნალექების რაოდენობისა და ღრუბლიანობის, ქარის სიჩქარისა და მიმართულების ცვლილება, ნისლის წარმოქმნა.

VII ჯგუფი - ქვედა ბიეფში მყოფი ჭაღების ბუნებრივი განოციერების უნარის დაკარგვა წყალსაცავებში ლამის შეჩერებით; ქვედა ბიეფის დაცვა წყალდიდობებისაგან, ტერიტორიის დატენიანება და დაჭაობება, სასარგებლო წიაღისეულის ადგილმდებარეობის დატბორვა.

VIII ჯგუფი - კულტურული და ისტორიული ძეგლების დატბორვა - დაზიანება, რეკრეაცია, მშენებლობით გამოწვეული ლანდშაფტების შეცვლა; ახალ დასახლებათა გავლენა ადგილობრივ მოსახლეობაზე. ადგილობრივი მოსახლეობის სოციალური პირობების შეცვლა წყალსაცავებიდან ამოღებული შლამისა და მყარი ნატანის გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო და სხვა მიზნებისათვის, ჰუმუსის ფენის მოხსნა და აგროსამრეწველო გამოყენება. ზემოაღნიშნული ფაქტორები სავარაუდოა და ესპერტიზის დროს დაზუსტებას მოითხოვს.

ეკოლოგიური ექსპერტიზის ჩატარების პროცესში აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული ექსპერტიზის მიერ ენერგეტიკული და ეკონომიური კრიზისის მარწუხებში მოქცეული საქართველოს მოსახლეობის მძიმე მდგომარეობა, რომლის ნეგატიური შედეგები მისი ცხოვრების ყველა სფეროში იგრძნობა: საქენერგოს მონაცემებით წელიწადში ერთ ოჯახს საქართველოში საშუალოდ მიეწოდებოდა (1963 წლის მონაცემებით) დაახლოებით 1500, გერმანიის ფრდერაციულ რესპუბლიკაში - 3400, ინგლისში - 3600, ამერიკის შეერთებულ შტატებში - 6000 კილოვატსაათი ენერჯია და ა.შ. ეს მაშინ, როდესაც საქართველოში ერთ ოჯახზე საჭირო იყო 3300 კილოვატსაათი ელექტროენერჯია (იგულისხმება 1963წ.), არსებულზე ორჯერ მეტი.

გარდა ამისა, რესპუბლიკის მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ზრუნვა აუცილებელს ხდის გაზქურების (რომელთა

ექსპლოატაციის დროს იხარჯება უანგბადი და გამოიყოფა დიდი რაოდენობით მანე ნახშირორჟანგი) ელექტროქურებით შეცვლას. ამჟამად ელექტროქურებით უზრუნველყოფილია საქართველოს მოსახლეობის 5%-ზე ნაკლები მაშინ, როდესაც ეს მაჩვენებელი ფინეთში, ნორვეგიაში და შვეიცარიაში 95%-ს აღწევს.

განსაკუთრებით აქტუალურად დგას სოფლის მოსახლეობის ელექტროენერგიით მომარაგების საკითხი, რომელიც დღევანდელ პირობებში გათბობის, ცხელი წყლის მიღებისა და საჭმლის მომხადებისათვის შეშას იყენებს, რასაც მოსდევს ტყეების მასიური გაჩეხვა (ყოველწლიურად იჩეხება მესტიის რაიონში 40000მ³, ამბროლაურის, ლენტეხისა და ონის რაიონში - 120000მ³, ხულოსა და ქედის რაიონებში - 185000მ³ ხე-ტყე და ა.შ.) და შედეგად ისეთი სტიქიური მოვლენების აქტივიზაცია, როგორცაა თოვლის ზევაები, ღვარცოფები, მეწყერები და სხვა, რის შედეგად სახეხეა მთის მოსახლეობის ბარში მიგრაციის მასიური შემთხვევები.

ამრიგად, მრეწველობის, სოფლის მეურნეობის, ტრანსპორტისა და სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებისა და აგრეთვე მოსახლეობის კომუნალური საჭიროებების გათვალისწინებით საქართველოში ელექტროენერგიის ამჟამინდელი მოხმარება 18 მილიარდი კილოვატსაათიდან უნდა გაიზარდოს 25 მილიარდ კილოვატსაათამდე. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ენერგიის დღევანდელი მოხმარება არის დეფიციტური და ამ რთული მდგომარეობიდან გამოსავლის ერთადერთი გზა არის საქართველოს ელექტროენერგეტიკული ბაზის შემდგომი გაფართოება ისეთი მუდმივგანახლებადი ენერგიის წყაროების ხარჯზე, როგორც არის ჰიდრორესურსები, ვინაიდან სამწუხაროდ თბოელექტროსადგურებისათვის საჭირო ორგანული სათბობი ჩვენს ქვეყანას ჯერჯერობით არ გააჩნია და იგი იძულებულია სხვა ქვეყნებიდან ყოველწლიურად შემოიტანოს ენერგეტიკული კრიზისის პირობებში ძვირად ღირებული 2,5 მილიონი ტონა პირობითი სათბობი, რაც აღემატება ჩვენი შესაძლებლობების ფარგლებს. ამიტომაც უნდა იქნეს ათვისებული საქართველოს ტექნიკურად შესაძლო ასათვისებელი ჰიდროენერგეტიკული რესურსების საერთო მარაგის (იგი შეადგენს დაახლოებით 60 მილიარდ კილოვატსაათს) უფრო მეტი ნაწილი. როგორც აღინიშნა, დღეს ათვისებულია ამ მარაგის

მხოლოდ 12%. მაგალითად შვეიცარია, ნორვეგია, ავსტრია ათვისებულია ჰიდრორესურსების 90-95%, რასაც სხვა ფაქტორებს გარდა ხელს უწყობს ჰესების მიერ წარმოებული ელექტროენერჯის თბოსადგურებთან გაცილებით დაბალი თვითღირებულება.

ამიტომ, როგორც აღინიშნა, საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული ბაზა წყალსაცავიანი ჰესების ხვედრითი წონის მნიშვნელოვანი გაზრდით უნდა გაფართოვდეს. ამასთანავე ერთად უნდა იქნეს გათვალისწინებული ის გარემოება, რომ მტკნარი წყალი სხვა ბუნებრივ რესურსებთან ერთად წარმოადგენს ქვეყნის ბუნებრივ სიმდიდრეს და ახლო მომავალში წყლის დეფიციტის პრობლემის მკვეთრ გამწვავებასთან ერთად სხვა რესურსების მსგავსად შეიძენს მაღალ საბაზრო ღირებულებას.

ამის გამო აქტუალობას იძენს მთის მდინარეების ჩამონადენის დიდ წყალსაცავებში აკუმულირება და მისი საქართველოს ეკონომიური ინტერესების სამსახურში ჩაყენება, ხოლო წყალსაცავების თანმხლები დასილვის პროცესების თავიდან ასაცილებლად ან ნაწილობრივ შესამცირებლად, მათთან ერთად, პარალელურად უნდა აშენდეს სახალხო მეურნეობისათვის და კერძოდ, მშენებლობისა და სხვა მიზნებისათვის უაღრესად სასარგებლო ნატანის შემკავებელი ნაგებობა – მოცულობა "ჯიბი".

როგორ ავლნიშნეთ, წყალსაცავის დაგეგმარებისა და მშენებლობის პროცესში აუცილებელია წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატურ მახასიათებლებზე მათი, როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი გავლენის გუდდასმით გამოკვლევა და აქედან გამომდინარე, გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შექცევის დაგვარად უმცირესი დანაკარგებით შენარჩუნება.

წყალსაცავების მშენებლობასთან და ექსპლოატაციასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში განსაზღვრული როლი ენიჭება ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების მოსალოდნელი ცვლილებების დინამიკის დადგენას. როგორც ცნობილია, ამ ცვლილებების რაოდენობრივი მახასიათებლების მაჩვენებლები დამოკიდებული არიან როგორც წყალსაცავის პარამეტრების სიდიდეზე, ისევე მისი განლაგების

რაიონის გეომორფოლოგიურ და კლიმატურ პირობებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს ჰიდროენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივები და ჰიდრორესურსები დეტალურად დამუშავებული და შეფასებულია მონოგრაფიაში /4/, სადაც პარალელურად განხილულია აგრეთვე ეკოლოგიურად სუფთა თვითგანახლებადი მზისა და ქარის ენერგორესურსები.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ენერგეტიკული კრიზისის პირობებში (XX საუკუნის მეორე ნახევარში) დედამიწის ზედაპირული წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და ჰიდროენერჯის საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში ჩართვის პრობლემა მზარდ აქტულობას იძენს. საქართველოს პირობებში განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს წყალსაცავების მშენებლობა მთის მდინარეებზე და განსაკუთრებით ისეთ დიდ მდინარეზე, როგორც არის მდ. ენგური. მდინარე ენგურისა და მისი შენაკადების ჰიდროენერჯის გამოყენების პერსპექტიული გეგმა ითვალისწინებს წყალსაცავების კასკადის შექმნას და მათი ჩამონადენის წლიურ რეგულირებას.

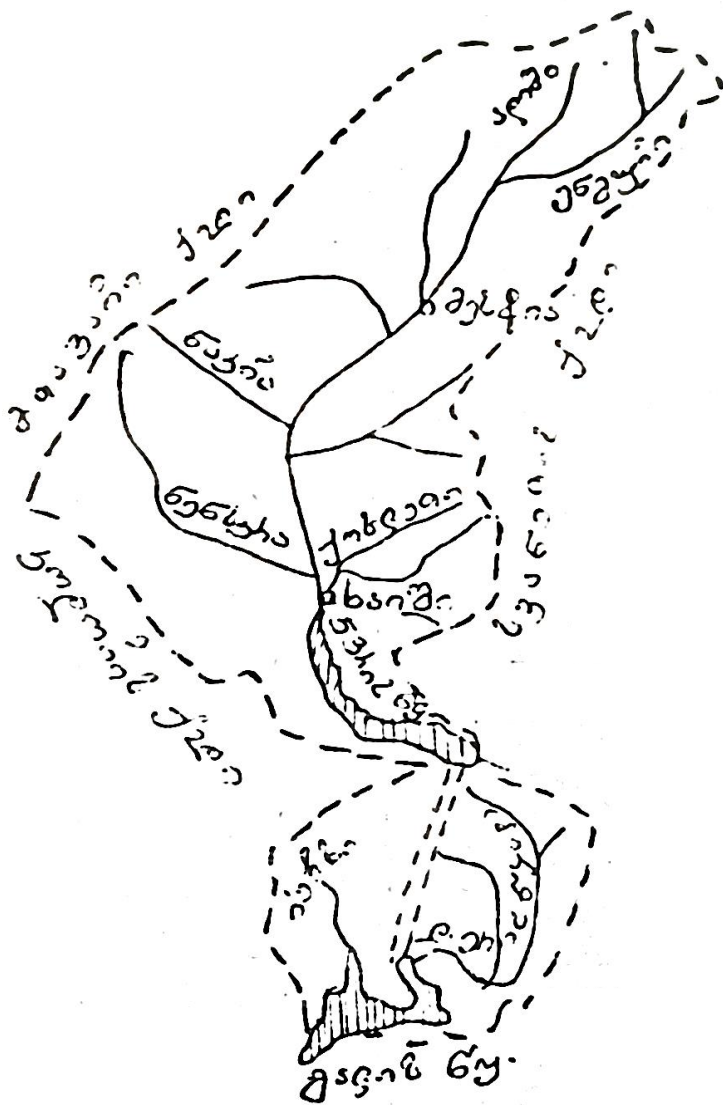
მდინარე ენგურის კასკადის მთავარ წყალსაცავს წარმოადგენს ჯვრის წყალსაცავი, რომელიც განლაგებულია 510მ სსიმაღლეზე ზღვის დონიდან. წყალსაცავის კაშხალის სიმაღლე ტოლია 273 მეტრის, წყლის მოცულობა შეადგენს 1100მლნ.მ³. მისი სიგრძე ტოლია 27კმ-ის, ხოლო სიგანე იცვლება 100-200 მეტრიდან 1500-1700 მეტრამდე. წყლის სარკის ფართობი ჯვრის წყალსაცავში იცვლება 6,1კვ.კმ-დან (მკვდარი მოცულობის დონის შემთხვევაში) 13,5კვ.კმ-დე (ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში). წყალსაცავში წყლის საშუალო სიღრმე შეადგენს 61,5 მეტრს, მაქსიმალური – 226 მეტრს. წყალსაცავის სანაპირო ხაზის სიგრძე ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში შეადგენს 61,6კმ-ს, ნორმალური ძსეტბორვის შემთხვევაში წყალსაცავის დონე შეადგენს 510მ-ს, ხოლო მკვდარი მოცულობის შემთხვევაში კი 440მ-ს.

გალის წყალსაცავი აშენდა სოფ. რეჩხთან მდ. ერისწყლის გადაკეცივით, ამასთან ერთად მდ. ენგურიდან მდ. ერისწყალში დერივაციული გვირაბის საშუალებით მიეწოდება წყლის გარკვეული რაოდენობა, გალის წყალსაცავის დონე მკვდარი მოცულობის შემთხვევაში შეადგენს 96,5 მეტრს, ხოლო ნორმალური შეტბორვის შემთხვევაში – 100,6 მეტრს. წყლის

სარკის ფართობი მცირდება 7,2კვ.კმ-დან (მკვდარი მოცულობის დონის შემთხვევაში) 8,2კვ.კმ-მდე (ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში). წყლის საშუალო სიმაღლე შეადგენს პირველ შემთხვევაში 17,7 მეტრს, ხოლო მაქსიმალური სიღრმე (მეორე შემთხვევაში) – 42,3 მეტრს. წყალსაცავის საშუალო სიგანე (ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში) შეადგენს 1,0 კილომეტრს, ხოლო მაქსიმალური – 3,4 კილომეტრს. წყალსაცავის სანაპირო ხაზის სიგრძე (ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში) შეადგენს 8,8 კილომეტრს.

პერსპექტიული საპროექტო გეგმების თანახმად ხულონის წყალსაცავის დონე (ნორმალური შეტბორვის ანათვალის შემთხვევაში) შეადგენს 670 მეტრს, ხოლო მკვდარი დონის შემთხვევაში – 645 მეტრს. წყლის სარკის ფართობი შეადგენს, პირველ შემთხვევაში 4,0კვ.კმ-ს, ხოლო მეორე შემთხვევაში – 2,85კვ.კმ-ს. პირველ შემთხვევაში წყალსაცავის საშუალო სიღრმე შეადგენს 80 მეტრს, ხოლო მაქსიმალური სიღრმე – 145 მეტრს. წყალსაცავის საშუალო სიგანე (ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში) შეადგენს 280 მეტრს, ხოლო მაქსიმალური სიგანე – 500 მეტრს. წყალსაცავის სანაპირო ხაზის სიგრძე ნორმალური შეტბორვის შემთხვევაში შეადგენს 8,0კმ-ს.

როგორც ცნობილია, წყალსაცავის მშენებლობა დაკავშირებულია ერთ-ერთი კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორის – ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მკვეთრ ცვლილებებთან, რაც იწვევს გარემოს კლიმატური მახასიათებლების შესაბამის ცვლილებებს. ამ ცვლილებების რაოდენობრივი მახასიათებლები დამოკიდებული არიან წყალსაცავის ზომებზე, ადგილობრივ ოროგრაფიულ და კლიმატურ პირობებზე და განპირობებულია სითბური ბალანსის, ტენიანობისა და ქარის რეჟიმის განსხვავებით წყლისა და მიწის ქვეფენილ ზედაპირებს შორის. ამიტომაც აქტიურად დგას საკითხი გარემოს კლიმატზე წყალსაცავების გავლენის



ნახ. 1. ეგუროსა და გალის წყალსაცავების აუზების რუკა-სქემა

პირობების შესწავლის შესახებ თვითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში.

მდ. ენგურის კასკადის წყალსაცავების (ისევე როგორც ნებისმიერი წყალსაცავის) გარემომცველ კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენის პრობლემა წარმოადგენს ჰიდრომეტეოროლოგიური ხასიათის რთულ კომპლექსს, რომელიც შეიცავს ისეთ კომპონენტებს, როგორცაა კასკადის წყალსაცავთა ჰიდროლოგიური რეჟიმი (რომელიც მონაწილეობს წყალსაცავებში წყლის სარკის ფართობის ფორმირებაში), წყლის სარკის ფართობის დღელაძური და შიდაწლიური ვარიაციები (განპირობებული მდინარეთა აუზებში გლაციო-მეტეოროლოგიური პროცესებით და ჰიდროელექტროსადგურების ექსპლოატაციის რეჟიმით), წყლის სარკის ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდეების სეზონური მსვლელობა, წყლის სარკის ზედაპირის გავლენა გარემოს კლიმატურ პირობებზე უშუალოდ (ქარის სიჩქარისა და სითბური ბალანსის სიდიდეების ფორმირებაში და აორთქლების პროცესების მეშვეობით (ჰაერის ტენიანობის ზრდა წყალსაცავების განლაგების რაიონ ში ან მიმდებარე ტერიტორიაზე), ღრუბლიანობის რეჟიმისა და მასთან დაკავშირებული მთელი რიგი მეტეოროლოგიური მოვლენების, კერძოდ, ნალექების ლოკალური ცვლილებანი. ამ კომპლექსური პრობლემის გადაჭრის პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა იმ მეტეოროლოგიური პარამეტრების შეფასებას, რომლების პრევალირებენ მასში შემავალი ძირითადი კომპონენტების ფორმირების პროცესში.

გამოკვლევას საფუძვლად დაედო იმ მრავალწლიანი მეტეოროლოგიური დაკვირვებების სედეგად მიღებული ინფორმაცია, რომლებიც ტარდებოდა წყალსაცავების განლაგების რაიონებში (რეგიონში) მდ. ენგურისა და დრის წყლის აუზებში წყალსაცავების შევსებამდე და შევსების შემდგომ პერიოდში.

მდ. ენგური წარმოადგენს დასავლეთ საქართველოს ერთ-ერთ უდიდეს მთის მდინარეს: მისი სიგრძე შეადგენს 221კმ-ს, სყალშემკრების ფართობი 4062კმ-ს, საერთო ვარდნა – 2600მ-ს. მდინარის აუზის წყალშემკრების საშუალო შერეული სიმაღლე შეადგენს 1840მ-ს. ენგური სათავეს იღებს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის გლაციურ-ნივალურ ზონაში. სოფელ ლატალამდე იგი მოედინება მთის არაღრმა ხეობაში, ხოლო უფრო დაბლა სოფელ

ჯვრამდის – დრმა ტყიამ ხეობაში. სოფ. ჯვართან მისი მარცხენა შენაკადის მაგანას შესართავამდე მდინარე მოედინება ფართო ხეობაში.

მდინარე ენგურის აუზი განლაგებულია ძლიერ დანაწევრებულ სამხრეთ კავკასიონის რელიეფის პირობებში. მდინარის მარჯვენა შენაკადები იკვებებიან ძირითადად მყინვარული და თოვლის წყლებით, ხოლო მარცხენა შენაკადები- ცხრილი1

წყალსაცავების ძირითადი მორფომეტრული მახასიათებლები (გ. მეტრეველის მიხედვით)

წყალსაცავი	წყლის დონე, მ		მოცულობა, მლნ.კუბ	სარკის ფართ., კვ.კმ		სიღრმე, მ		შიგანე, კმ		სიგრძე, კმ	სანაპ. სიგრძე, კმ
	ნორმა ლური შეტბორვის დონე	მკვდ. მოცულობის დონე		ნორმ. შეტბორვის დონე	მკვდ. მოცულობის დონე	საშუალო	უდი დესი	საშუალო	უდი დესი		
ჯვარი	510	440	1093	13.5	6.1	81.5	227	0.5	1.5	27.0	61.6
გალი	100.6	96.5		8.2	7.2	17.7	42.3	1.0	3.4	8.8	41.9
ხუდონი	670	645		4.0	2.85	80.0	145	0.28	0.5	8.0	30

მდნარი თოვლისა დაწვიმისწყლებით, [ხოლო მარცხენა შენაკადები-მდნარი თოვლისა და წვიმის წყლებით.] ამ ნაშრომში განხილულ სამუშაოთა რაიონი მოიცავს ენგურის აუზის მთიან და წინამთიან ნაწილებს ურთულესი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით. მდინარის ზემო და ქვემო დინებები განლაგებულია მესტიის რაიონში; სოფელი ჯვარი ეკუთვნის წალენჯიხის რაიონს.

მდინარე ერისწყლის აუზში უანლაგებულია გალის წყალსაცავი. მდინარე ერისწყალი წარმოადგენს მდ.ოქუმის მარცხენა შენაკადს, რომელიც ერთვის (ენგურის ჩრდილოეთით) შავ ზღვას. მდინარის სიგრძე შეადგენს 76 კმ-ს, წყალშემკრები აუზის ფართობი 297 კვ.კმ-ს.მდინარის საერთო ვარდნა ტოლია 789 მეტრის. აუზის წყალშემკრების საშუალო შერეული სიმაყლე შეადგენს 270 მეტრს. ერის წყალი დასაწყისს იღებს არამაღალ მთიან მასივში, იგი იკვებება მდნარი თოვლისა და წვიმის წყლებით; მისი კვება ძირითადად წვიმისაა.

მდინარე ენგურის ხეობაში პირველი ჰიდროლოგიური სამუშაოები დაწყებულია ამიერკავკასიის წყალთა მეურნეობის მიერ სოფელ ჯვარში 1916 წელს. ეს დაკვირვებები მხოლოდ 1920 წლამდის გრძელდებოდა და განახლდა 1928 წელს. 1930 წელს ჰიდრომეტქსელის გაფართოებასთან დაკავშირებით მდინარე ენგურის ზედა და შუა დინებაში გაიხსნა ახალი სადგურები. 1948 წლიდან ენგურის აუზში არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სადგურების ქსელი ფუნქციონირებდა საქართველოს რესპუბლიკის ჰიდრომეტსამსახურის სახით.

1955-1956 წლებში მდინარე ენგურისა და მისი შენაკადების ენერგეტიკული ათვისების მიზნით თბილწ-ჰიდროპროექტმა მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ხელახლა გახსნა სადგურების დამატებითი ქსელი.

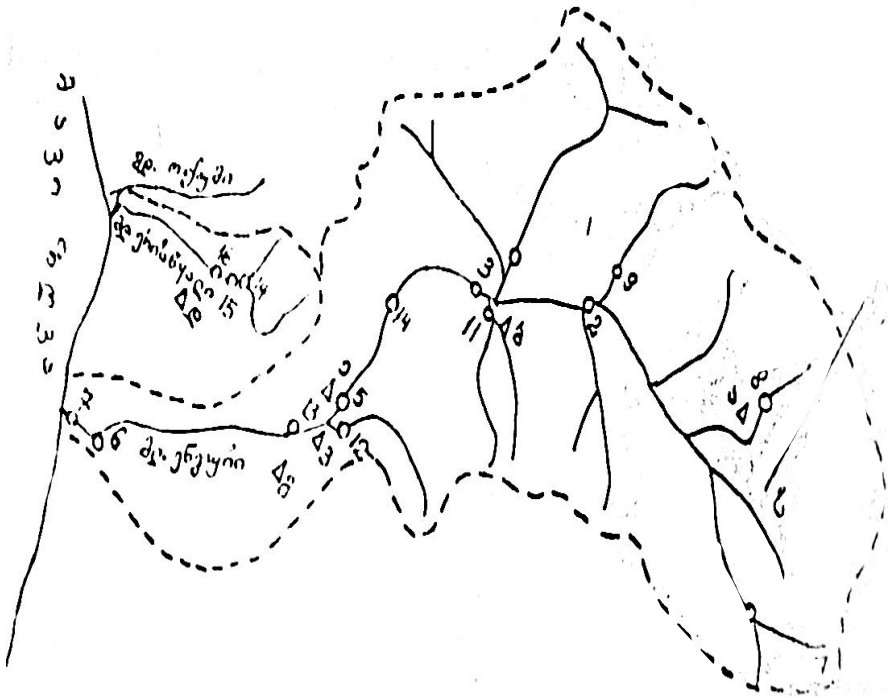
ცხრილ 2-ში მოყვანილია ჰიდრომეტრული სადგურებისა და საგუშაგოების, ხოლო ცხრილ 3-ში იმ მეტეოროლოგიური სადგურების სია, რომელიც ფუნქციონირებდნენ (ნაწილი ახლაც ფუნქციონირებს) საკვლევ მდინარეთა აუზებში 1912-1977 წლების სხვადასხვა პერიოდში.

როგორც ამ ცხრილებში მოყვანილი ინფორმაციიდან ჩანს, საკვლევ პერიოდის განმავლობაში მოცემულ რაიონში ჰიდრომეტრული საგუშაგოებისა და მეტეოროლოგიური სადგურების რიცხვი იცვლებოდა გარკვეულ ფარგლებში, რაც დაკავშირებული იყო ზოგიერთ შემთხვევაში პრობლემის გადასაჭრელად საკმარისი ინფორმაციის მოპოვებასთან, ზოგიერთ შემთხვევაში კი-სათანადო ფინანსირებითა და შესაბამისად შესრულებული სამუშაოების მოცულობის შემცირებასთან.

მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის განლაგების სქემა მოყვანილია ნახ.2-ზე (1975 წლის მონაცემებით). როგორც ამ სქემიდან ჩანს, 1975 წლის მონაცემების თანახმად, მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში მუშაობდა 11 თანრიგის 6 მეტეოროლოგიური სადგური (მესტია, ხაიში, ჯვარი, ზუგდიდი, გალი, ფოცხო-ეწერი). ამ მეტეოსადგურებიდან ერთი- ფოცხო-ეწერი ეკუთვნოდა თბილწ-ჰიდროპროექტს, დანარჩენი ხუთი კი-ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოს. ამავე აუზებში სინქრონულად მუშაობდა ჰიდრომეტრული ქსელის 16 პუნქტი, რომელთაგან ოთხი (ენგური-ოფარი, ენგური-ხაიში, მესტია-ჭალა, თხეიში-ხაიში) ეკუთვნოდა

ჰიდრომეტრსამსახურის სამმართველოს ხოლო დანარჩენი თერთმეტი – თბილჰიდროპროექტს (ენგური-დიზი, ენგური-ხუბერი, ენგური-კაშხაკის ქვემო ბიეფი, ენგური-დარჩელი, ენგური-ანაკლია, ნენსკრა-ლახამი, მაგანი შესართავთან, ოლორი შესართავთან, ერისწყალი ჩეგოლის ქვემოთ, გალის წყალსაცავი, წყალმიმწოდები არხი I-ლი ჰესის ქვემოთ).

ამრიგად, საკვლევი მდინარეების აუზებში განლაგებული ჰიდრომეტრული საგუშაგოებისა და მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელი იძლეოდა დასმული პრობლემის გადასაწყვეტად შესაბამის სათანადო მოცულობის ინფორმაციას.



ნახ. 2 მდ. ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელიდ განლაგების სქემა

ნახ. 2-ზე მოყვანილი პირობითი აღნიშვნები იყოფა სამ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში შედიან მეტეოროლოგიური სადგურები, რომლებიც გახსნილია ჰიდრომეტსამსახურის მიერ ესენია მეტეოსადგური მესტია (ა), ხაიში (ბ), ჯვარი (გ), ზუგდიდი (დ), გალი (დე), და ფოცხო- ეწრის ამართქლებელი სადგური (ე), რომელიც ორგანიზებულია ჰიდროპროექტის მიერ. მეორე ჯგუფში შედიან ჰიდრომეტრული ქსელის პუნქტები რომლებიც ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ორგანიზებული იქნა, როგორც ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოს, ისევე ჰიდროპროექტის სახით. ესენია: ენგური – იფარი (1), ენგური – დიზი (2) ენგური – ხაიში (3, ენგური – ხუბერი (4), ენგურ - ქვემო ბიფვი, კაშხალი (5), ცხრილი 2

ჰიდრომეტრული სადგურებისა და საგუშაგოების სია, რომლებს მოქმედებდნენ 1/1-1977 წლამდე

№	მდინარე	პუნქტი	თანრიგი	შესართავი დან მანძილი, კმ	წყალშეკრევის ფართობი, კვ.კმ	დარგობრივი უწყებრივი კუთვნილება
1	ენგური	იფარი	ჰ/სადგ.	155	362	ჰიდრომეტსამ.
2	”—”	დიზი	”	132	1616	”—”
3	”—”	ხაიში	”	110	2782	”—”
4	”—”	ხუბერი	”	94	3008	თბილჰიდროპრო
5	”—”	კაშხალი	”	78	3174	”—”
6	”—”	დარჩელი	”	14	3656	”—”
7	”—”	ანაკლია	ჰ/სადგ.წყ სადგ.	1.9	4060	”—”
8	მესტია-ჭალა	მესტია	ჰ/სადგ.	0.7	163	ჰიდრომეტსამ.
9	ნაკრა	ნაკი	”	5.0	128	”—”
10	ნენსკრა	ლახამი	”	3.2	468	თბილჰიდროპრო
11	თხეიში	ხაიში	”	0.2	224	”—”
12	მაგანა	შესართავი	”	1.5	139	”—”
13	ოლორი	”	”	0.2	69.7	”—”

ენგური – დარჩელი (6), ენგური – ანაკლია (7), მესტია – ჭალა (8), ნაკრა – ნაკრა (9), ნენსკრა – ლახამი (10), თხეიში – ხაიში (11), მაგანა შესართ ვთან (12), ოლორი – შესართავთან (13), ერისწყალი

(14), გალის წყალსაცავი (15), წყალმიმწოდებელი არხი (16). მესამე ჯგუფში შედიან პირობითი აღნიშვნები, რომლებიც წარმოდგენილი არიან სამკუთხედების (ჰიდრომეტსამსახურის მეტეო სადგურები და ჰიდროპროექტის ამორთქლებელი სადგურები) და წრეხაზების (ჰიდრომეტსამსახურის და ჰიდროპროექტის ჰიდრომეტრული სადგურები, ჰიდროპროექტის წყალსაგუშაგოები) სახით. ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურები და საგუშაგოები აღჭურვილი იყო სტანდარტული ტიპის შესაბამისი ხელსაწყოებით. წყლის დონე იზომებოდა წყალმზომი ლარტყებით, ლატანით, საძირავებით (გვარლზე მიმაგრებული 50კგ წონის ტვირთით) და სპეციალური დისტანციური დანადგარებით. ზოგიერთ სადგურზე და საგუშაგოზე (დაზი, ცხრილი 3

მეტეოროლოგიური სადგურების სია, რომელნიც მოქმედებდნენ 1/1-1977წ.

№	სადგური	აბს. სიმაღლე, მ	შენიშვნა
ჰიდრომეტსამმართველოს II თანრიგის სადგურები			
1	მესტია	1445	
2	ხაიში	730	
3	ჯვარი	270	
4	ზუგდიდი	118	
ჰიდრომეტსამმართველოს საგუშაგოები			
1	მურემელი	2100	
2	ჩოლაში	1590	
3	ბენო	1440	
4	ნაკი	1160	
5	ლაზამულა	992	
6	ლაზამი	800	
7	ანაკლია	2	
ამორთქლებელი სადგურები, თბილჰიდროპროექტი			
1	ფოცხო-ეწერი	399	
II თანრიგის მეტეოროლოგიური სადგურები, თბილჰიდროპროექტი			
1	ფოცხო-ეწერი	399	

ხუბერი, ნენსკრა, ენგურის კაშხალი) მუშაობდნენ "ვალდაის" ტიპის წყლის დონის თვითმწერები. ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დაკვირვებები წარმოებდა მიღებული მეთოდური მოთხოვნილებების შესაბამისად. მდინარეებზე და მათ შენაკადებზე წყლის ხარჯები იზომებოდა გვარლზე ან ლატანზე დამაგრებული სხვადასხვა მოდიფიკაციის წინასწარ ტარირებული ჰიდროლოგიური ტრიალებით ან დისტანციური დანადგარებით.

პუნქტებში ფოცხო - ეწერი და ხუბერში ტარდებოდა დაკვირვებები აუზიდან და ამორთქლებლიდან აორთქლების პროცესებზე. პარალელურად აუზში და ამორთქლებლებში წარმოებდა დაკვირვებები ჰაერისა და წყლის ტემპერატურებზე, ქარის სიჩქარეზე დამიმართულებაზე, ატმოსფერულ ნაკვებზე და ჰაერის ტენიანობაზე. ზამთრის პერიოდში, როდესაც აუზში და ამორთქლებელში წყლის სედაპირი ყინულით იფარებოდა, დაკვირვებები წყლის ტემპერატურასა და აორთქლებს სიდიდეებზე წყდებოდა. ამ პერიოდისათვის აორთქლების დეკადური სიდიდეების აღსადგენად გამოყენებული იქნა ნ.გ. ნიკოლაევის ცნობილი გრაფიკი, რომელიც წარმოადგენს თოვლის საფარველის ზედაპირთან არსებულ აორთქლების სიდიდეებსა და ჰაერის ტემპერატურას შორის დამოკიდებულების მრუდს. ეს დამოკიდებულება მიღებულია სევანის ტბის სანაპირო სადგურებზე. ამრიგად, მიღებული იქნა აორთქლების წლიური სიდიდეები აუზის ამორთქლებლებისათვის.

მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზების მეტეოროლოგიური რეჟიმი დახასიათებული იქნა მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური დაკვირვებების მასალის ანალიზის საფუძველზე. ამ სადგურების ნაწილი განლაგებულია უშუალოდ საკვლევი აუზების ტერიტორიაზე (სადგურები ჯვარი, ფოცხო-ეწერი, მესტია, ხაიში, გალი), ნაწილი კი ამ ტერიტორიების გარეთ სხვადასხვა დაშორების მანძილზე (ანაკლია, ზუგდიდი, ბენო, ყორულდაში, ოტობაია).

სადგური – ჯვარი მდებარეობს მდინარე ენგურის ხეობაში, იმ ადგილას, სადაც მდინარე გამოდის კოლხეთის დაბლობის მთისწინეთში. მოცემული ხეობა დასავლეთიდან შემოსაზღვრულია კოდორის, ხოლო აღმოსავლეთიდან – ენგურის ქედებით. მეტეომოედანი მდებარეობს სოფელ ჯვრის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში 70-80მ მანძილზე მდინარე მაგანას (ენგურის მარცხენა

შენაკადი) მარცხენა ნაპირიდან და 150მ მანძილზე მდ. ენგურიდან. მდ. მაგანა ენგურს ერთვის მარცხენა მხრიდან სოფ. ჯვრის მიდამოებში. მეტეომოედნის აბსოლუტური სიმაღლე შეადგენს 268მ-ს. მეტეოროლოგიური დაკვირვებები სოფ. ჯვარში დაიწყო 1931 წელს.

სადგური – ხაიში მდებარეობს მდ. ენგურის შუაწელზე, იქ, სადაც მას ერთვის მარცხენა შენაკადი – მდ. ხაიშურა. მეტეომოედანი განლაგებულია მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპიროზე 1-2 კექტარი ფართობის მქონე ტერასაზე და მიყვება ვიწროხოლად გზატკეცილს მდინარის გასწვრივ. მეტეომოედნის სიმაღლე შეადგენს 730 მ-ს. სადგური გაიხსნა 1931 წელს (რეგულარული დაკვირვებები დაიწყო 1932 წლიდან). ამ დრიდან 1992 წლამდე მუშაობდა უწყვეტად მესამე თანრიგის სადგურის პროგრამით.

სადგური – მესტია განლაგებულია მდ. ენგურის მარჯვენა შენაკადის მესტია-ჭალას მთიან ხეობაში. ჩრდილოეთიდან ის შემოსაზღვრულია კავკასიონის, ხოლო სამხრეთიდან – სვანეთის ქედით. მეტეომოედანი მდებარეობს მდ. მესტია-ჭალას მარჯვენა ნაპირთან 1441მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. სადგური გახსნილია 1930 წელს და უწყვეტად მუშაობს დაარსების მომენტიდან დღემდე. 1942 წლამდე სადგური მდებარეობდა უშუალოდ რაიონულ ცენტრ მესტიაში. შემდეგ გადატანილი იქნა 2,5კმ-ის დასორებით სამხრეთ – დასავლეთიდან თავისუფალ ველზე. 1941 წლის ნოემბრამდე სადგური მუშაობდა III თანრიგის პროგრამით, ხოლო შემდეგ 1992 წლამდე II თანრიგის პროგრამით.

სადგური – გალი მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის ჩრდილო – აღმოსავლეთ ნაწილის შედარებით ამაღლებულ ზონაში. სადგური დაარსებული იქნა 1913 წლის ივნისში. სადგურის მუშაობის პერიოდებია 1913-1917წწ და 1928 წლიდან დღემდე. 1944 წლიდან 1947 წლამდე სადგური მდებარეობდა გალის ჩრდილოეთით მდებარე კოხორის მეურნეობის ტერიტორიაზე (სადგური გალი – კოხორა). 1947 წელს მეტეოსადგური გადატანილი იქნა ახალ ადგილზე, რკინიგზის სადგურის მაზლობლად 150მ მანძილზე. მეტეომოედნის სიმაღლი ზღვის დონიდან შეადგენს 63 მეტრს.

მეტეოსადგური - ანაკლია ფუნქციონირებს 1932 წლიდან. სადგური განლაგებულია კოლხეთის დაბლობის ჩრდილო-დასავლეთის ყველაზე დაბალი ნაწილის ტერიტორიაზე.

სადგურის გარშემო მყოფი შემოგარენის რელიეფი წარმოადგენს შავი ზევის სანაპირო ზოლის დაბლობს. მეტეომოედნის ჩრდილოეთით 200-280მ მანძილზე მიედინება მდ.ენგური, ხოლო დასავლეთი მხრიდან კი 2,5-3კმ მანძილზე განლაგებულია ზღვის სანაპირო ზოლი. მეტეომოედნის აბსოლუტური სიმაღლე შეადგენს 2მეტრს.

მეტეოსადგური - ზუგდიდი გახსნილია 1849 წელს. მეტეოსადგუეი ზუგდიდი მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ზონის შედარებით ამაღლებულ ნაწილში. ქ.ზუგდიდისშემოგარენი ხასიათდება ბორცვიანი და ვაკე რელიეფით, მეტეოსადგური ზუგდიდი მდებარეობს ქ.ზუგდიდის ჩრდილოეთ ნაწილში მდ.ჩხოუს მარჯვენა სანაპიროზე 1178მ სიმაღლეზე ზღვია დონიდან.

მეტეოსადგური - ბენო გახსნილია 1912 წელს. იგი მდებარეობს სვანეთის მთების ცენტრალურ ნაწილში, პატარა მდინარე დოდირას ხეობაში, რომელიც მდ. ენგურის მარჯვენა შენაკადს წარმოადგენს. მეტეომოედანი განლაგებულია ზღვის დონიდან 1400 მეტრ სიმაღლეზე.

მეტეოსადგური - ოტობაია მუშაობს 1935 წლიდან. 1943 წელს სადგური დაიხურა. სადგური განლაგებულია კოლხეთის დაბლობის ჩრდილოეთ ზოლში 2კმ მანძილზე მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპიროდან. შავი ზღვის სანაპიროდან იგი დაშორებულია 8კმ მანძილზე. სადგურის სიმაღლე ზღვის დონიდან შეადგენს 30 მეტრს.

მეტეოსადგური - ყორულდაში გახსნილია 1936 წელს. ის მუშაობდა 1992 წლამდე პატარ-პატარა შესვენებებით. ყორულდაში მდებარეობს კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში მდ. ცურუნგულისა და ყორულდაშის შერთვის ადგილზე. მეტეომოედანი განლაგებულია მდინარეების – ყორუნდაშისა და უსახელოს შუამდინარეთში: მათი შერთვის ადგილიდან 35-40მ-ით მაღლა. მისი აბსოლუტურისიმაღლე შეადგენს 1970მ-ს.

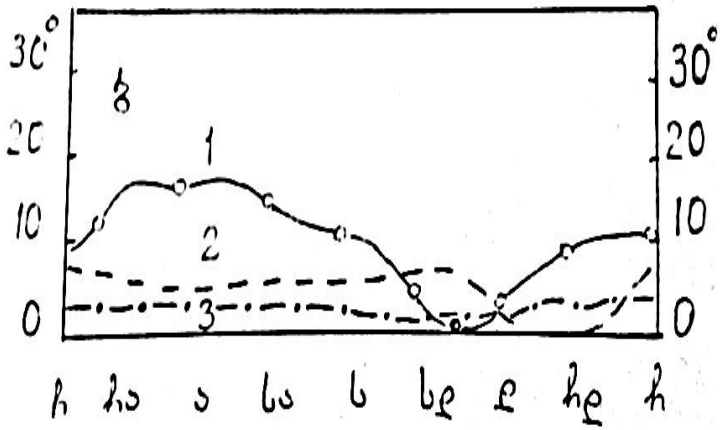
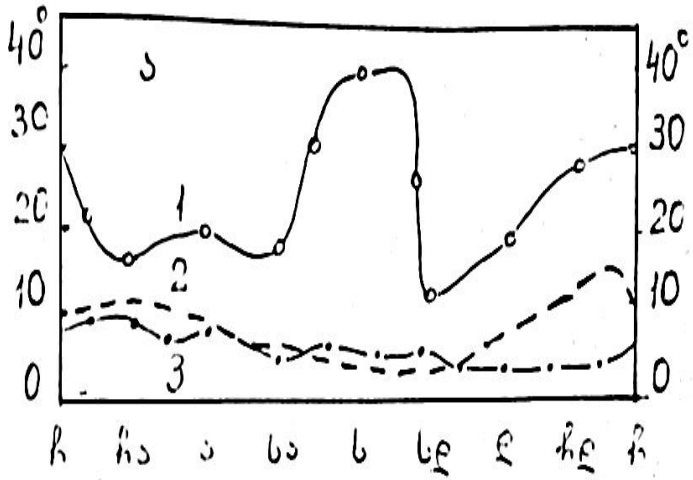
როგორც ზემოთ აღინიშნა, მდ. ენგურის წყალსაცავთა კასკადის გარემოს კლიმატზე გავლენის პრობლემის შესწავლას საფუძვლად დაედო იმ სტაციონალური მრავალწლიანი ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალის (ინფორმაციის) ანალიზი, რომლებიც ტარდებოდა წყალსაცავების შევსებამდე და შევსების შემდეგ პერიოდში. გამოყენებული იქნა აგრეთვე

სპეციალური საველე ექსპედიციების მასალები, რომლებიც მოპოვებული იქნა თბილჰიდროპროექტის, თბილისის უნივერსიტეტის, კომპლექსური ექსპედიციის "დაჭრილი ბუნების", გარემოს დაცვის კომიტეტის, ბუნების დაცვის საზოგადოების, საქმთავარენერგოს და სატყეო მეურნეობის სამინისტროს მიერ.

1981 წლის მდგომარეობით ჯვრის წყალსაცავის შემოგარენში ფუნქციონირებდა შემდეგი ჰიდრომეტეოროლო- გიური სადგურები და საგუშაგოები: ხაიში (1930წლიდან), ენგურჰესი (1958წლიდან), ენგურჰესის კაშხალი, ქვემო ბიეფი(1968წელი). სადგური ხაიში ეკუთვნის საქართველოს ჰიდრომეტსამსახურის სამმართველოს; სადგურები-ენგურის ჰიდროელექტროსადგური და ენგურის ჰიდროელექტროსადგურის კაშხალი ეკუთვნის საქმთავარენერგოს, ხოლო საგუშაგო-ენგურის ჰიდროელექტროსადგურის ქვემო ბიეფი-თბილჰიდროპროექტს. გალის წყალსაცავში მთავარი ჩამდინარე მდინარეებია დიდი ერისწყალი დარეხხი. ჭალის წყალსაცავის ზონაში ფუნქციონირებდა ერთი მეტეოსადგური-გალი და ერთი საგუშაგო რეხხი.

ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობას, როგორც საქართველოს რესპუბლიკის ეკონომიკური სიძლიერის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საფუძველს, აქვს დიდი პერსპექტიული მნიშვნელობა. საკმაეისია აღინიშნოს ,რომ თანამედროვე პირობებში საქართველოს მთელი ჰიდროენერგერესურსების მხოლოდ 7-12% არის ათვისებული. ენერგეტიკული კრიზისის პირობებში ენერგომატარებლებზე ფასების სწრაფი ტემპებით ზრდა განაპირობებს ჰიდროენერგეტიკული მსენებლობის კიდევ უფრო მზარდ აქტუალურ მნიშვნელობას საქართველოს ეკონომიკის ენერგით უზრუნველყოფის საქმეში.

მიუხედავად იმისა, რომ ჰიდროენერგეტიკა წარმოადგენს ენერგეტიკის ერთ-ერთ ეკოლოგიურად სუფთა და უვნებელ სახეს, ჰიდროელექტროსადგურების წყალსაცავების მშენებლობას, როგორც აღინიშნა, მაინც შეაქვს გარკვეული (პოზიტიური ან ნეგატიური) ცვლილებები გარემოს კლიმატის ძირითა მახასიათებლებში (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, ღრუბლიანობა. ნალექები, რადიაციული რეჟიმი),რაც სათანადოდ უნდა გაანალიზდეს და რაოდენობრივად შეფასდეს.



ნახ. 3 კორიზონტის დახურულობა:

ა) 1-ხაიში; 2-ჯვარი; 3-გალი;

ბ) 1-მესტია; 2-საქარა; 3-ზუგდიდი.

ამ საკითხების დროულად და კვალიფიციურად გადაჭრას საქართველოს რესპუბლიკის, როგორც ჰიდროენერგორესურსების მდიდარი ქვეყნის, პირობებში ენიჭება პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა.

მდინარე ენგურის აუზი საქართველოში წარმოადგენს ჰიდროენერგორესურსების პოტენციალით ერთ-ერთ მნიშვნელოვან რეგიონს. აქ აშენებული და დაგეგმილი ჰიდროელექტროსადგურების სისტემა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს და ითამაშებს მომავალში საქართველოს სახალხო მეურნეობის იაფი ენერჯისით უზრუნველყოფის საქმეში. მდინარე ენგურის აუზში ჰიდროენერგოსადგურების წყალსაცავების კასკადის მშენებლობას შეაქვს გარკვეული ცვლილებები გარემოს მიკროკლიმატის ძირითადი მახასიათებლების სიდიდეებში, მათ სეზონურ და წლიურ მსვლელობაში, რაც საჭიროებს მათ ყოველმხრივ ანალიზს და რაოდენობრივ შეფასებას.

მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შექმნამდე და შექმნის შემდეგ, მათი გარემოს კლიმატზე გავლენის საკითხი გახდა ფართო დისკუსიის საგანი, რამაც განაპირობა ჯვრის, გალისა და ასაშენებლად დაგეგმილი ხუდონის წყალსაცავისათვის და პრობლემის შესწავლისა და ობიექტური შეფასების აუცილებლობა.

წინამდებარე გამოკვლევაში მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში განლაგებული ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების მრავალწლიური დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე რაოდენობრივად შეფასებული იქნა მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადის გავლენა გარემოს კლიმატის ძირითად მახასიათებლებზე. ემპირიული გზით მიღებული შედეგები შემოწმებული იქნა ლიტერატურაში არსებული ცნობილი მეთოდების გამოყენებით [5]. პრობლემის სპეციფიკაში დეტალურად გარკვევის მიზნით მდინარე ენგურის წყალსაცავების შემოგარენში პერსპექტივაში უკიდურესად საჭირო და აუცილებელია გარემოს მონიტორინგის

სადგურების ორგანიზაცია, რომელიც შესაძლებელს გახდის საკმარის მონაცემების და მაღალი ხარისხის კომპლექსური ინფორმაციის მიღებას.

თავი 2.

გარემოს ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების ცვლილებების ზოგადი კანონზომიერებანი წყალსაცავების შემენის პროცესში

ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის დროს წყალსაცავების შექმნა იწვევს გარემოს მიკროკლიმატის ძირითადი მახასიათებლების განსაზღვრულ ცვლილებებს, რაც დაკავშირებულია წყალსაცავის სითბური ბალანსის მდგენელების (სითბოს ტურბულენტური ნაკადი, აორთქლებაზე ან კონდენსაციაზე დახარჯული ან გამოყოფილი სითბოს ნაკადი, წყლის ზედაპირსა და მის ქვემოთ მდებარე ფენებს შორის სითბოს ნაკადი) სიდიდის არსებით ცვლილებებთან ხმელეთის სანაპირო ზოლის სითბური ბალანსის მდგენელებთან შედარებით, ე.ი. ადგილი აქვს წყალსაცავების აკვატორიაზე და სანაპიროზე მეტეოროლოგიური პროცესების ფორმირების ენერგეტიკული ბაზის ერთმანეთისაგან საგრძნობ განსხვავებას, რაც დამოკიდებულია ქვეფენილი ზედაპირის, როგორც ერთ-ერთი ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორის, ფიზიკური თვისებების მკვეთრ ცვლილებებზე.

როგორც მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების შედეგად მიღებული ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, წყალსაცავების ძირილად კლიმატურ მახასიათებლებზე გველენის სიდიდე უკუპროპორციულია სანაპირო ზოლიდან დაშორების მანძილისა. გარდა იმისა, რომ წყალსაცავის აკვატორიაზე ფორმირდება თავისებური მიკროკლიმატი, გამოიყოფა აგრეთვე მისი ზემოქმედების სამი ზონა: მუდმივი, ცვალებადი და ეპიზოდური გავლენის ზონები, რომელთა გეომეტრული სიდიდე დამოკიდებულია წყალსაცავის ფართობსა და მიცულობაზე, მისი განლაგების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე, მათ შორის ნაპირებისა და ფერდობების მორფომეტრულ მახასიათებლებზე, წლის სეზონებზე და სხვა.

მთიან რეგიონებში განლაგებული წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე ზემოქმედების ხარისხი დამოკიდებულია აგრეთვე ზემოაღნიშნული ფაქტორების გარდა ადგილის რელიეფის დანაწევრების ხარისხზე და წყალსაცავის განლაგების

აბსოლუტურ სიმაღლეზე, რაც განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს წყლის სარკიდან აორთქლების პროცესების ინტენსივობაზე (აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად აორთქლების ინტენსივობა მცირდება) და ქარის რეჟიმული მახასიათებლებზე: სიჩქარესა და მიმართულებაზე. ამის შედეგად მთიან რაიონებში დაბლობ ადგილებთან შედარებით წყალსაცავების ზემოქმედების ყველა ზონა სუსტად არის გამოხატული.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, წყალსაცავის აკვატორიაზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოლოგიკური ცვლილებების სიდიდეები დამოკიდებულია წყალსაცავის სითბური ბალანსის, კერძოდ, მისი მთავარი მდგენელის-რადიაციული ბალანსის მეკეთრ ცვლილებებთან, რაც წყლის მასის დიდი სითბოტევადობით არის გამოწვეული. ამიტომაც გაზაფხულზე წყალსაცავები გამაგრებულ ზემოქმედებას ახდენენ მიმდებარე ტერიტორიაზე, შემოდგომით კი, პირიქით, ათბობენ მას.

როგორც წესი, წყალსაცავების სანაპიროზე წარმოიქმნება "ზღვისპირა კლიმატის" ნიშნები: იზრდება ჰაერის სინოტივე, მცირდება დღე-ღამური ტემპერატურის ამპლიტუდა, წარმოიქმნება ბრიზული ცირკულაცია, რამდენადმე გადაადგილდება დროში და იზრდება უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა (10-20 დღე სხვადასხვა გეოგრაფიულ პირობებში), ე.ი. წყალსაცავების ზემოქმედების ზონაში კლიმატის კონტინენტურობა წინა პერიოდთან შედარებით რამდენადმე მცირდება, ხოლო ნახევრადარიდულ და არიდულ რაიონებში ადამიანის საცხოვრებელი პირობები შედარებით ლომფორტული ხდება.

სხვადასხვა ბუნებრივ ზონებში განლაგებული იდენტური პარამეტრების მქონე მსხვილი წყალსაცავების (რომელთა ფართობი აღემატება 10^4 კმ²) ზემოქმედებით გამოწვეული ძირითადი კლიმატური პარამეტრების ცვლილებები განსხვავდება ერთმანეთისაგან; არიდულ და ნახევრადარიდულ ზონებში წყალსაცავების გავლენა აღინიშნება უფრო ნაკლებ მანძილზე, მაშინ როდესაც ნორმალური და ჭარბი სინოტივის მქონე ზონაში იგი ვრცელდება გაცილებით დიდ ტერიტორიაზე. პირველ შემთხვევაში მიკროკლიმატის მახასიათებლებების ცვლილება ატარებს მეკეთრ, ხოლო მეორე შემთხვევაში კი-შერბილებულ ხასიათს. ვერტიკალური მიმართულებით შედარებით მსხვილი

წყალსაცავების შემთხვევაში გარემოს კლიმატური მახასიათებლების ცვლილებები ვრცელდება ტროპოსფეროს ქვედა ნაწილზე 200-300მ სიმაღლემდე (ბრატსკის, კუიბიშევის წყალსაცავები /6/).

წლის განმავლობაში ძირითად კლიმატწარმომქმნელ მეტეოელემენტებზე (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ღრუბლიანობა) წყალსაცავების გავლენის ხასიათი იცვლება. მაგალითად, გაზაფხულზე (აპრილი, მაისი) ჰაერის ტემპერატურა წყლის ზედაპირზე უფრო დაბალია, ხოლო შემოდგომაზე (სექტემბერი, ოქტომბერი) მაღალი ვიდრე სანაპიროზე, რაც პირველ შემთხვევაში განაპირობებს წყალსაცავის გამაცივებელ, ხოლო მეორე შემთხვევაში კი- გამათბობელ ზემოქმედებას გარემოს კლიმატზე. წელიწადის განმავლობაში კი, სეზონების მიუხედავად, წყალსაცავების გავლენის ზონაში ჰაერის ტემპერატურის დღე-ღამური მსვლელობა რბილდება, ტემპერატურის ექსტრემალურ მნიშვნელობებს შორის სხვაობა მცირდება (ე.ი. ტემპერატურის დღე-ღამური ამპლიტუდა მცირდება) წყალსაცავისაგან გარკვეულ მანძილზე განლაგებულ მეტეოსადგურებთან შედარებით. რაც შეეხება აბსოლურურ და ფარდობით სინოტივეს, წყალსაცავებში წყლის მნიშვნელოვანი ფართობის სარკის წარმოქმნა განაპირობებს აორთქლების და შესაბამისად ამ მეტეოელემენტების სიდიდეთა ზრდას სანაპიროსთან შედარებით. წყალსაცავების გავლენით იცვლება აგრეთვე ქარის სიჩქარე და მიმართულება. წყალსაცავების მიერ ქარის სიჩქარე სანაპიროსთან შედარებით შეიძლება გადიდდეს 20-60%-ის ფარგლებში იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალსაცავებზე ქარის მიმართულება ემთხვევა წყლით დაფარული ხეობის მიმართულებას. წყალსაცავების გავლენის ზონაში მკვეთრად მცირდება უქარო დღეთა რიცხვი.

წყალსაცავების შექმნის შედეგად იცვლება ქარის სიჩქარის დღეღამური მსვლელობის კანონზომიერებებიც (წყალსაცავის აკვატორიაზე ქარის მაქსიმალური სიჩქარე აღინიშნება ღამით, მინიმალური-დღისით; სანაპიროზე კი- პირიქით: ქარის მაქსიმალური სიჩქარე აღინიშნება დღის საათებში, ხოლო მინიმალური-ღამით), რაც დამოკიდებულია დღე-თამის განმავლობაში ატმოსფეროს მიწისპირა და წყლისპირა ფენებში

მიმდინარე ფიზიკური პროცესების სპეციფიკაზე; დღისით წლის თბილ პერიოდში წყალსაცავების სანაპიროზე ადგილი აქვს თერმული კონვექციის ძლიერ განვითარებას, რაც იწვევს ქარის სიჩქარის ზრდას, ამავე დროს აკვატორიაზე დღისით აღინიშნება ატმოსფეროს მდგრადი სტრატეფიკაცია და მცირე ინტენსივობის ტურბულენტური ცვლა, რაც იწვევს აქ ქარის სიჩქარია შემცირებას. დამით წყალსაცავის სანაპირო ზოლში თერმული კონვექცია ქრება, ხოლო ჰაერის ტურბულენტური ცვლა სუსტდება, რის შედეგად ქარის სიჩქარე მნიშვნელოვნად მცირდება. ამ დროს წყლის ზედაპირი უფრო თბილია, ვიდრე ხმელეთის, რასაც თან სდევს ქარის სიჩქარის ზრდა. ასეთია ბრიზული ცირკულაციის წარმოქმნის მექანიზმი. ბრიზული ცირკულაცია დიდ წყალსაცავებზე ვრცელდება სანაპირო ზოლის 3კმ-მდე მანძილზე.

წყალსაცავის ზედაპირზე ჰაერის სინოტივის ზრდა გარკვეულ გავლენას ახდენს დრუბლიანობის რეჟიმზე. დაკვირვებების მასალის ანალიზით დადგენილია, რომ წყალსაცავის აკვატორიაზე ღამის საათებში იზრდება დღეთა რიცხვი დაბალი იარუსის თრუბლიანობით, ხოლო დღისით დრუბლები აკვატორიაზე იშლება და ფორმირდება სანაპიროზე. დიდ წყალსაცავებს შეუძლია გარკვეული გავლენა (შემცირების მიმართულებით) მოახდინონ აგრეთვე საშუალო და ზედა იარუსის დრუბლიანობაზეც.

როგორც დაკვირვებები გვიჩვენებს, წლის თბილ პერიოდში ნალექების რაოდენობა წყალსაცავის სანაპიროზე რამდენადმე იზრდება, ხოლო აკვატორიაზე მცირდება. ვოლგოგრადის წყალსაცავის სანაპიროზე ჩატარებული ხანგრძლივი დაკვირვებების შედეგად გამოირკვა, რომ ივნის-ოქტომბერში ნალექთა ჯამი აკვატორიაზე 10-20%-ით ნაკლებია, ვიდრე სანაპიროზე. წლის ცივ პერიოდში, როდესაც წყალსაცავის შედარებით თბილ ზედაპირზე ჰაერის ცივი მასის ადვექცია ხდება, მასში კონდენსაციური პროცესების შედეგად წარმოიქმნება ე.წ. ადვექციური ნისლი. ნისლის არსებობის ხანგრძლივობა განსაკუთრებით დიდია ღამის საათებში უქარო ამინდის შემთხვევაში /7/.

თაზი 3.

მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადის ბანლაგების რაიონის მოკლე კლიმატური ღახასიათება

საკვლევი რაიონის კლიმატური მახასიათებლების თავისებურებები განპირობებულია მზის რადიაციის, ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებებისა და ოროგრაფიული ფაქტორის კომპლექსური სინქრონული მოქმედებით. კლიმატური მახასიათებლების სიდიდეებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ცირკულაციური პროცესები.

მზის სხივური ენერგია არის ის ენერგეტიკული ბაზა, რომელიც მთავარ როლს თამაშობა ამინდის, კლიმატის ძირითადი თავისებურებებისა და მათი ცვლილებების კანონზომიერებების ჩამოყალიბებაში. როგორც ცნობილია, ატმოსფეროში მიმდინარე ყველა პროცესის რეალიზაცია ხდება იმ სხივური ენერგიის ხარჯზე, რომელსაც დედამიწა მზისგანღებულბს. საკვლევი რაიონის რადიაციული რეჟიმი დამოკიდებულია გეოგრაფიული განედის სიდიდეზე (რომელიც განსაზღვრავს მზის სიმაღლესა და დღის ხანგრძლივობას), მზის ნათების ხანგრძლივობაზე და ღრუბლიანობის რეჟიმის თავისებურებაზე, პორიზონტალურ ზედაპირზე მოსული მრავალწლიური ჯამური რადიაცია წელიწადში შეადგენს 5000-5500მჯ/მ² მზის ნათების ხანგრძლიობა 2000-2200სთ-ს, საერთო ღრუბლიანობა 6.0 ბალს. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის სრდასთან ერთად პორიზონტის ჩაკეტილობის მუდმივობის შემთხვევაში ჯამური რადიაციის სიდიდე იზრდება. წლის განმავლობაში მზის ნათების ხანგრძლივობა მაქსიმალურია ივნისში (250-260სთ) და მინიმალურია დეკემბერში (90-100სთ). ასევე ჯამური რადიაციისა და რადიაციული ბალანსის აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება ივნისში, მინიმუმი-დეკემბერში. აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად 100 მეტრიდან 600მეტრის დიაპაზონში (ამ დიაპაზონშია განლაგებული გალის, ჯვრისა და დაგეგმილი ხუდონის წყალსაცავი). მრავალწლიური მონაცემებით ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა იცვლება 13.8-10.0⁰ ფარგლებში

ნიადაგის ზედაპირის საშუალო წლიური ტემპერატურა ამ სიმაღლეებზე ტოლია 11.5⁰ (რჩება უცვლელი), წყლის ორთქლის საშუალო დრეკადობა მცირდება 12.2ჰპა-დან 10.2ჰპა-მდე. ღრუბლიანობა - 6.3 ბალიდან 5.6 ბალამდე, ქვეფენილი ზედაპირის ალბედო მატულობს 23%-დან 27%-მდე, ეფექტური გამოსხივების მრავალწლიური ჯამების საშუალო მნიშვნელობა კი 1248,0მჯ/მ²-დან 1412,7მჯ/მ²-მდე, რადიაციული ბალანსის მრავალწლიური საშუალო ჯამი იზრდება 2387,1მჯ/მ²-დან 2681,1მჯ/მ²მდე.

მდ. ენგურია აუზი ხასიათდება რთული ოროგრაფიული პირობებით. იგი შემოფარგლულია ჩრდილოეთიდან კავკასიონის მთავარი ქედით, სამხრეთით-სვანეთის, ჩრდილო-დასავლეთით სვან-აფხაზეთის ქედით. მდ. ენგურის აუზი დასავლეთის მხრიდან ესაზღვრება მდ. ერისწყლის წყალშემკრებს. მდ. ენგურის აუზის სიმაღლეთა დიაპაზონში (2520მ) კლიმატი იცვლება ნოტიო სუბტროპიკულიდან მაღალმთიანი ტუნდრისა და გლაციურ-ნივალური კლიმატებით. /8/-ში მოცემულია საკვლევი ენგურის აუზის მეზოკლიმატური დარაიონება, რომელიც წარმოდგენილია ზემო სვანეთის, ოღოშისა და აფხაზეთის მთიანი და წინამთიანი და კოლხეთის დაბლობის ზღვისპირა რაიონებით.

ზემო სვანეთის მიკროკლიმატური რაიონი (რომელიც არის მდ. ენგურის დინების ზემო ნაწილში) ჩრდილოეთიდან და აღმოსავლეთიდან დაცულია კავკასიონის მთავარი ქედით ცივი არქტიკული ჰაერის მასების შემოჭრისაგან, ხოლო სამხრეთიდან და დასავლეთიდან – სვანეთის, სამეგრელოსა და კოლხეთის ქედებით შავი ზღვის ნოტიო ჰაერის მასებისაგან, რის შედეგად ამ რაიონის კლიმატი საკმარისად რბილი და ნოტიო არის. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ რაიონის მიკროორგრაფიული სტრუქტურა ძალიან რთულია, რაც ქვეფენილი ზედაპირის მრავალსახეობასთან ერთად განაპირობებს მისი შემადგენელი ნაწილების მიკროკლიმატური თავისებურებების მრავალსახეობას.

საკვლევი წყალსაცავების კასკადი განლაგებულია მდ. ენგურის აუზის შუა ნაწილში და აფხაზეთ-ოდიშის მთისა და წინამთის მეზოკლიმატურ რაიონში, ჯვრისა და ხუდონის წყალსაცავები დასავლეთიდან და სამხრეთიდან შემოსაზღვრულია, კოდორისა და სამეგრელოს ქედებით და მათი გვერდითი შევრილებით. ენგურის აუზის ეს ნაწილი წარმოადგენს ვიწრო ღრმა ხეობას კლდოვანი ნაპირებით. რაც შეეხება გალის

წყალსაცავს, იგი განლაგებულია მესამე მეზოკლიმატურ ძლიერ დანაწევრებულ ბორცვიან-დაბლობიან რელიეფის მქონე რაიონში, რომელიც გადადის კოლხეთის დაბლობის უმნიშვნელო სიმაღლის მქონე ზღვისპირა ბრტყელ ზოლში.

როგორც ავლნიშნეთ, მდ. ენგურისა და ერისწყლის აუზის კლიმატური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად განპირობებულია ცირკულარული ფაქტორებით: უმთავრესად მთელი ამიერკავკასიისათვის დამახასიათებელი მაკროცირკულაციური და აგრეთვე ადგილობრივი, ლოკალური გენეზისის მქონე მეზო და მიკროცირკულაციური პროცესებით, რომლებიც განპირობებულია სხვადასხვა ოროგრაფიული წარმონაქმნების ქვეფენილი ზედაპირის თერმული არაერთგვაროვნებით.

ამიერკავკასიისა და კერძოდ, საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის მასების შემოჭრის გამომწვევი მაკროცირკულაციური სინოპტიკური პროცესები დაჯგუფებულია ხუთ ძირითად ტიპად: დასავლეთის, აღმოსავლეთის, ორმხრივი შემოჭრები (სინქრონულად დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან), ანტიციკლონური მდგომარეობა და ამიერკავკასია სამხრეთ რაიონებში განვითარებული ტალღური აღრევები, გარდა ამის წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში ამინდისა და კლიმატის ფორმირებაში მთელი წლის განმავლობაში მონაწილეობდნენ კონვექციური პროცესები და ადგილობრივი ცირკულაცია, რომელიც განპირობებულია რელიეფის დიდი დანაწევრებით, შავი ზღვის გავლენით და მუდმივი გამყინვარების დიდი არეალის არსებობით კავკასიონის მთის ქედების სისტემაზე /9,10/.

ამრიგად, ყველა ამ ზემოაღნიშნული მაკროცირკულაციური სინოპტიკური პროცესების გავლენით მნიშვნელოვანწილად ფორმირდება საკვლევი წყალსაცავების კასკადის რაიონის ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები.

როგორც ამ რაიონში განლაგებული მეტეოსადგურების და სინოპტიკური რუკების სინქრონული განხილვა და ანალიზი გვიჩვენებს, ჯვრის, ხულონისა და გალის წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში (სადგური ჯვარი, გალი) და ზემო სვანეთის ქვაბულში (სად. მესტია) ნალექების წლიური რაოდენობა (%) სინოპტიკური პროცესების ტიპებზე დამოკიდებულებით შემდეგნაირად ნაწილდება: სადგური ჯვარის

მონაცემებით დასავლეთის პროცესებზე (დასავლეთის ცივი და თბილი ფრონტები, ოკლუზიის ფრონტები და პროცესები, სამხრეთის ციკლონები და ციკლონალური პროცესები) მოდის 83%, აღმოსავლეთის პროცესებზე (აღმოსავლეთიდან ცივი ფრონტების შემოსვლა)-1%, ორმხრივ შემოჭრაზე (აღმოსავლეთიდან და დასავლეთიდან ცივი ფრონტების სინქრონული შემოჭრა)- 1%, სამხრეთიდან ტალღურ აღრევებზე- 23%, ატმოსფეროს ანტიციკლონალურ მდგომარეობაზე (შიდამასიური პროცესები)-2%. სადგურ მესტიის მონაცემებით შესაბამისად-74, 2, 1. 20 და 3%.

წლის განმავლობაში ამ პროცესებთან დაკავშირებით მოსული ნალექების რაოდენობამ (მმ) შეადგინა შესაბამისად: სადგურ ჯვარზე-16 18, 21, 21, 510 და 30მმ (სულ 2200მმ), სადგურ ხაიშში-887,17,13,213 და30მმ (სულ 1166მმ), სადგურ მესტიასი-683,19,13,182 და318მმ (სულ 928მმ).

ამრიგად, წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში მოსული მთელი ნალექების თითქმის ნახევარი დაკავშირებულია ცივი ფრონტების გავლასთან. ანალოგიურ მოვლენას (მდ. ენგურის აუზის მსგავსად) ადგილი აქვს მდ. რიონისა და ცხენისწყლის აუზში, რაც მოწმობს იმაზე, რომ დასავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთ ნახევრის შინაგან რაიონებში ნსლექების რეჟიმის ფორმირების სინოპტიკური პროცესები იდენტურია (ე.ი. ჰაერის მასების ფიზიკური თვისებები, სიმძლავრე და თერმოდინამიკური მახასიათებლები).

როგორც ნალექებზე ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, მათი ფორმირების პროცესში წყალსაცავების განლაგების რაიონში მთავარ როლს ასრულებენ დასავლეთის პროცესები, მეორე ადგილზე არიან ტალღური პროცესები სამხრეთიდან. რაც შეეხება აღმოსავლეთის პროცესებს, ორმხრივ შემოჭრებსა და ანტიციკლონურ მდგომარეობას (შიდამასიური პროცესები), მათი წვლილი ნალექების წლიური ჯამის ფორმირებაში თითქმის ერთნაირია (1-2%). მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ცალკეულ თვეებში ეს თანაფარდობები შეიძლება რამდენადმე შეიცვალოს. სინოპტიკური პროცესები ტიპების მიხედვით ნალექების რაოდენობის აღნიშნული განაწილების მიღებული კანონზომიერებები სამართლიანია ზემო სვანეთის ქვაბულისათვის (მესტიის მეტეოსადგური).

როგორც ნაღვეების ანალიზი გვიჩვენებს, ენგურისა და ერისწყლის აუზებზე ცივი ფრონტების გავლასთან დაკავშირებულია წელიწადის განმავლობაში მოსული ნაღვეების ჯამის თითქმის ნახევარი: 49% (ჯვარი), 48% (მესტია). ვინაიდან დასავლეთ კავკასიონის მთიანი რაიონებისათვის მაკროციკულაციური პროცესების რეალიზაცია სივრცეში თითქმის არ იცვლება. ამის გამო ნაღვეების რაოდენობის განაწილების მიღებული კანონზომიერებები პროცესების ტიპიზაციის მიხედვით სამართლიანია არა საკვლევი წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონისა და ზემო სვანეთის ქვაბულისათვის, არამედ დასავლეთ სქართველოს რიგი მდინარეების (ცხენისწყალი, რიონი) აუზებისათვისაც, რაც მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე გავლენის შესაფასებლად პუნქტ-ეტალონებად (ფონური მახასიათებლების სახით) შეიძლება აღებული იქნას მეზობელი მდინარეების აუზებში განლაგებული მეტეოსადგურების კლიმატური მახასიათებლების მონაცემები, რასაც აქვს გარკვეული მეთოდური მნიშვნელობა დასმული პრობლემის კორექტულად გადაწყვეტის საქმეში.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ნაღვეების წარმოქმნის პროცესში ამა თი იმ სინოპტიკური პროცესის ხვედრითი წონის ტოლობის მიუხედავად რელიეფის ფაქტორის გავლენით ნაღვეების რაოდენობა არსებითად შეიძლება იცვლებოდეს. ასე მაგალითად, ნაღვეების წლიური ჯამი დასავლეთის ცივი ფრონტების გავლის შედეგად ენგურის აუზში ჯვრიდან მესტიამდე მცირდება 6518მ-ით მიუხედავად სინოპტიკური პროცესების იდენტურობისა, რაც მიუთითებს რელიეფის ლოკალური თავისებურებების გარკვეულ გავლენაზე ცირკულაციური პროცესების ფორმირებაზე.

ცირკულაციური, რადიაციული და ოროგრაფიული ფაქტორების გავლენით ყალიბდება ატმოსფერული წნევის ველი და შესაბამისად ქარის რეჟიმის მახასიათებლები (მიმართულება და სიჩქარე). წლის ცივ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე ამინდისა და კერძოდ, ქარის რეჟიმის ფორმირება ხდება კავკასიის აღმოსავლეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით განლაგებული მაღალი წნევის და შავ ზღვაზე და მის დასავლეთ მდებარე დაბალი წნევის არეების ურთიერთქმედებით. ამ სიტუაციის დროს

ბარიული გრადიენტი მიმართულია აღმოსავლეთიდან (ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან) დასავლეთისაკენ (სამხრეთ-დასავლეთისაკენ), ე.ი. ქარიან აღმოსავლეთის (სამხრეთ-დასავლეთის) მიმართულების ქარები. ზაფხულში კი სექტემბრის ჩათვლით დასავლეთ ევროპის ტერიტორიაზე და კერძოდ, შავი ზღვის აკვატორიაზე ფორმირდება მაღალი წნევის, ხოლო სამხრეთ-დასავლეთ აუზში – დაბალი წნევის არე. ამ შემთხვევაში ბარიული გრადიენტები მიმართულია პირიქით (ზამთართან შედარებით) დასავლეთიდან და ჩრდილო-დასავლეთიდან აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით და შესაბამისად ქარიან დასავლეთისა და ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები.

წლის გარდამავალ პერიოდში (ცივიდან თბილისაკენ და პირიქით) ადგილი აქვს ამ ორი ძირითადი სიტუაციის ტრანსფორმაციის პროცესს, რაც სათანადოდ ცვლის ქარის რეჟიმსაც.

უნდა აღინიშნოს, რომ საკვლევი ტერიტორიის რთული ნრელიეფი არსებით გავლენას ახდენს ბარიული წარმონაქმნების გავლენის შედეგად ფორმირებული ქარის რეჟიმის მახასიათებლებზე: სიჩქარეზე და მიმართულებაზე. ამ ფაქტს ადასტურებს, მაგალითად, შესაბამისი ინფორმაციისა და ატმოსფერული წნევის განაწილების ანალიზი იანვარში. ამ თვეში ჰაერის მასების უპირატესი გადატანა დასავლეთ საქართველოსა და კერძოდ, წყალსაცავთა კასკადის განლაგების ტერიტორიაზე ხდება აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით, მაგრამ რაიონის რთულ რელიეფს ამ პროცესში შეაქვს თავისი არსებითი კორექტივები. ზემო სვანეთის ქვაბულში ამ თვეში, ისევე როგორც მთელი წლის განმავლობაში, უპირატესად ადგილი აქვს წყნარ, უქარო ამინდს (60% წლის განმავლობაში), რაც აიხსნება ქვაბულის შემომსახდრელი ქედების გავლენით, მიუხედავად იმისა, რომ აქ თხემების ნაწილში ქარის სიჩქარე აღწევს 6მ/წმ-ს.

ჯვრისა და ხუდონის წყალსაცავების განლაგების რაიონში მდ. ენგურის ხეობას სოფ. ხუბერამდე აქვს ჩრდილი – დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მიმართულება, სემდეგ კი იგი მიემართება ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, რაც განაპირობებს ხეობის შესაბამისი მიმართულების ქარემს. ხუდონის წყალსაცავზე და ჯვრის წყალსაცავის ჩრდილოეთ ნაწილში ქარებს უპირატესად აქვს აღმოსავლეთისა და ჩრდილო-

დასავლეთის, ხოლო სამხრეთ ნაწილში - ჩრდილოეთის მიმართულება. ამასთან ერთად ქარის სიჩქარე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით იზრდება. აქ ზამთრის პერიოდში ძალიან იშვიათია უქარო დღეთა რიცხვი (10%).

უნდა აღინიშნოს, რომ ზამთარში ჰაერის ცივი მასები მთის თხემებიდან იცვლიან რა ბარიული გრადიენტით განპირობებული ძირითად მიმართულებას, ფიონების სახით ეშვებიან ფერდობებზე მდინარეების კალაპოტის მიმართულებით. ჩრდილოეთის ქარების განმეორადობა შეადგენს 55-60%-ს, ხოლო ზამთარში იგი აღწევს 75-85%-ს მაშინ, როდესაც სამხრეთის მიმართულების ქარების განმეორადობა ტოლია 5-8%-ის. ძლიერი ქარიანი დღეების მაქსიმალური რიცხვი წელიწადში მრავალწლიანი მონაცემებით აღწევს 110-ს, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ამ წყალსაცავების წყლის სარკის ზედაპირიდან წარმოქმნილი ორთქლი არ გროვდება წყალსაცავებზე და მათ სიახლოვეს და ქარების მეშვეობით საკმაოდ ინტენსიურად გადაიტანება ხეობის გასწვრივ.

როგორც უკვე აღინიშნა, წლის თბილ პერიოდში (ივლისი) შავ ზღვაზე განლაგებულია მაღალი წნების, ხოლო კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში - დაბალი წნევის არე, რაც განაპირობებს დასავლეთის მიმართულების ქარების არსებობას. ამ პერიოდში ზემო სვანეთის ქვაბულში ჭარბობს სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულების ქარები (30-40% მეტია, ბეჩო). ხაიში დასავლეთის მიმართულების ქარების უდიდესი განმეორადობა აღწევს 44%-ს, ხოლო აღმოსავლეთის მიმართულების ქარებისა - 28%-ს, მაშინ როდესაც ამ რაიონში ატმოსფეროს ცირკულაციაში გაბატონებულია ძირითადად დასავლეთის პროცესი, ხოლო ჯერის წყალსაცავის სამხრეთ ნაწილში - ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ქარების განმეორადობა თითქმის უტოლდება ერთმანეთს (31 და 34% შესაბამისად). აქ იზრდება უქარო დღეთა რიცხვი, ხოლო ზემო სვანეთის ქვაბულში კი პირიქით იგი მცირდება, მთა-ხეობების ცირკულაციის ინტენსიური განვითარების შედეგად. პარალელურად იზრდება დღეების რიცხვი ძლიერი ქარით.

ამ მონაცემებით ნათელი ხდება საკვლევი რაიონის რელიეფის გავლენის მნიშვნელობა და მისი თავისებურებანი ქარის რეჟიმის მახასიათებლებზე წლის განმავლობაში. ნახ.4-ზე მოყვანილი მაგალითის სახით ქარის მიმართულებების

განმეორადობა რვა რუმბისათვის სად. ხაიშში წლის განმავლობაში.
ცხრილი 4

ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარე (მ/წმ)

სადგური	სიმაღლე მ	თ ვ ქ												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მესტია	1441	0.6	0.8	1.2	1.6	1.7	1.4	1.4	1.2	1.0	0.7	0.6	0.6	1.1
ბენო	1270	0.6	0.7	1.1	1.0	1.6	1.3	1.6	1.1	1.0	0.7	0.5	0.4	1.0
ხაიში	730	2.0	2.0	2.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.0	1.8	2.0	2.2	2.3
ჯვარი	268	6.9	6.3	4.6	4.4	3.8	2.8	2.2	2.7	3.5	6.4	6.4	7.8	4.7
ზუგდიდი	117	1.4	1.5	2.1	1.8	1.4	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1	1.3
გალი	63	0.9	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9
ანაკლია	3	2.8	2.8	2.8	2.5	2.0	1.7	1.6	1.6	1.6	2.0	2.8	2.5	2.2

როგორც ნაჩვენებია /11/-ში, ჯვრის წყალსაცავის სამხრეთნაწილში ქარს სიჩქარით 27მ/წმ შეიძლება ადგილი ქონდეს ყოველწლიურად, 31მ/წმ-ს წელიწადში ერთხელ, 34მ/წმ-20 წელიწადში ერთხელ. ქარის სიჩქარის შესაძლებელი მაქსიმალური სიდიდეები ზემო სვანეთის ქვაბულში გაცილებით დაბალია, ვიდრე ჯვრის წყალსაცავზე: მათ შეიძლება შეადგინონ ერთხელ 16მ/წმ ყოველწლიურად, ხოლო 26მ/წმ-20 წელიწადში ერთხელ.

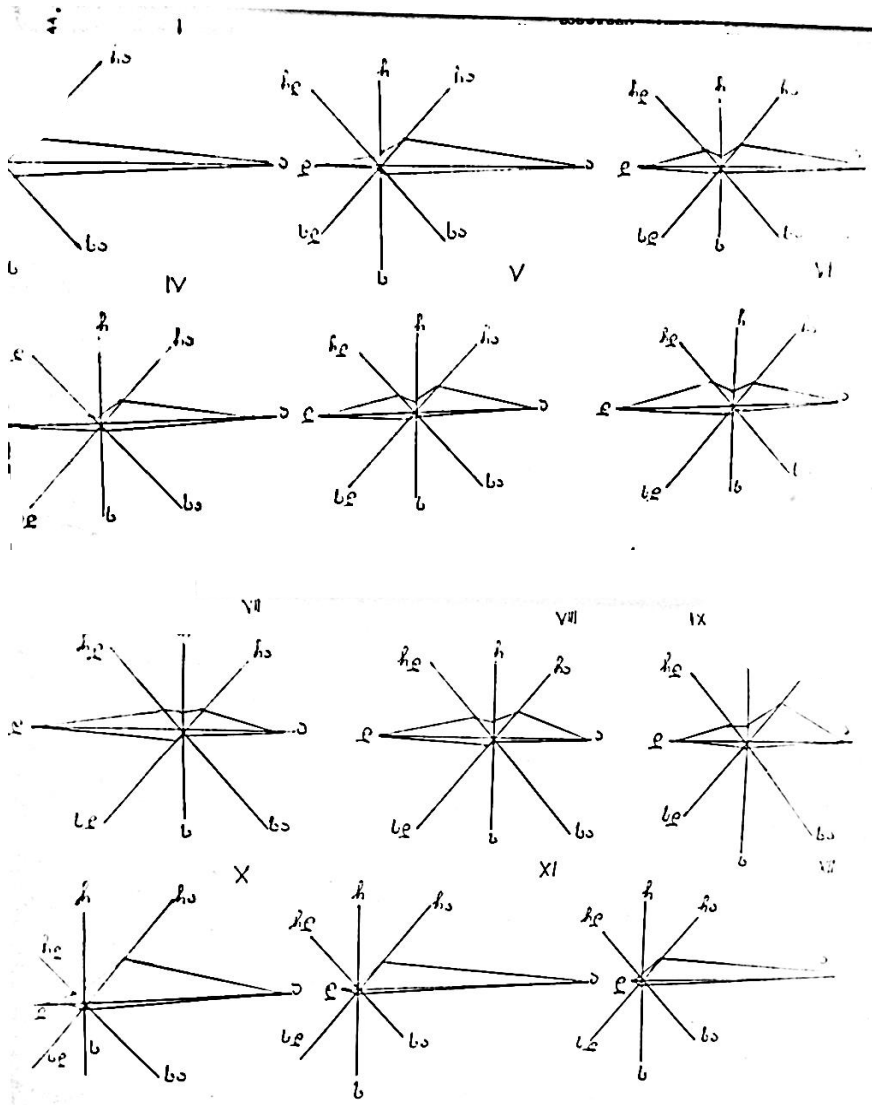
როგორც ცხრილში: მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, ქარის მაქსიმალური საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარეები აღინიშნება სადგურ ჯვარზე, მინიმალური- სადგურ გალში. ზღვის სანაპირო ზოლში ქარის რეჟიმის ეს მახასიათებლები მატულობს (სადგური ანაკლია).

ქარის სიჩქარის წლიურ და დღე-ღამურ მსვლელობაში ენგურის აუზის ზემო, შუა და ქვედა მონაკვეთებისათვის შეიმჩნევა სპეციფიკური თავისებურებანი: ქარის სიჩქარე აუზის ზემო წელში (ზემოსვანეთის ქვაბული) მაქსიმალურია წლის თბილი პერიოდის (მთა-ხეობის ცირკულაციის ინტენსივობის ზრდის შედეგად), ხოლო ქვედა წელში (წყალსაცავების განლაგების ზრდის შედეგად), (წყალსაცავების განლაგების ტერიტორიაზე) წლის ცივი პერიოდის განმავლობაში (ცივი ფრონტისა და ციკლონების აქტივიზაციის პერიოდი): ანაკლიაში ნოემბერ- მარტის განმავლობაში ქარის საშუალო თვიური

სიჩქარე იცვლება 2,5 (დეკემბერში)-2,8მ/წმ-ის (ნოემბერი, იანვარი, თებერვალი, მარტი) ფარგლებში, ჯვარში ნოემბერთ ბერელის განმავლობაში (6,3მ/წმ-თებერვალი, 7,8მ/წმ დეკემბერი). ენგურის აუზის შუა წელში ქარის სიჩქარის მაქსიმუმი აღინიშნება გარდამავალი პერიოდის შემთხვევაში (აპრილი).

განსაკუთრებული თავისებურებით ხასიათდება ქარის სიჩქარის დღელამური მსვლელობა მდ. ენგურის აუზის სხვადასხვა ნაწილში: ჯვრის წყალსაცავის სამხრეთ ნაწილში ქარის სიჩქარე მაქსიმალურია დილის საათებში, როდესაც ადგილი აქვს წყალსაცავის მიმდებარე გადაცივებას მოსაზღვრე მთის ხეობებში ინტენსიურ რადიაციულ, ხოლო ზემო სვანეთის ქვაბულში იგი მაქსიმალურია დღის მეორე ნახევარში (13 და 19 საათებში), როდესაც მთის რელიეფის ელემენტების ექსპოზიციებისა და დახრილობის კუთხეების მრავალსახეობის გავლენით ქვეფენილი ზედაპირის თერმული არაერთგვაროვნება მაქსიმალურად კონტრასტული ხდება, რასაც, როგორც წესი, თან ახლავს კონვექციური პროცესების ინტენსიური განვითარება.

როგორც საშუალო თვიური, ისე საშუალო წლიური ტემპერატურების განაწილებას ენგურისა და ერისწყლის აუზებში აქვს რთული სახე, რაც განპირობებულია მათი მაფორმირებელი ისეთი ფაქტორების სინქრონული გავლენით, როგორცაა აუზების (განსაკუთრებით მდ.ენგურის აუზის) დიდი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური განფენილობა, რელიეფის ძლიერი დანაწევრება და მისი მორფომეტრული პარამეტრების მრავალსახეობა და დიფერენციაცია, სხვადასხვა ორიენტაციისა და დახრილობის მქონე ფერდობების აბსოლუტურ და ფარდობით სიმაღლეთა ფართო სპექტრი, ზღვის სანაპირო ხაზიდან დაშორების მანძილების დიდი დიაპაზონი და სხვა. ამ ფაქტორების მეტნაკლებად გათვალისწინება და ჰაერის ტემპერატურის ველის განაწილების კანონზომიერებებზე მათი გავლენის შესწავლა შესაძლებელია საკვლევი მდინარეების აუზებში ყოვლის მომცველი მეტეოროლოგიური და მიკროკლიმატური დაკვირვებების სადგურების ქსელის სათანადო ოპტიმიზაციით. მაგრამ, სამწუხაროდ, საკვლევი მდინარეების აუზებში ეს ქსელი გარკვეულად შეზღუდულია და



ნახ. 4 ქარის მიმართულების განმეორება სადგურ საიშში, %

დრესდელობით ჩვენ საშუალება გვაქვს ამ რაიონების ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების ნორმების (მათ შორის ტემპერატურის) დროში და სივსცეში ცვლილებების შესასწავლად ვისარგებლოთ მხოლოდ 7 მეტეოსადგურის (ანაკლია, ზუგდიდი, ჯვარი, ხაიში, ბეხო, გალი, მესტია) ინფორმაციით.

რაც შეეხება სპეციალური პროგრამებით ჩატარებული მოკლევადიანი (მოკლეპერიოდის) მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური დაკვირვებათა მასალებს, მათ გააჩნიათ სპეციფიკური დანიშნულება და ამ პრობლემების გადასაჭრელად ვერ გამოდგება. ზემოაღნიშნული მეტეოროლოგიურ სადგურებზე მოპოვებული ინფორმაცია არ იძლევა საშუალებას რომ შესწავლილი და გაანალიზებული იქნეს ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების ველების მიკროსტრუქტურული თავისებურებები (მდინარეების, აუზების განლაგების მიკროკლიმატი).

საკვლევი მდინარეების აუზებში კლიმატური მახასიათებლების მნიშვნელობების საჭირო სიმაღლეებზე ექსტრაპოლაციის საშუალებით მიღების მიზნებისათვის აგრეთვე გამოყენებული იქნა ანაკლიის, ყორულდაშისა და მამისონის უღელტეხილების მეტეოსადგურებზე მოპოვებული ინფორმაცია, რომელზედაც გარკვეულგავლენას ახდენს განლაგების რაიონის რელიეფის თავისებურებები (ფერდობის, უღელტეხილისა და ზღვის სანაპიროს ეფექტები).

როგორც მრავალწლიური მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, მდ. ენგურისა და ერისწყლის აუზებში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად საშუალო წლიური ტემპერატურა ეცემა 14^0 -დან (ანაკლია, მდ. ენგურის შესართავთან) 0^0 -მდე. ენგურის სთავეებთან (2500მ-ის სიმაღლეზე). მდინარის აუზის მაღალმთიან ზონაში საშუალო წლიური ტემპერატურა სიმაღლის 1000მ-ით ზრდისას საშუალოდ ეცემა 6^0 -ით ე.ი. ტემპერატურით ვერტიკალური გრადიენტი ტოლია $0.6^0/100$ მ. ზამთრის ყველაზე ცივ თვეში ნულიზოთერმა მდინარის აუზის წინამთიან ნაწილში არ ეშვება 700მ-ზე დაბლა.

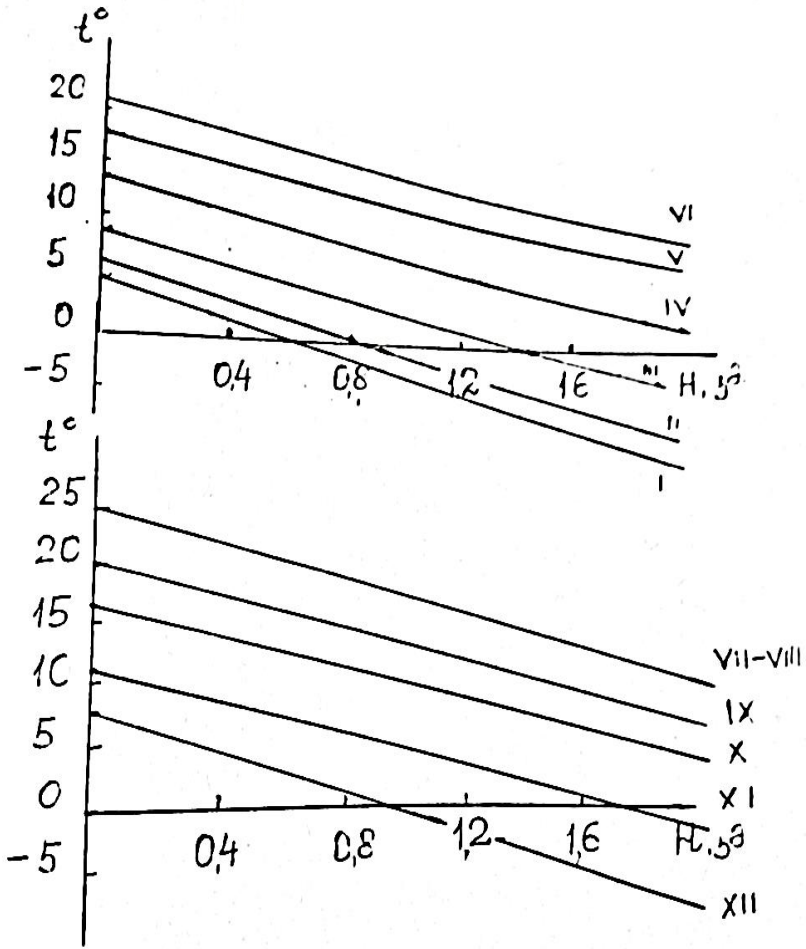
მდ. ენგურის აუზისათვის ჰაერის ტემპერატურის ნორმების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულება ანალიტიკურად სეიდლება იქნეს წარმოდგენილი წრფივი ფუნქციის სახით $t=aH+b$. ამასთან ერთად დამოკიდებულება $t=f(H)$ ყოველი თვისათვის

წარმოდგინება ორი წრფივი ფუნქციის სახით, რაც განპირობებულია ტემპერატურის ნორმების ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებების სპეციფიკური თავისებურებებით: აუზის ზღვისპირა დაბლობ და მთისწინა ნაწილში ტემპერატურის ნორმები მისი აბსოლუტური მაქსიმუმების ანალოგიურად აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის მიუხედავად მატულობს, ტემპერატურის გრადიენტი კი ნიშანს იცვლის. ამ მოვლენას ადგილი აქვს წლის თბილი პერიოდის (განსაკუთრებით მკვეთრად ზაფხულის) განმავლობაში, როდესაც ხმელეთთან სედარებით ცივი შავი ზღვის გავლენით ზღვის სნაპიროდან დაშორების შემთხვევაში გარკვეულ მანძილზე, მიუხედავად ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისა, ტემპერატურის მნიშვნელობები იზრდება, ხოლო ცივ პერიოდში (როდესაც ზღვა ხმელეთთან შედარებით უფრო თბილია) – მცირდება. ამის შედეგად დამოკიდებულებას $t=f(H)$ ყოველი თვისათვის მდ. ენგურის აუზის ორი ნაწილის (ერთის მხრივ, დაბლობი, წინამთიანი და მეორეს მხრივ, მთიანი და მაღალმთიანი) თერმული რეჟიმის თავისებურებების დინამიკის გათვალისწინებით, ანალიტიკურად წარმოდგენის შედეგად აქვს ორი სახე.

ცხრილი 5

დამოკიდებულებაში $t=aH+b$ შემავალი კოეფიციენტების a და b მნიშვნელობები

a b	თ ვ კ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
აუზის მთიანი ნაწილი												
aa	-8.75	-8.50	-7.00	-6.50	-5.00	-5.00	-2.00	-2.00	-6.75	-7.50	-8.00	-9.50
bb	6.25	7.20	9.80	14.30	18.40	21.00	22.4	22.80	21.20	17.50	12.60	9.10
აუზის მთისწინეთი ნაწილი												
aa	-5.0	-4.0	-4.0	-6.0	-4.0	0.0	-3.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-2.0
bb	5.5	6.2	8.8	12.0	16.4	20.0	22.8	28.2	19.8	15.4	13.4	7.2
მანძილი ზღვის ხაზიდან												
ξ, η, μ	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3



ნახ. 5 დამოკიდებულება $t=f(H)$ მდ. ენგურის აუზი

მაგრამ შავი ზღვის გავლენის არეალის სიდიდე წლის განმავლობაში ტემპერატურის გრადიენტის ფორმირებაზე ხასიათდება განსაკუთრებული ვარიაციებით, ე.ი. ზღვის სანაპირო ხაზიდან დაშორების მანძილის სიდიდე, სადაც ტემპერატურის გრადიენტი განიცდის მკვეთრ ცვლილებებს, თვიდან თვემდე

იცვლება, რაც განპირობებულია წლის განმავლობაში შავი ზღვისა და მიმდინარე ტერიტორიის ენერგეტიკული პოტენციალის ცვალებადობით. დამოკიდებულებაში $t=aH+b$. შემადგენელი კოეფიციენტების a და b მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 5.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ტემპერატურის ნორმების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების ანალიტიკური

გამოსახულებები არ შეიძლება გამოყენებული იქნეს მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე წყალსაცავების გავლენის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით, ვინაიდან ამ გამოსახულებების აგებისას გასაშუალების პროცესში დაშვებული შეცდომების სიდიდე გაცილებით აღემატება წყალსაცავების კასკადის გავლენით გამოწვეულ ტემპერატურულ ცვლილებებს.

დამოკიდებულება $t=aH+b$ წრფივი ფუნქციის სახით წარმოდგენისას მხედველობაში არ არის მიღებული რელიეფის თავისებურებების გავლენა ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალურ განაწილებაზე, როდესაც ჰაერის ტემპერატურის სიდიდეზე უფრო საგრძნობ გავლენას ახდენენ რელიეფის თავისებურებებით გამოწვეული ტემპერატურული ცვლილებები (მაგალითად, ატმოსფეროს ინვერსიული მდგომარეობა), ვიდრე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლით გამოწვეული ცვლილებები. ასეთი მოვლენები შეიმჩნევა ჯვრისა (268მ) და ზუგდიდის (118მ) ტემპერატურის შედარებისას, როდესაც მიუხედავად თავისი გაცილებით დიდი აბსოლუტური სიმაღლისა, ჯვარში, საშუალოდ, წლის განმავლობაში უფრო თბილა, ვიდრე ზუგდიდში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტემპერატურის გრადიენტების მნიშვნელობები არსებითად განსხვავდებიან წლის თბილი და ცივი პერიოდებისათვის. წლის თბილ პერიოდში ადგილი აქვს თბობრუნვის პროცესების ინტენსიურ ზრდას, რაც ამცირებს ტემპერატურის მნიშვნელობებს შორის სხვაობების სიდიდეს ენგურის აუზის სხვადასხვა აბსოლუტურ სიმაღლეზე. ამის შედეგად ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტების მნიშვნელობები წლის თბილ პერიოდში თითქმის 3-ჯერ ნაკლებია ცივ პერიოდთან შედარებით: $0.4-0.38^0/100მ$ და $1.2-2.0^0/100მ$ შესაბამისად.

საკმარისია აღინიშნოს, რომ ნორმალური შეტბორვის დონის შესაბამისი სიმაღლეებისათვის, რაც შეადგენს ჯვრის წყალსაცავისათვის 510მ-ს, ენგურის ჰესისათვის – 325მ-ს; ჰაერის

ტემპერატურის ნორმებს შორის სხვაობა მაქსიმალურია დეკემბერში 2.2⁰, მინიმალურია ივნისში – 0.3⁰. ამასთან ერთად, ტემპერატურის ნორმის გრადიენტი წლის განმავლობაში არ იცვლის ნიშანს, რაც მოწმობს იმ ფაქტზე, რომ ენგურის აუზის ამ მონაკვეთში ტემპერატურის რეჟიმის ფორმირებაში მთავარ როლს თამაშობს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე და არა რელიეფის ფორმა, თუმცა ამ უკანასკნელის გავლენა პირველ ნახევარკილომეტრიან მაღლივ ზონაში საკმარისად მკვეთრად ვლინდება. ცხრილ 6-ში მოცემულიაჰაერის საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობები (ნორმები) ენგურის აუზის 3-1441მ მაღლივი დიაპაზონისათვის.

ცხრილი 6

ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები (ნორმები, გრადუსი)

სადგური	H, მ	თ ვ ე												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ანაკლია	3	5.4	6.2	8.6	11.8	16.4	20.2	22.8	22.9	19.6	15.4	11.4	7.2	14.0
ხულონი	117	4.9	5.5	8.2	12.3	17.0	20.8	22.6	22.7	19.2	15.1	10.5	6.7	13.8
ჯვარი	268	4.8	5.0	6.1	12.5	16.9	19.7	21.9	22.2	19.4	15.8	11.2	7.0	13.7
ენგურის ჰაერის ნშდ	325	3.7	4.4	7.7	12.4	16.7	19.5	21.8	22.0	19.2	15.5	10.5	6.4	13.3
ჯვრის წყ. ნშდ	510	1.9	2.8	6.4	11.5	16.1	18.9	21.5	21.5	18.2	13.7	8.4	4.2	12.1
ხაიში	730	0.1	1.0	5.0	10.3	15.4	18.3	20.8	21.0	16.9	11.4	5.8	1.3	10.6
ბეწო	1270	-4.7	-3.3	0.3	5.8	11.5	14.4	17.2	17.0	12.6	7.7	2.4	-2.9	6.5
მესტია	1441	-6.0	-4.6	-0.5	5.2	11.0	14.0	16.4	16.2	12.0	7.1	1.6	-4.1	5.7
გალი	63	5.0	5.9	8.2	12.7	16.7	20.3	22.2	22.2	19.6	14.7	10.3	6.8	12.5

როგორც ცნობილია, კლიმატური მახასიათებლების განაწილება დგინდება იმ ინფორმაციით, რომელიც ოფიციალურად მიღებულია, როგორც კლიმატური მახასიათებლების ნორმები /12/. ამ ნორმების გამოთვლას საფუძვლად დაედო ის მონაცემები, რომელთა ხანგრძლივობა შეადგენს 70-75 წელს, რაც იძლევა მეტეოპარამეტრების დროში საკმარისად მდგრად ნორმებს, რომელთა მნიშვნელობები ინფორმაციის მოცულობის შემდგომი ზრდის შემთხვევაში რჩება

მუდმივი. ამას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების (და მათ შორის ჰაერის ტემპერატურის) სტატისტიკური მახასიათებლების რიცხვითი მნიშვნელობები დაკვირვებათა პერიოდის ხანგრძლივობის გაზრდით 1990 წლამდე ფაქტიურად არ იცვლებოდა, ე.ი. რჩება საშუალო მნიშვნელობის განსაზღვრის სტანდარტული ცდომილების ზღვრებში.

როგორც ცხრილი 6-დან ჩანს, საკვლევი რაიონის ყველა პუნქტში, იანვრიდან დაწყებული, ტემპერატურე მონოტონურად იზრდება და ივლის-აგვისტოში აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას. ტემპერატურის ნორმების ექსტრემალური მნიშვნელობების (დაფიქსირებული ზამთრისა და ზაფხულის თვეებში) ამპლიტუდა ზღვის დონიდან აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მატულობს: თუ ზღვის დონეზე სადგურ ანაკლიაში იგი შეადგენს 17.6⁰-ს, მესტიაში 1441მ სიმაღლეზე მატულობს 4.9⁰-ით და უტოლდება 22.4⁰-ს.

როგორც ცხრილ 6-ში მოყვანილი ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, მდ. ენგურისა და ერისწყლის საკვლევი აუზების ქვემო (700მ-ის ქვემოთ) წელში მეტეოროლოგიური გაგებით ზამთარი არ დგება, ე.ი. ამ ზონაში ჰაერის ტემპერატურის მრავალწლიანი საშუალო მნიშვნელობები წლის განმავლობაში რჩება დადებითი, ხოლო ხაიშიდან (730მ) დაწყებული მესტიის ჩათვლით (1441მ) ენგურის აუზის მონაკვეთში ზამთრის ხანგრძლივობა მატულობს 28 დღიდან 116 დღემდე.

ჰერის ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობები ახასიათებენ კლიმატის ანომალურ პირობებს. მდ. ენგურის საკვლევი აუზში ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი იცვლება -17⁰-დან ზღვის სანაპირო ზოლში -40⁰-მდე და დაბლა მაღალმთიან რაიონებში აუზის გარემომცველი ქედების მწვერვალების ზონაში. ჯვრის, გალისა და ენგურის ჰაეს-ის განლაგების რაიონებში იგი შეადგენს -21, -22⁰-ს.

მდ. ენგურის აუზში ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი სიმაღლის ზრდასთან ერთად ეცემა 40⁰-დან (3მ) 15⁰-მდე (4000მ). შავი ზღვის სანაპიროზე მისი მნიშვნელობა ერთი გრადუსით დაბალია მიმდებარე დაბლობ რაიონებთან შედარებით. აბსოლუტური მაქსიმუმი -41⁰ არნიშნულია 700მ სიმაღლეზე სადგურ ხაიშიში, სადაც მინიმუმამდე ეცემა შედარებით

დაშორებული სავი ზღვისა და კავკასიონის თოვლ-მყინვარიანი ველების გამაცივებელი გავლენა. ამრიგად, ენგურის წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი შეადგენს 40-41⁰-ს.

რაც შეეხება ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმებისა და აბსოლუტური მაქსიმუმების საშუალო მნიშვნელობებს, ამ პარამეტრებიდან აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად (0-4000მ დიაპაზონში) პირველი ეცემა -6⁰-დან -30⁰-მდე, ხოლო მეორე - 36⁰-დან (3მ) 15⁰-მდე (3500მ).

მიუხედავად იმისა, რომ ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობების ნორმები ითვლებიან კლიმატის ერთ-ერთ ძირითად მახასიათებლებად, მათი კომპლექსური შესწავლის მიზნით აუცილებელია სასუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების დროში ცვალებადობის განაწილების გამოკვლევა. ცხრილში 7 მოყვანილია ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობების სტატისტიკური მახასიათებლები t, σ , σ_{σ} , μ , δ , C_v, A_s, σ_{A_s} , E, σ_E ოთხი მეტეოსადგურისათვის (ზუგდიდი, ჯვარი, ხაიში, მესტია).

როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი ასიმეტრიისა და ექსცესის მნიშვნელობების ანალიზი გვიჩვენებს, მდ. ენგურის აუზში საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურის განაწილება ძალიან ახლოა ნორმალურ განაწილებასთან. საძუალო წლიური ტემპერატურის საშუალო კვადრატული გადახრა ამ ოთხი სადგურისათვის იცვლება 0.6⁰ (ხაიში, ზუგდიდი) – 0.8⁰ (ჯვარი) ფარგლებში, ხოლო საშუალო მნიშვნელობის განსაზღვრის სტანდარტული ცდომილება იცვლება 0.06 – 0.10 ფარგლებში. ტემპერატურის ცვალებადობა მაქსიმალურია ზამთრის (6 ალწევს 2.4⁰). მინიმალურია ზაფხულის (6 ეცემა 1⁰-მდე) და შუალედურია (ზაფხულისა და ზამთრის მნიშვნელობებს შორის) გაზაფხულისა და შემოდგომის გარდამავალ პერიოდებში. ვარიაციის კოეფიციენტს მინიმალური მნიშვნელობები აქვს (ეცემა 0.05-მდე) ზაფხულის, ხოლო მაქსიმალური მნიშვნელობები (ალწევს 19.6) – ზამთრის პერიოდში.

მეტეოსადგურებში ჯვარი, გალი, ხაიში, ზუგდიდი საშუალო წლიური ტემპერატურის განაწილებას აქვს დადებითი (0.05–0.31) ხოლო სადგურ მესტიაში – უარყოფითი ასიმეტრია (-0.02). წლის

განმავლობაში ტემპერატურების განაწილების ასიმეტრიას დადებითი მნიშვნელობები ძირითადად აქვს ზაფხულის, ხოლო უარყოფითი მნიშვნელობები—წლის დანარჩენი პერიოდების განმავლობაში, რაც დამოკიდებულია წლის სხვადასხვა პერიოდში საშუალო და მოდალური მნიშვნელობების სიდიდეთა ცვლილებებზე.

რაც შეეხება მრავალწლიური საშუალო თვიური ტემპერატურების ექსცესს, წლის დროის უდიდესი ნაწილისათვის (7–8 თვე) იგი უპირტესად უარყოფითია, რაც აიხსნება იმ გარემოებით, რომ საშუალოდანი დიდი მნიშვნელობების გადახრების ალბათობა მეტია, ვიდრე პატარა მნიშვნელობებისა, რაც შეესაბამება ამ ელემენტის ნორმალური განაწილების კანონს.

საშუალო წლიური ტემპერატურის განაწილებას დროში ძირითადად აქვს დადებითი ექსცესი და ასიმეტრია.

მდ. ენგურის აუზის წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში ჰაერის ტენიანობის რეჟიმის დახასიათების მიზნით აქ განვიხილავთ ისეთ პრამეტრებს, როგორცაა წყლის ორთქლის დრეკადობა (აბსოლუტური ტენიანობა), ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა და ტენიანობის დეფიციტი. მდ. ენგურისა და ერისწყლის აუზებში წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობების სივრცობრივი განაწილების ანალიზი გვინგებებს, რომ აუზის ზღვისპირა ნაწილში მისი მნიშვნელობა შეადგენს დაახლოებით 14 ჰპა-ს. აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად, რასაც თან სდევს ატმოსფეროს მასისა და მასში მყოფი წყლის ორთქლის რაოდენობის შემცირება, სინქრონულად ეცემა წყლის ორთქლის დრეკადობის სიდიდე და 3500მ სიმაღლეზე იგი შეადგენს მხოლოდ 4ჰპა, ზღვის დონის სესაბამისი მნიშვნელობის 30%-სე ნაკლებს.

წლის განმავლობაში წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები მინიმალურია იანვარში, რაც შეადგენს აუზის დაბლობ ნაწილში 6-7ჰპა, ჯვრისწყალსაცვის 5.0-

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები

(t , σ , σ_E , μ , δ , C_v , A_s , σ_{A_s} , E , σ_E)

თვე	ლაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		t	σ	σ_E	μ	δ	C_v	A_s	σ_{A_s}	E	σ_E
მ ე ს ტ ი ს											
I	52	-5.6	2.06	0.2	0.27	5	0.36	-0.74	0.33	-0.29	0.67
II	53	-4.1	2.06	0.20	0.28	7	0.51	-0.48	0.33	-0.12	0.67
III	52	-0.5	1.75	0.17	0.24	53	3.89	0.20	0.33	0.48	0.67
IV	52	8.6	1.63	0.16	0.23	5	0.29	0.14	0.33	-0.58	0.67
V	51	10.9	1.03	0.10	0.14	1	0.09	-0.70	0.34	0.10	0.69
VI	54	13.8	1.12	0.11	0.15	1	0.08	-0.06	0.33	-0.04	0.67
VII	54	16.6	1.11	0.11	0.15	1	0.07	0.01	0.33	-0.43	0.67
VIII	54	16.2	1.26	0.12	0.17	1	0.08	0.51	0.33	0.37	0.67
IX	56	12.1	1.29	0.12	0.17	8	0.11	-0.19	0.33	0.08	0.66
X	55	6.5	1.82	0.95	0.25	4	0.26	0.40	0.33	-0.10	0.67
XI	54	1.9	1.61	0.15	0.22	12	0.85	0.70	0.33	0.28	0.67
XII	52	-3.8	2.30	0.72	0.33	9	0.61	-0.44	0.33	-0.88	0.67
წელი	47	5.8	0.67	0.07	0.10	2	0.12	-0.002	0.36	0.46	0.71

ცხრილი 7
(გაგრძელება I)

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები
(t , σ , σ_6 , μ , δ , C_v , A_s , σ_{As} , E , σ_E)

თვე	დაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		t	σ	σ_6	μ	δ	C_v	A_s	σ_{As}	E	σ_E
ბ ა ო შ ო											
I	54	-0.1	1.96	0.19	0.27	208	19.6	-0.40	0.33	-0.57	-0.67
II	54	1.4	2.06	0.20	0.28	20	1.47	-0.87	0.33	1.74	0.67
III	54	5.0	1.93	0.19	0.26	15	0.39	-0.50	0.33	-0.41	0.67
IV	54	10.6	1.67	0.16	0.23	2	0.16	0.36	0.33	0.2	0.67
V	54	15.3	1.19	0.11	0.16	1	0.06	-0.22	0.33	-0.03	0.67
VI	53	18.3	1.7	0.11	0.16	1	0.06	-0.7	0.33	-0.91	0.67
VII	54	20.7	1.15	0.11	0.16	1	0.06	-0.24	0.38	-1.43	0.67
VIII	53	20.7	1.35	0.13	0.09	1	0.07	-0.06	0.36	-0.64	0.67
IX	54	16.8	1.39	0.13	0.19	1	0.08	-0.11	0.33	0.25	0.67
X	54	11.0	1.57	0.15	0.21	2	0.14	0.35	0.33	-0.10	0.67
XI	52	6.0	1.59	0.10	0.22	4	0.27	-0.47	-0.33	0.47	0.67
XII	53	1.5	1.85	0.18	0.25	17	1.23	0.14	0.33	-1.18	0.67
წელი	50	10.6	0.64	0.06	0.09	1	0.06	0.05	0.35	0.39	0.65

ცხრილი 7
(გაგრძელება 2)

პაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები
($t, \sigma, \sigma_6, \mu, \delta, C_v, A_s, \sigma_{AS}, E, \sigma_E$)

თემ	ლაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		t	σ	σ_6	μ	δ	C_v	A_s	σ_{AS}	E	σ_E
შ რ ი											
I	49	25.2	2.08	0.21	0.30	6	-0.40	-0.31	0.35	1.32	0.70
II	49	5.6	2.30	0.23	0.33	6	0.41	-0.40	0.35	-0.30	0.70
III	50	8.0	2.16	0.22	0.31	4	0.26	0.11	0.35	-0.36	0.69
IV	49	12.9	1.93	0.13	0.28	2	0.15	0.30	0.35	0.12	0.70
V	49	17.1	1.52	0.15	0.22	1	0.09	-0.26	0.35	-1.25	0.70
VI	50	20.1	1.25	0.13	0.18	1	0.06	-0.05	0.35	-0.89	0.69
VII	50	21.9	1.10	0.11	0.16	1	0.05	0.09	0.36	-0.87	0.69
VIII	51	22.4	1.46	0.14	0.20	1	0.07	0.61	0.34	2.81	0.67
IX	51	19.7	1.61	0.16	0.23	1	0.08	0.35	0.34	-0.90	0.67
X	51	15.6	2.10	0.21	0.29	2	0.13	0.12	0.37	-0.54	0.67
XI	50	11.5	2.18	0.22	0.31	3	0.19	-0.15	0.35	0.20	0.69
XII	49	7.6	2.35	0.24	0.34	4	0.31	0.21	0.35	0.06	0.70
წელი	46	14.0	0.76	0.08	0.11	1	0.06	0.25	0.36	0.05	0.72

ცხრილი 7
(გაგრძელება 3)

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები
($t, \sigma, \sigma_6, \mu, \delta, C_v, A_s, \sigma_{AS}, E, \sigma_E$)

თემ	ლაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		t	σ	σ_6	μ	δ	C_v	A_s	σ_{AS}	E	σ_E
ბ უ ბ დ ი დ ი											
I	56	5.1	2.24	0.21	0.30	6	0.44	-0.17	0.33	-0.05	0.66
II	57	5.8	2.30	0.26	0.30	6	0.40	-0.15	0.32	-0.10	0.65
III	57	8.2	2.06	0.19	0.27	3	0.25	-0.15	0.32	-0.48	0.65
IV	57	12.7	1.69	0.16	0.22	2	0.13	0.48	0.34	0.71	0.65
V	57	17.1	1.27	0.18	0.25	1	0.11	-0.20	0.32	-0.13	0.65
VI	56	20.4	1.22	0.12	0.16	1	0.06	0.03	0.33	-1.01	0.66
VII	57	22.4	1.11	0.10	0.15	1	0.06	0.33	0.32	-0.17	0.65
VIII	56	22.51	1.38	0.13	0.18	1	0.06	-0.03	0.33	0.27	0.66
IX	56	19.4	1.32	0.12	0.18	1	0.07	-0.08	0.33	0.95	0.66
X	57	14.8	1.78	0.17	0.24	2	0.12	-0.05	-0.32	-0.29	0.66
XI	56	10.8	1.67	0.16	0.22	2	0.15	0.50	0.33	0.23	0.66
XII	55	6.9	2.09	0.20	0.28	4	0.30	-0.73	0.33	-0.97	0.66
წელი	52	13.8	0.66	0.06	0.09	1	0.05	-0.31	0.34	0.27	0.68

ცხრილი 8

წელის ორთქლის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები
(ნორმები, კპპ)

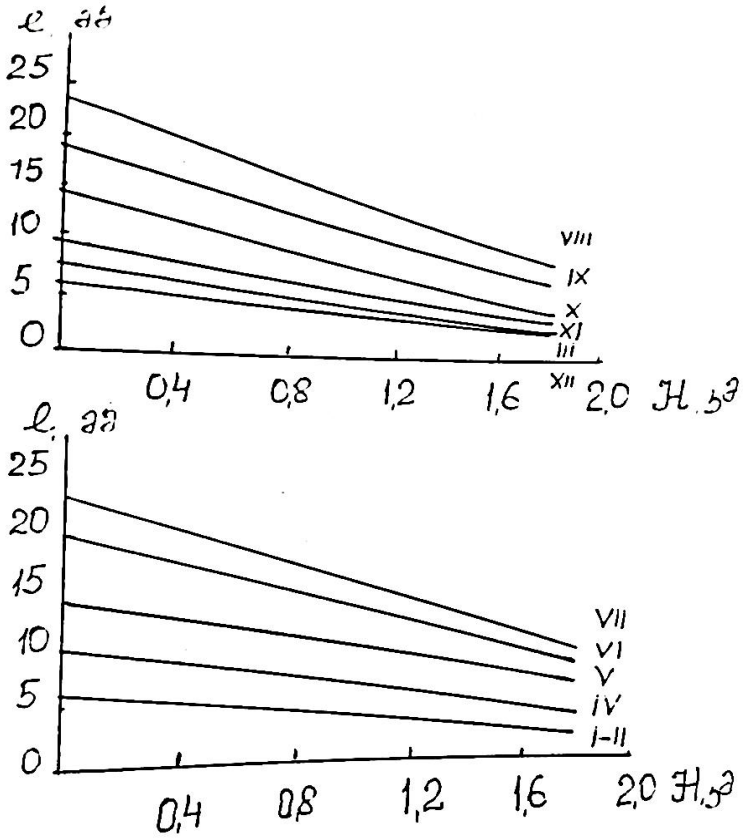
სადგური	თ ვ მ												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ესტია	3.4	3.6	4.4	6.3	8.6	10.6	12.6	12.3	10.1	7.4	5.6	4.0	7.4
ჯვარი	5.5	5.8	6.7	9.2	13.1	17.0	20.9	20.7	16.5	11.3	8.1	6.1	11.7
ზუგდიდი	6.3	6.5	7.5	10.0	14.2	18.4	22.3	22.5	18.3	13.0	9.4	7.2	12.9
ხაიძე	5.1	5.4	6.3	8.5	12.0	15.0	18.0	17.8	14.4	10.6	7.8	5.8	10.5
გაღი	6.4	6.5	7.2	10.2	14.3	17.7	21.5	21.5	18.2	13.2	9.6	7.6	11.8

5.6კპა, ზემო სვანეთის ქვაბულში (1000-1500მ) – 4.0-4.5კპა. წყლის ორთქლის დრეკადობის მაქსიმალური მნიშვნელობები აღინიშნება ზაფხულის (ივლისი, აგვისტო) თვეებში: ზღვისპირა დაბლობ ნაწილში იგი შეადგენს 22-24კპა-ს, ჯვრის წყალსაცავის განლაგების ზონაში – 18კპა, ზემო სვანეთის ქვაბულში – 14-16კპა (1000-1500მ).

ამრიგად, წყლის ორთქლის სიდიდის წლიური მსვლელობა ემთხვევა ჰაერის ტემპერატურის წლიურ მსვლელობას. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი წყლის ორთქლის დრეკადობის დღე-ღამურ მსვლელობაში: მისი მაქსიმუმი აღინიშნება შუადღის საათებსი მინიმუმი კი – დილის საათებში. ამ კანონზომიერებაში თავისი კორქტივები შეაქვს აუზის ზრდის სანაპირო ზოლში ბრიზების ზღვის მდგენელს (წყლის ორთქლის დრეკადობა მაქსიმალური ხდება ამ მდგენელის ზემოქმედებით) შუადღის საათებში და მთიან ნაწილში კი მთა-ხეობების ცირკულაციის მთის მდგენელს: ზემო სვანეთის ქვაბულში მისი ზეგავლენით წყლის ორთქლის დრეკადობა მაქსიმალური ხდება ღამის საათებში (1სთ, სადგ. მესტია) მიუხედავად იმისა, რომ ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა აქ აღინიშნება შუადღის საათებში.

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური და სასუალო წლიური მნიშვნელობები (ნორმები) მდ. ენგურისა ფდა ერისწყლის აუზებისათვის მოცემულია ცრილში 8.

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეების დამოკიდებულება აუზის აბსოლუტურ სიმაღლეზე ანალიტიკურად სეიძლება წარმოდგენილი იქნას წრფივი ფუნქციის სახით: $l_0 = aH + b$. დამოკიდებულებაში კოეფიციენტს a , b აქვს ცალკეული თვეებისათვის კონკრეტული მნიშვნელობები. ვინაიდან აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად წყლის ორთქლის დრეკადობის (აბსოლუტური ტენიანობის) სიდიდეები მცირდება; კოეფიციენტი b არის უარყოფითი. a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 9.



ნახ. 6 დამოკიდებულება $e=f(H)$. მდ. ეხოსტის აუზი

ცხრილი 9

a და b კოეფიციენტების მნიშვნელობები
დამოკიდებულებაში $s_0=aH+b$

b	ო კ ე											
a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
b	-2.5	-2.6	-4.0	-4.0	-4.0	-6.0	-7.5	-7.5	-7.5	-5.0	-4.0	-1.5
a	6.5	6.6	8.4	10.4	14.4	19.7	23.5	23.6	19.5	14.5	10.4	5.9

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობების (ნორმების) დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე საკვლევი რაიონისათვის მოცემულია ნახ. 6-ზე.

წყლის ორთქლის დრეკადობის სტატისტიკური მახასიათებლები იძლევიან ამ ელემენტის დროში განაწილების თავისებურებებზე წარმოდგენას. წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობები წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში იცვლებიან 7.4-13.0ჰპა საზღვრებში (ცხრ. 10). მათი საშუალო კვადრატული გადახრების მნიშვნელობები შეადგენენ 0.4-0.5ჰპა-ს მინიმუმით ზამთრით და მაქსიმუმით (დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობების განსაზღვრის სტანდარტული ცდომილება იცვლება 0.06-0.08ჰპა-ს ფარგლებში, $\sigma_{\text{წ}}=0.04-0.06$ ჰპა, $\mu=0.6-0.8$ ჰპა ფარგლებში, ხოლო საშუალო წლიური მნიშვნელობების განსაზღვრის სტანდარტული ცდომილება არ არემატება 1%-ს, საშუალო თვიური მნიშვნელობებისა კი - 3%-ს. ვარიაციის კოეფიციენტი C_v იცვლება 0.03-0.05 საზღვრებში წლიური და 0.05-0.17 თვიური მნიშვნელობებისათვის.

ამასთან ერთად წლის თბილ პერიოდში წყლის ორთქლის დრეკადობის სიდიდეები უფრო შედარებით, სტაბილურია ($C_v=0.05-0.06$), ვიდრე ცივ პერდში ($C_v=0.12-0.17$). ცხრილში მოყვანილი ასიმეტრიისა და ექსცესის დაბალი მნიშვნელობები მიუთითებენ იმ გარემოებაზე, რომ წყლის ორთქლის დრეკადობის განაწილება დროში ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონებს.

ფარდობითი ტენიანობა ჰაერის ტემპერატურისა და წყლის ორთქლის დრეკადობისაგან განსხვავებით არის არასტაბილური პარამეტრი და ხასიათდება დროის მცირე მონაკვეთში დიდი ცვალებადობით. აბსოლუტური ტენიანობისაგან განსხვავებით, ფარდობითი ტენიანობის სიდიდის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე უკუპროპორციულია, რაც განაპირობებს მისი დღე-ღამური მნიშვნელობების სვლის გრაფიკზე მინიმუმს შუადღისა და მაქსიმუმს, -ღამის საათებში (ჰაერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის მნიშვნელობების მინიმუმის დადგომის მომენტში).

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები

(I, S, S₆, μ, δ, C_v, A_s, S_{AS}, E, S_E)

თვე	ლაკმ- წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		I	S	S ₆	μ	δ	C _v	A _s	S _{AS}	E	S _E
მ ე ს ტ ი ა											
I	49	3,49	0,58	0,06	0,08	2	0,17	0,07	0,35	0,22	0,70
II	47	3,6	0,60	0,06	0,09	3	0,17	0,12	0,36	0,52	0,71
III	48	4,4	0,60	0,06	0,09	2	0,14	0,14	0,36	0,88	0,71
IV	48	6,3	0,64	0,07	0,09	1	0,10	0,28	0,35	0,58	0,71
V	50	8,6	0,50	0,06	0,08	1	0,07	0,25	0,35	0,21	0,69
VI	51	10,6	0,60	0,06	0,08	1	0,06	0,28	0,35	-0,70	0,69
VII	50	12,6	0,70	0,07	0,10	1	0,06	0,54	0,34	0,21	0,69
VIII	50	12,3	0,77	0,08	0,11	1	0,06	0,22	0,35	-0,62	0,69
IX	51	10,1	0,64	0,01	0,09	1	0,06	0,16	0,34	-0,37	0,69
X	50	7,4	0,79	0,08	0,11	1	0,11	0,18	0,34	-0,35	0,69
XI	50	5,6	0,60	0,06	0,08	1	0,11	0,40	0,34	-0,08	0,69
XII	47	5,0	0,60	0,06	0,09	2	0,16	0,23	0,36	-0,93	0,71
წელი	44	7,4	0,37	0,04	0,06	1	0,05	0,53	0,37	-0,40	0,74

ცხრილი 10
(გაგრძელება 1)

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები
(I, S, S₆, μ, δ, C_v, A_s, S_{AS}, E, S_E)

ოპკე	დაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		I	S	S ₆	μ	δ	C _v	A _s	S _{AS}	E	S _E
ხ ა ი უ ი											
I	49	5,1	0,75	0,08	0,11	2	0,15	0,03	0,35	0,26	0,70
II	50	5,4	0,69	0,07	0,10	2	0,13	-0,14	0,36	-0,54	0,69
III	82	6,3	0,67	0,07	0,09	1	0,11	0,43	0,34	0,55	0,68
IV	53	8,8	0,65	0,08	0,12	1	0,10	0,47	0,34	-0,99	0,67
V	53	12,0	0,81	0,08	0,11	1	0,67	-0,32	0,34	-0,01	0,67
VI	52	5,0	0,94	0,09	0,13	1	0,05	0,32	0,34	-0,19	0,68
VII	52	18,0	0,94	0,09	0,18	1	0,06	-0,26	0,34	-0,19	0,68
VIII	51	17,8	0,81	0,06	0,11	1	0,05	0,10	0,34	-0,20	0,69
IX	52	14,4	0,57	0,09	0,12	1	0,05	0,07	0,34	0,39	0,68
X	52	10,6	0,99	0,10	0,14	1	0,09	0,00	0,34	-0,30	0,68
XI	51	7,8	0,77	0,08	0,11	1	0,10	0,52	0,34	-0,12	0,69
XII	50	5,8	0,80	0,08	0,11	2	0,14	0,24	0,35	-0,89	0,69
წელი	46	10,5	0,39	0,04	0,06	1	0,04	0,48	0,36	0,02	0,72

ცხრილი 10
(გაგრძელება 2)

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები
(I, S, S₆, μ, δ, C_v, A_s, S_{AS}, E, S_E)

თვე	დაკმ. წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები										
		I	S	S ₆	μ	δ	C _v	A _s	S _{AS}	E	S _E	
ჯ ა რ ი												
I	48	5,5	0,83	0,08	0,12	2	0,15	0,35	0,35	0,35	-0,15	0,71
II	50	5,8	0,67	0,07	0,10	2	0,12	0,04	0,35	0,35	-0,48	0,69
III	49	6,7	0,71	0,07	0,10	1	0,11	0,79	0,35	0,35	0,07	0,70
IV	50	9,2	0,80	0,09	0,13	1	0,10	0,65	0,35	0,35	-0,44	0,69
V	49	13,1	0,99	0,10	0,14	1	0,08	0,21	0,35	0,35	0,21	0,70
VI	48	17,0	1,08	0,11	0,16	1	0,06	0,16	0,36	0,36	0,15	0,71
VII	49	20,9	1,25	0,18	0,18	1	0,06	0,61	0,35	0,35	-0,64	0,70
VIII	50	20,7	1,21	0,12	0,17	1	0,06	0,06	0,35	0,35	-0,61	0,69
IX	51	16,5	1,48	0,15	0,21	1	0,09	0,76	0,34	0,34	0,78	0,69
X	51	11,8	1,19	0,12	0,17	2	0,11	0,63	0,34	0,34	0,34	0,69
XI	49	8,1	0,96	0,10	0,14	2	0,12	0,45	0,35	0,35	-0,51	0,70
XII	48	6,1	0,76	0,06	0,11	2	0,12	0,11	0,35	0,35	0,48	0,71
წელი	48	11,7	0,54	0,06	0,06	1	0,06	0,30	0,35	0,35	-0,01	0,75

ცხრილი 10
(გაგრძელება 3)

ჰაერის ტემპერატურის სტატისტიკური მახასიათებლები

(I, S, S_E, μ, δ, C_v, A_s, S_{AS}, E, S_E)

თვე	დაკმ- წლ. n	სტატისტიკური მახასიათებლები									
		I	S	S _E	μ	δ	C _v	A _s	S _{AS}	E	S _E
ზ უ ბ დ ი დ ი											
I	55	6.3	0.75	0.07	0.10	2	0.12	0.46	0.33	-0.41	0.68
II	56	6.5	0.80	0.09	0.11	2	0.10	0.01	0.33	-0.44	0.65
III	57	7.5	0.74	0.07	0.10	1	0.10	0.02	0.32	0.41	0.65
IV	55	10.0	0.88	0.08	0.12	1	0.09	0.01	0.33	-0.51	0.65
V	57	14.2	0.78	0.07	0.10	1	0.07	0.29	0.32	-0.16	0.65
VI	56	18.4	1.09	0.140	0.15	1	0.06	0.18	0.33	-0.65	0.65
VII	58	22.3	1.22	0.11	0.16	1	0.05	0.09	0.02	-0.61	0.64
VIII	58	22.5	1.34	0.12	0.08	1	0.06	0.01	0.32	-0.63	0.64
IX	56	18.3	1.42	0.13	0.19	1	0.08	0.46	0.33	0.04	0.65
X	56	13.0	1.25	0.12	0.17	1	0.10	0.16	0.33	-0.43	0.65
XI	57	9.4	0.91	0.09	0.12	1	0.10	0.05	0.82	-1.05	0.65
XII	56	7.2	0.85	0.08	0.11	2	0.12	0.13	0.33	-1.05	0.65
წელი	51	12.9	0.43	0.04	0.06	1	0.03	0.30	0.34	-0.99	0.69

წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში ფარდობითი ტენიანობის განაწილებას აქვს რთული ხასიათი და იგი არ ემორჩილება აბსოლუტური სიმაღლის ცვლასთან დაკავშირებულ ცალსახა კანონზომიერებებს (ნახ.7). ენგურის აუზის ძლიერად დანაწევრებული რელიეფი განსაზღვრულ გავლენას ახდენს როგორც ზოგად ცირკულაციურ პროცესებზე, ისევე ქმნის მთახეობების ცირკულაციისა და ფიონების განსაკუთრებულ რეჟიმს, რაც იწვევს ფარდობითი ტენიანობის ლოკალურ ცვლილებებს. მუხედავად ამისა, თვალსაჩინოა ფარდობითი ტენიანობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების (0-1.2კმ დიაპაზონში) ზოგიერთი თავისებურება: მდ.ენგურის აუზის ზღვისპირა ნაწილში ადგილი აქვს ფარდობითი ტენიანობის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს, რომლებიც ზღვის სანაპირო ხაზიდან დაშორებით თანდათან მცირდება და აღწევს მინიმუმს 0.3-0.5კმ დიაპაზონში. შემდეგ კი აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურის დაცემას და შესაბამისად, ფარდობითი ტენიანობის ზრდას, რაც დამახასიათებელია ყველა თვისათვის, გარდა მაის-აგვისტოს პერიოდისა, როდესაც აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად 0-1.6კმ დიაპაზონში აღინიშნება ფარდობითი ტენიანობის შემცირება. ამ მეტეოელემენტების მაქსიმალური მნიშვნელობები აგვისტო-აპრილის პერიოდში 0.8-1.6კმ სიმაღლეების დიაპაზონში. ამის შემდეგ კი ატმოსფეროში წყლის ორთქლის რაოდენობის საერთო შემცირების ტენდენციების გაძლიერებასთან დაკავშირებით ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობები ისევ მცირდება,

მაგრამ, როგორც აღინიშნა, ფარდობითი ტენიანობის წლიურ მსვლელობაში მნიშვნელოვანი კორექტივები შეაქვს რელიეფისა და ქარის რეჟიმის თავისებურებებს, რაც განაპირობებს ამ მეტეოელემენტების ლოკალურ ხასიათსაც: წყალსაცავების განლაგების ზონაში (ჯვარი, ხუდონი) და ზემო სვანეთი ქვაბულში ადგილობრივი ცირკულაციური პროცესების განვითარების შედეგად (განსაკუთრებით ფიონების შემთხვევაში) ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეები მცირდება. ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური და საშუალო წლიური მნიშვნელობები წყალსაცავების განლაგების რაიონში მოცემულია ცხრილში 11.

ცხრილი 11

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური და საშუალო წლიური მნიშვნელობები, %

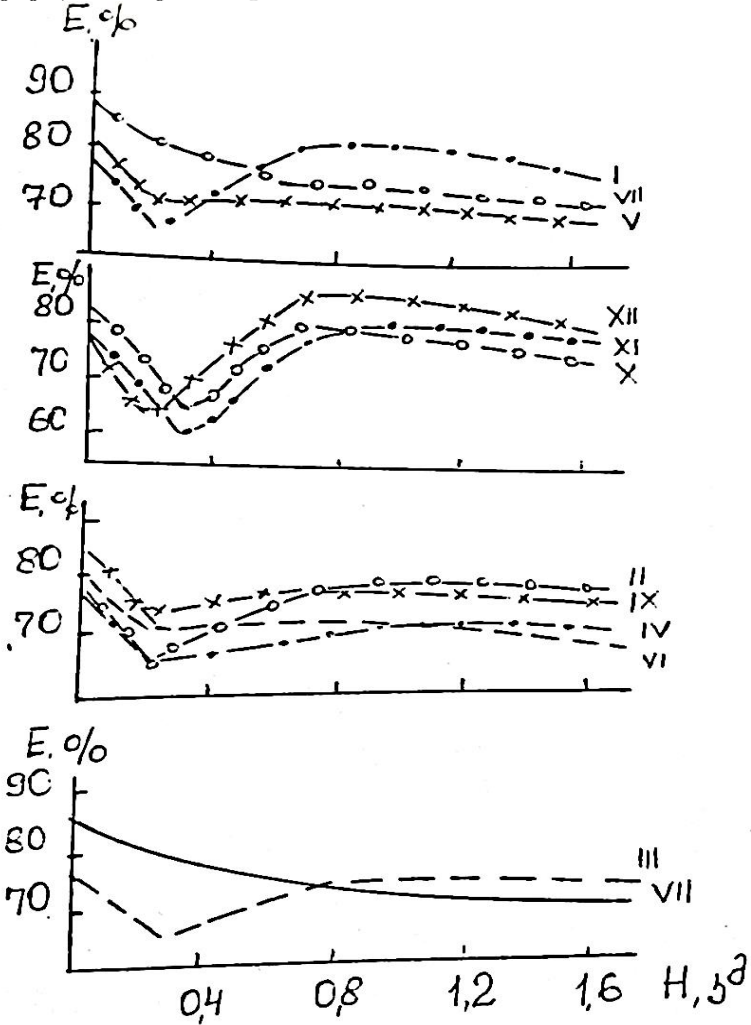
სადგური	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მესტია	80	78	74	72	68	70	70	71	76	78	79	80	75
ხაიში	81	79	74	70	71	73	74	74	78	81	80	82	76
ჯვარი	63	66	67	67	70	73	80	77	78	65	60	58	68
გალი	73	71	70	70	73	76	77	79	78	77	77	74	71
ზუგდიდი	74	73	73	72	76	78	82	82	83	79	74	72	76
ანაკლია	76	76	76	78	83	84	85	86	86	82	76	74	80

უნდა აღინიშნოს, რომ ტენიანობის პარამეტრების რუქების შედგენისას შეუძლებელია გათვალისწინებული იქნეს მათი ველების რთული მიკროსტრუქტურა და ამის გამო ეს რუქები ატარებენ გარკვეულ სქემატურ ხასიათს.

მიკროორგრაფიის ფაქტორის გავლენის შეფასება მეტეოელემენტებისა და კერძოდ, ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეებზე და მათ სვლაზე დროსა და სივრცეში (დოფ-ღამური და წლიური მსვლელობა) წარმოადგენს რთულ პრობლემას, რომლის გადაჭრა საჭიროებს საკვლევი რეგიონის მიკრორელიეფის დიფერენციაციას და სათანადო მრავალწლიური კომპლექსური დაკვირვებების ორგანიზაციას, რაც დაკავშირებულია დიდ სირთულეებთან და ამიტომ სამი სადგურის-გალის, ჯვარისა და ხაიშის მეტეომონაცემების ანალიზის საფუძველზე ამ რაიონისათვის შეუძლებელია მიკლოკლიმატური მახასიათებლებისა და კერძოდ, ფარდობითი ტენიანობის დროში და სივრცეში ცვლილების ძირითადი კანონზომიერებების დადგენა, რის შედეგად ამ მეტეოელემენტების განაწილების თავისებურებანი ატარებენ მეზოკლიმატურ (ფონურ) ხასიათს.

ატმოსფერული ნალექები ეკუთვნიან ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების რიცხვს. მდინარე ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ატმოსფერული ნალექების დროში და სივრცეში განაწილებას აქვს რთული ხასიათი. ამ პრობლემის გადაჭრა მოითხოვს აუზის მაღალ ზონებში (ზღვის

დონოდან დაწყებული) ნალექებზე მეტეოროლოგიური დაკვირვების ქსელის ორგანიზაციას.



ნახ. 7 დამოკიდებულება $E=f(H)$, მდ. ენგურის აუზი

როგორც ცნობილია, მეტეოსადგურებზე ნალექებზე დაკვირვებების ქსელი ძირითადად განლაგებულია მდ. ენგურის

ხეობის ფსკერზე და მოიცავს 2100მ სიმაღლეების დიაპაზონს. ამ დაკვირვებებს არ შეუძლია მოგვცეს ნალექების რაოდენობის ტერიტორიული განაწილების ობიექტური კანონზომიერებები, როგორც ჰაერის ტემპერატურის, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის შემთხვევაში, ასევე ადგილი აქვს ტერიტორიის დასერილობისა და დანაწევრების უშუალო გავლენით განპირობებულ ატმოსფერული ნალექების კვლის არაერთგვაროვნებას, რაც განაპირობებს ნალექების ფაქტიური განაწილების რთულ სურათს.

მდინარე ენგურის აუზისა და კერძოდ, წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონის ნებისმიერ აბსოლუტურ სიმაღლეზე ნალექების რაოდენობის (ისევე, როგორც ჰაერის ტემპერატურს აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის შემთხვევაში) განსაზღვრის მიზნით გამოყენებული იქნა მისი ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკები. ნალექების რაოდენობის მნიშვნელობები წყალსაცავების განლაგების სიმაღლეებისათვის განსაზღვრული იქნა ამ გრაფიკების გამოყენებით ინტერპოლაციის მეთოდის დაშუალებით (ნახ. 8).

როგორც ატმოსფერული ნალექების ნორმების ანალიზი გვიჩვენებს, მდ. ენგურის აუზის ზღვისპირა ნაწილში ნალექების წლიური რაოდენობა იცვლება 1400-1500მმ-ის ფარგლებში; ხოლო ზემო სვანეთის ფამოქვაბულში (მეტია, 910მ) იგი შეადგენს მხოლოდ 900მმ-ს. შემდეგში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად (3000-3500მ) ნალექების რაოდენობა მატულობს და აღწევს 2000-2500მმ-ს.

მდინარე ენგურის აუზის სხვადასხვა მაღლივ ზონაში ნალექების წარმოქმნის მექანიზმი ხასიათდება სპეციფიკური თავისებურებებით: წელიწადის განმავლობაში საკვლევი მდინარეების აუზებში ნალექწარმოქმნელ პროცესებზე პრევალირებულ გავლენას ახდენენ დასავლეთის მიმართულების ადვექციური პროცესები, რომელთა რიალიზაციის პერიოდში შავი ზღვიდან შემოჭრილი ტენიანი არამდგრადი ჰაერის მასები იკავებენ მდ. ენგურის აუზის ზღვისპირა დაბლობ ნაწილს და სამეგრელოსა და კოდორის ქედების მთისწინა ნაწილში შეჩერებისას განიცდიან ინტენსიურ კონდენსაციას, ხოლო მდ. ენგურის ვიწრო ხეობაში შესვლისას ადგილი აქვს ამ მასების

კონვერგენციას, რასაც თან ახლავს ინტენსიური ნალექწარმოქმნა, რომელიც თავის მაქსიმუმს აღწევს მეტეოსადგურ ჯვრის მიდამოებში: აქ ნალექების წლიური რაოდენობა აღწევს 2160მმ-ს.

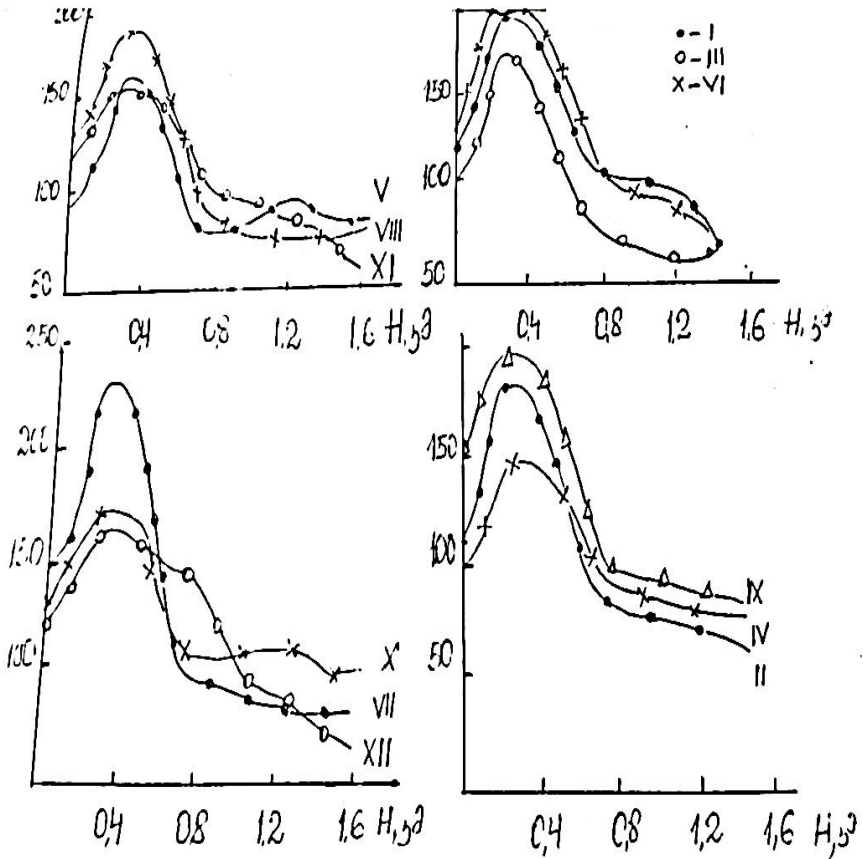
მდინარე ენგურის აუზის ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ მიმართულ საშუალო ნაწილში ჯვრის წყალსაცავი მჭიდროდ არის ჩაკეტილი დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან კოდორისა და სამეგრელოს ქედებით, რომლებიც ზღუდავენ შავი ზღვიდან წამოსული დასავლეთის მიმართულების ჰაერის ტენიანი მასების შეღწევას, რის შედეგადაც აქ წრმოიქმნება ნალექების პლუვიომეტრული ჩრდილი მათი მინიმუმით. ამის გამო ჯვრის წყალსაცავის ჩრდილო ნაწილში ნალექების წლიური რაოდენობა 400-500მმ-ით ნაკლებია მის სამხრეთ ნაწილთან შედარებით. ნალექების უარყოფითი გრადიენტების ზონა აქ ვრცელდება მესტიის, ზემოსვანეთი ქვაბულამდე. შემდეგ კი ენგურის ხეობის ორიენტაციის ცვლილებასთან დაკავშირებით ნალექების გრადიენტი ხდება დადებითი და მურკმელში ნალექების წლიური ჯამი შეადგენს 1040მმ-ს, ხოლო აუზის მაღალმთიან ნაწილში იგი აღწევს 2800მმ და მეტს.

ამრიგად, წლის განმავლობაში ჯვრის წყალსაცავის ჩრდილოეთი ნაწილი იმყოფება პლუვიომეტრულ ჩრდილში, რის შედეგადაც იგი დებულობს ნალექების გაცილებით ნაკლებ რაოდენობას სამხრეთ ნაწილთან შედარებით.

წლის როგორც ცივი, ისე თბილი პერიოდის განმავლობაში ნალექწარმოქმნელი პროცესების განმსაზღვრელ ფაქტორად ენგურისა და ერისწყლის აუზებში ითვლება დასავლეთის ადვექციური პროცესები. ნალექების რაოდენობის წლიური მსვლელობა ასეთია: ჯვარში ნალექების საშუალო თვიური ჯამი (ნორმა) მაქსიმალურია ივლისში, ხოლო ხაიშში – ოქტომბერში; ნალექების მინიმუმი აღინიშნება ჯვარში აპრილში, ხოლო ხაიშში- თებერვალში და აპრილში,

ნალექების თვიური ჯამების სიმაყლეზე დამოკიდებულია მდ. ემგურის აუზისათვის(0-1600მ დიაპაზონში) მოცემულია ნახ.8-ზე, როგორც მასზე ჩანს, წლის განმავლობაში ნალექების ნორმებს მაქსიმალური მნიშვნელობა აქვს 0.3-0.4კმ სიმაღლის დიაპაზონში. ამ სიმაღლეების დიაპაზონისათვის მაღალქედების თვიური ნორმების მაქსიმალური სიდიდე მერყეობს 149მმ-მდე (აპრილში) 230მმ-მდე

(იელისში). ნორმების მინიმალური სიდიდეები აღნიშნულია 1440მ სიმაღლეზე და მერყეობს 50მმ-დან (მარტი) 100მმ-მდე (ოქტომბერი). წლის ყველა თვეში ნალექების რაოდენობის თვიური ნორმები აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მატულობენ-



ნახ. 8 დამოკიდებულება $P=f(H)$, მდ. ენგურის აუზი

აღწევენ მაქსიმუმს 300-400მ სიმაღლეებზე, შემდეგ კი (მიუხედავად სიმაღლის ზრდისა) კლებულობენ და აღწევენ მინიმუმს 1400-1500მ სიმაღლეზე.

ნაზ.ზ-ზე წარმოდგენილი ნაღებების ნორმების თვიური მსვლელობის მრუდები წარმოდგენას გვაძლევს ამ მეტეოლოგიკური დროში ცვლილებების კანონზომიერებებზე ისეთი მეზოკლიმატური რაიონებისათვის, როგორიცაა: მდ. ენგურის აუზის დაბლობი ნაწილი (ზუგდიდი), წინამთის რაიონი(ჯვარი, გალი), ზემო სვანეთის ქვაბული (ხაიში, მესტია). როგორც გრაფიკიდან ჩანს, წელიწადის განმავლობაში სხვაობის სიდიდე ნაღებების ექსტრემალურ მნიშვნელობებს შორის ენგურის აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად კლებულობს და მინიმუმს აღწევს ზემო სვანეთის მეზოკლიმატურ რაიონში (მესტია).

რაც შეეხება ნაღებების სხვადასხვა სახეობის (მყარი, თხევადი) ალბათობას ჯვრის, ხულონისა და გალის წყალსაცავების განლაგების რაიონში, ნაღებების 10-15%-ს შეადგენენ მყარი სახის ნაღებები. აუზის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება მყარი ნაღებების ალბატობა და მათი ხვედრითი წონა ნაღებების წლიურ ჯამებში.

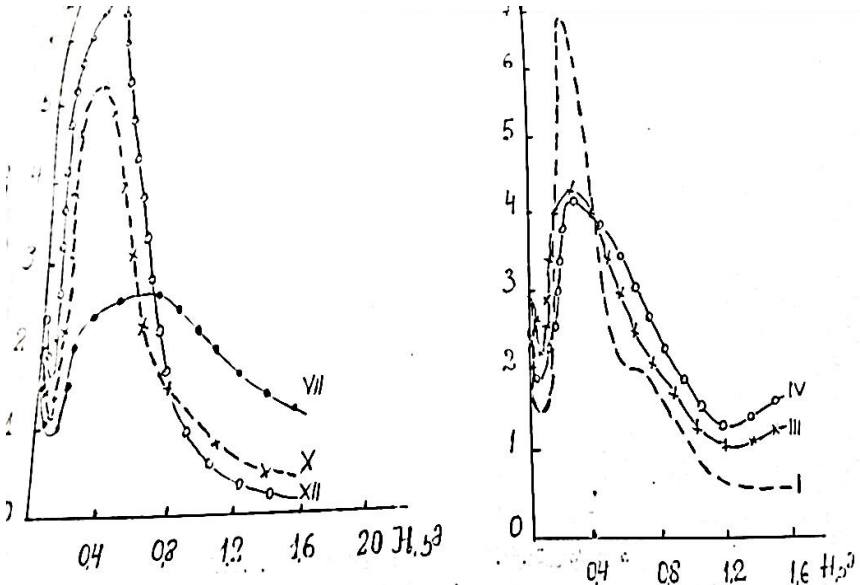
თოვლის სახით მოსული ნაღებები წარმოქმნიან თოვლის საფარს. მდ. ენგურისა და ერისწყლის აუზებში მდგრადი თოვლის საფარი წარმოიქმნება 650-700მ სიმაღლეზე. 600მ სიმაღლეზე (ხუბერი) მდგრადი თოვლის საფარი 100 ზამთრიდან წარმოიქმნება მხოლოდ 23 ზამთარში, 730მ სიმაღლეზე კი (ხაიში) მდგრადი თოვლის საფარი არ არსებობს.

მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის პროცესი დაკავშირებულია ჰაერის დადებითი ტემპერატურების 0⁰-ზე გადასვლის მომენტთან და წარმოადგენს განსაკუთრებულ ინტერესს წყალსაცავების კასკადის წყლის სარკის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების შესწავლის მიზნით, ვინაიდან ყინულით დაფარული წყლის სარკის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების მექანიზმი და ინტენსივობა განსხვავდება წყლის თავისუფალი სარკის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების მექანიზმიდან და ინტენსივობიდან, რასაც წყალსაცავების კასკადის მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატზე გავლენის სიდიდეში შეაქვს განსაზღვრული ცვლილებები.

უნდა აღინიშნოს, რომ მდგრადი თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობა ჯვრის წყალსაცავის განლაგების

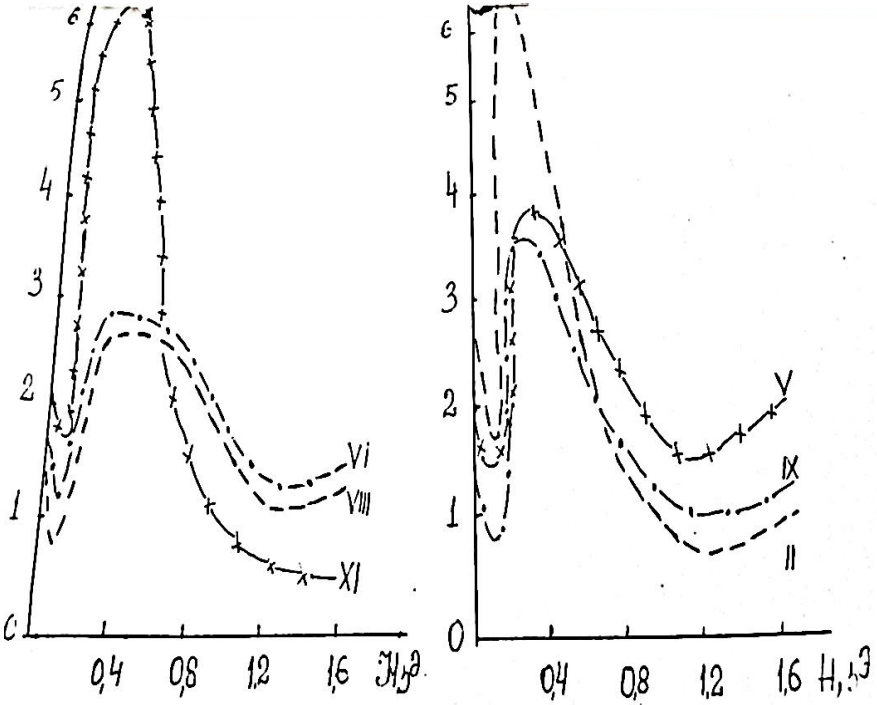
რაიონში შეადგენს 25-65დღეს, ზემო სვანეთის ქვაბულში 65-200დღეს და მეტს (აბსოლუტური სიმაღლის სიდიდის მიხედვით).

გარდა აბსოლუტური სიმაღლისა, მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის, არსებობის ხანგრძლივობისა და რღვევის პროცესები დამოკიდებულია სინოპტიკური პროცესების თავისებურებებზე, რომელთა ინტენსივობა ფართო დიაპაზონში იცვლება.



ნახ. 9 დამოკიდებულება $v=f(H)$, მდ. ენგურის აუზი ნახაზზე 9 წარმოდგენილია ქარის საშუალო თვიური სიჩქარეების დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე. როგორც ამ გრაფიკიდან ჩანს, შავი ზღვის სანაპირო ზოლში წლის განმავლობაში ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობები იცვლება 1.4-1.7მ/წმ ფარგლებში. სანაპირო ხაზიდან დაახლოებით 0.1-0.2კმ-ს დაშორებით, ქარის სიჩქარის სიდიდეები იცვლება 0.7-1.7მ/წმ ფარგლებში. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მატულობს და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობებს (ივლისის გარდა) 0.3-0.4კმ სიმაღლეებზე. ივლისში ქარის სიჩქარის მაქსიმუმი აღინიშნება 0.7-0.8კმ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. აბსოლუტური სიმაღლის შემდგომი ზრდის შემთხვევაში ქარის

სიქარე მცირდება და აღწევს მინიმუმს 1.6კმ სიმაღლეზე ივლისსა და ოქტომბერ- იანვრის განმავლობაში და 1.2კმ სიმაღლეზე თებერვალ- სექტემბრის განმავლობაში. ქარის სიქარის ზღვისპირა მაქსიმუმი განპირობებულია ბრიზებით, ხოლო მაქსიმუმი 0.4კმ სიმაღლეზე კი- მდ. ენგურის მორფომეტრული დავისებურებებით: ხეობის ამ ვიწრო ნაწილში ქარის სიქარე მატულობს.



ნახ. 10 დამოკიდებულება $v=f(H)$, მდ. ენგურის აუზი

თავი 4. კვლევის მეთოდობა

მდინარე ენგურის წყალსაცავის კასკადის გარემოს კლიმატზე გავლენის შესაფასებლად ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნება:

1. მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორიის მეთოდი,
2. გეოგრაფიული ანალოგიის მეთოდი (სივრცულ-დროითი სხვაობების მეთოდი).
3. სტიუდენტის პარამეტრების საშუალო მნიშვნელობების სტატისტიკური შეფასების მეთოდი.

მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორიის გამოთვლითი მეთოდი დამუშავებულია ამ ინსტიტუტის კილექტივის მიერ მ. პ. ტიმოფეევის ხელმძღვანელობით. ეს მეთოდი ემყარება იმ დაშვებას, რომ წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის მეტეოროლოგიური პირობები განისაზღვრება დაცემული რადიაციული ენერჯიის სიდიდით და წყალსაცავში წლის ზედაპირსა, მის მიმდებარე ჰაერის ფენებსა და წყლის სიღრმე მასებს შორის თვითობრუნვით. ამ პროცესების ფიზიკური არსი აღიწერება ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებით, რომელიც თავისი სტრუქტურით განსხვავდება ქვეფენილი ზედაპირის სხვადასხვა სახეობისათვის.

წყალი-ჰაერის და ჰაერი-წყლის საკონტაქტო ზედაპირებზე მიმდინარე პროცესების აღწერის მიზნით გარდა სითბური ბალანსის განტოლებისა გამოიყენება სითბოს, ტენიის გადატანისა და მოძრაობის განტოლებები.

როგორც ცნობილია, სითბოს, ტენიისა და მოძრაობის რაოდენობის გადაცემის ძირითად მექანიზმად ითვლება ტურბულენტური ცვლა, რომელიც განსაზღვრავს ტემპერატურის, ტენიანობისა და ქარის სიჩქარისა და მიმართულების განაწილებას როგორც წყალსაცავის ზედაპირზე, ისევე მიმდებარე ტერიტორიაზე.

გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული მეთოდიკის თეორიული საფუძვლები მიცემულია მ.პ. ტიმოფეევის შრომაში /5/. ამ შრომაში წარმოდგენილი ფორმულები აღწერენ ჰაერის ნაკადის წყალსაცავიდან ხმელეთზე გადასვლის მომენტში მისი ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვლილებებს:

$$t_1 - t' = (t_0 - t')(1 - F_t)\Phi \quad (4.1)$$

$$e_1 - e' = (E_0 - e')(1 - F_e)\Phi \quad (4.2)$$

სადაც, t_1 -არის ქარის მიმართულებით წყალსაცავის სანაპირო ხაზიდან მოცემულ მანძილზეჰაერის ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$);

t' -ჰაერის ტემპერატურა წყალსაცავის შექმნამდე, ან ტემპერატურა წყალსაცავის გავლენის საზღვრებს იქით;

t_0 -წყლის ზედაპირის ტემპერატურა წყალსაცავში;

F_t -ფუნქცია, რომელიც ითვალისწინებს წყალსაცავის ატმოსფეროსთან თბობრუნვას;

Φ -ფუნქცია, რომელიც ითვალისწინებს ხმელეთის ატმოსფეროსთან თბო-და ტენზობრუნვას;

e' -ჰაერის ტენიანობა (წყლის ორთქლის დრეკადობა) ხმელეთზე წყლის ხაზიდან მოცემულ მანძილზე ქარის მიმართულებით (ჰპა);

e_1 -ჰაერის ტენიანობა ხმელეთზე წყალსაცავის შექმნამდე ან ტენიანობა წყალსაცავის გავლენის საზღვრებს გარეთ;

E_0 -წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის შესაბამისი წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა (ჰპა).

ფუნქციები F_t , F_e და Φ დამოკიდებული არიან ტურბულენტობის კოეფიციენტებზე, ქარის სიჩქარეზე, სიხისტის პარამეტრებზე და წყალსაცავის ზომებზე. F_e -არის ფუნქცია, რომელიც ითვალისწინებს წყალსაცავის ატმოსფეროსთან ტენზობრუნვას.

ფუნქციების $(1 - F_t)\Phi$ და $(1 - F_e)\Phi$ მნიშვნელობები 2მ სიმაღლისათვის მოცემულია /13/-ში.

ამ მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებების გამოსათვლელ მოცემულ განტოლებებში საწყის მონაცემებად ითვლება მეტეოსადგურების ინფორმაცია 2მ სიმაღლეზე. ქვეფენილი ზედაპირიდან სხვადასხვა დონეზე წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის სიდიდეების ცვლილების გამოსავლენად გამოიყენება შემდეგი განოსახულებები:

$$\alpha = \frac{(1 - F_1)S_z}{(1 - F_t)S_2} \quad (4.3)$$

$$\beta = \frac{(1 - F_e)S_z}{(1 - F_t)S_2} \quad (4.4)$$

რომლებიც წარმოდგენილია ცხრილების სახით /13/. ამ გამოსახულებებში $(1-F_t)\Phi_z$ და $(1-F_e)\Phi_z$ არიან ამ ფუნქციების მნიშვნელობები Z სიმაღლეზე, ხოლო $(1-F_t)\Phi_z$ და $(1-F_e)\Phi_z$ -ამავე ფუნქციების მნიშვნელობები ქვეფენილი ზედაპირიდან 2მ სიმაღლეზე წყალსაცავის ზომებისა და წყლის საზიდან მოცემულ წერტილამდე. α და β ნიშნელობები მოყვანილია სპეციალურ ცხრილში /13/.

წყალსაცავის სანაპიროზე ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვლილებების გამოთვლის დროს მხედველობაში მიიღება შესწორებები, რომლებიც განპირობებულია წყალსაცავის განლაგების გეომორფოლოგიური პირობებით, ქვეფენილი ზედაპირის თავისებურებებითა და გარემოს ლანდშაფტზე შემოქმედების შედეგებით.

ტემპერატურისა და ტენიანობის მაქსიმალური ცვლილებები აღინიშნება წყალსაცავის ცენტრში:

$$\Delta t = (t_q - t')F_t, \quad \Delta e = (e_o - e')F_e \quad (4.5)$$

აქედან უნდა აღინიშნოს, რომ წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე გავლენის შეფასებას ხშირ შემთხვევაში ართულებს წყლის ზედაპირის ტემპერატურის შესახებ ინფორმაციის არარსებობა და მისი მიღება რეგიონისათვის შესაბამისი ფუნქციონალური დამოკიდებულებით (როგორც ჰაერის ტემპერატურისა და ტემპერატურიდ შემთხვევებში) წარმოადგენს გარკვეულ სიძნელეებს.

გეოგრაფიული ანალოგების მეთოდი წარმოადგენს მოქმედ წყალსაცავანალოგებზე მიღებული ადგილობრივი კლიმატის დინამიკისა და რაოდენობრივი ცვლილებების ანალიზის შედეგების ექსტრაპოლაციას ასაშანებელი წყალსაცავის შესაძლო გავლენის ზონაზე. წყალსაცავ-ანალოგების შერჩევა ხდება მსგავსების კრიტერიუმით, რაც გულისხმობს კლიმატური ზონის, მცენარეული საფარის გარკვეულწილად იდენტურობას, მორფომეტრიის

ერთობასა და ლანდშაფტის ერთგვაროვნებას. უნდა აღინიშნოს, რომ წყალსაცავ-ანალოგების შერჩევა წარმოადგენს საკმაოდ რთულ ამოცანას, განსაკუთრებით მთიანი რეგიონის პირობებში.

ადგილობრივი კლიმატის წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ცვლილებების შეფასება ხდება მოქმედ წყალსაცავზე მიღებული მეტეოროლოგიური ელემენტების სივრცულ-დროითი სხვაობებით. თუ არის სათანადო შესაძლებლობა, გამოთვლები სრულდება მეტეოსადგურების რამდენიმე წყვილისათვის. სადგურების კონკრეტულ შესადარებელ წყვილში ერთი სადგური განლაგებულია წყალსაცავის გავლენის ზონაში, მეორე კი-ზონის გარეთ. სადგურების ამ წყვილებისათვის წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგი პერიოდისათვის გამოითვლება მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო მნიშვნელობების სხვაობები. შემდეგ კი განისაზღვრება ამ სხვაობების სიდიდეები, რომელთა მნიშვნელობა განპირობებულია წყალსაცავის გავლენით.

თუკი ანალოგიურ გეოგრაფიულ პირობებში მყოფი სხვადასხვა პუნქტისათვის სრულდება მეტეოელემენტების მნიშვნელობების სხვაობების მუდმივობა, მაშინ გეოგრაფიული ანალოგების მეთოდი აღწევს მიზანს.

გარემოს კლიმატზე წყალსაცავის გავლენის სიდიდის შეფასება შეიძლება მოხდეს საშუალო მნიშვნელობების შეფასების სტატისტიკური მეთოდით სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებითაც. ამ მიზნით მეტეოელემენტებზე დაკვირვების შედეგად მიღებული მრავალწლიანი რიგი წყალსაცავის გავლენის ზონაში მოთავსებული პუნქტისათვის იყოფა ორ ნაწილად: წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგი პერიოდისათვის. დაკვირვებათა რიგის ცალკეული ნაწილისათვის ითვლიან მეტეოელემენტის საშუალო მრავალწლიურ მნიშვნელობებს (X_1 და X_2) და საშუალო კვადრატულ გადახრებს ($\bar{\sigma}_1$ და $\bar{\sigma}_2$) შემდეგ კი განისაზღვრება \bar{t} პარამეტრი.

$$\bar{t} = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{n\sigma_1^2 + m\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}} \quad (4.6)$$

რომელიც ემორჩილება სტიუდენტის განაწილების კანონს $n+m-2$ თავისუფლების ხარისხით. აქ n და m არის წევრების

რიცხვი დაკვირვებების რიგში. \bar{X} -ს იმ მაღალი მნიშვნელობების შემთხვევაში, რომლებიც აღმატებიან სათანადო ცხრილში მოყვანილ მის მნიშვნელობებს მოცემული თავისუფლების ხარისხისა და მნიშვნელობების დროს, საშუალოებები \bar{X}_1 და \bar{X}_2 არ მიეკუთვნება ერთი და იგივე გენერალურ ერთობლიობას. თვლიან, რომ საშუალოებს შორის განსხვავება არსებითია და განსაზღვრული ალბათობით შეიძლება ლაპარაკი წყალსაცავის კლიმატზე გავლენის ეფექტის შესახებ.

ორი მეზობელი პუნქტის მეტეოელემენტების მნიშვნელობების შედარებისას, რომლებიც განლაგებულია წყალსაცავის გავლენის არეალში და მის გარეთ კრიტერიუმი გამოიყენება ამ პუნქტებში ელემენტის მნიშვნელობების სხვაობების რიგისადმი. საერთო N მოცულობის სხვაობათა რიგი თანმიმდევრულად იყოფა ორ ნაწილად: ერთ ნაწილში n. ხოლო მეორე ნაწილში m წევრების რაოდენობით (მოცულობით) რიგის თვითოეული ნაწილისათვის გამოითვლება საშუალო მნიშვნელობები და სხვაობების კვადრატული გადახრები. n-ის, m-ის და N-3-ის შესაბამისობისათვის განისაზღვრება $t_{\alpha, n}$ მნიშვნელობა. თუკი აღმოჩნდება, რომ $t_{\text{რიგ}} > t_{\alpha, n}$ -ს ცხრილიდან აღებული მნიშვნელობა აღმატება $t_{\alpha, n}$ -ს, მაშინ რიგი ერთგვაროვანია, რაც ნიშნავს, რომ მეტეოელემენტების სიდიდეებზე წყალსაცავის გავლენა არ აღინიშნება. თუკი $t_{\text{რიგ}} < t_{\alpha, n}$, მაშინ მეტეოელემენტების რიგების ერთგვაროვნება დარღვეულია და გარკვეულწილად ადგილი აქვს წყალსაცავის გავლენას.

ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის ცალკეულ მდგენელებზე (რადიაციული ბალანსი, ეფექტური გამოსხივება) ჯვრის წყალსაცავის გავლენის აღმოჩენის მიზნით გამოთვლილი იქნება მათი მნიშვნელობები წყალსაცავის შექმნამდე და წყალსაცავის არსებობის გათვალისწინებით. ამასთან ერთად, რადიაციული ბალანსი (B), ჯამური რადიაცია (Q), ეფექტური გამოსხივება ($J_{\text{ფფ}}$) გამოთვლილი იქნება სათანადო ლიტერატურაში /14/ არსებული ფორმულით:

$$\text{პვ} \tag{4.7}$$

სადაც B არის ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსი, Q ჯამური რადიაცია, α -ქვეფენილი სედაპრის ალბედო, $I_{\text{ეფ}}$ -ეფექტური გამოსხივება. ჯამური რადიაციის თვიური ჯამები გამოთვლილი იქნა ფორმულით:

$$Q - Q_{\text{ფ}}[1 - (a + bn)n] \quad (4.8)$$

სადაც $Q_{\text{ფ}}$ -არის შესაძლო ჯამური რადიაცია (მოწმენდილი ცის შემთხვევაში) n -დრუბლიანობის რაოდენობა ერთეულის ნაწილებში; a და b არიან მუდმივები, რომლებიც გეოგრაფიული განედის დიაპაზონისათვის 40-45⁰-ს შეადგენენ 0,38-ს, ე.ი. $a - b = 0,38 / 14$.

ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს საშუალო თვიური მნიშვნელობები განსაზღვრული იქნა სათანადო აქტინომეტრიული დაკვირვებების მასალიდან. წყალსაცავის წყლის ზედაპირისათვის ალბედოს მნიშვნელობები განისაზღვრება /15/-ში მოყვანილი ცხრილებიდან მზის სიმაღლის სიდიდისა და დრუბლიანობის რაოდენობის მიხედვით.

ეფექტური გამოსხივების თვიური ჯამები განსაზღვრული იქნა ფორმულით:

$$I_{\text{ეფ}} - I_0(1 - C_n) + \epsilon J \quad (4.9)$$

სადაც I_0 -არის ეფექტური გამოსხივება მოწმენდილი ცის შემთხვევაში, რომელიც განისაზღვრება ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის დახმარებით:

$$I_0 - \epsilon \sigma T'^4 \quad (11.7 - 0.23e) \quad (4.10)$$

სადაც $\epsilon \sigma$ ითვალისწინებს ეფექტური გამოსხივების სიდიდეზე ქვეფენილი ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურის სხვაობის გავლენას და გამოითვლება ფორმულით:

$$\epsilon J - 4\epsilon \sigma T^3 (T_{\text{ფ}} - T) \quad (4.11)$$

სადაც σ არის კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს გამოსხივებული ზედაპირის თვისებების განსხვავებას შავი სხეულის გამოსხივებისაგან. σ -ის მნიშვნელობა ტოლია 0,95-ის;

ϵ -არის სტეფანის მუდმივი, რომელიც ტოლია $8.18 \cdot 10^{-11}$ კალ/სმ²;

T -არის ჰაერის ტემპერატურა კელვინის შკალით;

$T_{\text{ფ}}$ -არის ქვეფენილი ზედაპირის ტემპერატურა, ასევე კელვინის გრადუსებში;

e -არის წყლის ორთქლის დრეკადობა (ჰპა);

(1- C_n)-არის დრუბლიანობის გავლენა ეფექტური გამოსხივების სიდიდეზე, სადაც n -არის დრუბლიანობის რაოდენობა ერთეულის ნაწილებში;

C -არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ადგილის განედის სიდიდეზე და საკვლევი რაიონისათვის იგი ტოლია 0.68-სა.

თავი 5.

ენბურის აუზის წყალსაცავების კასკადის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების გავლენა ჰაერის ტენიანობის რეჟიმზე

პატარა ფართობის წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების შესწავლა ბუნებრივ პირობებში წარმოადგენს პრობლემას, რომელიც განპირობებულია ატმოსფეროში მიმდინარე რთული თერმოდინამიკური მოვლენების დიდი კომპლექსის არსებობასთან. ამ სახის წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების ხვედრითი სიდიდე წყალსაცავების წყლის ბალანსის ფორმირებაში უმნიშვნელოა, მაგრამ იგი თავისი აბსოლუტური სიდიდით შეიძლება გახდეს მნიშვნელოვანი. ამიტომ აორთქლების პროცესების ინტენსივობის შეფასებას აქვს აქტუალური მნიშვნელობა, როგორც წყალსაცავებში წყლის ბალანსის, ისევე მიმდებარე ტერიტორიის ტენიანობის რეჟიმის ფორმირებაში.

ბუნებრივ პირობებში აორთქლების პროცესებზე მრავალრიცხოვანი დაკვირვებებით დადგენილია აორთქლების პროცესების ძირითადი, ფუნდამენტალური კანონზომიერებანი:

1. აორთქლების სიდიდე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე. ქარის სიჩქარის ზრდასთან ერთად სინქრონულად მატულობს აორთქლების ინტენსივობა.

2. წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების ინტენსივობა დამოკიდებულია წყლისა და ჰაერის ტემპერატურების სხვაობის სიდიდეზე.

3. აორთქლების სიდიდე დამოკიდებულია ჰაერის ტენიანობის დეფიციტის სიდიდეზე.

ხელოვნური წყალსაცავებიდან წყლის აორთქლების პროცესები განისაზღვრება სხვადასხვა მეთოდით /16,17,18,19,20/. პატარა ზომების წყალსაცავებისთვის აორთქლებაზე დაკვირვებები წარმოებს მცურავი ამორთქლებლების საშუალებით. ამორთქლებლების საშუალებით მიღებული ინფორმაციის ინტერპრეტაციის პროცესში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ამორთქლებელში და ბუნებრივ ან ხელოვნურ წყალსაცავში მიმდინარე აორთქლების პროცესების იდენტიფიკაციის საკითხს და მიღებული სიდიდეების თანაფარდობის რაოდენობრივ დადგენას, ე.ი. იმის დადგენას, თუ რა სიზუსტით ასახავს აორთქლების პროცესების ამორთქლებლის საშუალებით მოდელირება ბუნებრივ პირობებში მიმდინარე აორთქლების პროცესებს, მიუხედავად მათ შორის არსებული წყლის სარკის ხედაპირის, სიღრმისა და სხვა მახასიათებლების სხვაობისა.

აქ დგება რედუქციის კოეფიციენტების (ამორთქლებლით მიღებული აორთქლებისა და ბუნებრივ პირობებში არსებულ აორთქლების სიდიდეებს შორის) განსაზღვრის უადრესად მნიშვნელოვანი პრობლემა. რედუქციის კოეფიციენტები განისაზღვრება ემპირიული გზით, რამაც გვიჩვენა, რომ მცურავი ამორთქლებლების რედუქციის კოეფიციენტებს აქვთ ლოკალური მნიშვნელობა და დამოკიდებულია წყალსაცავის მახასიათებლებზე და წლის დროზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ რედუქციის კოეფიციენტების უნივერსალური მნიშვნელობების ძიების მრავალრიცხოვანი ცდა მარცხით დამთავრდა, რის შედეგად მცურავი ამორთქლებლებზე მიღებული ინფორმაციის გამოყენების დიაპაზონი მკვეთრად შემცირდა. ამორთქლებლების მეშვეობით ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ექსპერიმენტებმა დაადგინა, აორთქლების სიდიდეების მნიშვნელობების დამოკიდებულება მისი განმსაზღვრელი ძირითადი ფიზიკური ფაქტორებისგან ემპირული ფორმულების სახით.

ამჟამად არსებობს მსგავსი სტრუქტურისა და სხვადასხვა სახეობის (მოდულიზაციის) ბევრი ემპირიული ფორმულა, რომელთა შორის დიდი გავრცელება ჰპოვა შემდეგი სახის ფორმულამ.

$$E=f(u)(e_v-e_t) \quad (5.1)$$

სადაც ფუნქცია $f(u)$ სახე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე და იცვლება მისი სიდიდის 1-10მ/წმ ფარგლებში ცვლილებისას შემდეგ საზღვრებში: 0.39-0.99 (ე.კ. დავიდოვის ფორმულა), 0.15-1.23 (ბ.დ. ზაიკოვის ფორმულა), 0.30-1.44 (ს.ნ. კრიცკისა და ფ.ნ. მენკელის ფორმულა), 0.38-1.71 (ს.ი. რუდენკოს ფორმულა), 0.13-1.07 (ა.პ. ბრასლავსკისა და ზ.ა. ვიკულინას ფორმულა) /21,22,23,24/.

ამაორთქლებლების საშუალებით მიღებული ტენის ფენა გადაითვლება წყალსაცავის წყლის სარკის ფართობის სიდიდეზე მისი ინტეგრალური მნიშვნელობების მიღების მიზნით დაკვირვების მასალის არარსებობის შემთხვევაში წყალსაცავებიდან აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად გამოიყენება რიცხვითი მეთოდები, რომელთაც განეკუთვნება:

1. ჰიდრომეტეოროლოგიური მეთოდები-ემპირიული ფორმულების საშუალებით აორთქლების გამოთვლის მეთოდი, რომელიც გამოხატავს აორთქლების სიდიდის დამოკიდებულებას მისი განმსაზღვრელი ზემოთაღნიშნული სამი ძირითადი ფაქტორის (ქარის სიჩქარე, წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა, ჰაერის ტენიანობის დეფიციტი) მნიშვნელობებზე;
2. ტურბულენტური დიფუზიის მეთოდი;
3. სითბური ბალანსის მეთოდი;
4. წყლის ბალანსის მეთოდი.

ამ მეთოდებიდან ჰიდრომეტეოროლოგიურმა მეთოდმა მიიღო უპირატესობა, რაც განაპირობა მეთოდის შედარებითმა სიმარტივემ და საჭირო გამოთვლებისათვის აუცილებელი ჰიდრომეტეოროლოგიური ინფორმაციის არსებობამ. ამჟამად, როგორც უკვე აღინიშნა, არსებობს ემპირიული ფორმულების მთელი სისტემა, რომლების მიუხედავად სტრუქტურის სიახლოვისა, ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან რიცხვითი პარამეტრების (კოეფიციენტების) მნიშვნელობებით. როგორც უკვე აღინიშნა, აორთქლების სიდიდეების გამოსა ვლელად თანამედროვე ემპირიულ ფორმულებს აქვს შემდეგი ზოგადი სახე:

$$E=f(u)(e_s - e_t) \tag{5.2}$$

სადაც $f(u)=A+Bu_z$ არის ე.წ. "ქარის ფაქტორი", რომელიც ასახავს აორთქლების სიდიდის დამოკიდებულებას ქარის სიჩქარეზე: A და B არიან ამაორთქლებელ აუზებზე ჩატარებული დაკვირვებებიდან მიღებული რიცხვითი პარამეტრები. ამ

კოეფიციენტების მნიშვნელობები დამოკიდებულია წყალსაცავების განლაგების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე და იცვლებიან 0.13-0.30 (A) და 0.23-0.72 (B) საზღვრებში.

აქ აღსანიშნავია ერთი მნიშვნელოვანი გარემოება: ქარის სიჩქარის 3-5მ/წმ დიაპაზონში ყველა სახის ემპირიული ფორმულა იძლევა აორთქლების სიდიდეების პრაქტიკულად ერთნაირ მნიშვნელობებს, ე.ი. ქარის სიჩქარეების ამ დიაპაზონში მათ აქვს უნიკალური ხასიათი. ამ დიაპაზონის გარეთ კი ემპირიულ ფორმულაში ყველა კონკრეტული შემთხვევისათვის ცალსახად უნდა გამოთვალოს (A) და (B) კოეფიციენტების მნიშვნელობები. აორთქლების გამოსათვლელ ფორმულაში შემავალი (A) და (B) კოეფიციენტების მნიშვნელობები დაბლობი და მთიანი რაიონებისათვის მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ასე, მაგალითად, ა.პ. ბრასლავსკი-ვ.ა. ვიკულინასა, ბ.დ. ზაიკოვისა და სხვა ავტორების ემპირიულ ფორმულაში, რომლებიც მიღებულია დაბლობ რაიონებში განლაგებულ ამორთქლებებზე მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე, ამ პარამეტრების სიდიდეები ძალიან ახლოა ერთმანეთთან.

ანალოგიურ შემთხვევას აქვს ადგილი ვ.კ. დავიდოვის, ო.ი. ხალათიანისა და ვ.კ. გვახარიას ფორმულაში, რომლებიც აგებულია კავკასიონის მთიან რაიონებში ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მიღებული მონაცემების გამოყენებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ემპირიული ფორმულებიდან ფართო გავრცელება ჰპოვა ა.პ. ბრასლავსკი-ზ.ა. ვიკულინასა და ბ.დ. ზაიკოვის ფორმულებმა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ კოეფიციენტების მნიშვნელობებით. ეს ფორმულები ამყარებენ ფუნქციონალურ კავშირს აორთქლების სიდიდესა-E და წყლის ზედაპირზე წყლის ორთქლის დრეკადობასა-e₂₀₀, წყლის ზედაპირის ტემპერატურის-t_გ განსაზღვრულ წყლის ორთქლის მაქსიმალურ დრეკადობასა-e₀ და წყლის ზედაპირიდან 200სმ სიმაღლეზე არსებულ ქარის სიჩქარის-U₂₀₀ სიდიდეებს შორის:

$$E=A (e_0-e_{200}) (1+BU_{200}) \quad (5.3)$$

წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების გამოთვლის ნორმატივების დამუშავების პროცესში ჩატარებულულმა, არსებული ფორმულების კრიტიკულმა ანალიზმა დააზუსტა მათში შემავალი პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები და

მათი უნიფიკაციის საფუძველზე აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად მიღებული და რეკომენდებული იქნა შემდეგი სახის ფორმულა:

$$E=0.14n (e_0-e_{200}) (1+0.72U_{200}) \quad (5.4)$$

სადაც E მოცემულია მმ/თვეში, n-არის დღეების რიცხვი. უქარო ამინდის შემთხვევაში, როდესაც $U_{200}=0$, ფორმულა (5.4) დებულობს შემდეგ სახეს:

$$E=0.14n (e_0-e_{200}) \quad (5.5)$$

აორთქლების მექანიზმის შესწავლის პროცესში ტურბულენტური დიფუზიის მეთოდის გამოყენება ეყრდნობა შრომატევადი გრადიენტული დაკვირვებების ორგანიზაციის შედეგად მოპოვებული ინფორმაციის ანალიზს, რაც საშუალებას იძლევა შესწავლილი იქნეს ქვეფენილი ზედაპირის დინამიკური მახასიათებლები (კერძოდ, სიხისტის პარამეტრები) და მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა, ქარის სიჩქარე) ვერტიკალური განაწილება, ამასთან დაკავშირებით, აორთქლების პროცესში რომელიმე დონეზე (სიბრტყეში) წყლის ორთქლის გადატანა გამოისახება შემდეგი განტოლებით:

$$E = \rho K \frac{de}{dz} \quad (5.6)$$

სადაც Q არის ჰაერის სიმკვრივე, K – ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი, $\frac{de}{dz}$ – ჰაერის ტენიანობის ვერტიკალური გრადიენტი.

გრადიენტული დაკვირვებების ორგანიზაციის სიძნელები მნიშვნელოვნად ამცირებენ ტურბულენტური დიფუზიის მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობებს.

წყალსაცავიდან წყლის სარკის ზედაპირიდან აორთქლების პროცესში შეიძლება შესწავლილი იქნეს სითბური ბალანსის განტოლების გამოყენებით:

$$E \pm LE \pm P \pm \Theta = 0 \quad (5.7)$$

სადაც E-არის წყლის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი, LE-არის აორთქლებაზე დახარჯული (ან კონდენციის შედეგად

გამოყოფილი) სითბოს რაოდენობა, P-ტურბულენტური სითბოს ნაკადი, Θ-სითბოს ნაკადი წყლის ზედაპირისა და წყლის მასას შორის. სითბური ბალანსის განტოლების მდგენელების ნიშანი აღნიშნავს სარკის ზედაპირზე სითბოს მატებას ან შემცირებას.

აორთქლების პროცესების მექანიზმის სითბური ბალანსის მეთოდით შესწავლა გულისხმობს სითბური ბალანსის განტოლების კომპონენტების სიდიდეების გამოსათვლელად აქტინომეტრიული, გრადიენტული, რეიდული და მეტეოროლოგიური დაკვირვებების შედეგად მიღებული ინფორმაციის გამოყენებას. აორთქლების სიდიდე კი (LE) განისაზღვრება სითბური ბალანსის განტოლებიდან, როგორც ნაშთური წევრი.

ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ აორთქლების სიდიდე ამ მეთოდის საშუალებით საკმაოდ სიზუსტით შეძლება განისაზღვროს მხოლოდ შედარებითი მცირე და არაღრმა წყალსაცავებისათვის, სადაც ადგილი აქვს თერძული და მორფოლოგიური პირობების ერთგვაროვნებას, რაც წყლის სარკის მთელ ფართობზე და წყლის მასაში განაპირობებს მეტეოლოგიკურ მდგომარეობისა და წყლის ტემპერატურის იდენტურ ცვლილებებს და რამდენიმე წერტილში გაზომვით მიღებული მეტეოლოგიკურ მდგომარეობის, წყლის ტემპერატურის მნიშვნელობების გავრცელების მიზანშეწონილობას წყალსაცავის მთელს ეკვატორიაზე.

სითბური ბალანსის განტოლებაში მისი მთავარი კომპონენტის-რადიაციული ბალანსის-განსაზღვრა შესაძლებელია საკმაოდ დიდი სიზუსტით, როგორც ექსპერიმენტების (აქტინომეტრული ხელსაწყოებით: აქტინომეტრით, პირანომეტრით, ბალანსმზომით, ალბედომეტრით, პირგომეტრით, სათანადო გაზომვების ჩატარებით), ისე გამოთვლების საშუაებით.

უგრო შრომატევადი და რთულია სითბოს ტურბულენტური ნაკადის-P და წყლის ზეპირსა და წყლის მასას შორის თბოგაცვლის-Θ სიდიდეების განსაზღვრა. წყლის ზედაპირის თბოგაცვლა ატმოსფეროსთან (სითბოს ტურბილენტური ნაკადი-P) და წყლის ზედაპირსა და წყლის მასას შორის თბოგაცვლის სიდიდე- Θ სათანადო გაზომვების შედეგად მიღებული ინფორმაციის გამოყენებით შეიძლება გამოთვლილი იქნეს შემდეგი ფორმულებით:

$$P = -Cp\rho K_T \frac{dT}{dZ} \quad (5.8)$$

$$\Theta = K^* \rho^* C^* \frac{dT^*}{dZ} \quad (5.9)$$

სადაც C_p - არის ჰაერის სითბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს;

ρ - არის ჰაერის სიმკვრივე;

K - არის ტემპერატურა;

K_T - არის თბოგაცვლის კოეფიციენტი;

K^*, ρ^*, C^*, T^* - არის წყლის მასისათვის შესაბამისად თბოგაცვლის კოეფიციენტი, სიმკვრივე, ხვედრითი სითბოტევადობა და ტემპერატურა;

P და Θ - სიდიდეების გამოთვლა განპირობებულია $K_T, K^*, \frac{dT}{dZ}$,

$\frac{dT^*}{dZ}$ განსაზღვრის სიძნელეებით.

აორთქლების სიდიდე საშუალო მრავალწლიური პერიოდისათვის შეიძლება გამოთვლილი იქნეს წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლებიდან:

$$Z = X + J_{\text{წ}} - J_{\text{გ}} \quad (5.10)$$

სადაც Z - არის აორთქლების შედეგად წყალსაცავის ზედაპირიდან წყლის მასის დანაკარგი;

$J_{\text{წ}}$ - არის წყალსაცავში შემოსული წყლის რაოდენობა;

$J_{\text{გ}}$ - არის წყალსაცავიდან გასული წყლის რაოდენობა;

X-არის წყალის სარკის ზედაპირზე მოსული ნალექების ჯამი.

ბალანსის მდგენელებს $J_{\text{ჰ}}$ და $J_{\text{ა}}$ აქვს რთული სტრუქტურა. ისინი შედგებიან როგორც ზედაპირული, ისე მიწისქვეშა მდგენელებისაგან (კომპონენტებისაგან), რომელთა განსაზღვრის სიზუსტე, განსაკუთრებით მიწისქვეშა კომპონენტების შემთხვევაში, წარმოადგენს ძალიან რთულ და ხშირად გადაუჭრელ ამოცანას, განსაკუთრებით მთიან რეგიონში განლაგებული წყალსაცავების შემთხვევაში, როდესაც მისი გეოლოგიური და ტექტონიკური სპეციფიკა განაპირობებს წყლის ფილტრაციის ინტენსიურ პროცესებს, რაც ძალიან $J_{\text{ჰ}}$, $J_{\text{ა}}$ ამცირებს $J_{\text{ჰ}}$ და $J_{\text{ა}}$ რაც მთავარია, აორთქლების სოდოდის განსაზღვრის სიზუსტეს, რომლის ხვედრითი წონა სხვა მდგენელებთან შედარებით წყლის ბალანსის ფორმირებაში განუზომლად მცირეა. მაგალითად, სიონის წყალსაცავის აორთქლების წლიური სიდიდე შეადგენს წყალსაცავში ჩამდინარე წყლის რაოდენობის დაახლოებით 1.5%-ს /16/.

ხოლო მთის მდინარეების ჩამონადენის განსაზღვრის სიზუსტე ტოლია 5%-სა დამეტისაც. ასეთი შემთხვევებისათვის განტოლებიდან აორთქლების სიდიდის გამოთვლა, როგორც ნაშთური წვერისა, მიუღებელია, ვინაოდან წყალსაცავში ჩამდინარე და წყალსაცავიდან გამომდინარე მდინარეების ჩამონადენის განსაზღვრის ცდომილება რამდენჯერმე აღემატება საძიებელი აორთქლების სიდიდეს. ამის გამო აორთქლების სიდიდის გამოსათვლელად წყლის ბალანსის მეთოდი გამოიყენება მხოლოდ გაუმდინარე წყალსაცავებისა და ტბების შემთხვევაში, როდესაც წყლის საერთო ხარჯში აორთქლების წვლილი საკმარისად მაღალია. ამ მეთოდს შეუძლია მოგვცეს სრულიად დამაკმაყოფილებელი სედეგები აორთქლების საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების (ნორმების) გამოთვლის დროს. დროის შედარებით მოკლე პერიოდისათვის, ეს მეთოდი არ გამოიყენება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას აორთქლების სიდიდის ურთიერთ კონტროლის მიზნით, იმ პირობით, რომ არსებობს სათანადო დაკვირვებათა მასალის აუცილებელი ბანკი.

ენგურის, ხულონისა და გალის წყალსაცავების შემთხვევაში აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიური მეთოდი. მაკონტროლებელ მეთოდად შეძლება გამოყენებული იქნას წყლის ბალანსის მეთოდი, რაც განპირობებულია სათანადო პერიოდში ამ მიზნისათვის საჭირო დაკვირვებათა მასალის არსებობით.

მდინარე ენგურის წყალსაცავში წყლის ბალანსის ფორმირების კანონზომიერებების დადგენა საშუალებას იძლევა შესწავილი იქნეს წყლის მიმოქცევის კომპონენტების დინამიკა, რაც აუცილებელია წყალსაცავის აკვატორიიდან აორთქლების სიდიდეებისა და მათი გავლენით გამოწვეული ატმოსფეროსა და წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის დატენიანების ხარისხის შესაფასებლად.

საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურისა და თბილჰიდროპროექტის მიერ ორგანიზებულ დაკვირვებათა მასალების ანალიზის შედეგად განსაზღვრული იქნა წყლის ბალანსის ელემენტების დინამიკა ჯვრის წყალსაცავისათვის 1981-1985 წლების პერიოდისათვის თვეების მიხედვით.

როგორც აღინიშნა, წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლებას აქვს ზოგადი სახე:

$$\Sigma \Psi = \Sigma q \pm \Delta H \quad (5.11)$$

სადაც $\Sigma \Psi$ და Σq არიან წყლის ბალანსის შემოსული და გასული ნაწილების კომპონენტების ჯამი, $\pm \Delta H$ არის ბალანსის შეუსაბამობა. $\Sigma \Psi$ და Σq გახსნის შედეგად (5.11) რეზულტობს სახეს:

$$Q_{\text{წ}} + Q_{\text{გ}} + Q_{\text{აწ}} + X - (Q_{\text{წგ}} + Q_{\text{ე}}) \pm \Delta H = 0 \quad (5.12)$$

სადაც $Q_{\text{წ}}$ - არის მდინარის ჩამონადენი; $Q_{\text{გ}}$ - გვერდითი ჩამონადენი, ე.ი. წყალსაცავთან მიმდებარე წყალმკრეფის ჩამონადენი; $Q_{\text{აწ}}$ - მიწისქვეშა წყლების ჩამონადენი; X - წყალსაცავის სარკის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექების ჯამი; $Q_{\text{წგ}}$ - არის მდინარე ენგურის ჩამონადენი ქვედა ბიეფში (ე.მ. ჩამონადენი ძირითადი ჰიდროკვანძის ნაგებობაში); $Q_{\text{ე}}$ - ელექტროაგრეგატების მიერ წყალსაცავიდან ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად დახარჯული წყლის რაოდენობა. E - აორთქლების სიდიდე.

მდინარე ენგურის ჩამონადენის სიდიდეები სოფელ ჯვართან (ჯვრის წყალსაცავში) $Q_{\text{წ}}$ იზომებოდა 1929-1962 წლებში. 1962 წლის შემდეგი პერიოდისათვის მდ. ენგურის ჩამონადენის

სიდიდეები სოფელ ჯვართან აღდგენილი იქნა მდ. ენგურის საშუალო წლიური ხაჯების გრაფიკული კავშირით ჯვრისა და ხაიშის ჰიდრომეტრულ პუნქტებს შორის $Q_{\%} = f(Q_6)$, რომელიც ანალიტიკურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$Q_{\%} = 1,21Q_6 + 11,1 \quad (5.13)$$

ამ ანალიტიკურმა გამოსახულებამ საშუალება მოგვცა სოფელ ჯვარში გაგვეგრძელებინა ჩამონადენზე დაკვირვებათა რიგების ხანგრძლივობა და შეგვედარებინა სხვა სახეობების ჩამონადენის (მიწისქვეშა, ფერდობების) როლი კამური ჩამონადენის ფორმირებაში მდ. ენგურის აუზის იმ მონაკვეთისათვის, რომელიც მოქცეულია სოფელ ჯვარსა და ხაიშს შორის.

წყლის ბალანსის განტოლებაში (5.12) მგ. ენგურის სოფ. ჯვართან ჩამონადენის გაზომილი სიდიდეები წარმოადგენენ ფაქტიურად ამ სამი მდგენელის (თვით ენგურის, წყალმკრეფის ფერდობებისა და მიწისქვეშა ჩამონადენის) ჯამურ სიდიდეებს: $Q_6 + Q_{6\%} + Q_{6\%} = Q_{\%}$ ამ აღნიშვნის გათვალისწინებით განტოლება (5.12) დებულობს შემდეგ სახეს:

$$Q_{\%} + X = (Q_{6\%} + Q_7 + E) \pm \Delta H \quad (5.14)$$

ცალკეული წლებისათვის წყალსაცავის წყლის ზედაპირზე მოსული ნალექების თვიური ჯამები აღებულია ენგურის აუზისათვის აგებულ ატმოსფერული ნალექების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკიდან. წყალსაცავის ზედაპირზე მოსული ნალექების თვიური ჯამების გამოთვლის მიზნით დგინდებოდა წყალსაცავში წყლის სარკის საშუალო თვიური ფართობის სიდიდე და იგი მრავლდება თვის განმავლობაში მოსული ნალექების ფენის სიდიდეზე.

ქვემო ბიეფში მდ. ენგურის ჩამონადენი Q_6 განისაზღვრება როგორც სხვაობა შავი ზღვის შესართავთან მისი ჩამონადენის სიდიდესა (სოფ. დარჩელი) – $Q_{დ}$ და მდინარეების – მაგანასა და ილორის – ჩამონადენის ($Q_7 + Q_8$) სიდიდეების ჯამებს შორის. ეს მდინარეები ერთიან ენგურს სოფ. დარჩელსა და ენგურჰესის კაშხალს შორის:

$$Q_6 = Q_{დ} - (Q_7 + Q_8) \quad (5.15)$$

აგრეგატებისადმი დერივაციული არხით მიწოდებული ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად დახარჯული წყლის რაოდენობა გამოიანგარისებოდა გამომუშავებული ელექტროენერჯის საერთო რაოდენობის გადაყვანით წყლის რაოდენობაში.

ცხრილი 12

ჯგერის წყალსაცავის წყლის ბალანსის კომპონენტების სიდიდეები

წელი	წყლის ბალანსის მდებარეობები მპ/წმ; მღმ,მპ	თ კ მ										წელი		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI	XII
1981	უმცობსაგალი	29.0	21.8	43.1	71.8	198	448	338	219	164	45.9	53.7	587.8	141
	გასაგალი	77.5	52.8	115	186	529	1161	905	587	424	123	139	158	4436
	ბალანსის მუკსაბამობა	20.8	25.3	39.2	54.3	107	197	200	134	114	46.6	51.9	34.6	85.4
1982	უმცობსაგალი	8.201	-3.50	3.9	17.1	91.0	251	138	85.0	50.0	-0.7	1.80	23.2	554
	გასაგალი	21.9	-8.4	10	45	242	652	369	228	129	-2.0	5	65	1736
	ბალანსის მუკსაბამობა	29.7	23.02	25.2	179	379	456	494	268	151	59.5	43.2	33.2	179
1983	უმცობსაგალი	77.6	58.1	67.7	463	1015	1179	1323	717	391	159.0	112	89.1	5651
	გასაგალი	30.4	25.7	26.7	111	165	190	196	133	83.9	37.5	17.3	12.5	86.9
	ბალანსის მუკსაბამობა	81.9	62.2	71.5	287	442	498	527	357	343	101	44.8	33.6	2743
1983	უმცობსაგალი	-0.70	-2.70	-1.50	68.0	214	266	298	135	67.1	22.0	25.9	20.7	92.1
	გასაგალი	4.3	4.1	-3.8	176	873	687	796	360	148	58.0	67.2	55.5	2908
	ბალანსის მუკსაბამობა	33.5	32.5	44.9	142	299	341	456	391	214	140	128	69.2	198
1983	უმცობსაგალი	89.7	78.5	121	368	783	813	1221	1046	554	374	332	185	5965
	გასაგალი	21.5	20.9	23.7	76.9	110	128	175	140	73.6	45.0	47.3	58.7	77.2
	ბალანსის მუკსაბამობა	67.7	50.7	63.5	199	296	332	470	876	191	121	123	157	2435
1983	უმცობსაგალი	12.0	11.6	21.2	65.1	183	186	181	251	140	95.0	80.7	10.5	112
	გასაგალი	32.0	27.9	57.5	16.5	487	481	751	670	363	253	209	28	3530

ცხრილი 12
(გაგრძელება 1)

ჯერის წყალსაცავის წყლის ბალანსის კომპონენტების სიდიდეები

წელი	წყლის ბალანსის მდებარეობები მკ/წმ; მონ.მკ	თ ვ მ											წელი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1984	შემოსავალი	37.8	33.3	55.8	148	252	390	504	297	155	66.9	39.4	30.2	168
	გასავალი	101	83.1	150	383	676	1010	1351	796	402	179	102	80.8	5312
	ბალანსის შემოსავალი	38.0	44.2	32.5	62.3	107	174	211	156	86.0	89.8	39.1	491	884
	ბალანსის შემოსავალი	-0.20	-10.9	23.3	85.7	145	216	293	141	69.0	7.10	0.30	-19.4	796
1985	შემოსავალი	-1.0	-26.4	630	222	387	559	785	879	179	19	1.0	-522	2510
	გასავალი	82.2	31.8	35.8	152	342	374	305	250	132	82.2	53.7	42.2	153
	ბალანსის შემოსავალი	75.5	76.9	95.9	393	915	968	817	668	341	220	139	113	4823
	გასავალი	35.9	42.2	27.6	79.2	123	142	121	97.9	57.8	62.0	41.2	54.3	73.0
	ბალანსის შემოსავალი	96.1	102	74.2	205	329	366	325	262	149	140	107	146	2301
	გასავალი	-7.7	-10.4	8.201	72.8	219	232	184	152	74.2	30.2	12.5	-12.1	80.0
	ბალანსის შემოსავალი	-20.0	-25.1	21.7	188	586	602	492	406	192	80	32	-33	1522

ჯვრის წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების თვიური სიდიდეები გამოანგარიშებული იქნა წყალსაცავიდან ახლო მდებარე ფოცხო-ეწერის ამორთქლებელი აუზის სტაციონალური დაკვირვებების მასალის ანალიზის საფუძველზე, რომლის ხანგრძლივობა შეადგენს 23 წელს (1965-1967 წწ). ბალანსის შეუსაბამობის სიდიდე ($\pm H$) ჯვრის წყალსაცავისათვის განისაზღვრა, როგორც წყლის ბალანსის კომპონენტებს შორის სხვაობა. ბალანსის შეუსაბამობის სიდიდე აღმოჩნდა საკმარისად დიდი, რაც სხვა ფაქტორებს გარდა განაპირობა დერივაციულ არხში წყლის ხარჯების სიდიდეების განსაზღვრის დაბალმა სიზუსტემ და ჯვარსა და ხაიშს შორის წყლის ხარჯებს შორის არსებული კორელაციის გამოყენებამ, რომელიც ასაშუალებს წყლის ხარჯების მნიშვნელობებს და ზრდის გამოთვლების ცდომილებებს.

წყლის ბალანსის ჯამური სიდიდეები 1981-1985 წლებისათვის მოცემულია ცხრილში 12.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, წყლის ბალანსისა და მისი კომპონენტების ფორმირების პროცესები დამოკიდებულია წყლის დონეზე. წლის თბილ პერიოდში ბალანსი დადებითია, ხოლო ცივ პერიოდში, მდ. ენგურის მინიმალური ჩამონადენის შემტხვევაში, იგი შეიძლება გახდეს უარყოფითი.

როგორც ნაჩვენებია ცხრილში 12, წყლის ბალანსის ფორმირების პროცესში ჯვრის წყალსაცავში ზირითად როლს თამაშობს ზედაპირული ჩამონადენი 94.4-99.7%; მეორე ადგილზეა ატმოსფერული ნალექები, რომელთა ხვედრითი წონა წლის ბალანსში შეადგენს 0.3-0.6%-ს.

წყლის ბალანსის გასაავალ ნაწილში ძირითადია ისევე ენგურის ჩამონადენი ქვედა ბიეფში (დერივაციულ არხში), ხოლო აორთქლების ხვედრითი წონა ბალანსის ამ ნაწილში არ აღემატება 0.3-0.4%-ს შესაბამისად. მიუხედავად იმისა, რომ აორთქლების სიდიდეები უმნიშვნელოა წყლის ბალანსის ფორმირების პროცესში, აორთქლება წყლის მიმოქცევაში თამაშობს შესამჩნევ როლს.

წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების წლიური ჯამების დამოკიდებულება წყლის დონეზე და სარკის ფართობზე ჩვენს მიერ დადგენილი იქნა სტაციონალური დაკვირვებების მასალებისა და წყალსაცავის წყლის დონეებზე

დამოკიდებულების გრაფიკების გამოყენებით (ნახ. 11,12). ეს გრაფიკები იძლევა აორთქლების სიდიდეების (E) დამოკიდებულებას წყალსაცავის სარკის ფართობზე (S) და წყლის დონეებზე (H). აქვე უდა აღინიშნოს, რომ ჯვრის წყალსაცავში წყლის მასის შესაბამისად სარკის ფართობი იცვლება 8*14კმ² ფარგლებში, ხოლო წყლის დონე 170-500მ ფარგლებში.

ანალიტიკური დამოკიდებულებები $E=f(S)$ და $E=f(H)$, სადაც E არის აორთქლების წლიური ჯამი (მილიონ მ³), H-წყლის დონე წყალსაცავში (კმ), S-წყლისსარკის ფართობი (კმ²), შეიძლება წარმოდგენილი იყენ შემდეგი სახით:

$$E=3,27+0,031S^2 \quad (5.16)$$

$$E=45,5H^2-3,29 \quad (5.17)$$

უნდა აღინიშნოს, რომ დამოკიდებულებები (5.16) და (5.17) სამართლიანია ჯვრის წყალსაცავის სარკის ფართობის 4,4-13,5კმ² დიაპაზონისათვის და მისი დონეების 0-510მ ფარგლებში ცვლილების საზღვრებისათვის. როგორც უკვე აღინიშნა, მოცემულ საზღვრებში იცვლება ჯვრის წყალსაცავის წყლის სარკის ფართობი და წყლის დონე.

დამოკიდებულებები (5.16) და (5.17) საშუალებას ოძლევა წყალსაცავში წყლის დონისა (H) და წყლის სარკის ზედაპირის (S) მნიშვნელობებით გამოთვლილი იქნეს აორთქლების სიდიდეების სადსუალო თვიური მნიშვნელობები წლის განმავლობაში.

როგორც აღინიშნა, ენგურის, გალისა და ხუდონის წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდეები გამოთვლილი იქნა ფორულით:

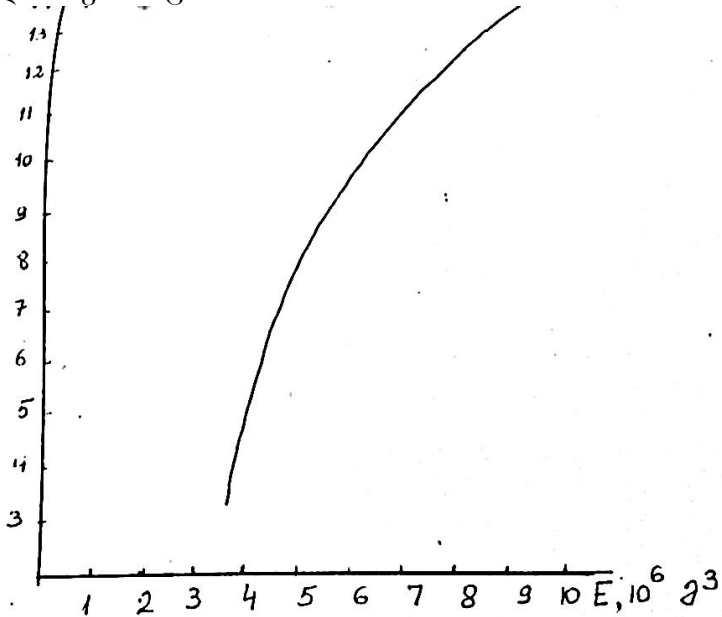
$$E=0.14n(e_0-e_{200})(1+0.72U_{200}) \quad (5.18)$$

განსაზღვრული იქნა აორთქლების თვიური და წლიური სიდიდეების მნიშვნელობები.

როგორც გამოსახულება (5.18)-ის ანალიზი გვიჩვენებს, წყალსაცავის წყლის სარკის ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდის გამოსათვლელად საჭიროა წყლის ორთქლის დრეკადობს (აბსოლუტური ტენიანობის)- e_{200} , წყლის ზედაპირის ტემპერატურით გამოთვლილი წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობის e_0 და ქარის სიჩქარის U_{200} ცოდნა ფსიქრომეტრული ბუდრუგანას სიმაღლეზე (200სმ სიმაღლეზე ქვეფენილი

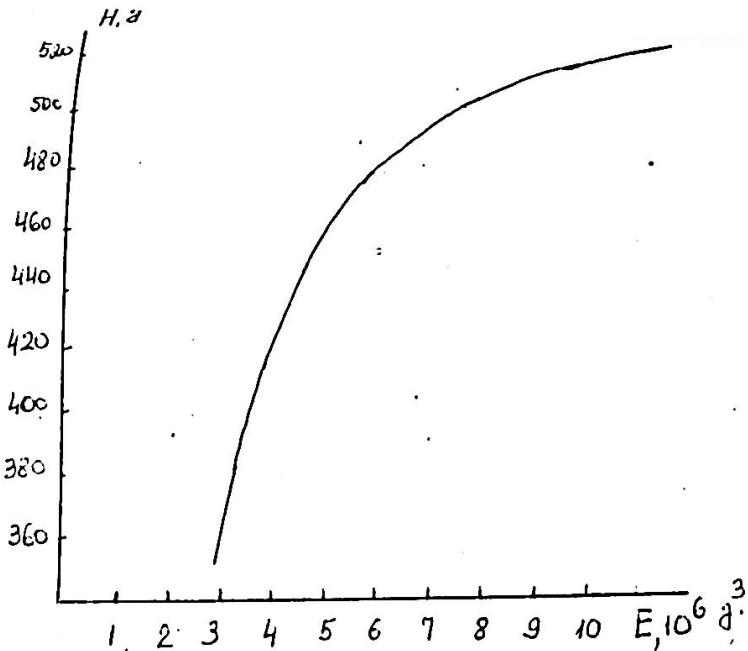
ზედაპირიდან). ეს სიდიდეები შეიძლება გაზომილი იქნეს უშუალოდ წყალსაცავის აკვატორიის, ან მიმდებარე სანაპიროს ტერიტორიის რამდენიმე წერტილში,

საკვლევი წყალსაცავების აკვატორიის წყლის ზედაპირის სიმაღლეებისათვის აუცილებელი ჰიდრომეტეოროლოგიური ინფორმაციის მისაღებად და აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად მდ. ენგურის აუზისათვის აგებული იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკები და დადგენილი იქნა მათი ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი, ამ მიზნებისათვის აგრეთვე გამოყენებული იქნა სადგურ რეჩხში და ფოცხო-ეწერში წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე და აორთქლების პროცესებზე წარმოებული დაკვირვებებით მიღებული ინფორმაცია.



ნახ.11 აორთქლების სიდიდის დამოკიდებულება წყლის სარკის ფართობზე

აორთქლების სიდიდების გამოთვლის პროცესში აუცილებელია წყალსაცავებში წყლის ზედაპირის ტემპერატურების t_0 მნიშვნელობების ცოდნა, რომლითაც გაითვლება ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის მაქსიმალური მნიშვნელობა- e_0 . მაგრამ, როგორც ცნობილია, მთიან რაიონებში განლაგებულ წყალსაცავებზე სისტემატური დაკვირვებები წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე წარმოებს იშვიათ შემთხვევაში, რაც აძნელებს წყალსაცავებიდან აორთქლების პრობლემის გადაჭრას.



ნახ.12 აორთქლების სიდიდის დამოკიდებულება წყლის ღონეზე

წყალსაცავში წყლის ტემპერატურის სიდიდე დამოკიდებულია წყლის მასის მაფორმირებელ მიწისქვეშა, მყინვარული, წვიმის, ჩამდინარე წყლების თერმულ მდგომარეობაზე, ადგილის ოროგრაფიულ პირობებზე, ადგილის

ცირკულაციის თავისებურებებზე (ფიონები, მთა-ხეობების, ფერდობებისა და მყინვარული ქარები), რომელთა გავლენითაც ხდება წყლის ტემპერატურის გარკვეული რყევები და აორთქლების პროცესების ინტენსივობის ცვალებადობა წყალსაცავებში, ე.ი. წყალსაცავში წყლის ამორთქლებელი ზედაპირის ტემპერატურის ფორმირების პროცესი დამოკიდებულია გეოგრაფიულ და გეომორფოლოგიურ ფაქტორებზე, წყალსაცავების ზომებზე, მათი კვების რეჟიმზე და მიკროკლიმატის თავისებურებებზე.

ფორმულა (8.18)-ში ჰაერის ტემპერატურა t_{200} უშუალოდ არ შედის, მაგრამ მისი ცოდნა ზედაპირის ტემპერატურის სიდიდეების დასადგენად აუცილებელია, გარდა ამისა, ჰაერის ტემპერატურის t_{200} მნიშვნელობების ცოდნა აუცილებელია წყალსაცავიდან აორთქლების პერიოდის ხანგრძლივობის დასადგენად. ვინაიდან იმ შემთხვევაში, როდესაც $t_{200} < 0^{\circ}$ შესაძლოა წყალსაცავის აკვატორიის ნაწილზე წარმოიქმნას ყინულის საფარველი, რომელიც მკვეთრად ცვლის აორთქლების მექანიზმს და მის სიდიდეებს.

კავკასიის რიგ, როგორც მთიან, ისე დაბლობ რაიონებში (სომხეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი, დაღესტანი, ჩრდილოეთი კავკასია) არსებულ ამორთქლებელ აუზებში წყლის ტემპერატურაზე t_0 და 200სმ სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურაზე - t_{200} სინქრონული, როგორც გრძელვადიანი, ისე ეპიზოდური დაკვირვების მასალის გამოყენებით აგებული იქნა დამოკიდებულებების $t_0 = f(t_{200})$ გრაფიკები /16/. აღმოჩნდა, რომ დამოკიდებულებები ასიათდება საკმაო სტაბილურობით დროში, ე.ი. არ იცვლებიან ცალკეულ წლებში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული დამოკიდებულებების ასაგებად გამოყენებული იყო ჰაერის ტემპერატურისა და წყლის არა დღე-ღამური, არამედ დეკადური მნიშვნელობები, რათა მაქსიმალურად გამორიცხულიყო წყლის მასის სითბური ინერციულობა ამორთქლებელ აუზებში.

დასავლეთ საქართველოსა და კოლხეთის დაბლობის 0-600მ სიმაღლეთა დიაპაზონში განლაგებული ტერიტორიისათვის მიღებული იქნა $t_0 = f(t_{200})$ დამოკიდებულების გრაფიკული სახე, რომელიც მოცემულია ნახ.13.1-ზე, ხოლო 600 მეტრზე ზევით განლაგებული რაიონებისათვის ამ დამოკიდებულებას აქვს წრფივი სახე და იგი მოცემულია ნახ.13.2-ზე.

ანალიტიკურად დამოკიდებულება $t_0=f(t_{200})$ მდინარე ენგურის აუზის 0-600მ სიმაღლეთა დიაპაზონებში განლაგებული ტერიტორიის ნაწილისათვის წელიწადის იმ პერიოდში, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა იცვლება 5-30⁰, ხოლო წყალსაცავებში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა 4-30⁰ ფარგლებში, შეიძლება წრმოდგენილი იქნეს წრფივი ფუნქციის სახით:

$$t_0=1,25t_{200}-1,0 \quad (5.19)$$

ხოლო წყლის ზედაპირის ტემპერატურის 0-3⁰ და ჰაერის ტემპერატურის (-2⁰)-(-4⁰) საზღვრებში ცვლილებისასამ დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$t_0=0,2t_{200}+0,4 \quad (5.20)$$

როგორც ამ გამოსახულების ანალიზიდან ჩანს, ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებისას 4-30⁰ დიაპაზონში წყალსაცავში წყლის ტემპერატურა მეტია ჰაერის ტემპერატურაზე, ხოლო -2.5⁰-4⁰ დიაპაზონში წყალსაცავში წყლის ტემპერატურა ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურაზე.

ამრიგად, ჰაერის 4⁰ მნიშვნელობას შეიძლება ეწოდოს კრიტიკული მდინარე ენგურის აუზისათვის. დამოკიდებულება $t_0=f(t_{200})$ წრფივია ჰაერის ტემპერატურის (-2.5⁰)-(30⁰) დიაპაზონისათვის, მაგრამ ამ დიაპაზონში ჰაერის ტემპერატურის 4⁰ მნიშვნელობის მიღწევის მომენტში ადგილი აქვს მისი ცვალებადობის ტენდენციის თავისებურებას: 4⁰ ქვევით -2.5⁰-მდე (ჩათვლით) ჰაერის ტემპერატურა მეტი ხდება წყლის ტემპერატურაზე და იგი ინარჩუნებს დადებით მნიშვნელობებს. როდესაც ჰაერის ტემპერატურა ეცემა -2.5⁰-მდე წყალსაცავში წყლის ტემპერატურა ნულს უტოლდება, რაც განპირობებულია წყალსაცავის თერმული რეჟიმის თავისებურებით.

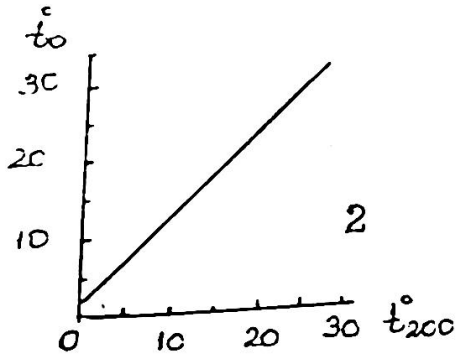
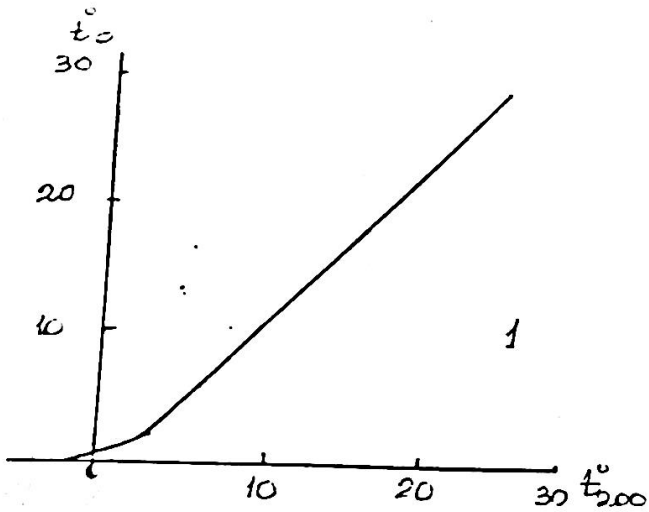
მდინარე ენგურის აუზის სხვა ნაწილში, რომელიც განლაგებულია 600-ის ზევით, დამოკიდებულება ანალიტიკურად (ორივე სახის ტემპერატურის 0-30⁰ ზღვრებში ცვლილებათა დიაპაზონისათვის) წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით.

$$t_0=1,17t_{200}+1,15 \quad (5.21)$$

ამ მაღლივი დიაპაზონისათვის (H>600მ) წყალსაცავების წყლის ზედაპირის ტემპერატურა მეტია შესაბამისი ჰაერის ტემპერატურის სიდიდეზე.

დამოკიდებულებები (5.20) და (5.21) საშუალებას იძლევა ჰაერის ტემპერატურის ცნობილი მნიშვნელობებით გამოთვლილი იქნეს

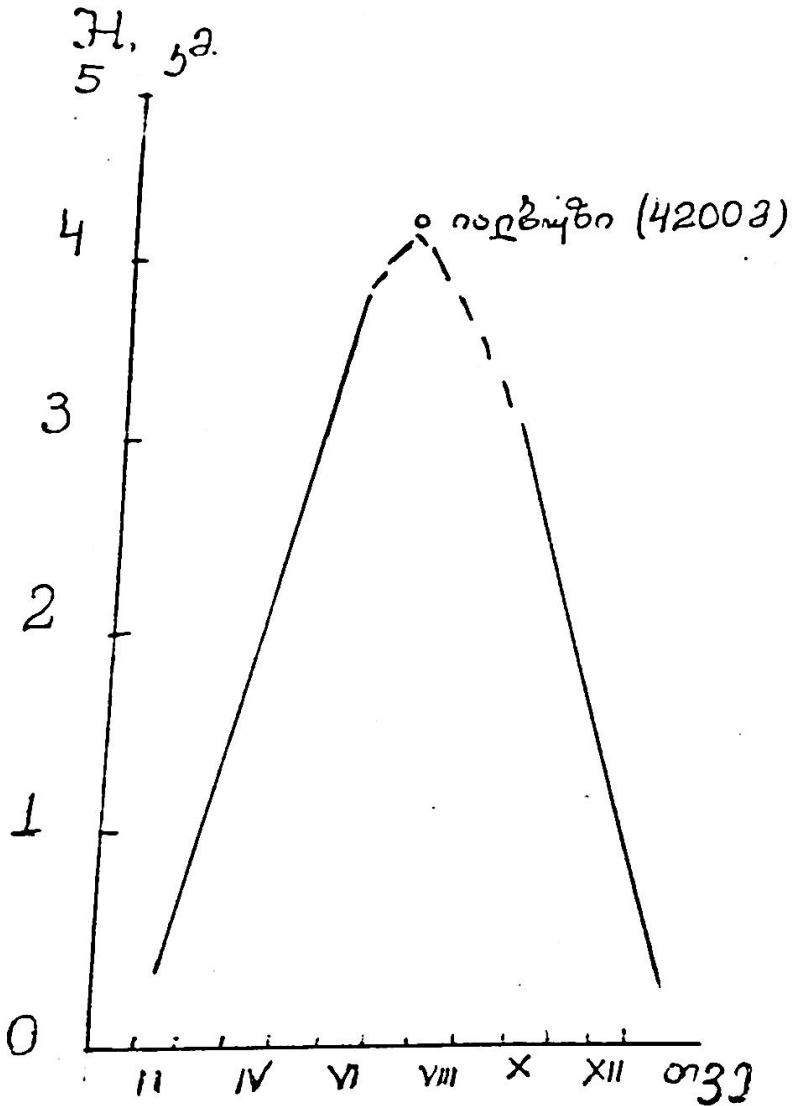
წყალსაცავების წყლის ზედაპირის ტემპერატურების მნიშვნელობები მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადისათვის.



ნახ.13. დამოკიდებულება $t_0=f(t_{200})$ მდ. ენგურის აუზის

ზღვისპირა ($H < 600$ მ)–(1) და მთიანი ნაწილებისათვის ($H > 600$ მ)–(2)

როგორც ზევით იყო აღნიშნული, წყალსაცავებში ციწულის საფარის არსებობა დიდ გავლენას ახდენს აორთქლების სიდიდეებზე. წყალსაცავში ციწულის საფარის რეჟიმის მახასიათებლების დასადგენად აუცილებელია მისი განლაგების რაიონში ჰაერის ტემპერატურის ადგილის აბსოლუტურ



ნახ.14. $n=f(H)$ -ჰაერის ტემპერატურის ნულზე გადასვლის თარიღის სიმაღლეზე დამოკიდებულება.

სიმაღლეზე დამოკიდებულების კანონზომიერების დადგენა. ამ მიზნით, კერძოდ /16/-ში კავკასიის მთელი რეგიონისა და მისი ცალკეული რაიონებისათვის (სომხეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი, დაღესტანი, ჩრდილო კავკასია) მრავალწლიური დაკვირვებების მასალის ანალიზის საფუძველზე მოცემულია $n=f(H)$ დამოკიდებულების გრაფიკული სახე (ნახ.14), რომელიც საქართველოს ტერიტორიისათვის ჩვენს მიერ ანალიტიკურად იქნა წარმოდგენილი შემდეგი წრფივი ფუნქციის სახით:

ვაზაფხული (წყალსაცავებზე ყინულის საფარის გაქრობის პერიოდი)

$$n=30H+31 \quad (5.22)$$

სადაც n არის დღეების რაოდენობა (ათვლილი 1 იანვრიდან თებერვლის მიმართულებით), რომლის გასვლის შემდეგ შესაბამის აბსოლუტურ სიმაღლეებზე ჰაერის მრავალწლიური საშუალო ტემპერატურა გადადის უარყოფითი მნიშვნელობებიდან დადებით მნიშვნელობებზე. მაგ., $H=1$ კმ, $n=61$ დღეს, ე.ი. ამ სიმაღლეზე ტემპერატურა 0° -ზე გადადის 1 მარტს.

შემოდგომა (წყალსაცავზე ყინულის საფარის ფორმირების პერიოდი)

$$n=31H-11 \quad (5.23)$$

ამ გამოსახულებაში n არის დღეების რაოდენობა (ათვლილი დეკემბრიდან ნოემბრის მიმართულებით), რომლის გასვლის შემდეგ H სიმაღლეებზე ტემპერატურა გადადის დადებითი მნიშვნელობებიდან უარყოფით მნიშვნელობებზე. მაგ., $H=1$ კმ, $n=20$ დღეს 31 დეკემბრიდან, ე.ი. ამ სიმაღლეზე ტემპერატურა 0° -ზე გადადის 11 დეკემბერს, ხოლო 2კმ სიმაღლეზე—11ნოემბერს, 3კმ სიმაღლეზე—11 ოქტომბერს, 4კმ სიმაღლეზე—31 აგვისტოს..

$n=f(H)$ ანალიტიკური დამოკიდებულებებით შეიძლება გამოითვალოსნგალის, ჯვრისა და ხუდონის ნწყალსაცავებისათვის (ნორმალური შეტბორვის დონის სემთხვევაში) ყინულის საფარის წარმოქმნისა და დაშლის მრავალწლიური საშუალო თარიღები.

სათანადო გამოთვლების შედეგად დადგინდა, რომ ყინულის საფარი წარმოიქმნება საშუალოდ გალის წყალსაცავში ($H=100.6$ მ)—8 იანვარს, ჯვრის წყალსაცავზე ($H=510$ მ)—26 დეკემბერს, ხუდონის წყალსაცავზე ($H=700$ მ)—20 დეკემბერს. ყინულის საფარის

დაშლა ამ წყალსაცავებზე შესაბამისად ხდება: 3 თებერვალს, 15 თებერვალს და 21 თებერვალს.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ იმ წყალსაცავებზე, რომლებიც განლაგებული არიან 0-300მ სიმაღლეების დიაპაზონში (გალის წყალსაცავი) ყინულის საფარის რეჟიმული მახასიათებლები მიღებული იქნა კლიმატური თვალსაზრისით არაერთგვაროვანი ტერიტორიების ინფორმაციის საფუძველზე (მაგ. კოლხეთის დაბლობი, რომლის ზღვისპირა ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურა იშვიათად ეცემა ნულზე და კასპიისპირა დაბლობის სამხრეთ ნაწილში, სადაც ჰაერის უარყოფითი საშუალო თვიური მნიშვნელობები აღინიშნება ორი თვის განმავლობაში), რამაც განაპირობა მიღებული შედეგების უვარგისობა მდ. ენგურის აუზის ზღვისპირა ნაწილის თერმული რეჟიმის დახასიათებაში: როგორც ცნობილია, კოლხეთის დაბლობში არსად არ აღინიშნება 300მ-ზე დაბლა განლაგებულ ტერიტორიებზე ტემპერატურის მრავალწლიური საშუალო დღე-ღამური უარყოფითი მნიშვნელობები და წყალსაცავებზე მდგრადი ყინულის საფარის წარმოქმნა.

როგორც $t_{200}=f(H)$ დამოკიდებულების ანალიზი გვიცვენებს, ადგილილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შემთხვევაში ზღვის დონიდან 4000მ-მდე დღე-ღამის ტემპერატურის დადებითი მნიშვნელობების პერიოდის ხანგრძლივობა მერყეობს წლიდან 2 თვემდე (ივლისი, აგვისტო). საქართველოს შავი ზღვისპირეთის 0-500მ ზონაში წლის განმავლობაში საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურების მნიშვნელობები იშვიათად ეცემა 0⁰-ზე დაბლა. ამ ზონაში 300მ სიმაღლის ჩათვლით ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის უარყოფითი მნიშვნელობების არსებობა გამორიცხებულია. უფრო მეტიც, ამ ზონის ზოგიერთ ადგილებში, სადაც ოროგრაფიის თავისებურებების შედეგად არქტიკული ჰაერის მასებში ვერ აღწევს. 700-800მ სიმაღლემდე ზღვის დონიდან ზამთარი აღინიშნება ყინვების გარეშე.

როგორც აღინიშნა, წყალსაცავებზე აორთქლებისა და ყინულის საფარის წარმოქმნის პროცესებზე პრევალირებულ ფგავლენას ახდენს მათი განლაგების რაიონის თერმული რეჟიმი. როგორც მრავალწრიური დაკვირვებათა ინფორმაციის ანალიზი გვიჩვენებს, საკვლევი რაიონის 0-1000მ სიმაღლეების დიაპაზონში განლაგებული წყალსაცავების სარკის

ზედაპირიდან აორთქლების პროცესები გრძელდება მთელი წლის განმავლობაში, ვინაიდან მთლიანი ყინულის წარმოქმნის შემთხვევებს ადგილი აქვს ამ სიმაღლეების ზევით.

აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელ ფორმულაში შედის წყლის ზედაპირიდან 200სმ სიმაღლეზე ქარის სიჩქარე, რომლის მნიშვნელობები, როგორც წესი, ცნობილი არ არის. წყალსაცავების წყლის ზედაპირიდან 200სმ სიმაღლის ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური სიდიდეები— v_{200} გამოთვლილი იქნა შემდეგი ფორმულებით:

$$v_{200} = K_1 K_2 K_3 v_3 \quad (5.24)$$

სადაც v_3 არის ქარის საშუალო ტვიური სიჩქარე ფლიუგერის სიმაღლეზე (9-12მ); $K_1 K_2 K_3$ -არიან კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ მეტეოროლოგიური სადგურის მოედნის დაცვის ხარისხს (K_1), მეტეოროლოგიური სადგურის განლაგების რაიონის რელიეფის თავისებურებებს (K_2), და ჰაერის ნაკადის წყალსაცავზე საშუალო განარბენის სიდიდეს (K_3). ამ კოეფიციენტების მნიშვნელობები საკვლევი მეტეოსადგურებისა და წყალსაცავებისათვის მათი ადგილმდებარეობების თავისებურებებისა და დაცვის ხარისხის გათვალისწინებით მოცემულია /19/-ში.

როგორც ცნობილია, თავისუფალ ატმოსფეროში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად ქარის სიჩქარე მატულობს. ამავე კანონზომიერებას უნდა ემორჩილებოდეს ქარის სიჩქარის ვერტიკალური განაწილება მთიან რაიონებში, მაგრამ როგორც უკვე აღინიშნა, მთის ხეობებში განლაგებულ მეტეოსადგურებზე ქარის სიჩქარეზე მრავალწლიური მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქარის სიჩქარის ვერტიკალური განაწილება თვითოეულ ხეობაში ხასიათდება სპეციფიკური თავისებურებებით, რაგანპირობებულია ამ ხეობაში აეროდინამიკური პროცესების ფორმირებაზე ქვეყნის ზედაპირისა და რელიეფის გავლენით.

ჰაერის მასის უწყვეტობის კანონის თანახმად ხეობის ვიწრო მონაკვეთებში (ადგილის სიმაღლის მატების მიუხედავად) ქარის სიჩქარე მატულობს, ხოლო გაფართოებულში-კლებულობს. ამის შედეგია, კერძოდ ის, რომ მდ. ენგურის ხეობაში სოფ. ჯვართან (ჯვრის წყალსაცავი) ქარის სიჩქარე მკვეთრად იზრდება 1.6მ/წმ-დან 4.4მ/წმ-მდე შემდეგ კი, მიუხედავად სიაღლის მატებისა, 400მ-

დან 1200მ-მდე იგი კლებულობს 4.4მ/წმ-დან 2მ/წმ-მდე. ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მდ. ენგურის აუზში 300-1200მ სიმაღლის დიაპაზონში ქარის სინქარის ფორმირებაში ძირითად როლს თამაშობს ოროგრაფიული ფაქტორი. 1400მ-ის ზევით აუზში, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ქარის სინქარე, როგორც წესი, მატულობს (ნახ. 9,10).

გალის, ჯვრისა და ხუდონის წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად გამოყენებული იქნა გალის, ჯვრისა და ხაიშის მეტეოსადგურების ჰიდრომეტეოროლოგიური ინფორმაცია, ხოლო ამ წყალსაცავების ნორმალური შეტბორვის დონეების შესაბამისად სიმარლევებისათვის აორთქლების სიდიდეების გამოსათვლელად გამოყენებული იქნა მდ. ენგურის აუზისათვის სათანადო დამოკიდებულებების გრაფიკები: $t=f(H)$, $e=f(H)$, $E=f(H)$, $v=f(H)$, $P=f(H)$. ამასთან ერთად, მხედველობაში იქნა მიღებული ამ წყალსაცავების განლაგების ადგილმდებარეობის მორფოლოგიური თავისებურებანი და მათი კონფიგურაცია (წყალსაცავების სივანის სიგრძეებთან შეფარდების სიდიდეები).

როგორც აღინიშნა, წყალსაცავებში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა განსაზღვრული იქნა ზოგიერთ მათგანზე (მაგ. ამაორთქლებელ სადგურებზე—ხუბერი და ფოცხო-ეწერი) სათანადო წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურაზე სინქრონული დაკვირვებების სედეგად მიღებული მასალის ნაღიზის საფუძველზე და წყალსაცავების განლაგების რეგიონისათვის აგებული დამოკიდებულებების $t_0=f(t_{200})$ გამოყენებით. ამ დამოკიდებულებების აგების მიზნით გამოყენებული იქნა როგორც ლიტერატურული წყაროები /16/, ისე დაკვირვების ინფორმაცია ხუბერში და ფოცხო-ეწერში.

ხუდონის წყალსაცავისათვის ქარის სინქარის საშუალო თვიური სიდიდეები წყლის ზედაპირიდან 200სმ სიმაღლეზე გამოსთვლილი იქნა ინტერპოლაციის მეთოდით სათანადო გრაფიკიდან $v=f(H)$. აორთქლების მოცულობის გამოსათვლელად თვითოეული წყალსაცავისათვის აორთქლების ფენის სიდიდე მრავლდებოდა წყალსაცავის საშუალო თვიური ფართობის სიდიდეზე, რომელიც განისაზღვრება წყალსაცავების სარკის ფართობების მნიშვნელობების მათ შესაბამის დონეებზე დამოკიდებულებების გრაფიკებიდან (ნახ. 12).

ცხრილი 13

ჰკრის წყალსაცავის წყლის სარკის ზედაპირის საშუალო თვიური ფართობები (S_{კმ²}) და მათი შესაბამისი ხიდებები h-მმ და v-მლნ.მ³

წელი	S _{კმ²} h,მმ v-მლნ.მ³	თ კ მ										წელი		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI	XII
1981	S	4.69	4.64	4.55	4.03	2.92	4.25	5.32	5.30	5.30	5.08	4.89	5.4	
	h	98.1	64.7	68.1	101.7	140.9	138.8	136.8	128.3	147.0	43.3	77.7	63.5	1278.9
	v	0.46	0.30	0.01	0.41	0.41	0.59	1.26	0.68	0.62	0.22	0.38	0.32	5.96
1982	S	4.94	4.60	4.53	4.51	5.45	6.26	6.55	6.50	5.93	5.0	4.48	4.47	
	h	66.8	43.5	41.9	89.6	111.9	103.8	116.0	140.0	129.8	66.0	49.1	40.3	998.7
	v	0.33	0.20	0.19	0.44	0.61	0.65	0.76	0.91	0.77	0.33	0.22	0.18	5.59
1983	S	4.55	4.45	4.47	5.22	5.67	6.98	7.70	8.08	8.17	8.12	8.38	8.39	
	h	49.4	36.0	38.0	47.9	68.80	73.1	116.9	107.7	102.8	83.7	77.6	57.2	859.1
	v	0.22	0.16	0.17	0.25	0.39	0.51	0.90	0.87	0.84	0.68	0.65	0.78	6.12
1984	S	7.14	5.82	5.15	4.56	5.62	7.61	8.94	9.57	10.14	9.66	5.49	7.81	
	h	54.6	44.7	52.4	41.7	64.1	80.2	102.9	93.0	101.6	83.9	76.5	58.9	854.5
	v	0.39	0.26	0.27	0.19	0.36	0.61	0.92	0.89	1.03	0.81	0.42	0.46	6.61
1985	S	5.78	5.27	4.47	4.91	5.69	7.94	9.44	10.38	10.99	11.30	11.39	10.65	
	h	55.4	34.2	51.5	32.6	63.3	80.6	97.5	117.5	90.1	72.6	65.8	56.3	817.4
	v	0.32	0.18	0.23	0.16	0.36	0.64	0.92	1.22	0.99	0.82	0.75	0.60	7.19
1986	S	9.32	6.29	4.98	4.02	3.85	5.94	10.20	11.39	10.90	11.05	10.87	9.81	
	h	65.5	46.1	34.1	37.3	46.6	96.0	95.1	96.6	86.2	64.3	60.7	67.30	790.8
	v	0.61	0.29	0.17	0.15	0.16	0.57	0.97	1.10	0.94	0.71	0.65	0.66	6.99

ცხრილში 13 თავმოყრილია ჯვრის წყალსაცავის წყლის სარკის ზედაპირის საშუალო თვიური ფართობების ($S, კმ^2$) და მათი სესაბამისი აორთქლების სიდიდეების ხმმ და მოცულობების ($v, მლნ.მ^3$) მნიშვნელობები 1981-1986 წლების დაკვირვებების მონაცემების საფუძველზე. როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, არ არსებობს ცალსახა დამოკიდებულება აორთქლების სიდიდეებისა და წყალსაცავის ზედაპირის ფართობებს შორის, რაც ბუნებრივია, ვინაიდან აორთქლების პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია (გარდა ამორთქლებელი ზედაპირის ფართობის სიდიდისა) ქარის სიჩქარეზე, ჰაერის და წყლის ზედაპირის ტემპერატურების სხვაობაზე, ტენიანობის დეფიციტის სიდიდეზე, ამის შედეგად, ერთიდაიგივე თვისათვის სხვადასხვა წლების ზედაპირის ერთნაირ მნიშვნელობებს შეესაბამება აორთქლების განსხვავებული სიდიდეები.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, 6 წლის განმავლობაში (1981-1986წწ) აორთქლების ფენის წლიური სიდიდე ($h, მმ$) იცვლება 790.8მმ-დან 1278.0მმ-მდე, ხოლო აორთქლების წლიური მოცულობა 5,59მლნ მ³-დან 7.19მლნ.მ³-მდე.მეთოდური თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს მდ. ენგურის აუზის პუნქტ ფოცხო-წვერში მეტეოროლოგიური და ამორთქლებელ სადგურებზე 1975 წლის სინქრონულად ცატარებული დაკვირვებების ინფორმაცია ჰაერის ტემპერატურაზე, აუზში და ამორთქლებელში წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე (უშუალოდ წყლის ზრდაპირზე და 40სმ სირრმებზე ზედაპირიდან), ნალექებზე წვიმშომითა და ტრეტიაკოვის ნალექშომით, ქარის სიჩქარეზე და მიმართულებაზე (ფუსის ანემომეტრითა და ფლუგერით) ჰაერის ტენიანობაზე და აორთქლების სიდიდეზე აუზიდან და ამორთქლებლიდან.

დაკვირვებების მონაცემები მოცემულია ცხრილში 14,15. როგორც აქედედან ჩანს, არსებობს მჭიდრო კავშირი აორთქლების სიდიდეებს შორის, რომლებიც მიღებულის აუზში და ამორთქლებლებზე დაკვირვების სედეგად, დამოკიდებულება $E_{აუზი} = f(E_{ამორთქ.})$ ანალიტიკურად შეიძლება წარმოდგენილი იქნას წრფივი ფუნქციის სახით:

$$E_{აუზი} = 1,10 E_{ამორთქ.} - 2,0 \quad (5.24)$$

ამ დამოკიდებულების ანალიზიდან ცანს, რომ აუზში მიღებული აორთქლების სიდიდეები მეტია ამორთქლებელზე მირებული აორთქლების სიდიდეებზე.

ამასთან ერთად, მათ შორის სხვაობის აბსოლუტური სიდიდე აორთქლების ზრდის შემთხვევაში მატულობს 2მმ-დან, როდესაც $E_{აგ}=20მმ-ს$, 8მმ-მდე, როდესაც $E_{აგ}=90მმ-ს$.

როგორც ჰაერის ტემპერატურაზე და აუზში (ამორთქლებელში) წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე სინქრონულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა (ნახ. 14,15), მათ სიდიდეებს შორის არსებობს წრფივი დამოკიდებულება, რომელიც ანალიტიკურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

აუზის შემთხვევაში

$$t_0 = 1.45t_{200} - 5.5 \quad (5.25)$$

ამორთქლებების შემთხვევაში

$$t_0 = 1.45t_{200} - 6.5 \quad (5.26)$$

ამორთქლებელზე და აუზზე მიღებული აორთქლების სიდიდეები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ამიტომ საჭიროა მათზე სინქრონული, პარალელური დაკვირვებების ორგანიზაცია, რაც სპეციალური გადამყვანი კოეფიციენტების გამოყენებით საშუალებას იძლევა ამორთქლებლის მანქენებლების აუზების უფრო ზუსტმანქენებლზე გადაყვანისა. მაგრამ არსებობს განსხვავება აორთქლების სიდიდეებს შორის, რომლებიც მიღებულია ამორთქლებელი აუზების ($S=20მ^2$) საშუალებით და უშუალოდ წყალსაცავებზე მათში მიმდინარე ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების თავისებურებების სედეგად. ამიტომ აქაც საჭირო ხდება გადამყვანი კოეფიციენტების მოძებნა, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ აუზიდან აორთქლების სიდიდის უშუალოდ წყალსაცავიდან აორთქლების სიდიდეზე გადაყვანისა. ორივე ეს გადამყვანი კოეფიციენტი დამოკიდებულია როგორც მეტეოროლოგიური მახასიათებლების სიდიდეებსა და ფიზიკო-გეოგრაფიულ პირობებზე, ისევე ამორთქლებლების, აუზისა და წყალსაცავების მორფომეტრულ და კონსტრუქციულ თავისებურებებზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე შემთხვევაში ამ გადამყვანი კოეფიციენტების მოსანახავად საჭიროა პარალელური, სინქრონული დაკვირვებების ჩატარება.

ცხრილი 14

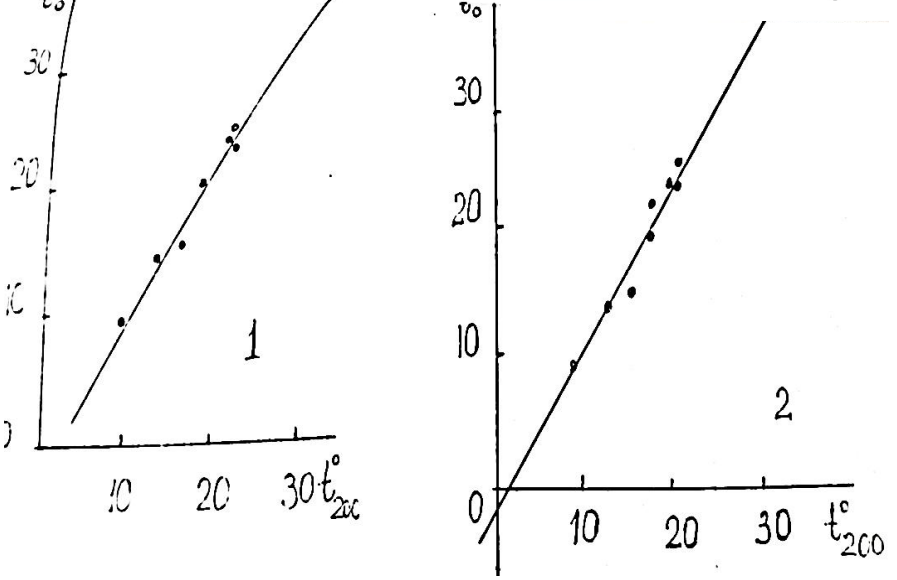
ჰაერის ტემპერატურა (t⁰); აბსოლუტური (e,მმ), ფარდობითი (E,%) ტენიანობის; ქარის სიჩქარის (v,მ/წმ); აუზში და ამოსროქლებელში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის (H=0;0.4მ) საშუალო თვიური მნიშვნელობები; ნალექების (P,მმ) და აორთქლების ხიდიდეების თვიური ჯამები

წელი	ჰაერის ტემპერატურა	წელი		ნალექი, მმ		ქარის სიჩქარე, მ/წმ		ტენიანობა, %		აორთქლება				
		აუზში	ზედაპირზე	ნალექი	მზომი	წვეთები	მზომი	წვეთები	წვეთები	წვეთები	წვეთები			
I	3.8	0.4მ	0.4მ	188.2	188.7	4.8	1.7	5.9	74	2.3	51.5	51.5		
II	2.5			399.4	407.8	2.1	0.9	5.8	80	1.7	43.3	43.3		
III	7.7			163.3	163.6	4.4	1.2	6.8	67	4.3	64.1	56.6		
IV	16.3	13.8	14.9	135.6	135.4	3.6	1.2	10.4	62	9.5	102.3	94.6		
V	17.8	19.6	19.4	86.5	85.8	2.4	1.0	14.3	71	6.7	107.3	97.3		
VI	22.0	23.3	22.6	21.5	500.4	502.2	3.0	1.0	19.0	73	8.3	108.6	98.4	
VII	22.2	25.2	24.8	24.6	23.9	252.5	251.9	1.5	0.8	21.8	81	5.5	97.1	89.1
VIII	21.7	24.2	23.7	23.6	22.9	140.9	140.9	2.3	0.9	20.6	79	5.8	99.6	91.2
IX	18.8	20.2	19.8	19.9	19.4	275.5	275.4	3.2	1.2	16.0	75	5.9	93.3	84.8
X	13.4	14.1	13.8	13.8	13.4	299.6	300.2	4.0	1.4	10.9	73	4.9	77.5	70.5
XI	9.2	9.1	8.9	8.9	8.6	81.1	81.3	5.3	1.8	7.8	69	4.1	64.9	56.9
XII	3.8			195.5	195.1	4.8	1.6	5.5	70	2.7	53.6	51.1		
წელი				2727.6	2728.1	3.4	1.2	12.1	73	5.1	963.1	885.4		

აორთქლების თვისები და წლიური ჯამები სადგურზე
ფოცხო-ეწერი (H=399,2მ) და ხუბერი (H=383მ)

წელი	თ მ კ												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
სადგური ხუბერი, H=383მ													
1957	30.0	52.0	33.5	96.2	122.9	142.7	145.6	153.1	115.7	88.8	49.7	33.9	1062
1958	51.5	51.6	75.5	66.1	151.0	127.0	105.0	115.0	66.7	76.5	58.1	47.0	991
1959	50.2	28.2	36.1	71.1	59.7	105.0	131.0	99.3	71.8	51.4	44.0	44.7	823
1960	36.1	17.1	59.1	55.1	90.1	113.2	134.4	88.2	64.3	60.6	55.7	53.1	827
1961	28.1	23.2	33.8	75.4	69.6	77.7	92.7	128.0	29.4	64.4	34.2	22.8	695
1962	34.9	20.1	42.8	62.1	94.8	129.9	104.7	117.2	97.6	76.4	45.6	25.5	857
1963	25.7	27.0	29.9	53.6	84.8	99.4	129.9	104.6	87.6	68.4	46.8	30.0	783
1964	0.0	14.7	35.7	70.5	82.3	120.3	116.3	104.7	77.4	73.2	46.5	25.1	775
სადგური ფოცხო-ეწერი, H=399,2მ													
1965	35	31	71	77	128	128	84	99	98	79	62	70	962
1966	54	44	71	78	96	85	101	117	99	124	106	55	1019
1967	52	31	47	83	97	99	72	74	88	87	74	41	841
1968	38	50	59	90	123	105	95	109	123	74	62	53	981
1969	41	46	64	78	199	139	78	98	109	76	62	60	959
1970	46	46	60	78	103	76	101	86	99	94	89	57	935
1971	81	41	76	67	113	102	95	134	112	94	75	38	1023
1972	30	40	56	99	85	123	124	164	102	102	97	71	1096
1973	39	68	59	65	103	67	96	62	86	76	62	46	819
1974	37	47	65	65	90	69	67	73	68	95	62	44	780
1975	52	43	64	102	107	109	97	100	93	78	65	54	962

ნახ. 16-ზე წარმოდგენილია მდინარე ენგურის აუზის მონაკვეთში (260-1441მ) აორთქლებაზე ინსტრუმენტალური დაკვირვებების შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე აკებული აორთქლების წლიური სიდიდეების ადგილმდებარეობის

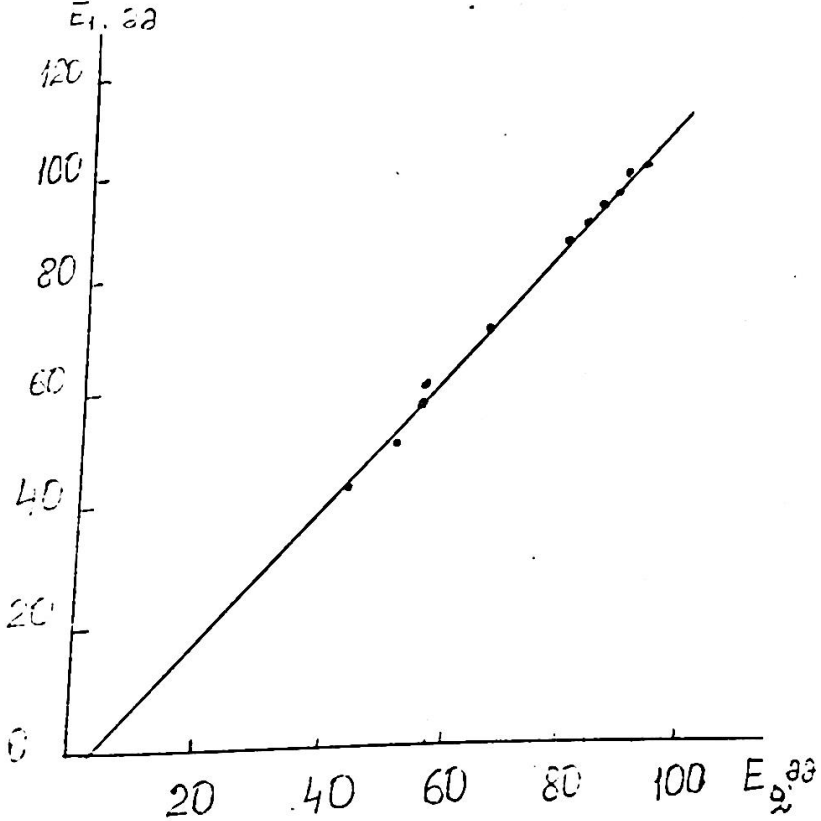


ნახ. 15. დამოკიდებულება $t_0=f(t_{200})-10$ ამორთქლებლისა (1) და აუზის (2). სადგური ფოცხო-ეწერი

სიმაღლეზე დამოკიდებულების მრუდი. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ადგილმდებარეობის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან 268მ (ჯვარი) 1441მ-მდე (მესტია) აორთქლების სიდიდე კლებულობს 1245მმ-დან 464მმ-მდე (მესტია), ე.ი. თითქმის სამჯერ.

აორთქლების თვიური და წლიური სიდიდეები მდ. ენგურის წყალსაცავების კასკადისათვის მოცემულია ცხრილში 16. ეს სიდიდეები გამოთვლილია (5.4) ფორმულით, ამასთან ერთად, წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები 200სმ სიმაღლეზე აღებული იქნა ჯვარის წყალსაცავისათვის ჯვარში ჩატარებული დაკვირვებების მასალის საფუძველზე. ქარის სიჩქარე U_{200} სმ სიმაღლეზე წყლის ზედაპირიდან გამოთვლილი

იქნა როგორც ხაიშში და ფოცხო-ეწერიში დაკვირვებების შესაბამისი მონაცემების საშუალო სიდიდეები.

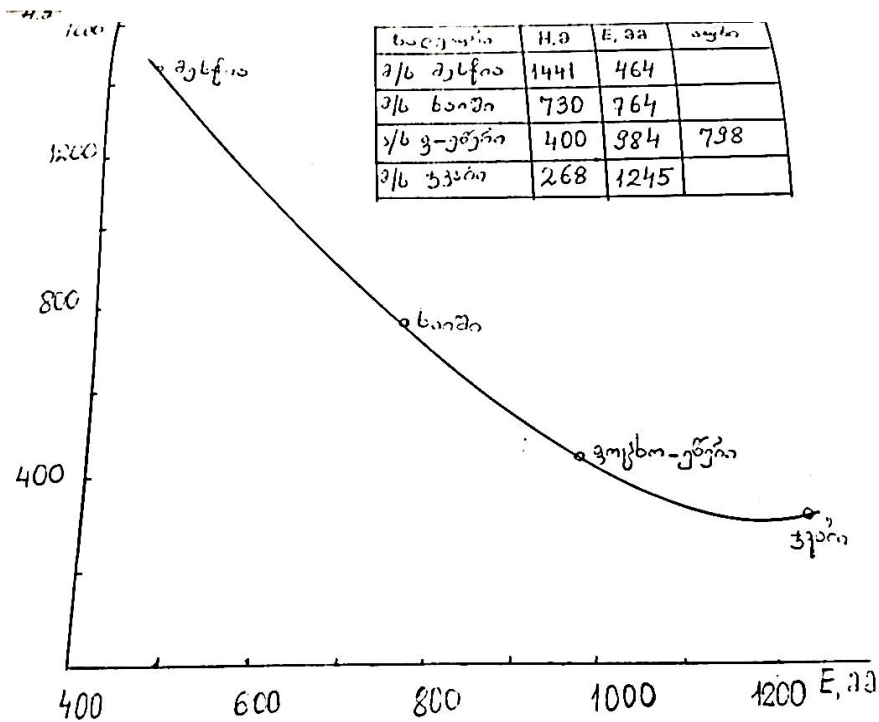


ნახ. 16. დამოკიდებულება $E_1=f(E_2)$.

E_1 აუზი, E_2 ამორთქლებლი.

სადგური ფოცხო-ეწერი

წელის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა e_0 გამოთვლილი იქნა სოფ. რეჩხში წელის ტემპერატურაზე ჩატარებული დაკვირვებების საფუძველზე განსაზღვრული წლის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობებით, ვინაიდან განხილულ პერიოდში ჯვრის წყალსაცავზე შესაბამისი დაკვირვებები არ ტარდებოდა.



ნახ. 17. დამოკიდებულება $E=f(H)$ მდ.ენგურის აუზი.

შესაბამისი სიდიდეები გალის წყალსაცავისათვის გამოთვლილი იქნა გალის მეტეოსადგურის მონაცემებით, ხოლო ხუდონის წყალსაცავისათვის მეტეოსადგურ ხაიშის მონაცემებით წყლის ზედაპირის ტემპერატურის მნიშვნელობები ამ წყალსაცავებისათვის აღებული იქნა შესაბამისი დამოკიდებულებების $t_0=f(t_{200})$ გრაფიკებიდან, ან გამოთვლილი იქნა წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონისათვის აგებული დამოკიდებულებებით $t=f(H)$, $e=f(H)$, $E=f(H)$, $P=f(H)$, $v=f(H)$.

წყალსაცავებიდან აორთქლების მოცულობის გამოთვლის მიზნით გამოყენებული იქნა მათი წყლის სარკის საშუალო თვიური ფართობები, რომლებიც აღებული იქნა ნახ.11-დან,

ცხრილი 16

აორთქლეების საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეები
 h(მმ)-აორთქლეების ფენის სიდიდე, v(მლ.მ.მ³)-აორთქლების მოცულობა

წელი	h(მმ) v(მლ.მ.მ ³)	თ ვ კ											წელი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
ჯვარი														
1981	h	98.1	64.7	68.1	101.7	140.9	138.8	236.8	128.3	117.0	43.3	77.7	63.5	1278.9
	v	0.46	0.30	0.31	0.41	0.41	0.69	1.26	0.68	0.62	-0.22	0.38	0.32	5.96
1982	h	66.8	43.5	51.9	89.6	11.9	103.8	116.0	140.0	129.8	66.0	49.1	40.3	998.7
	v	0.33	0.20	0.19	0.64	0.61	0.65	0.76	0.91	0.77	0.33	0.22	0.18	5.59
1983	h	49.4	36.0	38.0	47.9	68.8	73.1	116.9	107.7	102.8	83.7	77.6	57.2	859.1
	v	0.22	0.16	0.17	0.25	0.39	0.51	0.90	0.87	0.84	0.68	0.65	0.48	6.12
1984	h	54.6	44.7	52.7	44.7	64.1	80.2	102.9	93.0	101.6	83.9	76.5	58.9	854.5
	v	0.39	0.26	0.27	0.19	0.39	0.61	0.92	0.89	1.03	0.81	0.42	0.46	6.61
1985	h	54.4	34.2	51.5	32.6	63.3	60.6	97.5	117.5	80.1	72.6	65.8	86.8	817.4
	v	0.32	0.18	0.23	0.16	0.36	0.64	0.92	1.22	0.99	0.82	0.75	0.60	7.19
1986	h	65.5	46.1	34.1	37.3	41.6	96.0	95.1	96.6	86.2	64.8	60.7	67.8	790.8
	v	0.61	0.29	0.17	0.15	0.16	0.57	0.97	1.10	0.94	0.71	0.66	0.66	6.99
საშ.	h	65.0	44.9	47.7	58.5	81.8	95.4	127.5	113.9	104.6	69.0	67.9	57.3	933.2
საშ.	v	0.39	0.23	0.22	0.27	0.38	0.60	0.96	0.95	0.87	0.60	0.51	0.45	0.41

ცხრილი 16
(გაგრძელება 1)

აორთქლების საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეები
h(მმ)-აორთქლების ფენის სიდიდე, v(მლნ.მ³)-აორთქლების მოცულობა

გალო წყალსაცავი-ანალოგის მეთოდი															
	1928-68	h	13.7	12.2	9.5	7.8	-1.6	-10.0	-32.6	-40.3	-24.2	0.0	9.6	17.4	-38.5
	1969-92	h	13.7	12.9	6.9	1.7	-2.4	-8.0	-23.0	-29.9	-22.9	-0.7	13.2	16.7	-14.6
გალო, ექსპერიმენტული მეთოდი															
	1959-68	h	10.6	14.2	24.9	34.9	42.1	58.4	60.8	58.3	44.4	28.5	18.4	13.7	409.2
	1979-92	h	9.2	13.8	21.9	32.5	46.7	61.8	57.6	58.3	45.1	28.3	18.9	8.2	402.3
ჯვარი, ექსპერიმენტული მეთოდი															
	1959-78	h	84.2	69.0	102.9	133.1	164.6	163.8	146.5	168.0	157.4	189.8	160.4	148.4	1688.1
	1979-88	h	70.4	49.1	65.8	101.5	145.4	98.0	62.2	77.8	85.6	119.7	110.2	92.9	1078.6
სუდანი, ექსპერიმენტული მეთოდი															
	1959-78	h	2.6	7.8	20.8	46.2	66.2	80.2	107.4	97.0	48.6	22.0	11.3	2.3	512.4
	1979-88	h	1.2	5.0	16.1	31.8	60.7	77.6	95.7	103.5	48.9	20.1	6.0	1.8	468.4

აორთქლების წლიური სიდიდე-დამოკიდებულება $h=f(H)$ -მდინარე ენგურის აუზის 0.1-1.8კმ სიმაღლეების დიაპაზონისათვის ანალიტიკურურად მიახლოებით შეძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი ფუნქციის სახით:

$$h=872,2e^{-0,3812H} \quad (5.27)$$

სადაც H -არის ადილმდებარეობის აბსოლუტური სიმაღლე (კმ);
 h -არის აორთქლების ფენის სიდიდე (მმ).

როგორც ამ ფორმულით გამოთვლის შედეგად მიღებული სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, მდ. ენგურის აუზში 0.1კმ სიმაღლეზე (გალის წყალსაცავის განლაგების სიმაღლეზე) $E=870$ მმ; 0.4კმ-ზე-750მმ; 0.7კმ-ზე-670მმ; 1კმ სიმაღლეზე-558მმ; 1.4კმ-ზე-513მმ.

აორთქლების საშუალო თვიური და წლიური ფენის სიდიდეები გალის წყალსაცავისათვის ორი პერიოდის შემთხვევაში-მის აშენებამდე (1928-1968წწ) და აშენების შემდეგ (1969-1992წწ) მოყვანილია ცხრილში 16. გამოთვლები ჩატარებულია აპრობირებული ფორმულით:

$$E=0.146(e_0-e)(1+0.72U_{200}) \quad (5.28)$$

ცხრილში 16 მოყვანილი სიდიდეების გამოთვლისას წყალსაცავის წყლის ზედაპირის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები ნასესხებია /25/-დან, სადაც ისინი გამოთვლილი და დადგენილი იქნა ანალოგ-წყალსაცავის გამოყენებით. როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი აორთქლების სიდიდეების სადგურ-ანალოგის მეთოდით გამოთვლა ყოველთვის არ იზღვევა სასურველ შედეგებს: გალის წყალსაცავის შემთხვევაში წყალსაცავის აორთქლების წლიური სიდიდის ჯამი შეადგენს პირველი პერიოდისათვის 40.7მმ-ს, მეორე პერიოდისათვის - 9.8მმ-ს, ე.ი. ამ პერიოდის განმავლობაში საშუალოდ გალის წყალსაცავზე ადგილი ჰქონდა (წლის განმავლობაში) კონდენსაციის პროცესებს, რაც არ შეესაბამება სინამდვილეს. აღნიშნული შედეგები მიგვანიშნებს, რომ წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის განსაზღვრის წყალსაცავ-ანალოგების მეთოდით უნდა მოვეკიდოთ სიფრთხილით.

ცხრილ 16-ში მოცემულია აგრეთვე აორთქლების თვიური და წლიური მნიშვნელობების სიდიდეები, გამოთვლილი წყლის ზედაპირის ტემპერატურების იმ მნიშვნელობების გამოყენებით,

რომლებიც მიღებულია ამართქლებელ სადგურებზე ხუბერი და ფოცხო-ეწერი. ამ სადგურებზე სინქრონული დაკვირვებების მასალების საფუძველზე აგებული იქნა გრაფიკები (ნახ. 12,13) $t_0=f(t_{200})$, რომელთა საშუალებითაც ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობებით გალის წყალსაცავისათვის გამოთვლილი იქნა წყლის ზწდაპირის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები. როგორც აორთქლების სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, ეს სიდიდეები ახლოა აორთქლების მნიშვნელობებთან, რაც მოწმობს მათ საკმარის სიზუსტეს.

ხუდონის წყალსაცავისათვის აორთქლების სიდიდეების გამოთვლისას სათანადო ფორმულაში გამოყენებული იქნა მეტეოლოგმენტების ის მნიშვნელობები, რომლებიც მოყვანილია ცხრილში 17 ხუდონის წყალსაცავის ნორმალური სექტორის დონისათვის.

ცხრილი 17

ჰაერის ტემპერატურა (t^0); აბსოლუტური ($e, მმ$),
 ფარდობითი ($E, \%$) ტენიანობის; ქარის სიჩქარის ($v, მ/წმ$);
 აუზში და ნალექების რაოდენობის ($P, მმ$) მრავალწლიური
 საშუალოთვიური მნიშვნელობები ხუდონის წყალსაცავის
 ნორმალური სექტორის დონისათვის (670მ)

№	მეტეოლოგ მენტი	თ ვ ე											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	t^0 , გრად	1.0	2.5	4.9	10.5	15.0	18.0	20.6	20.2	16.5	13.0	7.7	2.3
2	e , მმ	4.5	5.0	6.0	8.0	11.7	15.2	17.5	18.0	14.5	10.0	7.5	5.1
3	E , %	80	77	74	69	71	72	74	74	77	80	76	80
4	v , მ/წმ	1.9	1.8	2.0	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.2	1.8	2.2	2.4
5	P , მმ	140	90	99	92	85	140	110	112	126	116	120	145

თავი 6.

მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადის გავლენა გარემოს კლიმატზე

საკვლევ რაიონში, როგორც აღინიშნა, გეგმით გათვალისწინებული იყო 7 წყალსაცავის (გალის, ჯვრის, ხუდონის, ხაიშის, ლატალის, ფარის და იფარის) მშენებლობა. აქედან ექსპლოატაციაში გადაეცა გალის (1969წ) და ჯვრის (1978წ) წყალსაცავები. ჯვრის წყალსაცავი ითვალისწინებს მდ. ენგურის ჩამონადენის მრავალწლიურ, ხოლო გალის წყალსაცავი- მდ. ერისწყლის ჩამონადენის რღე-ღამურ დარეგულირებას. ხუდონის წყალსაცავის მშენებლობა დაიწყო 1980წელს, მაგრამ 1989წ-ს ადგილობრივი მოსახლეობისა და ზოგიერთი რესპუბლიკური ორგანიზაციის დაჟინებით მოთხოვნის შედეგად იქნა შეწყვეტილი.

ძირითადი არგუმენტი, რომელიც წამოყენებული იქნა ხუდონის წყალსაცავის მშენებლობის წინააღმდეგ, მდგომარეობა იმაში, რომ თითქოს ამ მშენებლობის რეალიზაციას, როგორც აუცილებელი ნეგატიური შედეგი, მოჰყვებოდა სვანეთის რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობის შემდგომი კატასტროფული გაუარესება. ეს მოსაზრება ემყარებოდა იმ ფაქტს, რომ წყალსაცავების მშენებლობის პროცესში გარემოს კლიმატზე ანთროპოგენული ზემოქმედების ფაქტორის როლში გამოდის ბუნებრივი ქვეფენილი ზედაპირის შეცვლა წყალსაცავის მიერ დაკავებულ ტერიტორიაზე სრულიად დანსხვავებული ფიზიკური თვისებების მქონე წყლის ზედაპირით.

ბუნებრივია, რომ ქვეფენილი ზედაპირის, როგორც ერთ-ერთი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორის, ფიზიკური თვისებების მკვეთრმა ცვლილებებმა უნდა განაპირობოს წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების სიდიდეებზე გარკვეული გავლენა, რაც ობიექტურად უნდა შეფასდეს სათანადო მეცნიერული მეთოდების (რიცხვითი, გეოგრაფიული ანალოგების, სტატისტიკური) გამოყენებით.

პირველად მდ. ენგურის აუზში განლაგებული წყალსაცავების (კერძოდ, ჯვრის წყალსაცავების) მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატზე გავლენის შეფასება ჩატარდა 1987 წელს ჰიდრომეტეინსტიტუტის კლიმატოლოგიის ლაბორატორიაში /27/. სამუშაომ დადებითი შეფასება მიიღო მოსკოვის

”პიდროპროექტის” სამეცნიერო-კვლევით სექტორში. მიღებული იქნა შემდეგი ძირითადი დასკვნები:

1. წყალსაცავის რდიაციული ბალანსის წლიური სიდიდე საშუალოდ იზრდება 26%-ით.
2. ზაფხულის თვეებში ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობა წყალსაცავის მახლობლად ეცემა 0.3-0.4⁰-ით, ხოლო წყლის ხაზიდან 500მ მანძილზე მხოლოდ 0.1⁰-ით.
3. წყალსაცავის სანაპირო ზოლში ჰაერის ტემპერატურის წლიური ჯამი 0.5კმ მანძილზე შემცირდა 44⁰-ით, 0.5-1.0კმ მანძილზე-23⁰-ით, 1.0-5.0კმ მანძილზე მხოლოდ 13⁰-ით. ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ჰაერის ტემპერატურის ჯამების ასეთმა შემცირებამ არ უნდა გამოიწვიოს მცენარეული საფარის ზრდა-განვითარებაზე რაიმე შესამჩნევი გავლენა.
4. წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები ზაფხულში წყალსაცავის ზედაპირზე იზრდება დაახლოებით 13პა-თი. წყლის ხაზიდან მანძილის ზრდასთან ერთად წყლის ორთქლის დრეკადობის მნიშვნელობები მცირდება და უტოლდება მათ მნიშვნელობებს ხმელეთზე.
5. ქარის საშუალო სიჩქარე წყალსაცავის ზედაპირზე იზრდება (რაც გამოწვეულია ქვეფენილი ზედაპირის სიხისტის პარამეტრის შემცირებით) დაახლოებით 15-20%-ით ხმელეთთან შედარებით.

როგორც ამ მონაცემების ანალიზიდან ცანს, ჯვრის წყალსაცავის სექმნა არ იწვევს რაიმე არსებით ცვლილებებს მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატში, აქვე ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ ჯვრის წყალსაცავის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატზე შეფასებული იქნა ობიექტურად, ვინაიდან იგი ჩატარდა ნახევრადემპირიული რიცხვითი მეთოდით, რომელიც ეყრდნობა პროცესების გამნაპირობებელი ძირითადი ფიზიკური მოვლენების ამსახველ კანონებს: მოძრაობის რაოდენობის, მასისა და ენერჯიის შენახვის კანონებს, ამასთანავე, რაიმე დაშვებას, რომელიც ეწინააღმდეგება მიმდინარე პროცესების ფიზიკურ არსს, მიწისპირა და წყლისპირა ჰაერის ფენებისათვის გამოყენებულია სითბური და რადიაციული

ბალანსების, აგრეთვე ტენისა და სითბოს გადატანის განტოლებები.

ამ მეთოდის ერთადერთი ნაკლი მდებარეობს იმაში, რომ მხედველობაში არ იყო მიღებული წყალსაცავის 20მ სიღრმის ფენებს შორის სითბობრუნვა. ყოველივე ამის გათვალისწინებით შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ მიუხედავად განსაზღვრული სქემატიზაცია, რომელიც ზოგადად დამახასიათებელია რიცხვითი ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების მოდელირებისათვის, გამოყენებული მეთოდი ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების მოდელირებისათვის, საკმარისი სიზუსტით აფასებს წყალსაცავის კლიმატზე გავლენის ეფექტს. აამ გარკვეულწილად უნივერსალური მეთოდით ჩვენს მიერ ასევე რაოდენობრივად იქნა შეფასებული ჯვრის, გალისა და ხუდონის წყალსაცავების კომპლექსური გავლენა გარემოს კლიმატზე.

როგორც აღინიშნა, წყალსაცავების გავლენით გამოწვეული კლიმატისა და პირველ რიგში, თერმული რეჟიმის ცვლილება აიხსნება მათი სითბოტევადობის ზრდით არსებული მდინარესა და მისი კალაპოტის ქვეფენილ ზედაპირთან შედარებით.

წყალსაცავებში წყლის მასის სითბური ბალანსის ფორმირება ხასიათდება განსაკუთრებული თავისებურებებით, რომლებიც განაპირობებს მათში არსებული წყლის მასის გაცივებისა და გათბობის პერიოდების ხანგრძლივობას, რაც დამოკიდებულია წყლის მასის სითბოტევადობაზე და ჰაერისა და წყლის ზედაპირის ტემპერატურების სხვაობაზე.

წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის სეზონური ცვლილებები დამოკიდებულია წყალსაცავის კეების თავისებურებებზე, მის ზომებზე (წყლის მასაზე), მისი განლაგების ადგილმდებარეობის გეომორფოლოგიურ და კლიმატურ პირობებზე. დიდი მასის მქონე წყალსაცავები ხასიათდებიან მკვეთრად გამოხატული თერმული ინერციულობით. მათი თერმული რეჟიმის ცვალებადობას ხაზირდება გაცივებით მეტი დრო, რაც განაპირობებს მიმდებარე ტერიტორიების გაცივებისა და გათბობის პერიოდების შედარებით დიდ ხანგრძლივობას.

როგორც სანაპირო ზოლის თერმულ რეჟიმზე სხვადასხვა სიდიდის წყალსაცავების გავლენის ექსპერიმენტული

გამოკითხვების შედეგები გვიჩვენებს, ყველა მათგანისათვის დამახასიათებელია ტემპერატურის დღე-ღამური და წლიური მსვლელობის მოგლუვება, მათი ამპლიტუდის შემცირება. ჩრდილოეთ რაიონებში განლაგებული წყალსაცავები საშუალოდ იწვევენ წელიწადის განმავლობაში დათბობას, ხოლო სამხრეთის არიდულ ზონაში განლაგებული წყალსაცავებისათვის სჭარბობს გამაგრილებელი ეფექტი, თუ ჩრდილოეთში განლაგებული წყალსაცავებისათვის გამაგრილებელი პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 2 თვეს (აპრილი, მაისი), სამხრეთში განლაგებული წყალსაცავებისათვის იგი აღწევს 5 თვეს.

წყალსაცავის ზომებისა და სიღრმის ზრდასთან ერთად მისი გამაცივებელი და გამათბობელი ეფექტის ინტენსივობა მატულობს. როგორც ექსპერიმენტული მონაცემები და თეორიული გამოთვლები გვიჩვენებს, წყალსაცავების სანაპირო ზოლის პირველ 100 მეტრზე ჰაერის ტემპერატურის პროფილი ხასიათდება მნიშვნელოვანი გრადიენტებით. სანაპირო ხაზიდან დაშორების მანძილის ზრდასთან ერთად ტემპერატურის ცვლილება სწრაფად კლებულობს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ყოველ წყალსაცავს გააჩნია გარემოს კლიმატზე (და ტემპერატურაზე) აქტიური გავლენის ორი ზონა: მუდმივი მოქმედებისა და ეპიზოდური მოქმედების ზონა. ეპიზოდური მოქმედების ზონა აღინიშნება ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური სიტუაციების დროს (პირქარის ან ზურგქარის შემთხვევაში). წყალსაცავების სანაპირო ზოლში პარაქტიკულად მთელი წლის განმავლობაში ადგილი აქვს დღე-ღამური ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობების ცვლილებებს: თბილი ნახევარპერიოდის განმავლობაში აბსოლუტური მაქსიმუმი მცირდება, მინიმუმი კი-მატულობს, ხოლო ცივი ნახევარპერიოდის განმავლობაში ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას. ტემპერატურის ექსტრემალურ მნიშვნელობებზე წყალსაცავების აქტიური გავლენის ზონის სიდიდე არ აღემატება ჩვეულებრივად პირველ ასეულ მეტრს.

ხემათ მოყვანილი ფაქტორების გარდა წყალსაცავების გარემოს თერმულ რეჟიმზე გავლენის სიდიდეზე გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს სინოპტიკური სიტუაციების თავისებურებები. როგორც წესი, ზაფხულში სითბოს ადვექცია წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტს ზრდის, სიცივის ადვექცია

კი ხელს უწყობს წყალსაცავის გამათბობელი ეფექტის აქტივიზაციას. ხმელეთზე, წყალსაცავის მდებარეობის რაიონში არსებული ქარის რეჟიმი (მოა-ხეობის ქარები, ფიონები, ფერდობებისა და მყინვარის ქარები) შეძლება ნიველირება გაუკეთოს წყალსაცავის გამათბობელ და გამაცივებელ შემოქმედებას.

როგორც ცნობილია ქვეფენილი ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$R=LE+P+\theta \quad (6.1)$$

სადაც R-არის ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსი; P-არის სითბოს ტურბულენტური ნაკადი; LE-არის სითბოს ნაკადი, დაკავშირებული აორთქლებასა და კონდენსაციასთან; θ -არის სითბოს ნაკადი ქვეფენილი ზედაპირისა და მის ქვევით განლაგებულ ფენებს შორის. ამ განტოლებაში მხედველობაში არ არის მიღებული სითბოს ის ნაკადები, რომლებიც განპირობებულია ჰორიზონტალური თბოგაცვლის (სითბოს, სიცივის ადვექცია) და ფაზური გარდაქმნების (დნობა, გაყინვა) პროცესებით.

განტოლებაში (6.1) რადიაციული ბალანსის სიდიდეზეა დამოკიდებული ყველა დანარჩენი წევრის სიდიდე. განტოლების კომპონენტები აღწერენ წყლისპირა ფენისა და წყლის ზედაპირის გათბობისა და გაცივების პროცესებს. თუ $P>0$, მაშინ წყლისპირა ჰაერის ფენა თბება, ხოლო როდესაც $P<0$, ჰაერი კარგავს თავის სითბოს და ათბობს წყლის ზედაპირს. LE გასაზღვრავს წყლისპირა ფენაში ტენიანობის განაწილებას.

ამრიგად, (6.1) განტოლების კონპონენტები LE და P გასაზღვრავენ წყლისპირა ფენის ტემპერატურისა და ტენიანობის რეჟიმის ცვლილებებს, ხოლო θ აღწერს სითბოს გადანაწილების პროცესს უშუალოდ წყალსაცავში, ე.ი. წყლის ფენების გაცივებისა და გათბობის პროცესებს. თუ $\theta>0$ მაშინ ადგილი აქვს წყალსაცავში წყლის მასის ტემპერატურის ზრდას, ხოლო თუ $\theta<0$, მაშინ ადგილი აქვს წყალსაცავში წყლის მასის გაცივებას.

ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ წყლისპირა ჰაერის ფენაში სითო-და ტენბრუნვის მთავარი მექანიზმის როლს ასრულებს ტურბულენტური პროცესი, ე.ი. სითბოსა და ტენის

ნაკადები დამოკიდებული არიან ტემპერატურისა და ტენიანობის ვერტიკალურ გრადიენტებზე და ტურბულენტობის კოეფიციენტზე.

ნათელია ისიც, რომ განტოლებაში (6.1) ყველა კომპონენტი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ერთმანეთთან და ერთის ცვლილება იწვევს სხვების შესაბამის ცვლილებას სხვადასხვა თანაფარდობა წლის განმავლობაში განაპირობებს მისი გარემოს კლიმატზე გავლენის სპეციფიურ მხარეებს. მაგ., გაზაფხულზე საკმაოდ ღრმა წყალსაცავებისათვის (რომელთაც განეკუთვნება საკვლევი წყალსაცავები) მზის მთელი რადიაციული სითბო ხმარდება წყალსაცავის გათბობას (Θ იზრდება) ხოლო LE და P ამ დროს თავისი აბსოლუტური სიდიდით არიან უმნიშვნელო და ხშირ შემთხვევაში ღრმა წყალსაცავებში მიმართული არიან წყლის ზედაპირისაკენ და ასრულებენ წყალსაცავის გათბობისათვის დამატებითი წყაროს როლს; წლის ამ პერიოდში წყალსაცავი ამცირებს მიმდებარე ტერიტორიაზე ჰაერის ტემპერატურას. ხოლო შემოდგომაზე (ზამთარში) წყალსაცავის სითბური ბალანსის განტოლებაში მთავარ როლს თამაშობენ მდგენელები LE და P, რომლებიც მიმართული არიან წყლის ზედაპირიდან ატმოსფეროში და Θ , რომელიც მიმართულია წყლის მასიდან ზედაპირისაკენ.

ზამთრის პერიოდში, როგორც ცნობილია, რადიაციული ბალანსის სიდიდე არის უმნიშვნელო და იგი ვერ უკეთებს კომპენსაციას მისი ამ სამი მდგენელის ერთობლივ ერთმხრივ მიმართულ მოქმედებას, რის შედეგადაც წყალსაცავი კარგავს სითბოს. იგი ცივდება, ხოლო მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურა მატულობს; ზაფხულში კი R, LE, Θ , P მიმართული არიან წყლისპირა ჰაერის ფენიდან წყლის ზედაპირისაკენ, რის შედეგს ადგილი აქვს წყალსაცავის ტემპერატურის ზრდას, ე.ი. წყალსაცავი წლის ამ პერიოდში დაბლა სწევს მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურას.

სითბური ბალანსის განტოლების კოეფიციენტების ფორმირების ეს ზოგადი თავისებურებები კარგად არის ცნობილი სათანადო ლიტერატურაში. ამიტომ, ყოველივე ამის გათვალისწინებით, წყალსაცავებზე ჰაერის მახასიათებლების ტრანსფორმაციის რთული პროცესი შესწავლილი უნდა იქნეს რაოდენობრივად, საშუალებას მოგვცემს რომ მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატზე წყალსაცავის გავლენა კორექტულად

შეფასდება. ამასთან, ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობები ხმელეთზე შეიძლება განხილული იქნეს როგორც მისი ტრანსფორმაციის საწყისი მნიშვნელობები, ხოლო წყალსაცავის აკვატორიაზე გადაადგილების შემდეგ კი, როგორც მისი ტრანსფორმირებული მნიშვნელობები.

ჰაერის ტემპერატურის (და სხვა მეტეოელემენტების) ამ საწყის და ტრანსფორმირებულ მნიშვნელობებს შორის შეიძლება სათანადო მეთოდების გამოყენების სედეგად დამყარდეს განსაზღვრული თანაფარდობები, რომლებიც, საშუალებას მოგვცემს რაოდენობრივად შეფასდეს წყალსაცავების გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენის ეფექტი.

როგორც უკვე აღინიშნა, წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე წყალსაცავის გავლენის შესაფასებლად მიღებულია შემდეგი მეთოდები:

1. ტემპერატურის რეჟიმის ცვლილება წყალსაცავის გავლენის რაიონებში განიხილება იმ პერიოდთან შედარებით, რომელიც წინ უსწრებდა მისი ექსპლოატაციაში გადაცემის მომენტს.

2. განიხილება ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობების სხვაობა წყალსაცავის გავლენის ზონაში და მის ფარგლებს გარეთ განლაგებულ კონკრეტულ წერტილებში.

3. “სივრცულ სხვაობათა მეთოდი”, რომლის საშუალებითაც ხდება გავლენის ზონისა და შესადარებელი ზონის ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობების შედარება დაკვირვებათა რიგების ორი პერიოდისათვის; წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ. ეს ობიექტური მეთოდი ფართო გამოყენებას პოულობს დასმული პრობლემების შესაბამისი სიზუსტით გადაჭრაში.

მდინარე ენგურის წყალსაცავების (ჯვარი, გალი ხუდონი) გარემოს კლიმატური მახასიათებლებზე და კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის რაოდენობრივი შეფასებისათვის ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა “სივრცულ სხვაობათა მეთოდი”, რომელიც ემყარება იმ დაშვებას, რომ თუკი შექმნილი წყალსაცავები ახდენენ გავლენას გარემოს კლიმატზე, მაშინ უნდა დაირღვეს მეტეოროლოგიური დაკვირვებების არსებული რიგების ერთგვაროვნება. ამასთან ერთად არსებითი მანვენებელია მეტეოროლოგიური მახასიათებლების სვლის დარღვევა არა ცალკეულ სადგურებზე, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს საერთო ცირკულაციური პირობების

დარღვევით, არამედ წყალსაცავის სანაპიროზე განლაგებული სადგურების მონაცემებსა და სადგურ-ეტალონების მონაცემებს შორის სხვაობების ცვლილებანი.

ამასთან ერთად, იგულისხმება, რომ სადგური ეტალონები დაშორებულია წყალსაცავებიდან მნიშვნელოვან მანძილზე, ე.ი. იმყოფებიან წყალსაცავის გავლენის ზონის გარეთ. ეს სხვაობები ასრულებენ ადგილობრივი კლიმატის მახასიათებლების (და მათ შორის ჰაერის ტემპერატურის) განსხვავების ინდიკატორის როლს ორ სადგურზე და მისი ცვლილებები ადასტურებენ რომელიმე გარეშე ფაქტორის, ჩვენს შემთხვევაში კი, წყალსაცავის გავლენას, ერთ-ერთ პუნქტში.

ჯვრის, ხუდონისა და გალის წყალსაცავების განლაგების რაიონში დაკვირვებები ტემპერატურაზე წარმოებდა და წარმოებს როგორც წყალსაცავების აშენებამდე (მხედველობაშია ჯვრისა და გალის წყალსაცავები), ისე აშენების შემდეგ. ამიტომ ამ წყალსაცავების სავარაუდო გავლენის ზონაში მყოფ სადგურებად აღებულია სადგურები: ჯვარი, გალი და ხაიში.

ჯვრის წყალსაცავის გავლენის ზონაში განლაგებული ჯვრისა და ხაიშის სადგურებისათვის და გალის წყალსაცავის გავლენის ზონაში განლაგებული გალის სადგურისათვის ასეთი სადგურ-ანალოგების მოძებნა წარმოადგენს გარკვეულ სიძნელეს, ვინაიდან ჯვრის წყალსაცავის შესაძლო გავლენის არსებობის გამო ისეთი მეტეოსადგურები, როგორცაა ზუგდიდი და მესტია ანლოგად ვერ გამოდგება. ასევე ანალოგ-სადგურების ფუნქციებს ვერ შეასრულებენ ისეთი პუნქტებიც, როგორცაა ლენტეხი და ცაგერი, რომლებიც განლაგებულია ლაჯანურის წყალსაცავის შესაძლო გავლენის ზონაში.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით ჯვრის, ხაიშისა და გალის სადგურებისათვის სადგურ-ანალოგად შერჩეული იქნა მდ. ენგურის აუზის მეზობელი კოდორის ხეობაში განლაგებული მეტეოსადგური ლატა, რომელიც თავისი მდებარეობის ოროგრაფიული ნიშნებით აბსოლუტური სიმაღლით, დაკვირვებების სტაბილურობითა და ინფორმაციის რიგების ერთგვაროვნებით მეტნაკლებად ასრულებს ანალოგ-სადგურების მიმართ წაყენებულ ზოგად მოთხოვნილებებს. სადგურები მესტია, საჩხერე და საქარა აღებულია შედარების მიზნით. ამ სადგურებიდან მესტია განლაგებულია მდ. ენგურის აუზში, ხოლო

დანარჩენი სადგურები განლაგებულია დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში.

ძირითადი მეტეოლოგიური და მათ შორის ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებების ანალიზის მიზნით გამოყენებული იქნა ამ სადგურებზე მრავალწლიანი დაკვირვებების რიგი. ჩამოთვლილი სადგურებისათვის შედარების მიზნით გამოთვლილი იქნა ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები. ამ მიზნით ტემპერატურაზე დაკვირვებების მრავალწლიური რიგები გაყოფილი იქნა ორ ნაწილად: წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგი პერიოდებისათვის. ჯვრის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაიცა 1979 წელს, ხოლო გალის წყალსაცავი-1969 წელს. შესაბამისად იქნა აღებული ჯვრის წყალსაცავისათვის 1959-1978წწ და 1979-1990წწ, ხოლო გალის წყალსაცავისათვის 1937-1968წწ და 1969-1990წწ პერიოდები.

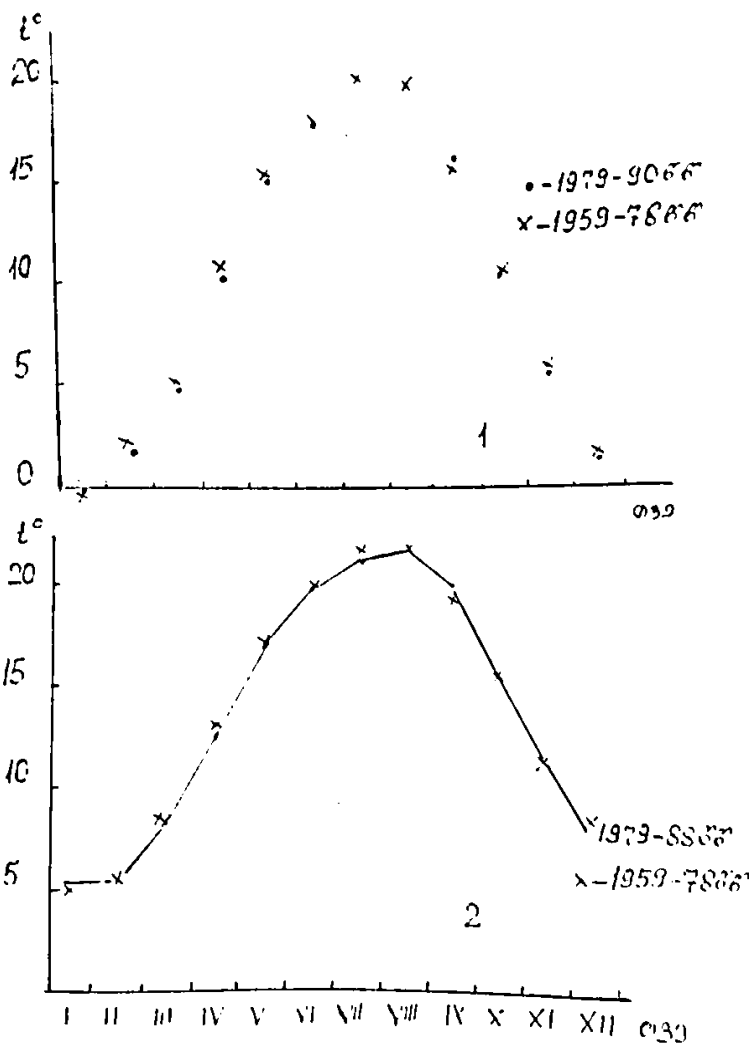
ხუდონის წყალსაცავის მშენებლობის შეჩერების გამო იგი ექსპლოატაციაში არ გადაცემულა და მისი სავარაუდო გავლენის მყოფი ხაიშის მეტეოსადგურებისათვის ჰაერის ტემპერატურაზე დაკვირვებების რიგების ასეთი სახით დაყოფა ვერ მოხერხდა. ამ სადგურისათვის არსებობს დაკვირვებების ერთი მთლიანი რიგი (1937-1988წწ),

ჩვენი მიზანია განისაზღვროს პირველ მიახლოებაში თუ როგორი გავლენა მოახდინა ჯვრის, გალისა და ხუდონის წყალსაცავებმა განლაგებული რაიონების კლიმატზე კერძოდ და მთელი რეგიონის კლიმატზე ზოგადად. ამასთანავე საჭიროა ხაზი გაესვას იმ გარემოებას, რომ დაკვირვებების ათი- და თორმეტწლიანი პერიოდები რაიონში წყალსაცავის გავლენით განპირობებული კლიმატის (კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურის) ცვლილებების დასადგენად არ არის საკმარისი, მაგრამ რადგანაც მეტი ხანგრძლივობის პერიოდი არ გავგანხიან, გამოყენებულია აღნიშნული პერიოდების არსებული ხანგრძლივობა, უნდა აღინიშნოს, რომ “სივრცული სხვაობების” მეთოდს შეუძლია გამოავლინოს დაკვირვებათა რიგების ერთგვაროვნების დარღვევა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ დარღვევის სიდიდე სჭარბობს ამ სხვაობათა ბუნებრივ ცვლილებებს დროში და სივრცეში,

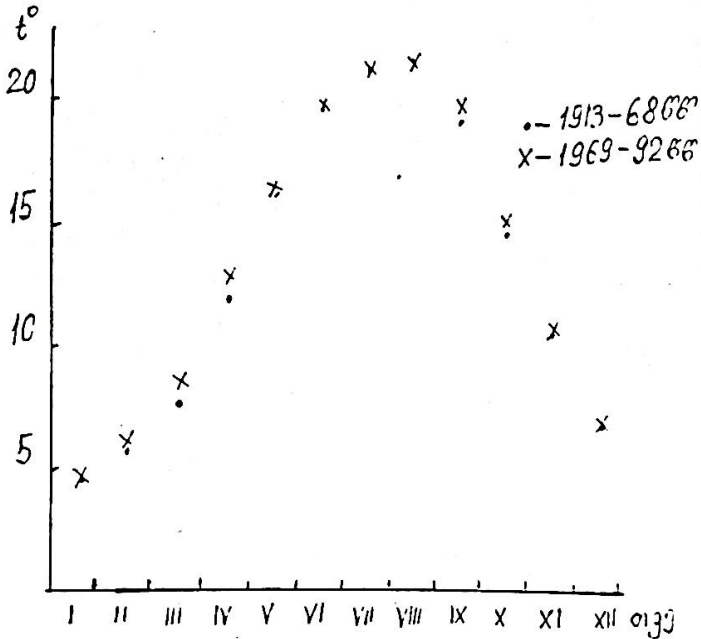
მრავალ წყალსაცავზე დაკვირვებების მასალების საფუძველზე დადგენილი იქნა ჰაერის ტემპერატურების სხვაობების ბუნებრივი კლიმატური ცვლილებების საზღვრები (რომლებიც განსაზღვრული იქნა “მცოცავ სხვაობათა” მეთოდით), რომლებმაც შეადგინეს საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურისათვის 0.5^0 და ნაკლები, საშუალო მაქსიმალური და მინიმალური (ექსტრემალური) ტემპერატურისათვის კი $0.3-0.5^0$ რიგების ხანგრძლივობასთან დამოკიდებულებით (0.3 მოკლე და 0.5 გრძელი, 20 წელზე მეტი რიგებისათვის).

ოცწლიანი და უკანასკნელი ათწლიანი დაკვირვებების პერიოდებისათვის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური გამოთვლილი მნიშვნელობების გამოყენებით ჩამოთვლილი პერიოდებისათვის აგებული იქნა საშუალო თვიური (წლიური) ტემპერატურების განაწილების გრაფიკები. გრაფიკები აგებული იქნა ყველა განსახილველი მეტეოსადგურისათვის. განვიხილოთ თვითეულ სადგურზე წლის განმავლობაში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობების სვლა (ნახ. 15,16,17,18,19).

სადგურ ზუგდიდში საშუალო თვიური ტემპერატურე უკანასკნელი 12 წლის (1979-1990წწ) განმავლობაში აღმოჩნდა იანვარში - 0.1^0 , ივნისში - 0.2^0 , აგვისტოში - 0.4^0 , სექტემბერში - 0.5^0 , ოქტომბერში - 0.3^0 -ით მაღლა, ხოლო ნოემბერში, მარტში, აპრილში, ივლისში 0.1^0 -ით, თებერვალში- 0.3^0 -ით, დეკემბერში,მაისში - 0.2^0 -ით დაბლა წინა 20 წლიან (1959-1978წწ) პერიოდთან შედარებით. საშუალო თვიური ტემპერატურების სხვაობა წყალსაცავის შევსებამდე და შევსების შემდეგი ოცდათორმეტწლიანი პერიოდის (1959-1990წწ) ტემპერატურებთან შედარება ასევე უმნიშვნელოა. ზოგიერთ თვეებში მათი მნიშვნელობები ემთხვევა ერთმანეთს, ხოლო განსხვავების არსებობის შემთხვევაში სხვაობები არ აღემატება $0.2-0.3^0$ და ერთნაირი ამპლიტუდით ხასიათდება როგორც მატების, ისე კლების მხრივ. მთლიანად კი წყალსაცავის შევსების შემდეგი პერიოდისათვის საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობა ტოლი აღმოჩნდა წყალსაცავის შევსებამდე (და აგრეთვე



ნახ. 18 ჰაერის ტემპერატურის წლიური სვლა სადგურებში: ხაიში (1), ჯვარი(2)



ნახ. 19 ჰაერის ტემპერატურის წლიური სვლა სადგურ ცალში

დაკვირვების მთელი პერიოდისათვის-1959-1990წწ) არსებული საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობისა-13.8⁰.

სადგურ ჯვარში უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში (1978-1988წწ) ასევე არ შეიმჩნევა ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობების არსებითი ცვლილება. როგორც სათანადო ცხრილიდან ჩანს, იანვარში, მაისში, ივნისში, სექტემბერში უკანასკნელი 10 წლის შესაბამისი ტემპერატურის მნიშვნელობა მაღალია, ხოლო დანარჩენ თვეებში დაბალია წინა ოცი წლის პერიოდის შესაბამის მნიშვნელობებზე. ტემპერატურის მნიშვნელობებს შორის განსხვავების სიდიდე მაქსიმალურია მარტში, აპრილში-0.6⁰, სექტემბერში და ნოემბერში-0.5⁰. ამასთან, საშუალო წლიური ტემპერატურე უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში წინა 20 წლიანი პერიოდის საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან შედარებით დაეცა 0.2⁰-ით. აქვე უნდა

აღინიშნოს, რომ ოქტომბერ-დეკემბერში სადგურ ჯვარში წყალსაცავის აშენების შემდეგ აღინიშნა ტემპერატურის შედარებით დაბალი მნიშვნელობები წინა პერიოდთან შედარებით, რაც არ შეესაბამება წყალსაცავში მიმდინარე სითბური პროცესების დინამიკის ფიზიკურ არსს. მაგრამ როგორც ადგილობრივი ქარების (განსაკუთრებით კი ფიონების) რეჟიმული მახასიათებლების ანალიზი გვიჩვენებს, სადგურ ჯვარში მათი გავლენით, (კერძოდ, ჩრდილოეთის მომართულების ფიონების-სითბოს ამ დამატებითი წყაროს ზემოქმედებით), ჰაერის მიწისპირა ფენის ტემპერატურა უფრო მკვეთრად იზრდება, ვიდრე წყლის ზედაპირის ტემპერატურა, რაც კონკრეტულ გამოვლინებას პოულობს წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტში.

ეს მოვლენა წლის მთელი პერიოდის (სექტემბერი-ოქტომბერი-მარტი) განმავლობაში განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული სადგურ ხაიშში, სადაც ადგილი აქვს აღმოსავლეთის მიმართულების ფიონებს. ამავე პროცესს აღრმავებს შავი ზღვის სიახლოვეც. ეს ანომალური მოვლენა, ე.ი. ჯვრის წყალსაცავის გამაცივებელი გავლენა წლის ცივ პერიოდში ხაიშის რაიონზე ობიექტური კანონზომიერების როლს თამაშობს: ამას ადასტურებს ჩვენს მიერ გამოთვლილი მნიშვნელობები ორი ტოლი ხანგრძლივობის მქონე პერიოდისათვის: 1964-1973წწ და 1978-1987წწ.

როგორც ცხრილში 17 მოყვანილი გამოთვლის შედეგები გვიჩვენებს, მნიშვნელობების შიდაწლიური განაწილების ხასიათი თითქმის არ იცვლება სხვა პერიოდთან შედარებით. აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად წყალსაცავის გამაცივებელი გავლენის ხანგრძლივობა და სიდიდე მატულობს, რაც განპირობებულია წყალსაცავის მდნარი თოვლ-მყინვარის წყლებით კვების სპეციფიკურ თავისებურებებზე.

სადგური ხაიში განლაგებულია ჯვრის წყალსაცავის ზემოთ. ამ პუნქტში 12 წლის განმავლობაში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობა 20 წელთან შედარებით არ შეცვლილა და იგი ორივე პერიოდისათვის ტოლია 10.6⁰-ის.

თუ განვიხილავთ ხაიშში საშუალო თვიური ტემპერატურების წლიურ მსვლელობას (ნახ. 15), აღმოჩნდება, რომ ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგი 12-წლიანი პერიოდისათვის (1978-1990წწ) ჰაერის ტემპერატურის საშუალო

თვიური მნიშვნელობა ნოემბერ-თებერვლის განმავლობაში ნაკლებია ($0.1-0.0^0$ -ით), მარტში და აპრილში ტოლია, ხოლო მაის-ოქტომბერში მეტია ($0.1-0.4^0$) წყალსაცავის აშენებამდე აღებული 20 წლიანი პერიოდის შესაბამის ტემპერატურებთან შედარებით. ამასთან, საშუალო წლიური ტემპერატურე უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში არ შეცვლილა წინა 20 წლიანი პერიოდის საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან შედარებით: იგი ორივე პერიოდისათვის შეადგენს 10.5^0 -ს.

სადგურ მესტიაში წლის თბილი პერიოდი იწყება ერთი თვით გვიან დანარჩენ პუნქტებთან შედარებით. ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა ოქტომბერ-აპრილში უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში დაბალია $0.1-0.5^0$ -ით, ხოლო მაის-სექტემბერში მაღალია $0.3-0.0^0$ -ით წინა 20 წლიან პერიოდთან შედარებით. დეკემბერში ეს სხვაობა აღწევს 1.3^0 -ს. ამ პუნქტში საშუალო წლიური ტემპერატურა უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში 0.1^0 -ით დაეცა წინა პერიოდის (20 წელი) საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან შედარებით (5.8 და 5.7^0 სესაბამისად), თუმცა ეს გარემოება გარკვეულ ეჭვს ბადებს, რადგანაც 0.1^0 წარმოადგენს ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტის ზღვარს.

რამდენადმე სხვანაირი სურათია სადგურ საქარაში: ნოემბერ-მარტის განმავლობაში $t_{12} < t_{20}$ (მაქსიმუმით დეკემბერში -0.5^0 დამარტში -0.6^0), ხოლო აპრილში, ივნისში, აგვისტოში, სექტემბერში და ოქტომბერში $t_{12} > t_{20}$ (მაქსიმუმით მაისში 0.6^0) გარდა ივლისისა: ივლისში t_{12} მეტია 0.4^0 -ით t_{20} -ზე. რაც შეეხება საშუალო წლიურ ტემპერატურას, იგი უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში წინა 20 წლის საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან შედარებით დაეცა 0.2^0 -ით. მაგრამ ამ პუნქტში არ დასტურდება ტემპერატურის ცვლილების ასეთი გამოკვეთილი წლიური სვლა, როგორც ენგურის აუზის დანარჩენ პუნქტებში. ამ პუნქტში უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში საშუალო თვიური ტემპერატურის მნიშვნელობის $0.1-0.2^0$ -ით აწევა ან დაწევა წინა 20 წლიან ტემპერატურასთან შედარებით არ არის სტაბილური.

უკანასკნელი 32 წლის (1959-1990წწ) განმავლობაში ჰაერის ტემპერატურის წლიური სვლის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ყველა განსახილველ პუნქტში გამოჩნდა ანომალური წლები, მიუხედავად იმისა, რომ ამ სადგურებში (განსაკუთრებით საგურებზე ზუგდიდი და მესტია) საშუალო წლიური ტემპერატურის

მნიშვნელობები მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. გარდა ამისა, ტემპერატურის ელიური სვლა³² წლის განმავლობაში ყველა პუნქტში საკმაოდ კარგად ემთხვევა ერთმანეთს.

ლოგიკურია მტკიცება იმისა, რომ უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობების დაცემა განპირობებულია ჯვრის წყალსაცავის გავლენით. ხუდონის წყალსაცავის შევსების შემთხვევაში სეიდება ვივარაუდოთ (რაც დასტურდება სათანადო გამოთვლების შედეგად), რომ საიშში ტემპერატურის ცვლილების არსებულ სიდიდეებს დამატა ხუდონის წყალსაცავის ეფექტიც, ე.ი. მოხდება ჰაერის ტემპერატურის უფრო მეტი დაწვეა.

გალის წყალსაცავისათვის, რომელიც ექსპლოატაციაში გადაეცა 1969 წელს, ჰაერის ტემპერატურე და სხვა მეტეოლოგიკების საშუალო ტვიური მნიშვნელობები გამოთვლილი იქნა ორი (1913-1968წწ და 1969-1992წწ) პერიოდისათვის. პირველი პერიოდის ხანგრძლივობა 56 წელს, მეორე პერიოდისა კი-24 წელს. ჰაერტს ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები t_1 და t_2 პერიოდებისათვის მოცემულია ცხრილში 18. ამავე ცხრილში ორი პერიოდისათვის მოყვანილია საშუალო კვადრატული გადახრები σ_1 , σ_2 , საშუალო არითმეტიკული სტანდარტული ვლომილებები μ_1 , μ_2 , საშუალო კვადრატული გადახრის საშუალო კვადრატული ცლომილებები σ_{s_1} , σ_{s_2} , ფარლობითი ცლომილებები D_1 , D_2 , ვარიაციის კოეფიციენტის განსაზღვრის ცლომილებები $\sigma_{A;S_1}$, $\sigma_{A;S_2}$, ექსცესები E_1 , E_2 , ექსცესის ცლომილებები σ_E , აგრეთვე A და B-ს, მნიშვნელობები. რომლებიც გამოთვლილია შემდეგი ფორმულებით:

$$A = \frac{\sum x^2 \sum y^2 - \sum x \sum xy}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}, \quad B = \frac{N \sum (xy) - \sum x \sum xy}{N[\sum x^2 - (\sum x)^2]} \quad (6.2)$$

როგორც ამ ცხრილში ორი პერიოდისათვის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობების სხვაობების ანალიზიდან ჩანს, გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგ მთელი წლის განმავლობაში გარდა ივლის-აგვისტოსა და დეკემბრისა, ადგილი აქვს საშუალო თვიური ტემპერატურის მნიშვნელობების ზრდას. ზრდის მაქსიმუმი აღნიშნულია ივლისში. მთლიანად კი გალის წყალსაცავისათვის ექსპლოატაციაში

გადაცემის შემდეგ საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობა სადგურ გალში გაიზარდა 0.2⁰-ით.

ცხრილში 19-21 მოყვანილია სხვადასხვა პერიოდისათვის გამოთვლილი ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები განსახილველ (ზუგდიდი, ჯვარი, ხაიში, ლატა, საქარა, საჩხერე) პუნქტებში.

ცხრილში 19 მოცემულია ჯვარი-ხაიშის რაიონისათვის ჰაერის ფარდობითი ცვლილებების (უდიდესი, უმცირესი) სიდიდეები, ხოლო ცხრილში 21-სხვადასხვა პერიოდისათვის ამავე პუნქტებში გამოთვლილი ნალექების სასუალო თვიური და წლიური ჯამების სიდიდეები.

როგორც სათანადო მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე სადგურ ზუგდიდში პრაქტიკულად მუდმივია როგორც უკანასკნელი 12 წლიანი პერიოდის, ისე წინა 20 წლიანი და 32 წლიანი პერიოდებისათვის. იგი შეადგენს 1.2-1.3მ/წმ-ს, რაც მიუთითებს საერთოდ ზუგდიდის რაიონში ქარების დაბალ მნიშვნელობებზე. ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობები წლის განმავლობაში უმნიშვნელო სემციურებას განიცდიან შემოდგომაზე და ასევე უმნიშვნელო მატებას გაზაფხულზე, ეს განსხვავებები არ აღემატება 0.2-0.3მ/წმ როგორც ზრდის, ისე შემცირების მხრივ.

სადგურ ჯვარზე (ნახ. 19) აღინიშნება ქარის შედარებით მაღალი საშუალო წლიური სიჩქარეები (3.7-4.5მ/წმ). ამასთანავე ქარის საშუალო თვიური სიჩქარეები ხასიათდებიან მკაფიოდ გამოკვეთილი წლიური სვლით: მაქსიმუმით ზამთარში (6.2-7.5მ/წმ) და მინიმუმით (0.9-0.6მ.წმ) ზაფხულში, რაც აიხსნება ზამთრის პერიოდში ძლიერი ჩამონადენითა და ჩრდილო-დასავლეთის რუბების ქარების სიჭარბით. მკვეთრად გამოსახული წლიური სვლით ხასიათდებიან ქარის საშუალო თვიური სიჩქარეების სიდიდეები ყველა სამი პერიოდისათვის: უკანასკნელი 10 წლიანი და წინა 20 და 30 წლიანი პერიოდისათვის.

ამასთანავე ყველა სადგურზე, გარდა ზუგდიდისა, უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში აღინიშნება ქარის საშუალო თვიური სიჩქარის მნიშვნელობების შემცირების ტენდენცია, თუმცა სადგურზე ხაიში, მესტია, საქარა და საჩხერე ქარის სიჩქარის წლიური სვლა დიამეტრალურად ეწინააღმდეგება სადგურ ჯვარზე საშუალო სიჩქარის წლიურ სვლას, სადაც მისი

ცხრილი 18

ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები და მისი სტატისტიკური მახასიათებლები სადგურ გაღმში, გალის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

ჰერი ლდი	პარა მეტრი	თ კ მ												წი ლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1913- 1968	t ₁	4.89	5.79	7.86	12.24	16.53	20.24	22.32	22.45	19.45	14.87	10.29	6.83	13.61
	ᄁ ₁	2.40	2.46	2.96	2.39	2.73	1.21	3.50	3.58	1.27	2.74	2.71	2.12	5.03
	μ ₁	0.37	0.37	0.46	0.36	0.41	0.18	0.52	0.53	0.19	0.41	0.41	0.32	0.46
	ᄁ ₅₁	0.26	0.26	0.57	0.25	0.29	0.13	0.37	0.38	0.13	0.29	0.29	0.22	0.57
	D ₁	7.48	6.39	5.79	2.91	2.46	0.88	2.34	2.38	0.97	2.80	3.97	4.62	6.68
	C ₁	0.49	0.42	0.38	0.20	0.17	0.06	0.16	0.16	0.07	0.19	0.26	0.31	0.38
	A ₅₁	-3.50	-6.00	-1.00	-2.80	-4.90	0.02	-5.72	-5.44	0.03	-3.26	-2.47	-1.03	-1.91
	ᄁA ₅₁	0.62	-0.60	0.52	0.41	0.39	0.36	0.39	0.39	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
	E ₁	0.11	-0.06	1.04	12.95	27.01	-1.05	33.75	31.48	0.62	15.24	6.84	0.84	1.74
	ᄁE ₁	0.75	0.74	0.75	0.73	0.73	0.72	0.73	0.73	0.72	.73	0.74	0.73	0.77
	A ₁	4.37	4.62	7.45	12.34	15.25	19.76	21.51	21.61	19.62	19.97	9.67	0.06	8.27
	B ₁	0.02	0.06	0.02	0.04	0.06	0.02	0.04	0.04	-0.01	0.03	0.03	0.03	0.18

ცხრილი 18
(ვაგრძელება I)

ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები და მისი სტატისტიკური მახასიათებლები საღებურ გალში, გალის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პერიოდი	პარამეტრი	თ ვ მ												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1969-1992	T ₂	4.86	6.17	8.54	13.32	16.66	20.38	21.97	21.77	19.89	14.97	10.43	6.32	13.36
	\bar{D}_2	1.81	1.93	1.84	2.69	1.58	1.17	4.69	4.71	1.36	1.64	2.16	2.12	2.89
	μ_2	0.37	0.39	0.37	0.55	0.32	0.24	0.96	0.96	0.28	0.34	0.44	0.43	0.88
	σ_{S2}	0.26	0.28	0.27	0.39	0.23	0.17	0.68	0.69	0.20	0.24	0.31	0.31	0.42
	D ₂	7.60	6.39	4.39	1.13	1.94	1.18	4.36	4.42	1.39	2.24	4.22	6.84	4.37
	C ₂	0.37	0.31	0.22	0.20	0.10	0.06	0.21	0.22	0.07	0.11	0.21	0.34	0.21
	A _{S2}	-0.05	0.03	-1.14	1.29	-1.09	-0.22	-4.25	24.04	1.14	0.76	-0.10	-0.47	-4.22
	σA_{S2}	0.69	0.64	0.57	0.56	0.51	0.50	0.57	0.57	0.51	0.52	0.56	0.66	0.57
	E ₂	-0.96	-0.32	2.60	4.83	2.3	1.13	17.08	15.99	1.53	0.49	2.45	1.75	16.93
	σE_2	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	A ₂	5.22	7.18	10.10	14.91	17.74	20.50	22.35	23.19	19.64	14.81	9.14	7.24	13.89
	B ₂	-0.03	-0.08	-0.13	-0.13	-0.09	-0.01	-0.03	-0.11	0.02	0.01	0.10	-0.07	-0.04

ცხრილი 18

(გაგრძელება 2)

პაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები და მისი სტატისტიკური მახასიათებლები სადგურ გაღში, გალის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

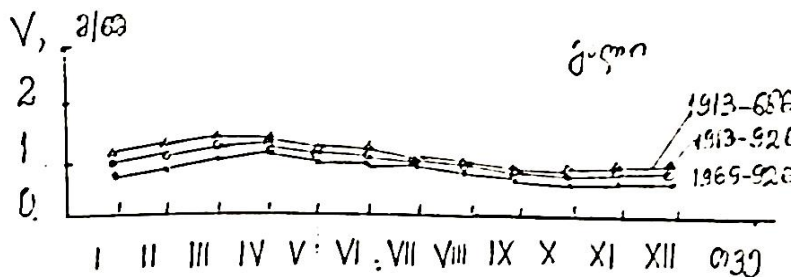
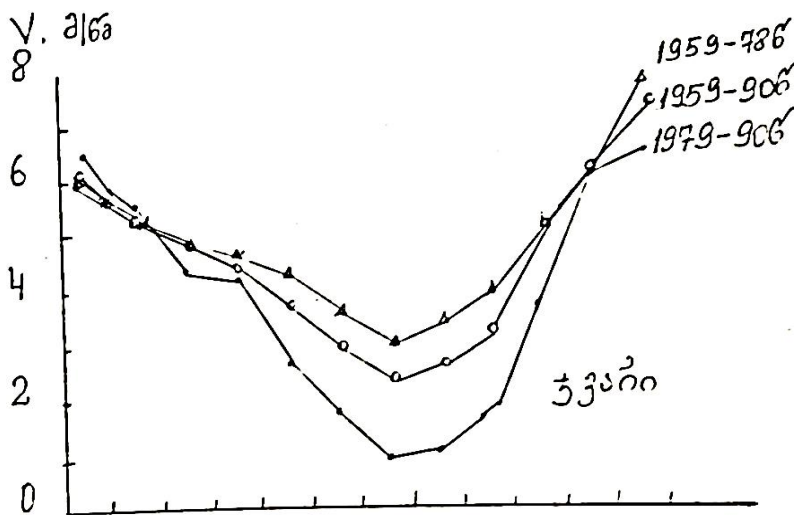
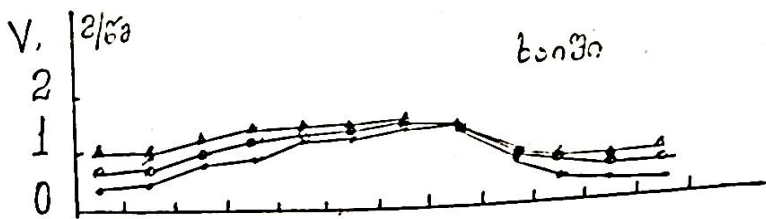
პერიოდი	პარამეტრი	თ ვ კ												წკ ლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1913-1992	T ₃	5.04	5.92	8.23	12.17	16.70	20.29	22.17	22.22	19.87	14.69	10.29	6.78	12.45
	ᄁ ₃	2.30	2.30	2.67	2.48	2.35	1.24	3.98	4.05	1.22	2.41	27.44	1.99	4.45
	ᄂ ₃	0.28	0.28	0.31	0.30	0.28	0.16	0.48	0.49	0.15	0.29	0.30	0.24	0.56
	ᄃ ₃₃	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4
	D ₃	5.58	4.72	3.82	2.30	1.69	0.77	2.18	2.21	0.79	1.98	2.87	3.55	4.50
	C ₃	0.46	0.39	0.31	0.19	0.14	0.06	0.18	0.18	0.06	0.16	0.24	0.28	0.36
	A ₃₃	-0.19	-0.52	-1.28	-0.94	-5.13	-0.05	-5.05	-4.81	0.05	-3.09	-2.39	-0.66	-2.38
	ᄄA ₃₃	0.47	0.42	0.38	0.33	0.13	0.31	0.33	0.33	0.31	0.32	0.35	-0.37	0.42
	E ₃	0.33	0.09	2.47	11.86	34.17	-0.48	25.33	23.73	0.67	17.59	7.32	0.69	3.86
	ᄄE ₃	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59	0.62	0.59	0.59	0.62	0.59	0.89	0.59	0.62
A ₃	4.61	5.20	7.40	11.48	15.92	19.62	22.22	22.51	19.45	14.19	10.02	6.57	10.09	
B ₃	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.07	
(1969-1992)- (1913-1968)	Δt	-0.03	0.38	0.68	1.08	0.13	0.14	-0.36	-0.68	0.41	0.40	0.14	-0.51	1.47

მაქსიმუმი მოდის სადგურ ჯვრისაგან განსხვავებით წლის თბილ, ხოლო მინიმუმ-ცივ პერიოდზე.

ქარის საშუალო სიჩქარეების განსხვავების სიდიდემ უკანასკნელი 12 და წინა 20 წლის განმავლობაში შეადგინა: ჯვარში-1.1მ/წმ, ხაიშში-0.3მ/წმ, მესტიაში-0.5მ/წმ, საქარაში-0.9მ/წმ, საჩხერეში-0.7მ/წმ, ე.ი. უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში ადგილი ჰქონდა ქარის საშუალო სიჩქარეების შემცირებას.

ეს მოვლენა შეიძლება ახსნილი იქნეს უკანასკნელი 12 წლის განმავლობაში არსებული ზოგადცირკულაციური ფაქტორების თავისებურებებით, მაგრამ სადგურ ჯვარში ქარის სიჩქარის უფრო მნიშვნელოვან შესუსტებას აქვს სხვა მიზეზიც, სახელდობრ, წყალსაცავის შევსებით განპირობებული ხეობის პროფილის ცვლილებასთან დაკავშირებით მთა-ხეობების ქარების შესუსტებას. წყალსაცავის შევსების შედეგად განსხვავების შემცირებას მოჰყვა მთა-ხეობის ქარების კლება, რამაც თავისი ასახვა ჰპოვა მისი წლიური სვლის გრაფიკზე.

ახლა განვიხილოთ ყველა ექვს სადგურზე ქარის სიჩქარის საშუალო მსვლელობა 32 წლის განმავლობაში (ცხრ. 16). სადგურ მესტიაში, ხაიშში, ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობები წლის პირველ ნახევარში მონოტონურად იზრდება, ხოლო მეორე ნახევარში ასევე მონოტონურად მცირდება. სადგურ საქარაში და საჩხერეში ქარის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ადგილი აქვს გაზაფხულის პერიოდში, მინიმალურ მნიშვნელობებს-ზამთრის პერიოდში. სადგურ ზუგდიდში და ჯვარში ქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობების აბსოლუტური მინიმუმი აღინიშნება ივლის-აგვისტოში, სადგურ ჯვარში ქარის საშუალო თვიური სიჩქარეები წლის პირველ ნახევარში მონოტონურად მცირდება. სადგურ გალში ქარის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობების სიდიდე და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები გალის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ (1969წ) მოცემულია ცხრილში 24.



ნახ. 20. ქარის სიჩქარის წლიური სვლა სადგურებში ხაიში, ჯვარი, გალი

ცხრილი 19

ჰაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{ჰაა}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
 კარის სიჩქარის ($v, მ/წმ$), ნალექების რაოდენობის ($P, მმ$) საშუალო წლიური
 მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პუნ ძმი	პერი ოდი	პარა მეტრი	თ ვ მ												წელი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
პუნძი	1979-90	t_1	5.1	5.7	8.5	13.0	16.8	20.4	22.3	22.4	19.5	14.7	10.7	7.0	13.8
	1959-90	t_2	5.0	5.9	8.6	13.1	16.9	20.2	22.4	22.1	19.2	14.5	10.8	7.1	13.8
	1989-78	T_3	5.0	6.0	8.6	13.1	17.0	20.0	22.4	22.0	19.0	14.4	10.8	7.2	13.8
წვერი		t_1-t_3	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	0.2	-0.1	0.4	0.5	0.3	-0.1	-0.2	0.0
	1979-90	t_1	5.6	5.4	8.0	12.6	17.3	20.1	21.5	22.2	19.9	15.3	10.9	7.5	13.8
	1959-90	t_2	5.4	5.2	8.4	13.0	17.1	20.0	21.8	22.0	19.5	15.5	11.3	7.8	14.0
სამი	1989-78	t_3	5.3	5.6	8.6	13.2	17.1	20.0	21.9	27.9	19.4	15.6	11.4	7.9	14.0
		t_1-t_3	0.3	-0.2	-0.6	-0.6	0.2	0.1	-0.4	-0.3	0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.2
	1979-90	t_1	-0.5	1.5	5.2	10.8	15.3	18.1	20.6	20.3	16.7	11.0	5.9	1.3	10.5
სამი	1959-90	t_2	-0.4	1.7	5.2	10.8	15.2	18.0	20.6	20.3	16.6	11.0	6.0	1.4	10.5
	1989-78	t_3	-0.4	1.8	5.2	10.8	15.2	18.0	20.6	20.2	16.3	10.9	6.0	1.5	10.7
		t_1-t_3	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.2

ცხრილი 19

(გაგრძელება 1)

ჰაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{ჰჰა}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
 ქარის სიჩქარის ($v, მ/წმ$), ნალექების რაოდენობის ($P, მმ$) საშუალო წლიური
 მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

სეზონი	1979-90	t_1	-5.8	-4.4	-0.2	5.7	10.6	13.8	16.8	16.1	12.0	6.5	1.6	-4.6	5.7
	1959-90	t_2	-5.6	-4.1	-0.1	5.8	10.3	13.8	16.5	15.8	11.8	6.6	1.7	-3.8	5.7
	1989-78	t_3	-5.5	-3.9	0.0	5.8	10.2	13.5	16.4	15.6	11.7	6.7	1.8	-3.3	5.8
		t_1-t_3	-0.3	-0.5	-0.2	-0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	-0.2	-0.2	-1.3
წელიწადი	1979-90	t_1	4.3	4.9	8.0	13.8	17.7	21.1	23.0	23.5	20.3	15.2	10.3	6.3	14.0
	1959-90	t_2	4.3	5.0	8.3	15.7	17.9	21.1	23.2	23.3	20.1	15.2	10.6	6.4	14.1
	1989-78	t_3	4.4	5.4	8.6	13.6	18.1	21.0	23.4	23.3	20.0	15.1	10.7	6.8	14.2
		t_1-t_3	-0.1	-0.2	-0.6	0.2	-0.4	0.1	-0.4	0.2	0.3	0.1	-0.4	-0.5	-0.2

ცხრილი 19
(გაგრძელება 2)
პაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური (e_3 პა), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
ქარის სიჩქარის ($v, m/v^3$), ნალექების რაოდენობის (P, mm) საშუალო წლიური
მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის ამქნებამდე და ამქნების შემდეგ

პერი ოდი	პარა მეტრი	თ ვ კ											წი ლი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1979-90	e_1	6.6	6.6	7.7	10.4	14.0	18.6	22.5	22.5	18.4	12.8	9.9	7.5	15.8
	e_2	6.3	6.4	7.0	10.4	14.8	18.4	22.3	21.9	17.6	12.8	9.3	7.3	12.8
	e_3	6.4	6.5	7.6	10.3	14.2	16.2	22.4	22.1	17.9	12.8	9.5	9.4	12.9
1979-90	e_1-e_2	0.3	0.1	0.1	0.1	-0.2	0.4	0.1	0.4	0.5	0.0	0.4	-1.9	2.9
	e_1	6.3	5.4	7.3	9.9	13.4	17.7	21.0	21.2	17.9	12.1	9.0	6.8	12.4
	e_2	5.4	5.6	6.7	9.2	13.0	16.9	20.8	20.4	16.5	11.1	7.7	6.0	11.6
1989-78	e_3	5.7	5.8	6.9	9.4	13.1	17.0	20.9	20.6	16.6	11.0	8.1	6.3	11.7
	e_1-e_2	0.9	0.8	0.6	0.7	0.4	0.8	0.2	0.8	1.3	1.0	1.3	0.8	0.8
	e_1	5.2	5.4	6.5	9.1	12.2	14.9	16.2	17.6	14.5	10.5	8.2	5.9	10.7
1989-78	e_2	5.0	5.3	6.4	8.6	12.1	15.0	16.0	17.6	14.3	10.4	7.6	5.8	10.5
	e_3	4.9	5.3	6.4	8.8	12.1	15.0	16.1	17.6	14.4	10.5	7.8	5.8	10.6
	e_1-e_2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1	0.1

ცხრილი 19
 (გაგრძელება 3)
 ჰაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური (e_3), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
 ქარის სიჩქარის ($v, m/v^m$), ნალექების რაოდენობის (P, mm) საშუალო წლიური
 მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პერი ოდი	პარა მეტრი	თ ვ მ											წი ლი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1979-90	e_1	3.6	3.7	4.6	6.6	8.6	10.7	13.2	12.4	10.3	7.3	5.8	4.1	7.6
	e_2	9.4	3.7	4.5	6.4	8.6	10.6	12.6	12.8	10.1	7.3	5.5	4.1	7.4
	e_3	3.4	8.7	4.5	6.4	8.6	10.6	12.8	12.4	10.1	7.3	5.6	4.1	7.4
	e_1-e_2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.6	0.1	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2
1979-90	e_1	6.2	6.4	7.4	10.3	13.4	17.7	21.4	21.6	17.4	12.2	9.3	7.0	12.5
	e_2	8.5	6.0	7.2	9.9	13.5	17.3	20.6	20.3	16.3	12.2	8.9	7.0	12.1
	e_3	6.0	6.1	7.3	10.0	15.4	17.4	20.9	20.8	16.9	12.2	9.0	6.8	12.4
	e_1-e_2	0.4	0.4	0.2	0.4	-0.1	0.4	0.8	1.3	1.1	0.0	0.4	0.0	0.4
1979-90	e_1	5.3	5.3	6.4	9.1	12.1	15.5	19.3	18.6	15.1	10.4	8.0	6.1	10.9
	e_2	5.3	5.5	6.6	9.0	12.5	15.6	18.7	18.3	14.7	10.9	7.9	6.2	10.8
	e_3	5.3	5.4	6.5	9.0	12.3	15.6	18.9	19.0	14.8	10.7	8.0	6.2	11.0
	e_1-e_2	0.0	-0.2	-0.2	0.1	-0.4	-0.1	0.6	0.3	0.4	-0.5	0.1	-0.1	0.1

ცხრილი 19

(ბავრქელეა 4)
 ჰაერის ტემპერატურის (t⁰), აბსოლუტური (e,ჰპა), ფარდობითი ტენიანობის (E,%)
 ქარის სიჩქარის (v,მ/წმ), ნალექების რაოდენობის (P,მმ) საშუალო წლიური
 მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

ჰუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ კ												წმ ლი	
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
ბერძენი	1979-90	E ₁	77	78	73	74	76	80	84	83	82	78	78	78	78	78
	1959-90	E ₂	73	71	71	72	76	79	83	83	82	79	74	74	74	76
	1989-78	E ₃	77	75	74	75	79	82	86	86	84	82	78	78	78	80
		E ₁ -E ₂	4	7	2	2	0	1	1	0	0	-1	4	4	4	2
გვარდი	1979-90	E ₁	70	73	69	70	70	78	80	79	77	69	70	69	73	73
	1959-90	E ₂	61	64	64	68	69	73	80	78	73	64	59	61	68	68
	1989-78	E ₃	64	65	66	66	69	74	80	78	74	66	62	63	69	69
		E ₁ -E ₂	9	9	5	5	1	2	0	1	4	5	11	8	5	5
ბაიში	1979-90	E ₁	85	83	74	72	74	74	76	78	76	80	88	67	78	78
	1959-90	E ₂	61	77	73	69	72	74	75	76	79	80	81	80	76	76
	1989-78	E ₃	82	78	73	70	73	74	76	76	78	78	84	88	77	77
		E ₁ -E ₂	4	4	1	3	2	0	1	-1	-3	0	7	7	2	2

ცხრილი 19
(გაგრძელება 5)

პაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{\text{პაა}}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
ქარის სიჩქარის ($v, \text{მ/წმ}$), ნალექების რაოდენობის ($P, \text{მმ}$) საშუალო წლიური
მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პუნ ქი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ კ										წე ლი				
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI	XII		
დაცემე	1979-90	E ₁	85	82	70	74	72	72	72	72	73	76	78	86	86	86	78
	1959-90	E ₂	78	76	74	72	71	72	72	74	74	77	777	80	83	83	75
	1989-78	E ₃	81	78	75	72	71	72	72	74	74	77	77	82	84	84	76
დაქალ		E _{1-E₂}	4	6	2	2	1	0	0	-1	-1	-1	1	6	3	3	3
	1979-90	E ₁	75	72	68	68	70	71	77	76	74	72	74	74	74	73	73
	1959-90	E ₂	72	70	68	67	69	72	74	74	74	74	73	71	73	71	71
დაცემე	1989-78	E ₃	73	71	68	67	70	72	75	75	74	73	72	72	74	74	72
		E _{1-E₂}	3	2	0	1	1	-1	3	2	0	-1	3	1	2	2	2
	1979-90	E ₁	83	78	72	70	71	72	78	75	75	78	81	82	82	76	76
დაცემე	1959-90	E ₂	83	79	74	70	71	72	74	74	75	79	80	84	84	76	76
	1989-78	E ₃	83	79	78	69	71	72	76	74	75	79	81	84	84	76	76
		E _{1-E₂}	0	-1	-2	0	0	0	4	4	0	-1	-1	-2	0	0	0

ცხრილი 19
(გაგრძელება 6)

პაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e, \text{ჰპა}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
ქარის სიჩქარის ($v, \text{მ/წმ}$), ნალექების რაოდენობის ($P, \text{მმ}$) საშუალო წლიური
მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ ე												წე ლი	
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
იბრძენი	1979-90	v_1	1.3	1.4	1.6	1.5	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
	1959-90	v_2	1.5	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.0	0.9	0.8	0.8	1.1	1.3	1.3	1.3
	1989-78	v_3	-1.4	-1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2
ჯვარი		v_1-v_2	-0.2	-0.4	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1
	1979-90	v_1	6.5	5.8	4.3	4.2	2.6	1.7	0.9	1.0	1.8	3.7	6.0	6.3	3.7	3.7
	1959-90	v_2	6.2	5.2	4.9	4.5	4.2	3.6	2.9	3.3	3.8	5.2	6.1	7.5	4.8	4.8
ზიპი	1989-78	v_3	6.3	5.3	4.8	4.3	3.7	3.0	2.3	2.6	3.2	5.0	6.0	7.1	4.5	4.5
		v_1-v_2	0.3	0.6	-0.6	-0.3	-1.6	-1.9	-2.0	-2.0	-2.3	-2.0	-1.5	-0.1	-1.2	-1.1
	1979-90	v_1	0.4	0.5	0.9	1.0	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.0	0.8	0.6	0.4	1.0
ზიპი	1959-90	v_2	1.1	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6	1.1	1.0	0.9	0.9	1.3	1.3
	1989-78	v_3	0.8	0.9	1.2	1.4	1.6	1.6	1.7	1.6	1.1	0.9	0.8	0.7	1.2	1.2
		v_1-v_2	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.3

ცხრილი 19
(გაგრძელება 7)

ჰაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{ჰჰა}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
ქარის სიქარის ($v, მ/წმ$), ნალექების რაოდენობის ($P, მმ$) საშუალო წლიური
მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

ჰუნ ძი	ჰერიოდი	ჰარა მეტრი	თ. მ. მ.												წე ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
სტყვე	1979-90	v_1	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4
	1959-90	v_2	0.5	0.7	0.5	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	0.8	0.6	0.3	0.4	0.9
	1989-78	v_3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.1	1.0	0.8	0.8	0.7	0.4	0.3	0.3	0.7
სტყვე		v_1-v_2	-0.3	-0.3	0.1	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	-0.2	-0.5	
	1979-90	v_1	0.8	1.1	1.3	1.2	1.5	1.0	0.7	0.9	1.0	1.1	1.0	0.6	1.1
	1959-90	v_2	2.0	2.3	2.8	2.6	2.3	1.8	1.7	1.9	1.9	1.6	1.6	1.6	2.0
სტყვე	1989-78	v_3	1.6	1.9	2.2	2.1	2.0	1.5	1.4	1.5	1.6	1.4	1.4	1.2	1.6
		v_1-v_2	-1.2	-1.2	-1.5	-1.4	-0.8	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-0.5	-0.6	-1.0	-0.9
	1979-90	v_1	0.4	0.8	1.3	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	0.6	0.4	1.0
სტყვე	1959-90	v_2	0.9	1.4	2.2	2.8	2.4	2.2	2.0	1.9	1.6	1.3	0.8	0.8	1.7
	1989-78	v_3	0.8	1.2	1.8	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.1	0.8	0.6	1.4
		v_1-v_2	-0.5	-0.6	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.7	-0.4	-0.2	-0.4	-0.7

ცხრილი 19
(გაგრძელება 8)

პაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{\text{ჰჰა}}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$), ქარის სიქარის ($v, \text{მ/წმ}$), ნალექების რაოდენობის ($P, \text{მმ}$) საშუალო წლიური მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

პუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ. მ. კ.												წე ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
იერ	1979-90	P ₁	170	125	131	141	123	220	194	178	155	178	196	162	1971
	1959-78	P ₂	124	142	128	131	104	185	158	186	143	147	123	179	1752
	1959-90	P ₃	151	144	151	144	118	212	183	202	157	159	159	184	1979
სერ		P ₁ -P ₂	46	-17	3	10	19	35	36	-8	12	31	73	-17	219
	1979-90	P ₁	201	142	164	182	169	206	330	257	187	168	211	159	2369
	1959-78	P ₂	160	160	168	160	158	209	187	226	180	198	145	221	2154
სერ	1959-90	P ₃	167	149	161	162	156	201	224	228	176	183	161	193	2161
	1979-90	P ₁	201	142	164	182	169	206	330	257	187	168	211	159	2369
	1979-90	P ₁	156	69	72	107	82	129	102	104	100	123	180	139	1363
სერ	1959-78	P ₂	111	89	93	85	80	104	86	90	100	113	92	147	1190
	1959-90	P ₃	128	92	85	93	80	113	92	95	100	117	125	144	1254
		P ₁ -P ₂	45	-20	-21	22	2	25	16	14	0	10	88	-8	173

ცხრილი 19
(გაგრძელება 9)

ჰაერის ტემპერატურის (t^0), აბსოლუტური ($e_{ჰჰა}$), ფარდობითი ტენიანობის ($E, \%$),
ქარის სიქარის ($v, მ/წმ$), ნალექების რაოდენობის ($P, მმ$) საშუალო წლიური
მნიშვნელობები ჯერის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ

ჰუნ ძობი	ჰერიოდი	ჰარა მეტრი	თ. მ. კ.												წე ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მსოფსე	1979-90	P ₁	71	46	52	92	84	120	100	92	86	82	96	80	1001
	1959-78	P ₂	63	54	66	81	89	95	89	104	80	92	65	81	959
	1959-90	P ₃	66	50	60	85	87	104	93	99	82	68	76	81	971
		P ₁ -P ₂	8	-8	-14	11	-5	25	11	-12	6	-10	31	-1	42
მსოფსე	1979-90	P ₁	180	113	100	97	76	102	84	72	80	107	158	163	1332
	1959-78	P ₂	124	131	105	91	73	100	68	70	90	120	120	177	1269
	1959-90	P ₃	148	124	103	93	74	100	74	70	86	115	134	172	1290
		P ₁ -P ₂	56	-18	-5	6	3	2	16	2	-10	-3	38	-14	63
მსოფსე	1979-90	P ₁	91	60	56	85	88	106	93	85	75	84	100	78	1001
	1959-78	P ₂	68	72	57	74	84	89	72	74	83	91	68	98	930
	1959-90	P ₃	76	68	57	78	86	95	80	78	80	88	80	90	955
		P ₁ -P ₂	23	-12	-1	11	4	17	21	11	-8	-7	32	-20	71

ცხრილი 20

ჰავის წყალსაცავის გავლენით განპირობებული საშუალო თვიური ტემპერატურის სიდიდების ცვლილებები, გრად

პუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ კ												წკ ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
წყალსაცავის ჩრდილოეთი ხანაპირო, ხაიში															
1937-78	t ₁	-0.13	1.54	4.20	10.71	15.39	18.39	20.83	20.79	16.78	10.99	6.08	1.88	11.43	
		1978-90	t ₁ '	-0.50	1.51	5.20	10.81	15.30	18.10	20.60	20.31	16.72	11.20	1.30	10.53
სშენკაძე	t ₂	2.49	3.86	6.59	11.98	15.11	19.09	21.44	24.35	17.60	12.58	8.33	2.29	12.96	
	t ₂ '	2.65	4.07	7.19	11.79	15.96	18.85	21.35	20.95	17.41	12.07	7.38	3.98	11.96	
Δ t	სშენკაძე	t ₁ -t ₂	-2.62	-2.32	-2.39	1.27	-0.72	-0.70	-0.61	-0.56	-0.85	-1.59	-2.25	-0.63	
Δ t'	შემდგ	t ₁ '-t ₂ '	-3.15	-2.56	-1.99	-0.98	-0.66	-0.75	-0.75	-0.64	-0.69	-0.87	-1.48	-1.43	
∑ t = Δ t' - Δ t			0.53	-0.24	0.40	0.29	0.06	-0.06	-0.14	-0.08	0.16	0.72	0.77	0.27	-0.80
1937-78	t ₁	-0.06	2.11	5.68	11.03	15.40	18.00	20.59	20.35	16.73	10.06	6.52	1.25	10.60	
		1978-90	t ₁ '	-0.11	0.78	6.06	10.31	15.20	17.91	20.67	20.26	16.71	10.95	5.35	1.41

ცხრილი 20

(ბაგრაჟი 1)

წილის ფულსაცავის გავლენით განპირობებული საშუალო
თვიური ტემპერატურის სიდიდეების ცვლილებები, გრად

პუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ კ												წი ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
წილის ფულსაცავის ჩრდილოეთი სანაპირო, ხაიში															
აშენებამდე	აშენებამდე	t ₂	2.20	3.93	7.91	12.89	16.27	18.96	21.36	20.95	17.55	12.26	8.29	4.08	12.15
	შემდეგ	t ₂	3.30	4.08	7.17	11.72	16.16	18.87	21.30	20.94	17.49	11.97	7.58	3.39	12.01
Δ t	აშენებამდე	t _{1-t'}	-2.26	-1.82	-2.23	-1.36	-0.81	-0.90	-0.77	-0.60	-0.82	-1.30	-1.77	-2.55	-1.51
	შემდეგ	t' _{1-t'₂}	-8.41	-8.30	-2.11	-1.41	-0.91	-0.96	-0.69	-0.68	-0.78	-1.02	-2.23	-1.98	-1.64
∂t= Δ t'- Δ t			-0.85	-1.58	-0.12	-0.05	-0.10	-0.06	0.13	-0.08	0.04	0.28	-0.46	0.57	-0.13
∂t= Δ t'- Δ t			-0.9	-1.6	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.13	-0.10	0.40	0.30	-0.50	0.60	-0.1

ცხრილი 20

(გაგრძელება 2)

ჯორის წელსაცავის ბაკლებით განპირობებული საშუალო თვიური ტემპერატურის ხიდაკების ცვლილებები, გრად.

პუნ ქტი	პერიოდი	პარა მეტრი	თ ვ ე												წკ ლი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
წელსაცავის ჩრდილოეთი ხანაპირო, ჯკარი															
ს ვ ა ვ	1937-78	t ₁	5.13	5.63	7.90	12.97	17.18	20.15	21.95	22.46	19.65	15.66	11.63	7.62	13.97
			5.49	5.66	8.29	12.47	17.19	19.83	21.43	22.02	19.92	15.37	10.62	7.29	13.81
ა შ ე ნ ბ ა მ დ ე	აშენბამდე	t ₂	2.49	3.86	6.58	11.98	16.11	19.09	21.44	21.35	17.60	12.58	8.33	4.29	12.06
			3.00	4.08	7.17	11.72	16.11	18.87	21.31	20.95	17.49	11.97	7.88	3.39	12.01
Δ t	აშენბამდე	t ₁ -t ₂	2.64	1.77	1.31	0.99	1.07	1.06	0.51	1.11	2.05	3.08	3.30	3.33	1.91
Δ t'	აშენბამდე	t' ₁ -t' ₂	2.49	1.58	1.12	0.75	1.08	0.96	0.12	1.08	2.43	3.40	3.04	3.90	1.80
		∂t= Δ t'- Δ t	-0.15	-0.19	-0.19	-0.24	0.01	-0.10	-0.39	-0.03	0.38	0.32	-0.26	0.57	-0.11
		∂t= Δ t'- Δ t	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.01	-0.10	-0.40	-0.03	0.04	0.30	-0.30	0.60	-0.10

ცხრილი 20

(გაგრძელება 3)

ჯორის წელსაცავის გავლენით განპირობებული საშუალო თვიური ტემპერატურის ხიდიანების ცვლილებები, გრად.

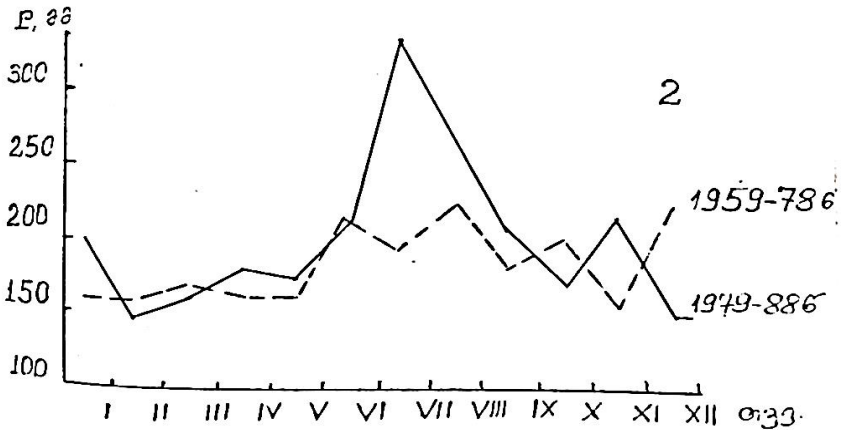
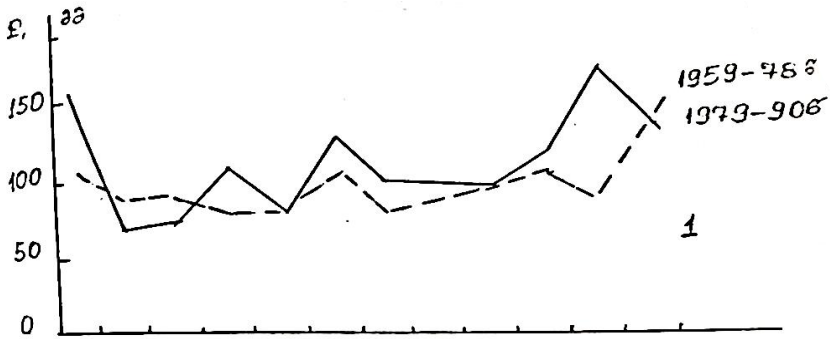
პუნქტი	პერიოდი	პარამეტრი	თ ვ ე												წელი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
წელსაცავის ჩრდილოეთი ხანაპირო, ჯგვარი															
საზღვაო	1937-78	t_1	5.04	5.81	8.88	13.57	17.43	20.07	21.92	22.09	19.66	15.52	11.07	7.82	14.05
	1978-90	t_1'	5.49	5.66	8.29	12.47	17.19	19.83	21.43	22.02	19.92	15.37	10.62	7.29	13.81
საზღვაო	საშენებელი	t_2	2.20	3.93	7.91	12.39	16.27	18.93	21.36	20.95	17.55	12.26	8.29	4.08	12.15
	შემდეგ	t_2'	3.00	4.08	7.17	11.72	16.11	18.87	21.31	20.94	17.49	11.97	7.58	3.38	12.01
Δt	საშენებელი	$t_1 - t_2$	2.84	1.88	0.97	1.18	1.16	1.14	0.56	1.14	2.11	3.26	2.78	3.74	1.81
$\Delta t'$	შემდეგ	$t_1' - t_2'$	2.49	1.58	1.12	0.75	1.08	0.96	0.12	1.08	2.43	3.40	3.04	3.90	1.80
		$\partial t = \Delta t' - \Delta t$	-0.35	-0.30	0.15	-0.43	-0.08	-0.18	-0.44	-0.06	0.32	0.34	0.26	0.26	-0.01
		$\partial t = \Delta t' - \Delta t$	-0.40	-0.30	0.20	-0.40	-0.10	-0.20	-0.40	-0.10	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.01

ცხრილი 21
 ჯვარი-ხაიშის რაიონში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება

პარამეტრი	თ ვ კ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშუალო თვეური	-0.4	1.4	5.0	10.6	15.0	18.0	20.7	20.7	16.8	11.0	6.0	1.5
საშ. კვადრ. გადახრა	2.0	2.1	1.9	1.7	1.2	1.2	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.8
უდიდესი	4.4	5.6	7.6	14.0	17.4	20.0	20.1	23.0	19.2	14.9	9.9	4.2
უმცირესი	-4.4	-5.9	2.4	12.7	12.9	16.2	18.8	17.7	14.3	7.8	2.4	-1.6
სხვაობა	8.0	11.5	5.4	6.8	4.5	4.2	4.0	5.3	4.3	7.1	7.5	5.8
შესაძლებელი ევაქუტი	-0.2	-1.8	-1.2	-0.8	0.6	0.1	0.3	0.5	0.9	-0.3	-0.6	-0.6

ხრილი 22
 ჯვარი-ხაიშის რაიონში ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება

პარამეტრი	თ ვ კ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშუალო თვეური	82	78	73	70	73	74	85	78	78	80	83	85
საშ. კვადრ. გადახრა	11	13	8	10	7	9	6	10	7	10	12	9
უდიდესი	95	92	81	80	80	82	81	84	85	88	93	93
უმცირესი	75	65	65	60	66	64	69	64	71	67	68	76
სხვაობა	20	27	16	20	14	18	12	20	14	21	25	17ს



ნახ. 21 ნალექების რაოდენობის წლიური სვლა სადგურებში ხაიში (1) და ჯვარი (2)

როგორც ცხრილ 24-ში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგი პერიოდისათვის ქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობები შემცირდა 0.1მ/ემ (აგვისტო)-0.5მ/წმ (მარტი), ხოლო წლიური მნიშვნელობა შემცირდა 0.3მ/წმ-ით. ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობების მაქსიმალური შემცირება აღინიშნება წლის ცივ (ოქტომბერი-აპრილი), ხოლო მინიმალური-თბილ პერიოდში (0.1-0.2მ/წმ). სადგურე გალში ქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობების წლიური მსვლელობა ანალოგიურია მისი მსვლელობისა სადგურ ცხრილი 23

ნაღვექების საშუალო თვიური მნიშვნელობები,
გამოთვლილი სხვადასხვა პერიოდისათვის, მმ

პერი ოდი	წელი	თ ვ ე											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ზუგდიდი													
1979-90	1971	170	125	131	141	123	220	194	178	155	178	196	162
1958-78	1752	124	142	128	133	104	185	158	186	143	147	123	179
1959-90	1974	151	144	151	144	118	212	183	202	157	169	159	184
ჯვარი													
1979-90	2369	201	142	164	182	169	206	330	257	187	168	211	152
1958-78	2154	160	160	168	160	158	209	169	226	180	198	145	221
1959-90	2161	167	249	161	162	156	201	224	228	176	183	161	193
ხაიში													
1979-90	1363	156	69	72	107	82	129	102	104	100	123	180	139
1958-78	1190	111	89	93	85	80	104	86	90	100	113	92	147
1959-90	1254	128	82	85	93	80	113	92	95	100	117	125	144
მესტია													
1979-90	1001	71	46	52	92	84	120	100	92	86	82	96	80
1958-78	959	63	54	66	81	89	95	89	104	80	92	65	81
1959-90	971	66	60	60	85	88	104	93	99	82	88	76	81
საქარა													
1979-90	1332	180	113	100	97	76	102	84	72	80	107	158	163
1958-78	1279	124	131	105	91	73	100	68	70	90	120	120	177
1959-90	1290	145	124	103	93	74	100	74	70	86	115	134	172
საჩხერე													
1979-90	1001	91	60	56	85	88	106	93	85	75	84	100	78
1958-78	930	68	72	57	74	84	89	72	74	83	91	68	98
1959-90	955	70	68	57	78	85	98	80	78	80	88	80	90
გალი													
1913-80	1493	117	106	116	117	103	160	158	132	138	127	109	110
1969-90	1727	124	115	129	135	125	185	171	150	139	154	145	157
1913-92	1396	118	110	123	123	104	169	160	133	139	137	120	123

ზუგდიდში: მაქსიმუმით გაზაფხულის თვეებში (1.2-1.4მ/წმ) და მინიმუმით შემოდგომის თვეებში (0.6მ/წმ).

ამრიგად, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ სადგურებში ხაიში, მესტია, საქარა და საჩხერე ქარის სჩქარის წლიური სვლა დიამეტრალურად ეწინააღმდეგება ქარის საშუალო სიჩქარის წლიურ სვლას სადგურებში გალი და ზუგდიდი.

ნაღვეების საშუალო წლიური მნიშვნელობები (ჯამები) უკანასკნელი პერიოდის (წყალსაცავის შესვლის შემდეგი პერიოდი) განმავლობაში წინა პერიოდთან შედარებით გაიზარდა ზუგდიდში 227, ჯვარში-215, ხაიში-158, საჩხერეში-67, მესტიაში-34, გალში-288მმ-ით, თვეების მიხედვით სადგურ გალში წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდეგ ნაღვეების საშუალო თვიური ჯამები გაიზარდა 11მმ-დან (სექტემბერი) 41მმ-მდე (დეკემბერი).

ცხრილში 25 მოცემულია ნაღვეების საშუალო თვიური და წლიური ჯამები და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები სადგურ გალში წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგი პერიოდისათვის (აგრეთვე დაკვირვების მთელი პერიოდისათვის, 1913-1992წწ).

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ წინა პერიოდთან შედარებით საშუალოდ გაიზარდა. მაგალითად, ფარდობითი ტენიანობის წლიური მნიშვნელობები ჯვრის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდეგი პერიოდისათვის გაიზარდა ზუგდიდში—1%-ით, ჯვარში—9%, ხაიშიში—1%, მესტიაში—3%, საქარაში—2%-ით. საჩხერეში იგი დარჩა უცვლელი. სადგურ გალში ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური და წლიური სიდიდეები და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები გალის წყალსაცავის ექსპლუატაციაში გადაცემამდე და გადაცემის შემდეგი პერიოდებისათვის ოცემულია ცხრილში 26.

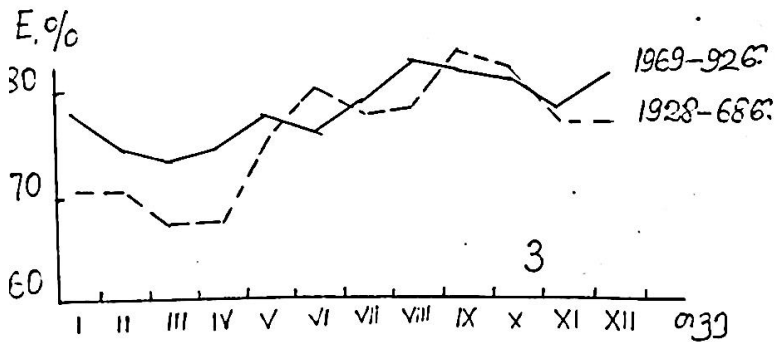
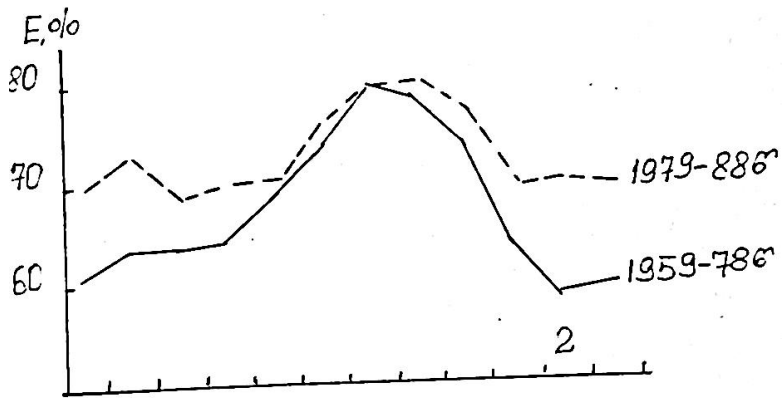
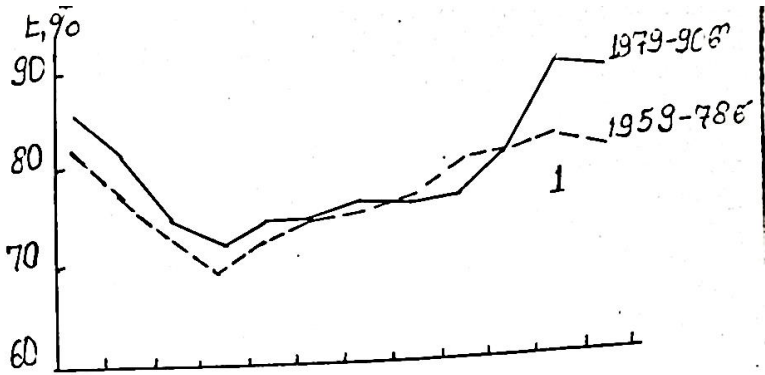
როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, 9თვის განმავლობაში გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგ ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიურმა სიდიდეებმა მოიმატა 1%-დან (ივლისი) 8%-მდე (იანვარი). ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიური

ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები (მ/წმ) და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები სადგურ ბაღში

პერი ოდი	პარა მეტრი	თ კ ე											წე ლი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1913-1968	v ₁	1.01	1.21	1.38	1.32	1.12	1.07	1.01	0.89	0.84	0.82	0.97	0.96	0.98
	ᄁ ₁	0.72	1.01	0.394	0.80	0.65	0.52	0.42	0.34	0.44	0.57	0.69	0.54	0.65
	μ ₁	0.12	0.17	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.07	0.09	0.12	0.09	0.12
	σ ₅₁	0.09	0.1	0.11	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.05	0.07	0.08	0.06	0.08
	D ₁	12.01	13.52	11.49	10.16	9.55	7.67	6.78	6.14	8.56	11.46	11.92	9.36	11.81
	C ₁	0.71	0.81	0.68	0.61	0.58	0.49	0.41	0.38	0.53	0.69	0.71	0.57	0.67
	A ₅₁	1.18	2.04	1.78	1.60	1.64	0.98	-0.04	0.69	1.36	1.53	1.26	1.33	0.97
	ᄁA ₅₁	0.95	1.09	0.91	0.81	0.76	0.65	0.59	0.56	0.69	0.91	0.95	0.75	0.94
	E ₁	1.34	4.82	4.84	3.63	3.74	0.76	-0.46	-0.03	3.22	3.37	2.29	1.10	2.08
	ᄁE ₁	0.83	0.82	0.83	0.82	0.71	0.79	0.81	0.79	0.79	0.82	0.83	0.81	0.87
1969-1992	A ₁	1.44	1.73	1.89	1.72	1.42	1.52	1.27	1.19	1.18	1.17	1.33	1.23	1.07
	B ₁	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
	v ₂	0.68	0.81	0.87	0.92	0.87	0.82	0.75	0.75	0.64	0.63	0.61	0.61	0.61
	ᄁ ₂	0.46	0.30	0.30	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.24	0.21	0.27	0.26	0.26
	μ ₂	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
	σ ₅₂	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04
	D ₂	13.71	7.58	7.05	5.41	5.46	5.83	6.84	6.19	7.72	6.75	8.98	8.71	0.71
	C ₂	0.67	0.37	0.35	0.27	0.27	0.29	0.34	0.30	0.38	0.33	0.44	0.43	0.43

ცხრილი 24
(გაგრძელება 1)

პარამეტრი	თ ვ ჟ											Vj წმ			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII		
1969-1992	A ₃₂	2.11	1.26	0.46	0.01	0.39	-0.5	0.43	-0.31	0.02	0.21	0.09	0.41	0.41	
	6A ₅₂	1.09	0.69	0.67	0.60	0.60	0.62	0.66	0.63	-0.02	0.66	0.77	0.75	0.75	
	E ₂	5.66	1.81	-0.55	-0.61	-0.60	-0.79	0.13	-0.40	0.70	-0.14	-0.61	0.49	0.49	
	6E ₂	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	A ₂	0.64	0.90	0.71	0.72	0.94	0.70	0.60	0.61	0.34	0.38	0.27	0.37	0.72	
	B ₂	0.00	-0.01	0.01	0.02	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00
	v ₃	0.83	1.06	1.16	1.14	1.03	0.97	0.90	0.84	0.76	0.73	0.81	0.82	0.85	
	6 ₃	0.65	0.84	0.80	0.68	0.54	0.45	0.39	0.31	0.39	0.47	0.59	0.48	0.53	
	μ ₃	0.08	0.11	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08	0.07	
	6 ₅₃	0.06	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	
1913-1992	D ₃	9.49	10.30	8.93	7.71	6.69	5.88	5.54	4.67	6.63	8.30	9.53	7.51	8.34	
	C ₃	0.73	0.80	0.69	0.60	0.52	0.46	0.43	0.37	0.52	0.64	0.73	0.59	0.62	
	A ₃₃	1.44	2.63	2.35	2.13	2.14	1.31	0.40	0.72	1.55	2.02	1.76	1.64	1.71	
	6A ₅₃	0.75	0.83	0.71	0.61	0.54	0.59	0.48	0.48	0.54	0.66	0.76	0.60	0.66	
	E ₃	2.27	8.85	8.47	6.76	7.03	2.34	-0.28	0.55	4.61	6.46	4.58	3.81	5.43	
	6E ₃	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.62	0.63	0.62	0.63	0.63	0.64	0.63	0.66	
	A ₃	1.26	1.56	1.71	1.55	1.32	1.30	1.18	1.03	1.00	0.99	1.18	1.13	1.09	
	B ₃	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	Δv	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	
	(1969-1992)- (1913-1968)														



ნახ. 22. ფარდობითი ტენიანობის წლიური სვლა პუნქტებში: ხაიში (1), ჯვარი (2), გალი (3)

მნიშვნელობები გალის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდეგი პერიოდისათვის გაიზარდა 3%-ით. ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა (წყლის ორთქლის დრეკადობა, ცხრილი 27) ასევე გაიზარდა ყველა პუნქტში, ხაიმის გამოკლებით, სადაც იგი დარჩა უცვლელი და თუ ყველა პუნქტში ეს ზრდა მერყეობდა 0.1–0.5ჰპა-ს ფარგლებში, ჯვარში კი მან მიაღწია 0.8ჰპა-ს.

სადგურ გალში წყალსაცავის აშენების შემდეგ წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები გაიზარდა. საშუალო თვიური მნიშვნელობები სექტემბრიდან მაისის ჩათვლით გაიზარდა 0.2ჰპა-დან (მაისი) 1.0ჰპა-მდე (აპრილი), ზაფხულის თვეებში ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას: წყლის ორთქლის დრეკადობის სიდიდეები ზაფხულის ყველა თვეებში და დეკემბერში შემცირდა 0.3ჰპა-დან (დეკემბერი) 1.3ჰპა-მდე (ივნისი). წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობა გალის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდგომი პერიოდისათვის გაიზარდა 2.0ჰპა-ით.

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს გალის წყალსაცავის ავტონომიური გავლენის შეფასება (ჯვრის წყალსაცავის გავლენის გარეშე) გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე პუნქტ გალში. ამ საკითხის დადებითი გადაჭრა მოხერხდა პუნქტ გალში ძირითად კლიმატწარმომქმნელ მეტეოელემენტებზე დაკვირვებათა რიგების ორ პერიოდად დაყოფით: 1913-1968წწ და 1968-1978წწ. 1978წლის შემდეგ მიღებული ინფორმაცია მხედველობაში არ იქნა მიღებული, ვინაიდან 1978 წლის შემდეგი პერიოდისათვის ამ მეტეოელემენტების სიდიდეებზე უკვე გარკვეულ გავლენას ახდენდა ჯვრის წყალსაცავი, რომელიც ექსპლოატაციაში გადაეცა 1979 წელს. ცხრილში 28 მოცემულია მეტეოელემენტების საშუალო მნიშვნელობები სადგურ გალში აღებული ორი პერიოდისათვის. ეს სიდიდეები თავისუფალია ჯვრის წყალსაცავის გავლენისაგან.

როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები თებერვალ-ოქტომბერში (ივნისის გარდა) საშუალო გაიზარდა 0.2-ის 1.8⁰-ით (მაქსიმუმით თებერვალ-აპრილში), ხოლო

ცხრილი 25

ნაღებების საშუალო თვიური და წლიური ჯამები (მმ) და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები ბაღის წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ პერიოდისათვის

პერიოდი	პარამეტრი	თ ვ მ												წმ ლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1913-1968	P ₁	117.0	1.06.0	116.0	117.0	103.0	160.0	158.0	138.0	127.0	109.0	110.0	149.3	
	ᄁ ₁	77.33	66.93	65.36	84.55	55.97	79.89	91.02	75.28	65.52	79.50	62.97	58.43	
	ᄂ ₁	12.08	10.45	10.08	12.89	8.44	11.75	13.72	11.22	9.66	11.87	9.39	8.71	
	ᄃ ₅₁	8.59	7.44	7.17	9.17	6.00	8.37	9.76	7.89	6.87	8.44.	6.67	6.19	
	D ₁	10.33	9.84	8.72	11.05	8.17	7.37	8.68	8.81	6.99	9.35	8.64	7.89	
	C ₁	0.66	0.63	0.57	0.72	0.54	0.50	0.58	0.57	0.47	0.63	0.58	0.53	
	A ₅₁	0.47	-0.01	-0.03	2.50	0.38	0.41	0.70	0.99	0.42	0.93	0.26	0.45	
	ᄆA ₅₁	0.82	0.78	0.70	0.88	0.66	0.61	0.69	0.68	0.58	0.74	0.69	0.64	
	E ₁	-0.19	-0.81	-0.66	9.91	-0.07	-0.60	0.75	17.22	-0.23	1.00	-0.24	-0.06	
	ᄆE ₁	0.77	0.77	0.76	00.75	0.74	0.72	0.74	0.73.	0.74	0.73	0.73	0.71	
	A ₁	69.48	52.86	71.18	110.27	74.77	179.80	181.39	133.74	153.21	109.78	102.76	85.42	
	B ₁	2.26	2.54	2.07	0.29	1.27	-0.72	-1.04	-0.08	-0.64	0.75	0.26	1.09	
1969-1992	P ₂	124.0	116.0	129.0	135.0	125.0	185.0	171.0	150.0	139.0	154.0	145.0	1727.0	
	ᄀ ₂	87.34	50.32	52.10	57.03	68.10	89.03	100.88	90.68	76.95	70.54	79.13	312.45	
	ᄂ ₂	17.83	10.27	10.63	11.64	13.90	18.17	20.59	18.51	15.71	14.40	16.15	63.78	
	ᄃ ₅₂	12.74	7.34	7.60	8.32	9.93	12.99	14.71	13.23	14.698	10.29	11.54	45.58	
	D ₂	14.41	8.82	8.21	8.60	11.10	9.80	12.01	12.35	11.22	9.33	11.15	10.59	
	C ₂	0.71	0.73	0.40	0.42	0.54	0.48	0.59	0.61	11.27	0.46	0.55	0.52	

ცხრილი 25
(განმეცხვება 1)

პერიოდი	თ ვ ჯ												ჯამი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1969-1992	მშენი	1.65	0.35	0.20	0.34	1.93	1.41	1.23	0.76	0.55	0.05	1.14	0.44	0.33
	A _{S2}	1.14	0.76	0.73	0.75	0.90	0.81	0.96	0.98	0.67	0.79	0.90	0.86	0.55
	E ₂	2.39	-0.49	-0.05	-0.86	4.68	2.06	2.38	-0.20	0.91	-0.88	1.22	-0.86	0.56
	GE ₂	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.22	1.00	1.00
	A ₂	69.65	118.41	159.00	135.02	48.99	140.58	129.32	143.08	146.98	148.82	119.17	131.27	1491.16
	B ₂	4.98	-0.16	-2.36	-0.05	6.10	3.58	3.37	0.54	-0.61	0.44	2.06	1.59	18.86
1913-1992	P ₃	117.68	110.23	123.30	123.21	104.28	168.69	159.76	138.87	136.87	131.30	119.85	193.30	1395.73
	Ö ₃	80.81	62.33	60.88	78.14	51.68	84.02	93.85	81.22	69.65	78.37	70.61	63.33	585.70
	μ ₃	10.02	7.74	7.49	9.18	6.31	10.04	11.47	9.78	8.33	9.43	8.80	8.23	74.38
	σ ₃₃	7.1	5.5	5.3	6.5	5.5	7.1	8.1	6.9	5.9	6.7	6.0	5.8	52.8
	D ₃	8.52	7.02	6.08	7.45	6.05	5.96	7.18	7.04	6.01	6.87	7.09	6.67	533
	C ₃	0.69	0.57	0.49	0.61	0.50	0.50	0.59	0.58	0.50	0.57	0.59	0.55	0.42
	A ₃₃	1.08	0.01	-0.16	2.23	0.42	0.85	0.99	0.91	0.54	0.59	0.8	0.70	-1.54
	GA ₃₃	0.68	0.56	0.50	0.59	0.50	0.49	0.57	0.56	0.49	0.55	0.57	0.54	0.45
	E ₃	1.42	-0.66	-0.34	-81	0.10	0.97	1.89	0.63	-0.06	0.12	0.56	0.09	1.37
	GE ₃	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.62
	A ₃	89.94	80.74	92.24	105.96	65.10	153.24	161.39	123.90	145.01	110.34	92.29	84.92	889.82
	B ₃	0.84	0.89	0.93	0.51	0.56	0.43	-0.05	0.43	-0.18	0.77	0.79	1.10	16.06
ΔP	7	10	13	18	12	25	13	18	1	27	36	41	234	

-იანვარში შემცირდა 0.3-0.6⁰-ით. გალ წყალსაცვის აშენების შემდეგ ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიურმა მნიშვნელობამ მოიმატა 0.4⁰-ით. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგ წყლის ორთქლის დრეკადობისა და ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიურმა სიდიდეებმა მოიმატა შესაბამისად 0.233პა-ით და 0.8%-ით წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები წინა პერიოდთან შედარებით ყველა თვეში (გარდა ივნისისა და დეკემბრისა) გაიზარდა 0.1-0.93პა-ს ფარგლებში. ივნისში და დეკემბერში იგი შემცირდა 0.4-1.03პა-ს საზღვრებში.

ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური მნიშვნელობები გალის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდეგი პერიოდისათვის წინა პერიოდთან შედარებით ყველა თვეში შემცირდა 0.3-0.6მ/წმ-ის ფარგლებში, ხოლო ქარის სიჩქარის საშუალო წლიურმა მნიშვნელობამ წინა პერიოდთან შედარებით დაიწია 0.4მ/წმ-ით. რაც შეეხება ნალექების რაოდენობას, იგი წინა პერიოდთან შედარებით შემცირდა 17მმ-ით.

ამრიგად, “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდის გამოყენებით ჯვრისა და გალის წყალსაცავების გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენის ხარისხის რაოდენობრივი შეფასების შედეგად შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. წყალსაცავების აშენების შემდეგ ყველა განხილულ პუნქტში ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობის შემცირებას (გალის გარდა). სადგურ გალში ადგილი აქვს ამ მახასიათებლის ზრდას.

2. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე ასევე შემცირდა. არსებითი შემცირება აღინიშნა ჯვარში (1.1მ/წმ). სადგურ გალში ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე წინა პერიოდთან შედარებით შემცირდა 0.3-0.4მ/წმ-ით.

3. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა ყველა პერიოდში გაიზარდა 11მმ-დან (მესტია) 288-მდე (გალი). ნალექების წლიური ჯამების უდიდესი ზრდა აღინიშნა სადგურ გალში-288მმ, ჯვარში-215 და სუგდიდში-227მმ. სადგურ გალში ნალექების თვიური ჯამების უდიდესი ზრდა აღინიშნა დეკემბერში (41მმ), უმცირესი კი – სექტემბერში (1მმ).

აქედან უნდა აღინიშნოს, რომ სადგურ გალში ჯვრის წყალსაცავის აშენებამდე (1979წ) ნალექების საშუალო წლიურმა

ცხრილი 26

ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები (მ/წმ) და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები სადგურ ბაღში

პერი ოდი	პარა მეტრი	თ კ კ												წკ ლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1913-1968	E ₁	7.47	69.59	67.31	75.21	79.89	76.79	77.67	83.17	61.74	76.50	76.49	65.87	
	G ₁	23.10	22.93	22.23	22.18	13.63	2.67	19.67	19.86	2.74	13.86	6.06	29.50	
	μ ₁	4.08	4.05	3.95	3.92	2.34	0.40	3.42	3.46	0.46	3.38	1.02	5.39	
	σ ₁	2.91	2.89	2.61	2.79	1.67	0.32	2.44	2.46	0.33	0.33	1.70	0.73	3.84
	D ₁	5.80	5.82	5.88	5.82	3.11	0.56	4.46	4.45	0.56	0.56	3.11	1.34	8.18
	C ₁	0.33	0.33	0.33	0.33	0.18	0.03	0.26	0.26	0.03	0.03	0.18	0.08	0.45
	A ₅₁	-2.60	-2.54	-2.49	-2.85	-4.90	-0.04	-3.58	-0.60	-0.41	-0.25	-4.89	-1.54	-1.70
	σA ₅₁	0.57	0.57	.7	0.57	0.46	0.42	0.51	0.51	0.42	0.42	0.46	0.52	0.69
	E ₁	5.15	5.01	4.79	5.00	24.28	-0.17	11.10	11.19	-0.11	0.91	24.13	4.14	1.18
	σE ₁	0.57	0.87	0.87	0.87	0.64	0.83	0.85	0.85	0.83	0.53	0.54	0.83	0.89
1969-1992	A ₁	50.43	54.23	51.08	53.06	68.53	79.17	65.55	66.27	81.65	80.05	69.48	75.01	36.54
	B ₁	1.03	0.93	0.98	0.86	0.38	0.04	0.66	0.67	0.08	0.09	0.40	0.08	1.76
	E ₂	78.38	74.2	73.08	73.92	76.58	74.88	77.92	81.75	80.79	80.51	76.71	80.21	77.63
	σ ₂	6.43	5.73	4.58	3.28	3.79	15.90	16.45	3.25	2.38	2.97	16.29	4.71	2.36
	μ ₂	1.31	1.17	0.94	0.67	0.77	3.25	3.36	0.64	0.49	0.61	3.33	0.96	0.48
	σ ₂	0.94	0.84	0.67	0.48	0.58	2.32	2.40	0.46	0.35	0.48	2.33	0.69	0.34
	D ₂	1.68	1.58	1.25	0.91	1.01	4.34	4.31	0.79	0.60	0.75	4.34	1.20	0.62
	C ₂	0.08	0.08	0.06	0.04	0.05	0.21	0.21	0.04	0.03	0.04	0.21	0.06	0.03

ცხრილი 26
(დაგრძელება I)

პარამეტრი	თ ვ ჯ												Vj წმ	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1969-1992	A ₂	0.09	-0.48	0.26	-0.22	-0.57	-4.32	-4.40	-0.45	0.18	-0.84	-4.32	-0.21	0.24
	6A ₂	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.57	0.57	0.50	0.50	0.50	0.57	0.51	0.50
	E ₂	-0.32	0.-13	-0.32	-0.36	2.65	17.48	17.97	0.61	-0.77	0.84	17.49	0.14	-0.16
	6E ₂	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	A ₂	70.57	67.29	68.50	71.39	73.94	82.14	76.72	78.61	78.30	78.59	84.70	78.31	74.70
	B ₂	0.62	0.56	0.37	0.20	0.21	-0.58	0.10	0.25	0.20	0.14	-0.64	0.15	0.24
1913-1992	E ₃	73.09	71.89	69.58	70.27	72.93	76.41	77.09	79.34	77.98	77.00	76.52	73.80	70.76
	Ö ₃	18.09	17.79	17.29	17.34	17.45	14.74	18.82	15.51	15.26	18.00	15.05	18.00	22.68
	μ ₃	2.42	2.38	2.31	2.32	2.29	1.94	2.47	2.07	2.38	2.35	1.99	2.34	3.09
	6μ ₃	1.72	1.69	1.64	1.65	1.63	1.37	1.75	1.47	1.69	1.67	1.44	1.66	2.19
	D ₃	3.31	3.33	3.32	3.30	3.14	2.53	3.21	2.61	3.05	3.05	2.61	3.18	4.36
	C ₃	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.19	0.24	0.24	0.20	0.23	0.33	0.20	0.24
	A ₃₃	-3.46	-3.40	-3.42	-3.50	-3.73	-4.78	-3.84	-4.76	-3.93	-3.92	-4.56	-3.47	-2.77
	6A ₃₃	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.36	0.38	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.43
	E ₃	11.31	10.97	11.08	11.50	12.79	21.92	10.10	21.47	13.89	18.89	20.46	11.44	5.78
	6E ₃	0.65	0.65	0.65	0.68	0.64	0.64	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.68	0.67
	A ₃	62.05	62.71	59.91	60.42	77.45	85.21	72.94	72.15	91.09	59.24	75.49	82.80	54.01
	B ₃	0.39	0.30	0.34	0.35	-0.15	-0.30	0.15	0.25	-0.44	-0.41	0.04	-0.29	0.61
(1969-1992)- (1913-1968)	ΔE	7.9	4.7	5.8	6.6	1.4	-1.9	1.1	4.1	-2.4	-1.4	0.2	3.7	2.7

მნიშვნელობებმა არა თუ მოიმატა (რასაც ადგილი აქვს ჯვრის წყალსაცავების აშენების შემდეგ), არამედ გალის წყალსაცავის გავლენით შემცირდა 7.6მმ-ით წინა პერიოდთან შედარებით ე.ი. ნალექების წლიური ჯამის ზრდა გალში გამოწვეულია ჯვრის წყალსაცავის გავლენით.

4. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიურმა მნიშვნელობებმა განსახილველ პუნქტებში მოიმატა 1-9%-ით. სადგურ გალში იგი გაიზარდა 0.8%-ით (გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგ) და 3%-ით ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ. უდიდესი ზრდა აღინიშნა ჯვარში-9%.

სადგურ გალში ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური მნიშვნელობების მაქსიმალური ზრდა აღინიშნა იანვარში – 8%, მინიმალური კი – ნოემბერში -0.2%; ხოლო ივნისში, სექტემბერში და ოქტომბერში ფარდობითი ტენიანობა შემცირდა წინა პერიოდთა შედარებით 1.4-2.2%-ით.

5. წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობების სიდიდემ მოიმატა ყველა პუნქტში. უდიდესი ზრდა აღინიშნა სადგურ ჯვარში – 0.8ჰპა. სადგურ გალში წყლის ორთქლის დრეკადობის წლიურმა მნიშვნელობამ მოიმატა მხოლოდ 0.2ჰპა-ით. წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვურმა სიდიდემ ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ გალში მაქსიმალურად მოიმატა ზაფხულის თვეებში (0.8-1.0ჰპა); მინიმალური ზრდა აღინიშნა სექტემბერში – 0.4ჰპა; ივნისში, ივლისში და დეკემბერში წყლის ორთქლის დრეკადობის შემცირება აღინიშნა წინა პერიოდთან შედარებით 0.3-0.5ჰპა ფარგლებში.

ამრიგად ჯვრისა და გალის წყალსაცავების აშენებისა და მათი ერთობლივი ზემოქმედების შედეგად კლიმატის ცვლილება გამოიხატა ტემპერატურის და ქარის სიჩქარის შემცირებაში; რეგიონის სხვა პუნქტებში წყალსაცავები შესამჩნევ გავლენას ვერ ახდენს.

ხაიშის რაიონში ხუდონის წყალსაცავის აშენების შემთხვევაში კლიმატის ცვლილება სადგურ ხაიშში იქნება უფრო ძლიერი, ვინაიდან სადგური ხაიშში პრაქტიკულად განლაგებულია ხუდონის ნაგულისხმევი წყალსაცავის სანაპიროზე. ამასთანავე.

ცხრილი 27

წელის ოროქლის დრეკადობის საშუალო თვეური და წლიური მნიშვნელობები და მათი სტატისტიკური მახასიათებლები საღებურ გაღში წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ. (კპა)

პერიოდი	პარამეტრი	თ კ კ												წლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1928-1968	e ₁	6.0	6.0	7.0	10.0	14.0	19.0	22.0	22.0	18.0	15.0	9.0	8.0	12.8
	σ ₁	2.00	2.04	2.54	2.50	2.49	1.21	8.31	5.58	3.29	2.44	2.41	0.86	5.19
	μ ₁	0.33	0.34	0.40	0.41	0.40	0.19	0.87	0.92	0.53	0.40	0.40	0.14	0.90
	σ _{S1}	0.24	0.24	0.30	0.29	0.29	0.14	0.62	0.68	0.36	0.28	0.28	0.10	0.67
	D ₁	5.45	5.86	6.33	4.22	2.84	1.02	4.03	4.25	2.94	8.08	4.23	1.82	8.24
	C ₁	0.33	0.32	0.37	0.26	0.17	0.06	0.25	0.26	0.18	0.19	0.26	0.11	0.47
	A _{S1}	-2.22	-2.97	-2.05	-3.09	-4.88	-0.18	-3.61	-3.12	-4.27	-3.87	-3.07	-0.33	-1.62
	σA _{S1}	0.50	0.53	0.58	0.48	0.43	0.40	0.47	0.48	0.44	0.44	0.48	0.41	0.69
	E ₁	4.44	4.44	2.89	9.53	25.22	-0.77	11.97	9.19	21.41	18.20	9.37	-0.27	0.67
	σE ₁	0.82	0.82	0.53	0.81	0.79	0.78	0.81	0.81	0.79	0.79	0.81	0.78	0.86
1969-1992	A ₁	4.43	4.82	4.93	7.93	13.32	18.37	19.08	18.67	18.24	12.71	8.46	7.32	6.81
	B ₁	0.09	0.08	0.10	0.09	0.05	0.02	0.14	0.15	-0.01	0.01	0.05	0.01	0.26
	e ₂	6.70	6.80	7.90	11.0	14.20	17.70	21.6	21.5	18.4	13.5	9.5	7.69	13.0
	σ ₂	0.69	0.69	0.71	2.08	0.96	3.89	4.71	4.66	1.32	1.25	2.14	0.70	1.06
	μ ₂	0.14	0.14	0.15	0.43	0.20	0.79	0.96	0.95	0.27	0.26	0.44	0.14	0.22
	σ _{S2}	0.10	0.10	0.10	0.30	0.14	0.57	0.69	0.68	0.19	0.18	0.81	0.10	0.16
	D ₂	2.10	2.07	1.84	3.87	1.36	4.48	4.46	4.43	1.46	1.89	4.59	1.86	1.69

ცხრილი 27
(ბაგრძელება 1)

პერიოდი	პარამეტრი	თ ვ ღ												წმ ღი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1969-1992	C ₂	0.10	0.10	0.03	0.19	0.07	0.22	0.22	0.22	0.07	0.09	0.22	0.09	0.08
	A _{S2}	-0.35	-0.08	0.34	3.38	-0.43	-3.09	-8.94	-4.02	0.27	0.86	-3.58	-0.27	-2.73
	6A _{S2}	0.52	0.52	0.51	0.56	0.51	0.57	0.57	0.57	0.51	0.51	0.57	0.51	0.51
	E ₂	-0.94	-0.77	-0.55	12.28	1.87	14.90	15.01	15.89	-0.38	-0.35	13.42	-0.98	8.86
	6E ₂	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	A ₂	6.17	6.63	7.75	11.37	14.24	19.21	21.12	21.80	18.20	13.18	10.80	7.68	12.74
1928-1992	B ₂	0.04	0.01	0.01	-0.03	0.00	-0.12	0.04	-0.02	0.01	0.03	-0.08	0.00	0.02
	e ₃	6.4	5.5	7.2	10.2	14.8	18.7	21.85	21.50	18.20	13.20	9.60	7.60	11.60
	6 ₃	1.58	1.88	20.06	2.43	2.05	1.24	5.10	5.22	2.71	2.08	2.00	0.61	4.13
	μ ₃	0.21	0.22	0.27	0.31	0.26	0.16	0.66	0.67	0.34	0.26	0.26	0.10	0.55
	6 _{S3}	0.15	0.15	0.19	0.22	0.19	0.11	0.47	0.47	0.24	0.19	0.18	0.07	0.39
	D ₃	3.35	3.31	3.74	3.05	1.83	0.84	3.06	3.11	1.89	2.00	2.69	1.33	4.63
	C ₃	0.26	0.26	0.29	0.24	0.14	0.07	0.24	0.24	0.15	0.16	0.21	0.11	0.35
	A _{S3}	-2.68	-2.80	-2.76	-1.30	-8.89	-0.16	3.70	-3.40	-4.78	-3.99	-3.86	-0.33	-2.41
	6A _{S3}	0.38	0.38	0.39	0.37	0.33	0.32	0.87	0.37	0.83	0.38	0.36	0.32	0.44
	E ₃	8.20	8.71	7.07	11.75	34.86	-0.25	12.89	11.21	30.41	20.01	14.88	-0.30	4.70
6E ₃	0.63	0.63	0.64	0.63	0.62	0.62	0.63	0.60	0.62	0.62	0.63	0.62	0.65	
A ₃	5.31	5.51	5.75	8.86	13.90	19.72	20.86	20.77	18.06	12.68	8.83	7.44	8.91	
B ₃	0.00	0.00	0.05	0.05	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.10	

ორი წყალსაცავის ეფექტი მიმდებარე რაიონის კლიმატის მახასიათებლებზე თვისი გავლენის მხრივ შეიძლება გახდეს მნიშვნელოვნად შესამჩნევი არსებულთან შედარებით.

წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გავლენის შეფასება შეიძლება მოხდეს კლიმატური მახასიათებლების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობების ანალიზის სტატისტიკური მეთოდით- სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებით. ამ მიზნით მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების შედეგად მიღებული მრავალწლიური რიგი წყალსაცავის გავლენის ზონაში განლაგებული პუნქტისათვის იყოფა ორ ნაწილად: წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ პერიოდებად.

რიგის ცალკეული ორი ნაწილისათვის საშუალო მრავალწლიურ მნიშვნელობებს \bar{x}_1 და \bar{x}_2 ; საშუალო კვადრატულ გადახრებს $\overline{\sigma}_1$ და $\overline{\sigma}_2$; \hat{t} გამოითვლება ფორმულით:

$$\hat{t} = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{m\overline{\sigma}_1^2 + n\overline{\sigma}_2^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}} \quad (6.3)$$

რომელიც ემორჩილება სტიუდენტის განაწილების კანონს $n+m-2$ თავისუფლების ხარისხით. გამოსახულებაში (6.3) n და m არიან წევრთა რიცხვები რიგის ნაწილებში \hat{t} პარამეტრის იმ მნიშვნელობების შემთხვევაში, რომლებიც აღმატებიან თავისი სიდიდით ცხრილში მოყვანილ მნიშვნელობებს (თავისუფლების მოცემული ხარისხისა და დონისათვის). უარყოფილი იქნება ჰიფოთეზა იმის შესახებ, რომ X_1 და X_2 საშუალებები ეკუთვნის ერთი და იგივე გენერალურ ერთობლიობას, ე.ი. თვლიან, რომ განსაზღვრული ალბათობით შეიძლება ლაპარაკი წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გავლენის ეფექტის შესახებ.

ორი მეზობელი პუნქტის მეტეოელემენტების მნიშვნელობების შედარების დროს (ამ პუნქტებიდან ერთი განლაგებულია წყალსაცავის გავლენის არეალში, მეორე კი - მის გარეთ) კრიტერიუმი გამოიყენება ამ სადგურებზე არსებული მეტეოელემენტების მნიშვნელობების სხვაობების რიგების მიმართ. საერთო მოცულობის სხვაობების რიგი ჩვეულებრივად იყოფა ორ ნაწილად: ერთ ნაწილში n (წყალსაცავის აშენებამდე) და მეორე ნაწილში m (წყალსაცავის აშენების შემდეგ) წევრების რაოდენობით.

რიგს თვითოეული ნაწილისათვის გამოთვლილია საშუალო მნიშვნელობები და სხვაობების საშუალო კვადრატული გადახრები. n -ისა და m -ის P^3 -ის შეუღლებებისათვის განისაზღვრება $t_{\alpha, \beta}$ მნიშვნელობა. თუკი აღმოჩნდა, რომ სათანადო ცხრილიდან აღებული $t_{\text{კრიტ.}}$ მნიშვნელობები აღემატებიან $t_{\alpha, \beta}$ -ს, მაშინ რიგი ერთგვაროვანია, ე.ი. მეტეოელემენტების სიდიდეებზე წყალსაცავის გავლენა არ აღინიშნება. თუკი $t_{\text{კრიტ.}} < t_{\alpha, \beta}$, მაშინ მეტეოელემენტების რიგების ერთგვაროვნება დარღვეულია, რაც გამოწვეულია წყალსაცავის გავლენით. ჰაერის ტემპერატურისა და სხვა კლიმატური, მახასიათებლების მნიშვნელობები დროის განმავლობაში განიცდიან ბუნებრივ ცვლილებებს, რაც გამოიხატება მათ ბუნებრივ სვლაში. წყალსაცავები თავისი გავლენით არღვევენ მეტეოროლოგიური ელემენტების ბუნებრივ აღინიშნა, ამის შედეგად დაკვირვებათა მრავალწლიური რიგები ხდებიან არაერთგვაროვანი. ტემპერატურის რიგების არაერთგვაროვნების შემოწმება ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით. გაანალიზებული იქნა საშუალო ტემპერატურის რიგები პუნქტებში ხაიში, ჯვარი და გალი, რომლებიც განლაგებულია ჯვრისა და გალის ქვალსაცავების გავლენის ზონაში.

ტემპერატურის რიგი სადგურ ხაიშში ხასიათდება სადგურის გადატანასთან დაკავშირებული არაერთგვაროვნებით, მაგრამ ამის გარდა, მკაცრად გამოირჩევა ჰაერის ტემპერატურის რიგების არაერთგვაროვნება, განპირობებულია ჯვრის წყალსაცავის არსებობით. ეს კარგად ჩანს ხაიშის მონაცემების შედარებით ლატის მონაცემებთან.

განსაკუთრებით მკვეთრადაა გამოსახული ერთგვაროვნების დარღვევა 1978 წლის ნოემბრიდან, როდესაც ჯვრის წყალსაცავმა დაიწყო ფუნქციონირება (ცხრილი-29). 1980-1987 წლების სვლას და როგორც პერიოდში \bar{t} -ის ყველა გამოთვლილი მნიშვნელობები აღემატებიან ცხრილის მნიშვნელობებს $t_{\text{კრიტ.}} = 2$ და შეიძლება 8%-იანი ალბათობით ლაპარაკი წყალსაცავის გავლენის შესახებ ჰაერის ტემპერატურის ველზე პუნქტ ხაიშში. ასეთივე მოვლენას აქვს ადგილი სექტემბერშიც. დეკემბერში \bar{t} -ის მნიშვნელობები ყველა წლისათვის არ აღემატებიან $t_{\text{კრიტ.}}$ -ს. (2.04;2.09;2.12 შესაბამისად 1963,1984 და 1986წლებში).

ცხრილი 28

ბალის წყალსაცავის ბაგლეზა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე.
1913-1968წწ და 1969-1978წწ

ჰუნტი ბალი

პარამეტრი	თ კ კ												წლი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
t_1 , (1913-68)	4.9	5.8	7.9	12.2	16.5	20.2	22.3	22.5	19.5	14.6	10.3	6.8	13.6
t_2 , (1969-78)	4.6	6.8	9.2	13.3	16.9	20.2	22.9	22.7	19.8	15.0	9.7	6.4	14.0
$\Delta t = t_2 - t_1$	-0.3	1.0	1.3	1.1	0.4	0.0	0.6	0.2	0.3	0.4	-0.6	-0.4	0.4
e_1	6.0	6.0	7.0	10.0	14.0	19.0	22.0	22.0	18.0	13.0	9.0	8.0	12.8
e_2	6.3	6.6	7.9	10.3	14.1	18.0	22.1	22.0	18.2	13.4	9.6	7.6	13.0
$\Delta e = e_2 - e_1$	0.3	0.6	0.9	0.3	0.1	-1.0	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	-0.4	0.2
E_1	7.05	69.6	67.3	67.3	75.2	79.9	76.8	77.7	83.2	81.7	76.5	76.5	75.2
E_2	75.0	70.0	71.0	72.0	76.0	77.0	80.0	80.0	79.0	80.0	78.0	80.0	76.0
$\Delta E = E_2 - E_1$	4.5	0.4	3.7	4.7	0.8	-2.9	3.2	2.3	-4.2	-1.7	1.5	3.5	0.8
v_1	1.0	1.3	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1
v_2	0.6	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7
$\Delta v = v_2 - v_1$	-0.4	-0.4	-0.6	-0.5	-0.2	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.6	-0.5	-0.4
P_1	117.0	106.0	116.0	117.0	103.0	160.0	158.0	132.0	138.0	127.0	109.0	110.0	132.0
P_2	90.0	124.0	138.0	136.0	92.0	167.0	133.0	149.0	142.0	161.0	107.0	146.0	127.4
$\Delta P = P_2 - P_1$	-27.0	18.0	22.0	29.0	-11.0	7.0	-25.0	17.0	4.0	34.0	-2.0	36.0	7.6

ჯვრისა და ლატას მონაცემების შედარებისას წყალსაცავის გავლენა ისე ცხადად, როგორც ხაიში, არ მუდგანდება. მაგრამ სექტემბერში, როგორც გამონაკლისი, წყალსაცავის აშენების შემდეგი პერიოდისათვის სტიუდენტის პარამეტრის გამოთვლილი მნიშვნელობები აღემატებიან ცხრილიდან აღებულ მნიშვნელობებს 5 %-იან დონეზე.

როგორც ცხრილში 29 მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, ერთის მხრივ სადგურ ხაიშსა და ლატას, ხოლო მეორეს მხრივ სადგურ ჯვრისა და ლატას ჰაერის ტემპერატურების რიგების ერთგვაროვნება დარღვეულია 1979 წლიდან, როდესაც ექსპლოატაციაში გადაეცა ჯვრის წყალსაცავი. ამ წლიდან დაწყებულია სტიუდენტის პარამეტრის მნიშვნელობები მკვეთრად იზრდება და ისინი რიგი წლებისათვის აღემატებიან $t_{აქს}$ მნიშვნელობებს.

ჰაერის საშუალო ტემპერატურების მნიშვნელობების შეფასება ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის დასადგენად სტიუდენტის პარამეტრით მოცემულია ცხრილში 30.

როგორც ცხრილში 30 მოყვანილი მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, (მდინარე ენგურის აუზის წყალსაცავებისა და გალის წყალსაცავის განლაგების რაიონში სადგურები: ჯვარი, ხაიში, მესტია, ზუგდიდი, გალი) მიღებული ჰაერის ტემპერატურის რიგების სამ პერიოდად დაყოფის შედეგად გამოთვლილი იქნა \bar{t}_2 და \bar{t}_3 მნიშვნელობები) \bar{t}_3 საშუალო წლიური მნიშვნელობები ყველა პუნქტში მეტია \bar{t}_2 (0.89) მნიშვნელობებზე: სადგურ ჯვარში \bar{t}_3 მნიშვნელობა აღემატება \bar{t}_2 მნიშვნელობას (0.77), სხვა სადგურებში კი – (ხაიში, მესტია, ზუგდიდი) \bar{t}_3 მნიშვნელობები თითქმის სამჯერ მეტია \bar{t}_2 მნიშვნელობებზე.

საკვლევი წყალსაცავების (გალი, ჯვარი, ზუღონი) გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე ჩვენს მიერ რაოდენობრივად შეფასებული იქნა აგრეთვე მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული ნახევრადემპირიული მეთოდით, რომელიც საკმარისი სისუსტით აფასებს წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე გავლენის ეფექტს.

როგორც უკვე აღინიშნა, ამ მეთოდით გამოთვლების დროს შესაბამისი ფორმულებით, გარკვეულ აიძნელეს წარმოადგენს წყალსაცავებში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის

ცხრილი 29

პაერის ტემპერატურის რიგების ერთგვაროვნების დარღვევის შემოწმება პუნქტებში ხაში-ლაბა და ჯვარი-ლაბა სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებით ნომბერი, სკეტიზერი

წელი	პაერის ტემპერატურა, XI		პაერის ტემპერატურა, IX		ლაბა X	ლაბა Y	X-Y	წილი X	წილი Y	X-Y	წილი X	წილი Y	X-Y
	ლაბა X	ხაში Y	ლაბა X	ხაში Y									
1966	11.0	9.9	17.0	16.2	0.8	1.88	17.0	19.2	2.2	2.2	1.80		
1967	8.1	8.5	16.8	15.9	0.9	1.37	15.8	13.8	2.2	2.2	1.77		
1968	11.0	8.9	18.1	17.6	0.5	1.45	18.1	21.6	3.5	3.5	1.85		
1969	7.5	5.4	16.6	16.2	0.4	1.18	16.6	19.1	2.5	2.5	1.23		
1970	9.1	6.9	17.1	16.0	1.1	0.81	17.1	19.1	2.0	2.0	1.08		
1971	7.5	5.3	20.1	19.2	0.9	1.08	20.1	21.7	1.6	1.6	1.15		
1972	7.2	4.8	17.6	16.3	1.3	1.17	17.6	19.8	2.2	2.2	1.41		
1973	8.9	3.0	17.0	16.4	0.6	1.66	17.0	18.4	1.40	1.40	1.40		
1974	8.6	6.6	16.2	15.7	0.5	1.47	16.2	18.7	2.5	2.5	1.80		
1975	7.3	4.8	17.2	16.6	0.6	1.19	17.2	19.5	2.3	2.3	1.65		
1976	8.6	6.7	16.3	15.3	1.0	1.00	16.3	18.8	2.5	2.5	1.60		
1977	8.2	5.2	17.2	16.2	1.0	1.22	17.2	19.1	1.9	1.9	1.45		
1978	5.2	2.4	17.8	16.7	1.9	1.45	17.5	20.1	2.8	2.8	1.63		
1979	10.0	7.6	18.3	17.7	0.6	1.83	18.3	20.0	1.7	1.7	1.59		
1980	9.0	6.9	15.7	14.9	0.8	1.65	15.7	17.2	1.5	1.5	1.94		
1981	6.7	4.2	18.2	17.1	1.1	1.70	18.2	20.2	2.0	2.0	2.50		
1982	8.8	4.1	17.4	16.7	0.7	2.9	17.4	19.8	2.4	2.4	2.79		

ცხრილი 29

(ტაბრძელება 1)

ჰაერის ტემპერატურის რიგების ერთგვაროვნების დარღვევის შემოწმება პუნქტებში ხაიში-ლაბა და ჯვარი-ლაბა სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებით ნოემბერი, სექტემბერი

წელი	ჰაერის ტემპერატურა, XI			ჰაერის ტემპერატურა, IX			ჰაერის ტემპერატურა, გრად.			
	ლაბა X	ხაიში Y	X-Y	ლაბა X	ხაიში Y	X-Y	ლაბა X	ჯვარი Y	X-Y	
1983	7.6	5.3	2.3	16.7	16.5	0.2	2.17	19.7	19.4	2.7
1984	8.1	5.9	2.2	18.9	17.5	1.4	1.40	18.9	21.1	2.2
1985	9.4	6.6	2.8	16.3	15.5	0.8	2.60	16.3	19.1	2.8
1986	6.3	5.1	1.2	19.7	18.9	8.0	3.01	19.7	22.1	2.4
1987	7.7	5.4	2.3	15.9	15.6	1.3	13.81	18.9	20.2	4.3
1988	5.4	6.0	0.6	18.0	16.8	1.2	13.00			

ცხრილი 30

პაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება ჯგერისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის შესაფასებლად სტიდენტის პარამეტრით

გარეული ტემპერატურის მნიშვნელობების შესაფასებლად სტიდენტის პარამეტრით	საშუალო თვიური ტემპერატურები და მათი საშუალო კვადრატული გადახრები												ჯგ	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
41	\bar{t}_1	5.1	5.6	7.9	13.0	17.18	20.2	22.0	22.4	19.6	15.7	11.0	7.6	14.0
	σ_1	2.45	2.36	2.29	2.0	1.39	1.28	1.04	1.3	1.65	2.32	2.2	2.49	0.8
10	\bar{t}_2	5.5	5.7	8.3	12.5	17.19	19.8	21.4	22.0	19.9	15.4	10.6	7.3	13.8
	σ_2	2.6	1.96	1.54	1.71	2.03	2.06	1.24	1.68	1.28	1.17	1.76	1.50	0.45
6	\bar{t}_3	5.4	5.0	7.6	13.1	17.5	18.8	21.2	22.2	2.03	15.1	10.7	6.8	13.7
	σ_3	2.36	2.22	1.34	1.84	2.08	0.59	1.09	1.98	1.13	0.88	1.26	0.94	0.37
$\bar{t}_2 - \bar{t}_1$		0.4	0.1	0.4	-0.5	0.01	-0.2	-0.6	-0.4	0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2
$\bar{t}_3 - \bar{t}_1$		0.3	-0.6	-0.3	0.1	0.3	-0.4	-0.8	-0.2	0.7	-0.6	-0.3	-0.8	-0.3
\bar{t}_2		0.48	0.12	0.53	0.72	0.02	0.77	1.58	0.79	0.54	0.4	1.33	0.37	-0.77
\bar{t}_3		0.28	0.58	0.31	0.11	0.46	0.74	1.68	0.33	0.99	0.61	0.28	0.80	0.69

ჯგ ა რ ი

ცხრილი 30
 (გაგრძელება 1)
 ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის შესაფასებლად სტიუდენტის პარამეტრით

გაზსაფუძვლის პერიოდი	წლების რიცხვი	პარამეტრები	საშუალო თვიური ტემპერატურები და მათი საშუალო გვერდობრივი გადახრები												წლები
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1933-77	45	\bar{x}_1	-0.1	1.6	4.9	10.6	15.38	18.3	20.8	20.8	16.73	11.1	6.1	1.6	10.6
		σ_1	2.03	1.84	2.01	1.69	1.08	1.2	1.13	1.21	1.44	1.68	1.52	1.89	0.61
1978-87	11	\bar{x}_2	-0.2	0.8	5.2	10.5	15.2	17.9	20.7	20.3	16.72	11.0	5.4	1.4	10.4
		σ_2	1.5	2.66	1.44	1.75	1.48	0.78	2.1	1.8	1.12	0.65	1.42	1.38	0.63
1982-87	7	\bar{x}_3	-0.4	-0.1	-4.7	11.2	15.41	17.8	20.3	20.1	16.79	10.8	5.5	0.8	10.2
		σ_3	1.64	2.92	1.78	1.79	2.03	1.01	1.63	2.34	1.16	0.53	0.79	0.81	0.65
		$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	-0.1	-0.8	0.3	-0.1	-0.2	-0.4	-0.1	-0.5	-0.11	-0.1	-0.7	-0.2	-0.2
		$\sigma_3 - \sigma_1$	-0.3	-1.7	-0.2	.6	-0.03	-0.5	-0.5	-0.7	0.1	-0.3	-0.6	-0.8	-0.4
		\bar{x}_2	0.81	0.39	1.2	0.0	0.23	0.25	0.53	0.60	0.45	0.0	0.9	0.15	0.46
		\bar{x}_3	0.55	0.4	0.15	0.34	0.25	0.51	1.37	0.67	0.45	0.68	1.00	1.07	0.96

ცხრილი 30
 (გაგრძელება 2)
 პაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის შესაფასებლად სტიუდენტის პარამეტრით

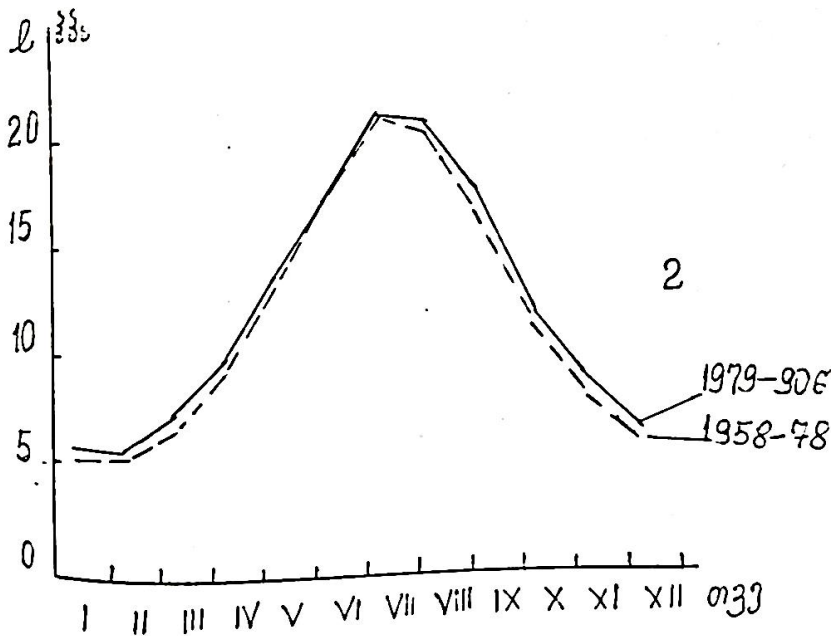
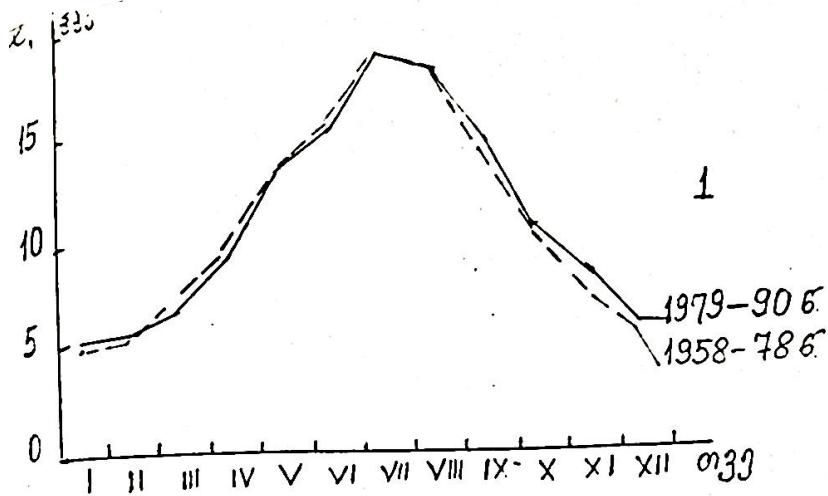
გაშუქობის პერიოდი	წლების რიცხვი	პარამეტრი	საშუალო თვიური ტემპერატურები და მათი საშუალო გვადრატული გადახრები												ჯამი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მესრია															
1937-77	41	\bar{x}_1	4.9	5.8	7.9	12.9	16.5	20.2	22.3	22.4	19.5	14.6	10.3	6.83	11.9
		σ_1	2.4	2.46	3.0	2.39	2.73	1.21	3.5	3.58	1.27	2.74	2.71	2.12	5.03
1978-87	10	\bar{x}_2	4.9	6.2	8.5	13.3	16.7	20.4	22.0	21.8	19.9	15.0	10.4	6.3	13.4
		σ_2	1.81	1.93	1.84	2.69	1.58	1.17	4.69	4.71	1.36	1.64	2.16	2.12	2.86
1982-87	7	\bar{x}_3	4.7	5.4	7.7	12.7	16.3	20.3	21.7	22.1	20.0	14.8	10.8	6.6	13.5
		σ_3	1.83	1.43	1.57	1.51	1.87	0.63	2.32	3.14	1.7	0.31	1.05	1.1	0.63
		$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	0.4	0.3	0.0	0.4	0.6	0.4	0.2	0.2	-0.3	-0.6	0.4	0.4	0.1
		$\sigma_2 - \sigma_1$	0.4	-0.5	-0.2	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	0.1	-0.6	-0.3	0.5	0.2	0.5
		\bar{x}_2	0.56	0.45	0.20	0.71	0.91	0.68	0.34	0.7	0.51	1.96	1.32	0.67	1.16
		\bar{x}_3	0.47	0.61	0.20	0.52	0.22	0.26	0.24	0.27	0.54	0.26	1.14	1.76	0.60

ცხრილი 30
 (გაგრზელებს 3)
 პაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გაკლენის შესაფასებლად სტიუდენტის პარამეტრით

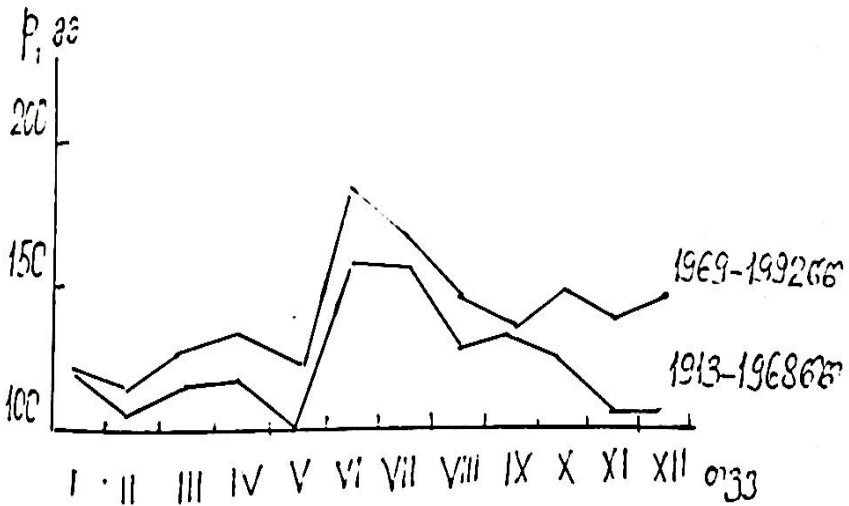
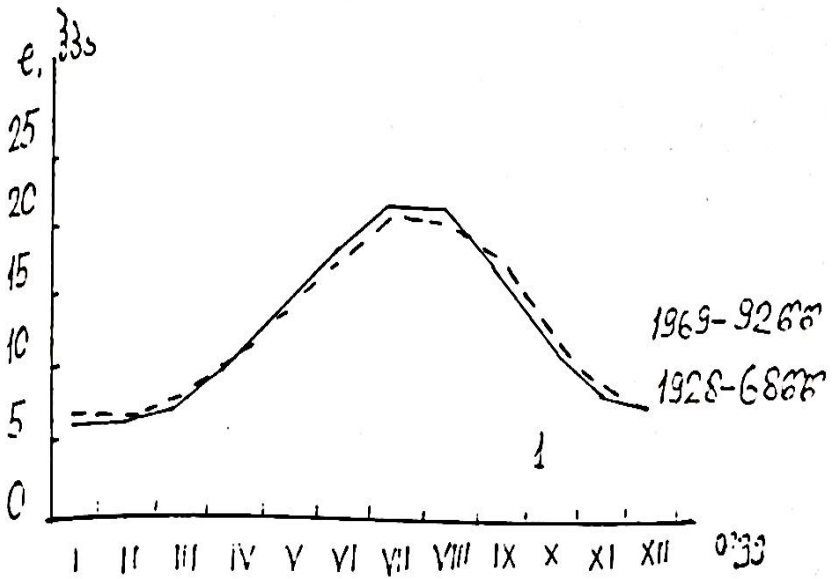
გაშუქობის პერიოდი	წლების რიცხვი	პარამეტრები	საშუალო თვიური ტემპერატურები და მათი საშუალო კვადრატული გადახრები												წლები
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1929-79	48	\bar{x}_1	5.0	5.8	8.0	12.6	17.1	20.4	22.5	22.6	19.3	14.8	14.8	10.8	13.8
		σ_1	2.25	2.34	2.12	1.77	1.18	1.27	1.09	1.31	1.32	1.89	1.62	2.10	0.68
1978-88	10	\bar{x}_2	5.6	6.1	8.8	12.6	17.0	20.3	22.3	22.3	19.5	14.8	10.3	7.0	13.9
		σ_2	1.92	1.92	1.56	1.10	1.60	0.76	1.21	1.62	1.35	1.02	1.80	1.66	0.54
1982-88	7	\bar{x}_3	5.4	5.5	8.1	12.8	17.0	20.2	22.0	22.3	19.5	14.4	10.3	6.2	13.6
		σ_3	2.05	2.06	1.44	1.96	1.45	0.33	1.22	1.73	1.47	0.68	0.47	0.85	0.33
		$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	0.6	0.3	0.8	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	0.2	0.0	-0.5	0.1	0.1
		$\sigma_2 - \sigma_1$	0.4	0.3	0.1	0.2	-0.1	-0.2	0.5	-0.3	0.2	-0.4	-0.5	-0.7	-0.2
		\bar{x}_2	0.81	0.39	1.2	0.0	0.23	0.25	0.53	0.60	0.45	0.0	0.9	0.15	0.46
		\bar{x}_3	0.55	0.4	0.15	0.34	0.25	0.51	1.37	0.67	0.45	0.68	1.00	1.07	0.96

ცხრილი 30
 (გაგრძელება 4)
 ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება ჯვრისა და გალის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის შესაფასებლად სტიუდენტის პარამეტრით

გაზსაწყობების პერიოდი	წლების რიცხვი	პარამეტრები	საშუალო თვიური ტემპერატურები და მათი საშუალო გვერდობრივი გადახრები												სტანდარტი
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1929-79	76	\bar{t}_1	4.9	5.8	7.9	12.9	16.5	20.2	22.3	22.4	19.5	14.6	10.3	6.83	11.9
		σ_1	2.4	2.46	3.0	2.39	2.73	1.21	3.5	3.58	1.27	2.74	2.71	2.12	5.03
1978-88	24	\bar{t}_2	4.9	6.2	8.5	13.3	16.7	20.4	22.0	21.8	19.9	15.0	10.4	6.3	13.4
		σ_2	1.81	1.93	1.84	2.69	1.58	1.17	4.69	4.71	1.36	1.64	2.16	2.12	2.86
1982-88	11	\bar{t}_3	4.7	5.4	7.7	12.7	16.3	20.3	21.7	22.1	20.0	14.8	10.8	6.6	13.5
		σ_3	1.83	1.43	1.57	1.51	1.87	0.63	2.32	3.14	1.7	0.31	1.05	1.1	0.63
		$\bar{t}_2 - \bar{t}_1$	0.0	0.4	0.6	0.4	0.2	0.2	-0.3	-0.6	0.4	0.4	0.1	-0.5	1.5
		$\sigma_2 - \sigma_1$	-0.2	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	0.1	-0.6	-0.3	0.5	0.2	0.5	-0.2	1.6
		\bar{t}_2	0.20	0.71	0.91	0.68	0.34	0.7	0.51	1.96	1.32	0.67	1.16	0.99	1.34
		σ_2	0.20	0.52	0.22	0.26	0.24	0.27	0.54	0.26	1.14	1.76	0.60	0.31	1.05



ნახ. 23. წელის ორთქლის საშუალო წლიური სვლა
სადგურებში: ხაიში (1), ჯვარი (2)



ნახ. 24. წელის ოროქლის დრეკადობის (1) და ნალექების (2) წლიური სვლა სადგურ გალში

მნიშვნელობების განსაზღვრა, ვინაიდან, როგორც ცნობილია, ასეთი დაკვირვებები უმეტეს შემთხვევაში წყალსაცავებზე,

საერთოდ, და მთის წყალსაცავებზე კერძოდ, არ წარმოებს. ამიტომ რიგ შემთხვევაში მოცემული წყალსაცავისათვის წყლის ზედაპირის ტემპერატურას განსაზღვრავენ ინტერპოლაციის მეთოდით მოცემული რეგიონისათვის სათანადოდ აგებული გრაფიკებიდან $t_{\text{წ}}=f(H)$. თუკი ამ რეგიონისათვის არსებობს სათანადო დაკვირვებების შედეგად მოპოვებული ინფორმაცია.

ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური, ფარდობითი ტენიანობა, ნალექების რაოდენობა, ქარის სიჩქარე) მნიშვნელობები ამ წყალსაცავების ნორმალური შეტბორვის დონეებისათვის, რაც შესაბამისად ჯვრის, ხუდონისა და გალის წყალსაცავებისათვის შეადგენს 510, 700 და 100,6 მეტრს, განსაზღვრული იქნა ამ მეტეოელემენტების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკების საშუალებით, რომლებიც აგებული იქნა იმ პერიოდისათვის, როდესაც წყალსაცავები არ არსებობდა.

წყალსაცავებში წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურებს შორის სხვაობების ($t_{\text{წ}} - t_{\text{ჰ}}$) მნიშვნელობა და მისი ნიშანი განსაზღვრავენ წყალსაცავის გავლენას როგორც წყლისპირა, ისე მიწისპირა ჰაერის ფენებზე. გამოთვლების დროს ფორმულას შემავალი ფუნქციების $F_{\text{წ}}$, $F_{\text{ჰ}}$, $\Phi_{\text{წ}}$, $\Phi_{\text{ჰ}}$ მნიშვნელობები აღებულია შესაბამისი გრაფიკებიდან /13/.

ჯვრის წყალსაცავისათვის მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილებში: 31, 32. მათში მოცემულია შემდეგი სიდიდეები:

$t_{\text{წ}}$ - არის წყლის ზედაპირის ტემპერატურა;

$t_{\text{ჰ}}$ - ჰაერის ტემპერატურის საშუალო თვიური მნიშვნელობები წყალსაცავის ნორმალური შეტბორვის დონეზე (10მ);

$t_{\text{წ}} - t_{\text{ჰ}}$ - წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურის სხვაობა;

$\Delta t = (t_{\text{წ}} - t_{\text{ჰ}}) F_{\text{წ}}$ - ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება;

$t_{\text{წ}} = t_{\text{ჰ}} + \Delta t$ - წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის პროგნოსტიკული ტემპერატურა (პირქარის შემთხვევაში სანაპირო წყლის საზღვრებზე);

e_0 - წყლის ზედაპირის ტემპერატურების მნიშვნელობებით ($t_{\text{წ}}$) გამოთვლილი აბსოლუტური ტენიანობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები;

e' - არის ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის მნიშვნელობა 510მ სიმაღლეზე;

$(e_0 - e')$ -არის აბსოლუტური ტენიანობის მნიშვნელობების სხვაობა;

$\Delta e = (e_0 - e') F_e$ -ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის ფარდობითი ცვლილება;

$e = (e' + \Delta e)$ -აბსოლუტური ტენიანობის პროგნოსტიკული მნიშვნელობები;

$P', \%$ - ფარდობითი ტენიანობის პროგნოსტიკული სიდიდეები, განსაზღვრული t' და e' მნიშვნელობებით;

$\Delta U = (U - U')$ -წყალსაცავის მიერ გამოწვეული ფარდობითი ტენიანობის ცვლილებები.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ წყალსაცავზე ჰაერის განარბენის სიგრძე შეადგენს 27კმ-ს. ქარის უპირატესი მიმართულება არის ჩრდილოეთისა: მისი აღბათობა მერყეობს 81-82%-ის ფარგლებში. აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილების არეალი შეადგენს იანვარ-მაისში 3-4კმ-ს, ივნის-სექტემბერში 5-10კმ-ს, ოქტომბერ-დეკემბერში 4-5კმ-ს, ფარდობითი ტენიანობის შემთხვევაში 2%-ის სიზუსტის დროს წყალსაცავის გავლენის არეალი განივრცობა 5კმ-ზე, ხოლო 1%-ის სიზუსტის დროს კი-10-20კმ მანძილზე.

1. როგორც ამ ცხრილში მოცემული ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, ჯვრის წყალსაცავის მოქმედებით ჰაერის მიმდებარე ფენის ტემპერატურა ზამთრის თვეებში იზრდება 0.3-0.5⁰-ით, მაქსიმუმით იანვარში, ე.ი. ზამთრის პერიოდში გარემოს კლიმატზე ჯვრის წყალსაცავი ახდენს გამათბობელ გავლენას.

მარტივად დაწყებული ნოემბრის ჩათვლით, ცხრა თვის განმავლობაში, წყალსაცავი გარემოს კლიმატზე ახდენს გამაცივებელ გავლენას, რომლის მაქსიმუმი აღინიშნება აპრილში, ივლისში და აგვისტოში (-0.7⁰). წლის განმავლობაში ჯვრის წყალსაცავის ზემოქმედების შედეგად გარემოს ტემპერატურა ეცემა 0.3⁰-ით. ამასთან ერთად, წლის განმავლობაში გამაცივებელი პერიოდის ხანგრძლივობა სამჯერ აღემატება გამათბობელი პერიოდის ხანგრძლივობას, რაც განპირობებულია წყალსაცავის დიდი სიღრმით და წყალსაცავში წყლის მასის ფორმირებით თოვლ-მყინვარის ცივი წყლის მასებით.

რაც შეეხება საშუალო თვიური ტემპერატურის ცვლილებას წყალსაცავზე და მისგან სხვადასხვა მანძილზე, მისი სიდიდე დამოკიდებულია წლის დროზე. როგორც ცხრილში მოცემული ინფორმაციიდან ჩანს, წყალსაცავის გავლენა ზამთრისა და ზაფხულის ბოლოს და შემოდგომის შუა რიცხვებში, ვრცელდება 1კმ-მდე. გაზაფხულზე და შემოდგომის დასაწყისში (სექტემბერი) წყალსაცავის ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის არეალი შემოფარგლულია ნახევარკოლომეტრიანი სიდიდის რადიუსით.

წლის ცივი და თბილი პერიოდების ცვლის დროს ზაფხულის დასაწყისში (მარტი) და შემოდგომის ბოლოს (ნოემბერი) ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის ზონა შემოფარგლულია მხოლოდ წყალსაცავის აკვატორიით. წყალსაცავის ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის ზემოთ აღნიშნული საზღვრები მიღებულია ტემპერატურის ცვლილების 0.2⁰-ის სიზუსტით, რისი დაფიქსირების ალბათობა უზრუნველყოფილია სათანადო ინსტრუმენტალური გაზომვების სიზუსტით. თუკი ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტედ მივიღებთ გარკვეულად საეჭვო სიდიდეს 0.1⁰, მაშინ წყალსაცავის გავლენის ზონის ფარგლები შესაძნეველად იზრდება.

2. წლის განმავლობაში წყლის ორთქლის დრეკადობის ცვლილებას წყალსაცავის სანაპირო ხაზთან აქვს მონოტონური ზრდის ხასიათი იანვრიდან (0.5ჰპა) მაისის ჩათვლით(2.8ჰპა). ივნისიდან დაწყებული წყლის ორთქლის დრეკადობის სიდიდე ასევე მონოტონურად მცირდება და აღწევს მინიმუმს ზამთრის თვეებში (0.7ჰპა). ანალოგიურ კანონზომიერებებს აქვს ადგილი წყლის ხაზიდან 0.1; 1.5 და 1კმ-ით დაშორებულ მანძილზე (ზრდის მაქსიმუმი აღინიშნება მაის-ივნისში, მინიმუმი კი – იანვარ-თებერვალში).

ამრიგად, წყალსაცავის აკვატორიაზე მიმდებარე ტერიტორიასთან შედარებით წყლის ორთქლის დრეკადობა მნიშვნელოვნად იზრდება (0.7-2.8ჰპა). წლის განმავლობაში წყლის ორთქლის დრეკადობის მაქსიმალურ ფარდობით ზრდას ადგილი აქვს მარტ-აპრილში (წყლის ორთქლის დრეკადობის საწყის მნიშვნელობებთან შედარებით 27-28%-ით), მნიშვნულურს– აგვისტო-სექტემბერში (8%). წყლის ორთქლის დრეკადობის ფარდობითი სიდიდე ზაფხულიდან დაწყებული (8-9%) თანდათანობით მატულობს და აღწევს მაქსიმუმს გაზაფხულზე-აბსოლუტური

მაქსიმუმით აპრილში-28%. წლის განმავლობაში წყალსაცავზე წყლის ორთქლის დრეკადობის სიდიდე საშუალოდ მატულობს 1.5კპა-ით.

წყალსაცავის გავლენა ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობაზე ტემპერატურასთან შედარებით ვრცელდება გაცილებით დიდ მანძილზე ზაფხულის განმავლობაში და სექტემბერში ჯვრის წყალსაცავის ზეგავლენით გამოწვეული აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილება აღინიშნება სანაპირო ხაზიდან 10კმ მანძილზე, ოქტომბერ-დეკემბერში ეს მანძილი მცირდება 5კმ-მდე, იანვარ-მარტში კი— 3-4კმ-მდე.

3.ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება წყალსაცავის ზეგავლენით მაქსიმალურია გააზფხულის პერიოდში (19-21%), მინიმალურია სექტემბერ-თებერვლის პერიოდში (7-9%). ზაფხულში ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება მერყეობს 10-12%-ის ფარგლებში. ფარდობითი ტენიანობის ზრდის აბსოლუტური მაქსიმუმი აღინიშნება აპრილში (21%), აბსოლუტური მინიმუმი— სექტემბერში; ნოემბერში და თებერვალში (7%). წლის განმავლობაში ფარდობითი ტენიანობის ზრდა ჯვრის წყალსაცავის აკვატორიაზე საშუალოდ მრავალწლიური მონაცემებით შეადგენს 11%-ს.

თუ წყალსაცავის ზემოქმედების შედეგად გამოწვეულ ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების ზღვრულ მნიშვნელობად მიღებული იქნება 2%, მაშინ ჯვრის წყალსაცავის გავლენის არეალი ვრცელდება 5კმ-დე. იმ შემთხვევაში კი, როდესაც გაზომვის სიზუსტის მნიშვნელობად მიღებულია 1%, წყალსაცავის გავლენის ზონა ვრცელდება 10კმ და მეტზე.

აქვე ხაზი უნდა გაესვას იმ პრინციპულ გარემოებას, რომელიც განსაზღვრავს ამ გამოთვლების შედეგად მიღებული წყალსაცავის გავლენის ხანგრძლივობას და ინტენსივობას: წყლის ზედაპირის ტემპერატურისა და მიმდებარე ჰაერის ფენის ტემპერატურის სიდიდეებს შორის თანაფარდობის საკითხს. იმასთან დამოკიდებულებით, თუ რა მეთოდიკით არის განსაზღვრული წყალსაცავში წყლის ზედაპირისა და ზედა ფენის ტემპერატურის სიდიდეები (ინსტრუმენტალურად, ანალოგ-წყალსაცავის გამოყენებით, მოცემული რაიონისათვის აგებული წყლისა და ჰაერის ტემპერატურებს შორის დამოკიდებულების

ცხრილი 31

პაერის ტემპერატურის (t'), აბსოლუტური (e) და ფარდობითი (U) ტენიანობის გამოთვლა ჰერის წყალსაცავის აკვანობის (პორქარის სანაპირო წყლის ხაზი)

პარამეტრი	თ კ მ											წმ ლი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
t _წ , °C	3.1	3.8	5.9	10.4	15.2	18.2	20.0	20.1	17.3	12.4	7.9	5.1	11.6
t', °C	1.8	2.8	5.4	11.5	16.1	18.9	21.6	21.6	18.2	13.7	8.4	4.2	12.3
t _წ - t'	1.3	1.0	-0.5	-1.1	-0.9	-0.7	-1.4	-1.5	-0.9	-1.3	-0.8	0.9	
Δt = (t _წ - t') F _t	0.5	0.4	-0.3	-0.7	-0.6	-0.3	-0.7	-0.7	-0.3	-0.4	-0.2	0.3	
t' + Δt = t _{კრ.}	2.3	3.2	6.1	10.8	15.5	18.2	20.7	20.9	17.9	13.3	8.2	4.5	11.8
e ₀ , კპა	7.6	8.0	9.3	12.6	17.3	20.9	23.4	23.6	19.8	14.4	10.6	8.8	14.7
e ₁ , კპა	2.3	5.6	6.4	8.6	12.5	16.4	19.3	19.6	15.6	10.8	7.8	5.8	11.1
(e ₀ - e ₁), კპა	2.3	2.4	2.9	4.0	4.8	4.5	4.1	3.9	4.2	3.6	2.8	3.0	
Δe = (e ₀ - e ₁) F _e	0.7	0.7	1.7	2.4	2.8	1.8	1.7	1.6	1.2	1.0	0.8	0.9	
$\frac{\Delta e}{e}$, %	1.3	13	27	28	22	11	9	8	8	9	10	16	
e = (e + Δe), კპა	6.0	6.3	8.1	11.0	15.3	18.2	21.0	21.2	16.8	11.8	8.6	6.7	12.6
U, %	76	75	66	64	68	75	76	76	75	69	71	72	72
U', %	84	82	86	85	87	87	86	86	82	77	79	80	83
ΔU = (U - U')	8	7	20	21	19	12	10	10	7	8	7	9	11

ცხრილი 32

ჯგერის წყალსაცავის სანაპირო ხაზიდან ქარის მიმართულებით სხვადასხვა მანძილზე პეკრის საშუალო თვეური ტემპერატურის, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეების ცვლილება (Δt, Δe, ΔU, °C, ჰპა, %)

თვე	Δt			წელის საზიდან დაშორების მანძილი, კმ										შენიშვნა
	Δe ₁	ΔU ₁	საზიდან	0.1	0.5	1	5	10	20	50				
I	Δt	0.5	0.3	0.25	0.2	0.2	0.1	0.08	0.05	0.03	X-27კმ			
	Δe	0.7	0.46	0.38	0.3	0.3	0.14	0.12	0.09	0.05				
	ΔU	8	6	4	3	3	2	1	1	0				
II	Δt	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.1	0.06	0.04	0.02	არის მიმარ თულებს			
	Δe	0.7	0.46	0.36	0.31	0.14	0.14	0.12	0.1	0.05				
	ΔU	7	4	4	3	3	1	1	1	0				
III	Δt	-0.3	-0.13	-0.1	-0.07	-0.02	-0.02	-0.07						
	Δe	1.7	0.64	0.41	0.32	0.06	0.06	0.03						
	ΔU	20	7	6	4	2	2	0						
IV	Δt	-0.7	-0.3	-0.2	-0.1	-0.06	-0.06	-0.03	-0.01					
	Δe	2.4	0.68	0.66	0.44	0.08	0.08	0.04						
	ΔU	21	6	4	2	1	1	0						
V	Δt	-0.6	-0.2	-0.16	-0.1	-0.05	-0.05	-0.03						
	Δe	2.8	1.06	0.67	0.53	0.10	0.10	0.06						
	ΔU	19	8	5	3	2	2	1						
VI	Δt	-0.3	-0.2	0.13	-0.1	-0.05	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01				
	Δe	1.8	0.05	0.63	0.54	0.20	0.20	0.18	0.09	0.05				
	ΔU	12	6	4	3	2	2	1	0					

ცხრილი 32
(გაგრძელება 1)

თპმ	Δt_1	Δe_1	ΔU_1	წელის ბაზიდან	წელის ბაზიდან დაშორების მანძილი, კმ										შენიშვნა	
					0.1	0.5	1	5	10	20	50					
VII	Δt	-0.7	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.07	-0.04	-0.01							
	Δe	1.7	0.86	0.67	0.49	0.21	0.16	0.38	0.04							
	ΔU	10	6	4	3	2	1	0								
VIII	Δt	-0.7	-0.4	-0.3	-0.2	-0.03	-0.05	-0.02								
	Δe	16.0	0.82	0.55	0.47	0.20	0.15	0.08	0.04							
	ΔU	10	5	3	2	2	1	1	0							
IX	Δt	0.3	-0.23	-0.2	-0.1	0.07	-0.05	-0.04								
	Δe	1.2	0.88	0.59	0.50	0.21	0.17	0.08	0.04							
	ΔU	7	6	4	2	1	1	0								
X	Δt	-0.4	-0.3	-0.25	-0.2	-0.1	-0.08	-0.05	-0.03							
	Δe	1.0	0.76	0.5	0.43	0.10	0.14	0.07	0.04							
	ΔU	8	6	4	3	2	1	1	0							
XI	Δt	-0.2	-0.13	-0.1	-0.08	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01							
	Δe	0.89	0.59	0.39	0.34	0.14	0.11	0.06	0.03							
	ΔU	7	6	4	3	1	1	0								
XII	Δt	0.3	0.23	0.2	0.1	0.07	0.05	0.04	0.02							
	Δe	0.9	0.63	0.43	0.36	0.15	0.12	0.06	0.03							
	ΔU	9	5	4	3	1	0									

გრაფიკით ან ანალიტიკური გამოსახულებით), გამოთვლის შედეგად მიიღება წყალსაცავის გამაცივებელი და გამათბობელი ეფექტის ხანგრძლივობისა და ინტენსივობის გარკვეული ვარიანტები.

მირებული პასუხების მრავალსახეობა საკითხის ცალსახად და კორექტულად გადაჭრის მიზნით დღის წესრიგში აყენებს საკვლევი წყალსაცავების აკვატორიაზე წყლის ზედაპირის ტემპერატურის სიდიდეებზე სისტემატური ინსტრუმენტალური დაკვირვებების ორგანიზაციის აუცილებლობას. /25,26/-ში ტიმფევის მეთოდით შეფასებულია ჯვრის წყალსაცავის გავლენა გარემოს ისეთ კლიმატურ მახასიათებლებზე, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა. ამასთან ერთად გამოყენებული იქნა გალის წყალსაცავის წყლის ზედაპირის ტემპერატურის მნიშვნელობები, რომლებიც მიღებული იქნა ამ მეთოდის გამოყენებით.

როგორც ცნობილია, გალის წყალსაცავი, რომელიც ასრულებს ჯვრის წყალსაცავისათვის ქვედა ბიეფის როლს, წყლის ზედაპირის საშუალო თვიური მნიშვნელობები აგრეთვე განსაზღვრული იქნა პუნქტ ჯვარში გაზომვით მიღებული ჯვრის წყალსაცავის წყლის ზედაპირის მნიშვნელობების სიონის წყალსაცავ - ანალოგზე შესაბამისად მიღებული კოეფიციენტების მნიშვნელობებზე გამრავლებით. გასაგებია, რომ წყლის ზედაპირის ტემპერატურის ამ მნიშვნელობებმა გარკვეული გავლენა მოახდინა მიღებული შედეგების სიზუსტეზე, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს წყალსაცავებში წყლის ზრედაპირის ტემპერატურის წლიური მსვლელობის განსაზღვრის აუცილებლობას ინსტრუმენტული დაკვირვებების ორგანიზაციის გზით და არა წყალსაცავ-ანალოგების გამოყენების საშუალებით.

ცხრილი 33

ჰაერის ტემპერატურის, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის ცვლილებები ჯვრის წყალსაცავის პირქარ სანაპიროზე

პარამეტრი	თ ვ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Δt, °C	1.0	0.7	-0.9	-1.7	-2.3	-1.6	-2.3	-3.0	-1.9	-2.9	0.2	1.1
Δe, ჰჰა	0.9	0.8	1.4	1.5	0.8	0.5	-0.2	-1.0	-0.2	0.7	1.0	1.2
ΔU, %	6	5	20	20	16	11	10	11	8	9	7	7

ცხრილში 34 მოცემულია ამავე მეტეოელემენტების ცვლილება წყალსაცავის სანაპირო ხაზიდან სხვადასხვა მანძილზე.

ამავე მეთოდით ჩვენს მიერ რაოდენობრივად შეფასებული იქნა ხუდონის წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე, აბსოლუტურ და ფარდობით ტენიანობაზე წყალსაცავის სანაპირო ხაზზე და მისგან 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 20 და 50კმ მანძილზე (ცხრილები 35, 36).

როგორც აღინიშნა ძირითადად კლიმატურ მახასიათებლებზე ხუდონისა და ჯვრის წყალსაცავების გავლენა რაოდენობრივად შეფასებული იქნა ერთი და იგივე მეთოდით, როგორც ამ ცხრილში მოცემული ინფორმაციიდან ჩანს, წყალსაცავების მეტეოელემენტებზე გავლენის ზონის სიდიდე წლის განმავლობაში იცვლება ფრთო საზღვრებში და იგი ცალსახად არ არის დამოკიდებული წყალსაცავების ზომების შეფარდებაზე. მაგალითად, დეკემბერში ჯვრის წყალსაცავის გავლენის ზონა ვრცელდება 8-10კმ-მდე, ხუდონის წყალსაცავისა კი 1კმ-მდე. ივლისში პირველის გამაცივებელი ზემოქმედება ვრცელდება 20კმ-მდე, მეორისა კი – მხოლოდ 5-7კმ-მდე. ჯვრის წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გამათობელი გავლენა გრძელდება ნოემბერ-თებერვალში (4 თვე), გამაცივებელი კი – 8 თვე (მარტი-ოქტომბერი). სათანადო პერიოდების ხანგრძლივობა ხუდონის წყალსაცავისათვის შესაბამისად შეადგენს ასევე 4 და 8 თვეს.

აღსანიშნავია, რომ გამათობელი ეფექტის ინტენსივობა ჯვრის წყალსაცავისათვის გაცილებით ძლიერია ხუდონის წყალსაცავთან შედარებით (თითქმის ორჯერ მეტი), ხოლო ამ წყალსაცავების გამაცივებელი ეფექტის სიდიდეები თითქმის ერთნაირია, მიუხედავად მათი ზომების სხვადასხვაობისა, რაც განპირობებულია ხუდონის წყალსაცავის უფრო დაბალი რეჟიმით.

რაც შეეხება წყალსაცავების გავლენის არეალის სიდიდეს ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობაზე, იგი მაქსიმალურია ჯვრისა და მინიმალურია ხუდონის წყალსაცავისათვის, რაც განპირობებულია ამ წყალსაცავების ზონების განსხვავებით. ხამთრის (XII-II თვეები) განმავლობაში ჯვრის წყალსაცავის გავლენის ზონის სიდიდე აბსოლუტურ ტენიანობაზე აღწევს 10კმ-

ცხრილი 34

ჰაერის ტემპერატურის, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის ცვლილებების მნიშვნელობები ჯვრის წყალსაცავის სანაპიროზე და მისგან სხვადასხვა მანძილზე პირქარის დროს, (X, კმ)

თემი	მეტეო ელემენტი	წელის საზღვან	წელის საზღვან დაშორების მანძილი, კმ									
			0.1	0.5	1	5	10	20	50			
I	Δt	1.0	0.7	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1				
	Δe	0.9	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1					
	ΔU	6	4	4	4	3	3	2				
II	Δt	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1					
	Δe	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1					
	ΔU	5	3	3	3	2	1					
III	Δt	-0.9	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1						
	Δe	1.4	0.5	0.3	0.2	0.1						
	ΔU	20	8	4	3	1						
IV	Δt	-1.7	-0.7	-0.8	-0.4	-0.1						
	Δe	1.5	0.5	0.4	0.3	0.1						
	ΔU	20	6	4	3	1						
V	Δt	-2.3	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	-0.1					
	Δe	0.8	0.4	0.3	0.2							
	ΔU	16	7	5	4	1						
VI	Δt	-1.6	0.9	-0.7	-0.5	-0.2	-0.1					
	Δe	0.5	0.3	0.2	0.1							
	ΔU	11	5	4	3	2	2	1				

ცხრილი 34
(გაგრძელება I)

თბმ	მეტრო ელენტი	წელის ხაზიდან	წელის ხაზიდან დაშორების მანძილი, კმ									
			0.1	0.5	1	5	10	20	50			
VII	Δt	-2.3	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	-0.3	-0.2				
	Δe	-0.2	-0.1	-0.1								
	ΔU	10	5	4	2							
VIII	Δt	-3.0	-1.6	-1.2	-0.9	-0.5	-0.3	-0.2				
	Δe	-1.0	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1						
	ΔU	11	6	4		3	2	1				
IX	Δt	-1.9	-1.3	-1.0	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2				
	Δe	-0.2	-0.1	-0.1								
	ΔU	8	6	4	3	2	2	1				
X	Δt	-0.9	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2					
	Δe	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1					
	ΔU	9	6	5	4	3	2	1				
XI	Δt	0.2	0.1	0.1								
	Δe	1.0	0.7	0.8	0.5	0.2	0.1					
	ΔU	7	6	5	4	3	2	1				
XII	Δt	1.1	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1					
	Δe	1.2	0.9	0.7	0.6	0.3	0.2	0.1				
	ΔU	6	5	4	1							

ს, ხოლო ზაფხულის პერიოდში მისი გავლენა იგრძნობა 1-5კმ ფარგლებში.

ხუდონის წყალსაცავისათვის წლის ამ პერიოდისათვის აბსოლუტურ ტენიანობაზე მისი გავლენის არეალი ვრცელდება ზამთარში 5კმ-მდე ზაფხულში კი- 1კმ-მდე. ივლის-სექტემბერში ორივე წყალსაცავზე აღინიშნება აბსოლუტური ტენიანობის შემცირების პროცესი, რაც მიუთითებს ამ თვეებში კონდენსაციური პროცესების არსებობაზე. ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე სანაპირო ხაზზე ჯვრის წყალსაცავის გავლენით იზრდება 5 (II)-დან 20%-მდე (III-IV), ხუდონის წყალსაცავის გავლენით კი- 5 (XI)-დან 1%-მდე (V).

აღნიშნულ ცხრილში (31, 33) მოყვანილია ჰაერის ტენიანობის ცვლილების მნიშვნელობები ხუდონისა და ჯვრის წყალსაცავების სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე პირქარის შემთხვევაში. გარდა ამ ვარიანტისა , ჩვენს მიერ გამოთვლილი იქნა ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი მიკროელემენტების მნიშვნელობების ცვლილების სიდიდეები წყალსაცავის სანაპირო ხაზიდან სხვადასხვა მანძილზე იმ ზოგადი შემთხვევისათვის, როდესაც განისაზღვრება ჰაერის ნაკადის საშუალო განარბენის სიდიდე საკვლევი წყალსაცავების მთლიან აკვატორიაზე და არა რომელიმე განსაზღვრული მიმართულებით, მაგალითად, პირქარის შემთხვევაში ე.ი. როდესაც შესაბამის გამოთვლებში მხედველობაშია მისაღები ქარის მიმართულების განმეორების ალბათობა ყველა რვა რუმბისათვის წყალსაცავის აკვატორიაზე მრავალწლიური მონაცემებით.

შესაბამისი მეთოდისა და ფორმულების დახმარებით /19/ გამოთვლილი იქნა ჰაერის ნაკადის საშუალო განარბენის სიგრძეები გალის, ჯვრისა და ხუდონის წყალსაცავებისათვის. ჩატარებული გამოთვლებით მიღებული შედეგები გაცილებით ზუსტად ასახავენ წყალსაცავების აკვატორიაზე მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების არსს, ვიდრე ამავე მიზნებით წყალსაცავების აკვატორიაზე ერთი რომელიმე მიმართულებით აღებული ჰაერის განარბენის კონკრეტული სიდიდის მეშვეობით მიღებული გამოთვლების შედეგები.

ცხრილში 35 მოცემულია ასეთი სახის მეთოდით გამოთვლილი ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი მეტეოელემენტების ცვლილებების სიდიდეები წყალსაცავების

წყლის ხაზიდან 0.1, 0.3, 1 და 5 კმ მანძილზე. როგორც ამ ცხრილში მოყვანილი ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, რომ ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების ცვლილების სიდიდეებზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის ნაკადის განარბენის სიგრძე.

ცხრილებში 29-30 ამავე მეთოდიკით გამოთვლილია ჰაერის ტემპერატურის, წყლის ორთქლის დრეკადობისა და ფარდობითი ტენიანობის ცვლილებები ჯვრის წყალსაცავის გავლენით 0.1; 0.5; 1; 5; 10; 20; და 50კმ მანძილზე წყლის ხაზიდან იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის ნაკადის განარბენის სიგრძე შეადგენდა 27კმ-ს, ე.ი. ქარის მიმართულება ემთხვეოდა წყალსაცავის სიგრძის მიმართულებას.

ბუნებრივია, რომ ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს კლიმატური მახასიათებლების მაქსიმალურ ცვლილებას და მათზე წყალსაცავის გავლენის ზონა აღწევს 10-20კმ-ს. რაც შეეხება ცხრილ 34-ში მოყვანილ სიდიდეებს, მათი აბსოლუტური მნიშვნელობები გაცილებით ნაკლებია ცხრილ 30-ში მოყვანილ სათანადო სიდიდეებზე, რაც განპირობებულია იმით, რომ ჯვრის წყალსაცავის აკვატორიაზე ჰაერის ნაკადის განარბენის საშუალო სიდიდემ შეადგინა მხოლოდ 0.9-1.2კმ, რამაც თავისი გავლენა ჰპოვა მეტეოელემენტების ტრანსფორმაციის ინტენსივობაზე ჰაერის ნაკადის განარბენის ასეთი მნიშვნელობების შემთხვევაში.

ცხრილი 35
 პაერის ტემპერატურების (Δt , გრად.), წყლის ოროქლის დრეკადობის (Δe , პპა) და ფარდობითი ტენიანობის (Δu , %) ცვლილება ჯგერის, გალისა და ხულონის წყალსაცავის გაგლეხით

პარამეტრი	თვე	წყალსაცავის გაგლეხით (X-e)											
		ბ ა ლ ი			ს ე ბ რ ი დ ი			წ კ ა რ ი					
		0.1	0.3	1.0	3.0	0.1	0.3	1.0	3.0	0.1	0.3	1.0	3.0
Δt	I	0.08	0.06	0.04	0.00	0.13	0.10	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.01
	II	0.06	0.05	0.03	0.00	0.10	0.08	0.04	0.02	0.06	0.05	0.02	0.01
	III	-0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.04	0.02	-0.01	-0.00	-0.03	-0.03	-0.01	0.00
	IV	-0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.02	-0.01	-0.00	-0.00
	V	-0.9	0.05	-0.03	0.00	-0.05	0.02	-0.01	-0.00	-0.07	-0.04	-0.01	-0.00
	VI	-0.12	0.08	-0.04	0.00	-0.08	-0.04	-0.01	-0.00	-0.11	-0.06	-0.02	-0.00
	VII	-0.14	0.08	-0.04	0.00	-0.00	0.11	-0.06	-0.01	-0.12	-0.06	-0.02	-0.00
	VIII	-0.15	0.09	-0.04	0.00	-0.12	0.06	-0.02	-0.00	-0.14	-0.07	-0.02	-0.00
	IX	-0.15	0.12	-0.07	0.00	-0.08	0.06	-0.08	-0.01	-0.14	-0.10	-0.05	-0.02
	X	-0.07	0.06	-0.03	0.00	-0.01	0.01	-0.00	-0.00	-0.08	-0.08	-0.03	-0.01
	XI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
	XII	0.07	0.06	0.03	0.00	0.012	0.09	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01
Δe	I	0.13	0.10	0.06	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.19	0.14	0.17	0.02
	II	0.20	0.15	0.09	0.00	0.07	0.03	0.03	0.01	0.17	0.13	0.06	0.02
	III	0.21	0.12	0.06	0.00	0.12	0.06	0.02	0.00	0.19	0.09	0.03	0.00
	IV	0.04	0.15	0.09	0.00	0.20	0.12	0.04	0.00	0.01	0.15	0.05	0.00
	V	0.45	0.26	0.13	0.00	0.38	0.19	0.06	0.00	0.47	0.24	0.08	0.00

ცხრილი 35
(გაგრძელება 1)

		(X-e)											
პარამეტრი	თვე	0.1	0.3	1.0	3.0	ბუნებრივი				წმ			
		0.1	0.3	1.0	3.0	0.1	0.3	1.0	3.0	0.1	0.3	1.0	3.0
Δe	VI	0.64	0.37	0.18	0.00	0.47	0.23	0.08	0.00	0.56	0.28	0.09	0.00
	VII	0.58	0.33	0.17	0.00	0.56	0.28	0.09	0.00	0.48	0.24	0.08	0.00
	VIII	0.59	0.34	0.17	0.00	0.57	0.28	0.10	0.00	0.58	0.29	0.10	0.00
	IX	0.67	0.52	0.30	0.00	0.48	0.36	0.18	0.06	0.63	0.47	0.24	0.08
	X	0.40	0.32	0.18	0.00	0.22	0.17	0.08	0.03	0.51	0.38	0.19	0.08
	XI	0.28	0.22	0.12	0.00	0.07	0.05	0.03	0.01	0.33	0.25	0.12	0.04
	XII	0.12	0.09	0.05	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.26	0.19	0.10	0.03
	I	1.98	1.54	0.84	0.00	1.20	0.90	0.45	0.19	2.40	1.80	0.90	0.30
	II	2.34	1.82	1.84	0.00	1.52	1.14	0.57	0.19	2.16	1.62	0.81	0.27
	III	1.89	1.08	0.84	0.00	1.55	0.76	0.26	0.00	1.86	0.93	0.31	0.00
	IV	1.82	1.04	0.52	0.00	1.74	0.87	0.29	0.00	1.80	0.90	0.30	0.00
	V	1.68	0.96	0.48	0.00	1.62	0.81	0.37	0.00	1.80	0.90	0.30	0.00
ΔU	VI	1.76	1.00	0.50	0.00	1.62	0.81	0.27	0.00	1.50	0.75	0.25	0.00
	VII	1.54	0.88	0.44	0.00	1.50	0.78	0.25	0.00	1.14	0.57	0.19	0.00
	VIII	1.26	0.72	0.36	0.00	1.50	0.75	0.25	0.00	0.46	0.63	0.21	0.00
	IX	1.71	1.33	0.76	0.00	2.00	1.50	0.75	0.25	1.84	1.38	0.69	0.23
	X	1.80	1.40	0.80	0.08	1.76	1.32	0.66	0.22	2.48	1.86	0.93	0.31
	XI	2.07	1.61	0.92	0.00	1.04	0.78	0.39	0.13	2.40	1.80	0.90	0.30
XII	1.80	1.40	0.80	0.00	1.12	0.84	0.42	0.14	2.48	1.86	0.93	0.31	

თავი 7. უწარისა და ურავის წყალსაცავების ბავლენა ბარემოს კლიმატზე

სხვადასხვა დანიშნულების წყალსაცავების მშენებლობის პრაქტიკაში გეოლოგიური ასპექტების გათვალისწინების გარდა აქტუალური ხდება გარემოს კლიმატზე მათი მოსალოდნელი გავლენის შეფასება. საპროექტო მონაცემების თანახმად ჭიორას წყალსაცავი (უწერას ჰესი) აშენდება მდ. რიონისა და ნაცრულას აუზებში ზღვის დონიდან 1200-1300მ სიმაღლეზე. წყალსაცავის სარკის მაქსიმალური ფართობი მიაღწევს 5,26კმ²-ს, სიგრძე – 5კმ-ს, სიგანე- 1კმ-ს (ნახ. 25).

ვინაიდან წალსაცავების მშენებლობა დაკავშირებულია მდინარის აუზში არსებული ქვეფენილი ზედაპირის (ერთ-ერთ კლიმატმაფორმირებელი ფაქტორის) ფიზიკური თვისებების ცვლილებებთან, რასაც თან სდევს, როგორც შედეგი, მიმდებარე ტერიტორიაზე კლიმატის მახასიატებლების გარკვეული ცვლილებები ამიტომ აუცილებელია ამ ცვლილებების რაოდენობრივი მანვენებლების დადგენა, რომლებიც დამოკიდებულია წყალსაცავის ფართობის სიდიდეზე, ოროგრაფიულ და კლიმატურ პირობებზე და განპირობებულია მდინარის უზში ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მკვეთრი ცვლილებებით მისი წყლის სარკის ზედაპირის სეცვლის მომენტიდან. ამიტომ აუცილებელი ხდება თვითოეული კონკრეტული წყალსაცავისათვის გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენის შესწავლა.

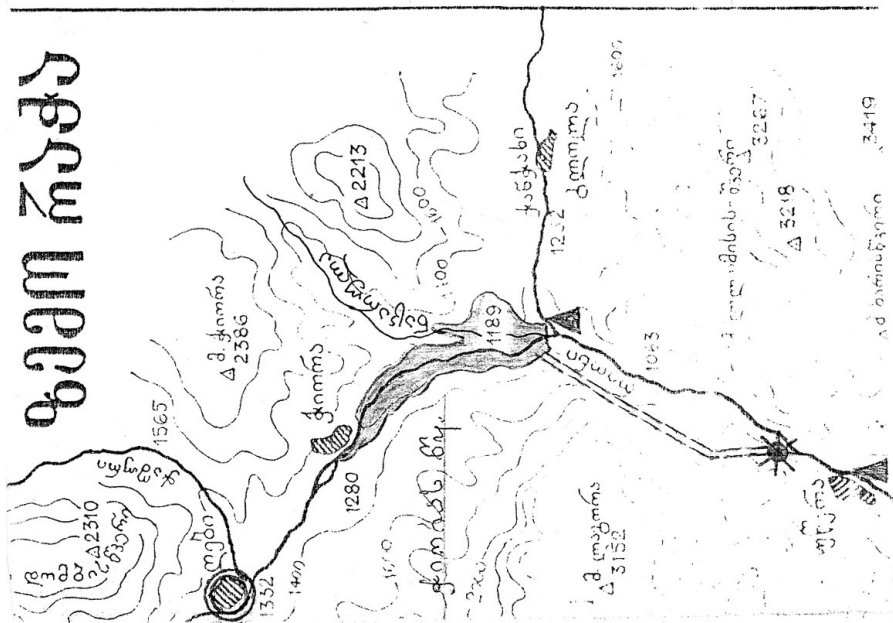
როგორც უკვე იყო აღნიშნული გარემოს კლიმატზე წყალსაცავების გავლენის შეფასების მიზნით შემუშავდა რიგი მეთოდებისა, რომელთაგანაც ძირითადად ითვლება:

– ექსპედიციის საველე პირობებში მოპოვებული ექპერიმენტული ინფორმაციის ანალიზი.

– წყალსაცავის შევსებამდე და შევსების შემდეგ მის სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე განლაგებული პონქტებისათვის არსებული მეტეოროლოგიური ელემენტების მრავალწლიური საშუალო მანვენებლების ანალიზი.

– თეორიული მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა ჰაერის მიწისპირა ფენის-თავის ტურბულენტური ტენზიუნვისა და სითბობრუნვის განტოლებების ამოხსნას.

გამოსახვა



წარმოებითი აღნიშვნები

- ☼ — უწყვეტი-ქვილი
- ☞ — ქვილი და დაკეცილი წყალსარევი
- === — დაწვეულითი გვირაბი
- ☉ — მუჭოსადგური
- ▲ — ზიდროლოგიური საკუთება

ვინაიდან უწერაჰესის წყალსაცავის შესაძლო გავლენის ზონაში კლიმატის ელემენტებზე დაკვირვებების ინფორმაცია არ არსებობს და მის მოსაპოვებლად სათანადო ექსპედიციური ექსპერიმენტალური სამუშაოებიც არ ჩატარებულა, გამოყენებული იქნა მეზობელ პუნქტებში არსებული მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა და სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები), საშუალო მრავალწლიური მაჩვენებლების სიდიდეები. ეს პუნქტებია: ამბროლაური, ხარისთვალა, ონი, შოვი, დეზი, მამისონის უღელტეხილი (ნახ. 26). ამ პუნქტებიდან სადგურები ამბროლაური, ხარისთვალა (ხერგა), ონი, შოვი, დეზი განლაგებულია მდ. რიონის აუზში, ხოლო მამისონი-კავკასიონის მთავარი ქედის უღელტეხილზე.

უწერა ჰესის წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გავლენის შესაფასებლად გაანალიზებული იქნა ზემოთ აღნიშნული პუნქტებისათვის არსებული ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ინფორმაცია და დადგენილი იქნა მათი ცვლილებების ძირითადი კანონზომიერებები დროსა და სივრცეში. ამ პუნქტების განლაგების აბსოლუტური სიმაღლეების სიდიდე და მათი დაშორების მანძილი ჭიორას წყალსაცავიდან მოცემულია ცხრილში 36

აღსანიხნავია, რომ ჭიორას წყალსაცავთან უფრო ახლოს განლაგებული მეტეოსადგურები არ გვაქვს და აუცილებელი ხანგრძლივობის პერიოდის რეპრეზენტატული დასკვნების მისაღებად სტაციონარული და ექსპედიციური მეტეოდაკვირვებების მასალა საკვლევი ტერიტორიისათვის საერთოდ არ არსებობს.

ცხრილი 36

სადგურების აბსოლუტური სიმაღლე (H) და მათი დაშორების მანძილი (L) ჭიორის წყალსაცავიდან

№	სადგური	(H)მ	L (კმ)
1	მბროლაური	540	40.0
2	ხარისთვალა (ხერგა)	1126	42.0
3	ონი	789	20.0
4	შოვი	1600	7.0
5	დეზი	1700	3.5
6	ამისონის უღ.	2854	21.0

ამის შემდეგ, ისეთი ძირითადი კლიმატმწარმოებელი მახასიათებლების რეჟიმი (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური დაფარდობითი ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა). ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის ჩვენს მიერ მიღებულია ინტერპოლაციის მეთოდით სათანადოდ აგებული გრაფიკებიდან: გრაფიკების სახით წარმოდგენილი იქნა ამ მეტეოელემენტების სიდიდის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებები რიონის ხეობის იმ მონაკვეთისათვის (ამბროლაური 540მ, მამისონის უდ. 2864მ), რომლის აბსოლუტურ სიმაღლეთა დიაპაზონი მოიცავს ჭიორას წყალსაცავის განლაგების სიმაღლებს. მრავალწლიური დაკვირვებების მასალის გამოყენებით წელიწადის თვითოეული თვისათვის აგებული იქნა მეტეოელემენტების აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების გრაფიკები და დადგენილი იქნა მათი ვერტიკალური გრადიენტები, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ნალექების რაოდენობის ნრავალწლიური საშუალოთვიური სიდიდეები ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის (ცხრილი 37).

როგორც გამოთვლების შედეგებიდან ჩანს, ამ ზონაში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან სინქრონულად ჰაერის ტემპერატურა და აბსოლუტური ტენიანობა მცირდება. რაც შეეხება ჰაერის ფარდობით ტენიანობას და ნალექების ჯამებს, მათთვის არ არსებობს აბსოლუტურ სიმაღლეზე ცალსახა დამოკიდებულება.

ჰაერის ტენიანობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულება $t=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით: $t=KH+b$, რომელშიც კოეფიციენტები დებულობენ კონკრეტულ მნიშვნელობებს თვითოეული თვისთვის, მაგალითად, იანვრისათვის ამ დამოკიდებულებას აქვს შემდეგი სახე

$$t=-6,0H+8,5 \quad (7.1)$$

ხოლო ივნისისათვის

$$t=-6,8H+23,0 \quad (7.2)$$

ცხრილი 37

ჰაერის ტემპერატურის ($t, ^\circ\text{C}$), აბსოლუტური ($\text{L}, \text{მმ}$) და ფარდობითი ($\text{E}, \%$) ტენიანობის, ნალექების რაოდენობის ჯამების ($\text{P}, \text{მმ}$) საშუალო მრავალწლიური თვიური სიდიდეები ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის

მეტეო- ელემენ- ტი	თ ვ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t, ^\circ\text{C}$	-3.3	-2.4	0.8	5.8	10.6	14.0	17.5	17.8	13.4	8.2	3.0	-1.8
$\text{L}, \text{მმ}$	3.6	4.2	4.5	6.7	9.7	12.8	15.2	15.3	11.6	8.5	6.1	-1.8
$\text{E}, \%$	80	80	78	75	74	76	78	77	80	76	79	82
$\text{P}, \text{მმ}$	90	92	92	102	126	119	97	96	104	119	111	104

ამ გამოსახულებაში თუ ჩავსვამთ ჭიორას წყალსაცავისათვის აბსოლუტური სიმაღლეების მნიშვნელობებს, მივიღებთ ამ თვეებისათვის ჰაერის ტემპერატურის ნორმების სიდიდეებს.

როგორც უკვე აღინიშნა, ხელოვნური წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე გავლენის შეფასებისათვის არსებობს რამდენიმე მეთოდური მიდგომა, რომელთაგან ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის გამოყენებული იქნა ორი: მეტეოროლოგიური რეჟიმის მრავალწლიური საშუალო მაჩვენებლების ანალიზი იმ პუნქტებში, რომლებიც იმყოფებიან წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის ზონაში სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე დაშორებით და თეორიული მეთოდი, რომელიც ემყარება მიწისპირა ჰაერის ფენაში ტურბულენტური ტენბრუნვისა და სითბობრუნვის განტოლებების ამოსხნას. ამასთან ერთად კლიმატური მახასიათებლებიდან განიხილებიან ისინი, რომლებიც ექსპერიმენტული გამოკვლევებისა და თეორიული გამოთვლების საფუძველზე განსაზღვრავენ წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიაზე სითბო და ტენბრუნვას, ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, ქარის მიმართულება და სინქარე გამოითვლება მეტეოელემენტების ვერტიკალური გრადიენტებით, რომელთა სიდიდეებზე გარკვეულ გავლენას ახდენს ოროგრაფიით განირობებული მიკროკლიმატური თავისებურებები.

ჭიორას წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გავლენის შესაფასებლად გაოყენებული იქნა ე.ი. “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდი, რომელიც როგორც აღინიშნა გამოდის იმ დაშვებიდან, რომ თუკი შექმნილი წყალსაცავი გავლენას ახდენს კლიმატზე, მაშინ მის მიმდებარე ტერიტორიაზე უნდა დაირღვეს მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებათა რიგების ერთგვაროვნება. ამასთან ერთად პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება არა ცალკეულ სადგურებზე მეტეოელემენტების სვლის დარღვევას, არამედ წყალსაცავის სანაპირო ზონაში განლაგებული სადგურების მონაცემებს და სადგურ-ეტალონების (ეს სადგურები განლაგებულია წყალსაცავის გავლენის ზონის გარეთ) მონაცემებს შორის სხვაობების ცვლილებებს, რაც არ შეიძლება დაკავშირებული იყოს წყალსაცავის შემოგარენში საერთო ცირკულაციის პროცესების დარღვევასთან: ორ სადგურზე მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობების ეს სხვაობები წარმოადგენენ ადგილობრივი კლიმატის განხვავების ინდიკატორებს და მათი ცვლილებები, დაწყებული წყალსაცავის აშენების მომენტიდან მოწმობენ ერთ-ერთ პუნქტში გარემოს კლიმატზე წყალსაცავის გავლენაზე.

ჭიორას წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის ზონაში განლაგებულ უახლოეს პუნქტად აღებულია სადგური შოვი, რომელიც განლაგებულია წყალსაცავიდან დაახლოებით 7კმ მანძილზე, სამხრეთ აღმოსავლეთის მიმართულებით სადგურ-ეტალონად (სადაც წყალსაცავის გავლენის ალბათობა კლიმატზე ნულის ტოლია) აღებულია პუნქტი ონი, რომელიც მდებარეობს წყალსაცავიდან სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით 20კმ მანძილზე.

როგორც ადრევე აღინიშნა, “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა რიგების ერთგვაროვნების დარღვევა იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ დარღვევის სიდიდე აღემატება ამ სხვაობის ბუნებრივი ცვალებადობის დონეს დროსა და სივრცეში.

სხვადასხვა ფიზიკურ-გეორაფიული რეგიონების პირობებში ჩატარებულ მრავალწლიურ დაკვირვებათა მასალის ანალიზით დადგენილია, რომ ჰაერის ტემპერატურის სხვაობის ბუნებრივი კლიმატური ცვალებადობა შეადგენს საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურისათვის არაუმეტეს 0.5⁰-ისა, საშუალო მაქსიმალური

და მინიმალური ტემპერატურებისათვის კი 0.3° -ს, დაკვირვების შედარებით მოკლე (10 წლამდე) რიგებისათვის – 0.6° -ს.

როგორც კვლევის შედეგად დადგინდა, დასავლეთ საქართველოს რეგიონში წყალსაცავის გავლენით განპირობებული ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურების ცვალებადობის სიდიდე დამოკიდებულია წელიწადის პერიოდზე, მაქსიმუმით ცივი და მინიმუმით თბილ პერიოდში. ჭიორას წყალსაცავის განლაგების რაიონში საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურების “სივრცულ სხვაობათა” შემთხვევითი ცვალებადობის კრიტერიუმად მიღებულია წელიწადის თბილი პერიოდისათვის 0.5° , ხოლო ცივი პერიოდისათვის -0.8° . ეს დაშვება იძლევა გარემოს კლიმატზე ჭიორას წყალსაცავის გავლენის ობიექტურად შეფასების შესაძლებლობას.

როგორც აღინიშნა “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდი იძლევა წყალსაცავის ზემოქმედების სავარაუდო ზონაში გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე მისი გავლენის რაოდენობრივად შეფასებას ამ ზონის მიღმა განლაგებულ სადგურ-ეკოლოგის პირობებთან შედარებით. ეს მეთოდი გამორიცხავს ზოგადცირკულაციური ფაქტორების გავლენას და გამოყოფს წყალსაცავის ფუნქციონირების შედეგად გამოწვეული გარემოს მიკროკლიმატური მახასიათებლების საკუთარ ცვლილებას. ამასთან ერთად მეტეოელემენტების ბუნებრივი ცვალებადობის სტატისტიკური კრიტერიუმი გვაძლევს დაფიქსირებულ ცვლილებეთა კლიმატური მნიშვნელობების შეფასების შესაძლებლობას.

ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოელემენტების ცვლილებების დინამიკის თავისებურებების დასადგენად დაკვირვების სამი პერიოდისათვის (1948-1967წწ., 1968-1987წწ. და 1948-1987წწ.). ცხრილ 38-ში მოყვანილია ჰაერის ტემპერატურის $t(^{\circ}\text{C})$, ფარდობითი ტენიანობის $E(\%)$, აბსოლუტური სინოტივის z (მმ) და ატმოსფერული ნალექების P (მმ) ჯამების თვიური სხვაობების სიდიდეები. ეს ინფორმაცია ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის მიღებულია ინტერპოლაციის გზით. მეტეოელემენტების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების შესაბამისი პერიოდებისათვის. აგებული გრაფიკებიდან, ამ ცხრილში მოყვანილი სხვადასხვა პერიოდისათვის გამოთვლილი მეტეოელემენტების მრავალწლიური საშუალოთვიური მნიშვნელობების სხვაობათა

სიდიდეების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მრავალწლიურ მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა არცერთ პერიოდში (იგულისხმება 20 წლიანი ორი და 40 წლიანი ერთი პერიოდი) არ აღინიშნება მათი ეთეგარონების დარღვევა, ვინაიდან ამ პერიოდებისათვის მიღებული სხვაობათა სიდიდეები (Δm , Δn , $\Delta \xi$) არ აღემატებიან ჰაერის ტემპერატურის შემთხვევითი ცვალებადობის კრიტერიუმად აღებულ მნიშვნელობებს. (0.5^0 წელიწადის თბილი და $0.6^0-0.8^0$ -ცივი პერიოდისათვის) ე.ი. მათი ბუნებრივი ცვალებადობის დონეს ანალოგიურ მდგომარეობას აქვს ადგილი ჰაერის აბსოლუტური, ფარდობითი ტენიანობისა და ნალექების თვიური ჯამების შემთხვევაშიც. აქედან შეიძლება გაკეთდეს მნიშვნელოვანი დასკვნა იმის შესახებ, რომ ჭიორას წყალსაცავისათვის მიღებული მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები არიან რეპრეზენტატული და მათზე დაყრდნობით შესაძლოა შესრულდეს ჭიორას წყალსაცავის გარემოს კლიმატზე გავლენის ობიექტური შეფასება. ცხრილებში მოყვანილია ჭიორას, შოვსა (წყალსაცავის გავლენის ზონაში მოქმედი მეტეოსადგური) და ონს (სადგური ეტალონი, რომელსაც წყალსაცავის გავლენის აღბათობა გამორიცხულია) შორის მრავალწლიური პერიოდისათვის გამოთვლილი მეტეოელემენტების საშუალო მნიშვნელობების სხვაობათა სიდიდეები Δt , ΔE , $\Delta \xi$ და ΔP .

ჭიორას წყალსაცავის გავლენის შედეგად გარემოს კლიმატის მახასიათებლების სიდიდეების მოსალოდნელი ცვლილებები გამოთვლილი და დადგენილი იქნა ლიტერატურაში არსებული ზემოთ აღნიშნული ცნობილი მეთოდების გამოყენებით (Тимофеев М.П.1963). კერძოდ, ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის სიდიდეების წყალსაცავის განლენით გამოწვეული მოსალოდნელი ცვლილებები გამოთვლილი იქნა შემდეგი ფორმულით:

$$e - e_1 = (e_n - e_1)(1 - F^t) \varphi, \quad (7.3)$$

სადაც e არის ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის სიდიდე წყალსაცავის სანაპიროზე ფიქსირებულ მანძილზე;

e_1 - ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა წყალსაცავის განლაგების ზონაში წყალსაცავის ავსებამდე;

e_n - წყალსაცავის წყლის ზედაპირის ტემპერატურის სესაბამისი აბსოლუტური ტენიანობა, ტენიანობის ცვლილება

ცხრილი 38

ჰორას წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის სხვადასხვა პერიოდებისათვის

გამოთვლილი ჰაერის ტემპერატურის ($t^{\circ}C$), ფარდობითი ტენიანობის (%),

ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის დღიური ჯამები (მმ)

საშუალო თვიური მნიშვნელობების სხვაობების სიდიდეები:

$\Delta m(1968-1987^{\circ}F.)$, $\Delta n(1948-1967^{\circ}F.)$, $\Delta l(1948-1987^{\circ}F.)$, (1968-1987 $^{\circ}F.$)

პერიოდი	თ. მ. კ.											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	ჰაერის ტემპერატურა											
Δm	0.8	0.7	0.6	0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.6	-0.2	-0.3	0.5	-0.3
Δn	0.5	0.4	0.6	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	0.3	-0.3	0.3	-0.2
Δl	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	-0.3	0.2	-0.2	0.1
	ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა											
Δm	-3.0	-3.5	-2.5	-0.7	0.6	0.5	1.8	0.1	0.2	-1.5	1.1	-0.6
Δn	-1.5	-2.0	-2.8	-0.5	0.4	0.2	1.0	0.0	0.0	-0.7	0.4	0.2
Δl	1.6	1.6	-0.6	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	0.4	0.1	0.6	-0.6	0.3
	ატმოსფერული ნალექები											
Δm	-3.5	-27.0	-30.0	19.0	-8.0	6.0	-1.8	-18.5	-14.0	7.0	4.0	-3.5
Δn	-4.0	-13.0	-14.5	8.0	-4.5	4.5	-2.0	-8.0	-10.0	3.0	3.0	-2.6
Δl	4.5	13.0	15.0	10.0	4.0	-3.0	8.0	6.0	8.0	-3.0	-2.8	2.5

დამოკიდებულია $\xi_n - \xi_1$ სხვაობის სიდიდეზე, წყალსაცავის ზომებზე, წყალსაცავიდან დაშორების მანძილზე და ტურბულენტური პროცესების ინტენსივობაზე წყლისპირა და მიწისპირა ჰაერის ფენებში. აბსოლუტური ტენიანობის სიდიდეზე წყალსაცავის გავლენას აღწერს ფუნქცია Φ , რომლის სიდიდე მატულობს წყალსაცავის ზომებთან ერთად ხმელეთის გავლენა კი ამ პროცესზე ხასიათდება ფუნქციით F' -ით. ცხრილ 3.9 მოყვანილია წიორას წყალსაცავის წყლის ზედაპირის ტემპერატურის შესაძლო საშუალო სიდიდეები თვეების მიხედვით. მათი მნიშვნელობები გამოთვლილი იქნა ანალოგების მეთოდის გამოყენებით. ანალოგად მიღებული იქნა წყლის ზედაპირის ტემპერატურასა და ჰაერის ტემპერატურას სორის კავშირის $t_w = f(t)$ ანალიზური გამოსახულება $t_w = 2.5 + 1.09t$, რომელიც სამართლიანია დასავლეთი და აღმოსავლეთი ამიერკავკასიის 500-600 მეტრზე განლაგებული მთელი ტერიტორიისათვის და აპრობირებულია ჟინვალის (730მ), შაორის (1134მ), ხრამჭესის (1400მ), ყაზბეგის (1800მ) წყალსაცავებისა და სევანის კუნძული (1916მ) და ფარაენის (2073მ) ტბების მაგალითზე (გვახარია ვ.კ. 1973წ). ამ ცხრილში მოცემულია აგრეთვე ანალოგების მეთოდით დადგენილი ნალექების თვიური ჯამების-P(მმ) შესაძლო მნიშვნელობები მეზობელი მეტეოსადგურების მრავალწლიური დაკვირვებების მასაღის გამოყენებით.

როგორც ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის სხვაობების მნიშვნელობები $\xi_w - \xi$ დამოკიდებულია წყლის ზედაპირის ტემპერატურის სიდიდეზე და არსებობს გარკვეული კორელაცია $\Delta \xi$ (მმ) და t_w ($^{\circ}\text{C}$)-ს მნიშვნელობებს შორის. აღსანიშნავია, რომ ყველა წყალსაცავის შემთხვევაში წყლის ზედაპირის ტემპერატურის ზრდისას $\Delta \xi$ -ს მნიშვნელობები მატულობენ. ხოლო წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა დამოკიდებულია როგორც ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ფაქტორებზე, ასევე წყალსაცავის მორფომეტრულ მახასიათებლებზე, რომელთაგან გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება წყალსაცავის სიღრმეს.

წყლის ზედაპირის ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიური სიდიდეებით გამოთვლილი იქნა ჰაერის ტემპერატურისა და

ცხრილი 39
 ჭიორა-შოვსა და ჭიორა-ონს შორის მრავალწლიური დაკვირვებებით გამოთვლილი
 მეტეოლოგიკური მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების სხვაობათა
 სიდიდეები $\Delta t(^{\circ}\text{C})$, $\Delta E(\%)$, $\Delta E(\text{მმ})$, $\Delta P(\text{მმ})$.

სხვაობები	თ ვ კ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ჭიორა-შოვი												
Δt	1.9	1.8	1.6	2.2	1.4	2.0	2.0	2.0	2.2	1.8	2.2	1.5
ΔE	0.1	0.4	0.5	2.0	0.0	1.0	2.0	0.9	1.0	1.5	2.3	2.3
ΔP	8.0	7.0	8.0	8.0	10.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ΔE	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	1.3	1.5	1.6	1.3	1.0	0.6	0.5
ჭიორა-ონი												
Δt	-3.2	-3.0	-2.4	-2.6	-2.8	-3.5	-2.8	-2.8	-2.6	-2.6	-2.4	-2.0
ΔE	6.0	6.0	8.0	10.0	6.0	6.0	8.0	7.0	8.0	5.0	5.0	4.0
ΔP	20.0	20.0	20.0	22.0	28.0	27.0	20.0	19.0	23.0	26.0	24.0	21.0
ΔE	-0.9	-0.6	-1.0	-1.4	-1.8	-1.8	-1.9	-2.0	-2.0	-1.3	-1.1	-1.0

ცხრილი 40

მეტეოკლემენტების შესაძლო თვიური მნიშვნელობები გამთოვლილი ჰიორას წყალსაცავისათვის

მეტეო- კლემენტები	თ ვ მ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t °C	-3.3	-2.4	0.8	5.8	10.8	14.6	17.5	17.8	13.4	8.2	3.0	-1.8
ℓ, მმ	3.6	4.2	4.6	6.7	9.7	12.8	15.2	15.3	11.6	8.5	6.1	4.5
E, %	80	80	78	76	74	76	78	77	80	76	79	82
P, მმ	90	92	92	102	125	119	97	96	104	119	111	104
t _w , °C	-1.1	-0.1	8.4	8.8	14.5	18.3	21.8	21.9	17.1	11.4	5.8	0.5
ℓ _w , მმ	4.6	4.8	6.1	8.5	12.2	16.0	20.0	20.3	15.6	10.2	7.2	5.0
t _w -t'	2.4	1.3	2.6	3.0	3.7	3.7	4.0	4.1	3.7	3.2	2.8	2.3
ℓ _w -ℓ	1.0	0.8	1.6	1.8	2.5	3.2	4.8	5.0	4.0	1.7	1.1	0.6

ცხრილი 41

ჭოთრის წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილება სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე ($X=0.1; 0.5; 1.0; 5.0$ კმ)

მეტეო- ელემენტი	X, კმ	თ ვ კ კ												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$X=1,0$ კმ														
Δt °C	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
	0.5	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
Δe , მმ	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$X=5,0$ კმ													
Δt °C	0.1	0.4	0.2	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4
	0.5	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
	1.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.6	0.2	0.2	0.1
Δe , მმ	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	
	1.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	
	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

აბსოლუტური ტენიანობის სხვაობების (t_w-t) და (t_w-t) მნიშვნელობები. ისინი მოცემულია ცხრილ 40-ში.

როგორც აღინიშნა, გარემოს კლიმატური მახასიათებლების ცვლილება დამოკიდებულია: წყალსაცავის აშენებამდე მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელ ჰაერის ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე, წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე და მის სესაბამის ტენიანობაზე, წყალსაცავის ზომებზე, წყალსაცავის განლაგების ზონაში ჰაერის მოძრაობაზე (ქარზე), წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ქარის სინქარეზე, ჰაერის ტენიანობის დეფიციტზე, მზის რადიაციის და წყლის ზედაპირის აეროდინამიკურ მახასიათებლებზე – როგორც ნაჩვენებია (Тимофеев М.П.1963)-ში წყალსაცავის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე შეიძლება გამოთვლილი იქნეს შემდეგი გამოსახულებით:

$$t-t_1=(t_n-t_1)(1-F)\Phi, \quad (7.3)$$

სადაც t არის ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობა წყალსაცავის სანაპიროზე ფიქსირებულ მანძილზე.

t_1 -ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობა წყალსაცავის შეესებამდე. t_n -წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა.

Φ და F ფუნქციებით გამოითვლება წყალსაცავის და მიმდებარე ხმელეთის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე.

ცხრილ 41-ში მოყვანილია ჭიორის წყალსაცავის გავლენით მისგან სხვადასხვა მანძილზე დაშორებულ წერტილებში (0.1კმ, 1.0კმ, 5.0კმ) გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილებების სიდიდეებ თვეების მიხედვით. გამოთვლებისას გამოყენებული იქნა ფუნქცია $(1-F)\Phi$ -ის მნიშვნელობები (Тимофеев М.П.1963) წელიწადის ცივ პერიოდში თვითოეული თვისათვის წიორას წყალსაცავის განლაგების სიმაღლისათვის შესაბამისი გრაფიკით (Гвахария В.К. 1973) დადგენილი იქნა ტემპერატურებისათვის დადებითი მნიშვნელობებიდან უარყოფით მნიშვნელობებზე გადასვლის თარიღი, ჰაერის საშუალო დღეღამური მნიშვნელობების 0^0 -ზე გადასვლის გრაფიკი ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით

კავკასიის ტერიტორიაზე განლაგებული 375 მეტეოსადგურისა და საგუშაგოსსათვის მოცემულია (Гвахария В.К. 1973)-ში. ამ გრაფიკის გამოყენებით და ჩვენი გამოთვლების თანახმად, საქართველოს პირობებში ჭიორას წყალსაცავის განლაგების ადგილის სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურის უარყოფითი მნიშვნელობები აქვს ზამთრის თვეებში. ამ თვეებში ჭიორას წყალსაცავის ზედაპირი არის ყინულით დაფარული და მისი გავლენა გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე წყალსაცავისა და შემოგარენი ტერიტორიის ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური მახასიათებლების სიახლოვის შედეგად, იდენტურია.

ჭიორას წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული გარემოს კლიმატური მახასიათებლების (ჰაერის ტემპერატურა, აბსოლუტური ტენიანობა, ნალექები) ცვლილებები სესაძლოა გამოთვლილი და შეფასებული იქნეს ორი ვარიანტის შემთხვევისათვის: პირველ შემთხვევაში ჰაერის ნაკადის განარბენის სიგრძე წყალსაცავის ზედაპირზე სეადგენს 5კმ-ს, რასაც ადგილი აქვს წყალსაცავის განლაგების რაიონში ხეობის გასწვრივ მქროლავი გაბაყონებული მთა-ხეობის ქარების დროს, ხოლო მეორე შემთხვევას (1კმ) ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც წყალსაცავის დიდი ღერძის პერპენდიკულარული მიმართულებით ჰაერის ნაკადის განარბენის სიდიდე არ აღემატება 1კმ-ს, რასაც ადგილი აქვს ფერდობების ქარების არსებობის პირობებში.

წყალსაცავის ზედაპირზე ორი ურთიერთ მართობული მიმართულებით ჰაერის ნაკადის მახასიათებლების სესაფასებლად აღებული იქნა პირველი ვარიანტი, როდესაც წყალსაცავის ზედაპირზე ჰაერის ნაკადის განარბენის სიგრძე სეადგენს 5კმ-ს და წყალსაცავის მიერ გარემოს კლიმატზე ზემოქმედების პოტენციალური სესაძლებლობა მაქსიმალურია.

როგორც ცხრილ 41-დან ჩანს, წყალსაცავის ორივე პერიოდის (ცივი, თბილი) განმავლობაში ჭიორას წყალსაცავის შესამჩნევი გავლენა აღემატება ჰაერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის მეტეოსადგურებზე გაზომვის სიზუსტის ფარგლებს (<0.1). წყალსაცავის სანაპიროს თერმული პირობების ცვლილება წყალსაცავის აშენების შემდეგ აიხსნება წყალსაცავის სითბოტევადობის ზრდით მდინარესთან შედარებით. როგორც ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, ჭიორას წყალსაცავის აკვატორია ხასიათდება რადიაციული

ბალანსის ანომალიით: ე.ი. წყლის სარკის მიერ შთანთქმული სხივური ენერგია მასში ფარავს აორთქლებაზე დახარჯული ენერგიის სიდიდეს და იმის გამო წელიწადის ყოველი თვისათვის სხვაობის ($t_n - t$) სიდიდე მეტია ნულზე (სადაც t_n არის წყლის ზედაპირის, t კი-ჰაერის ტემპერატურა). ამრიგად, წყალსაცავი თავის სითბოს ნაწილს აძლევს წყლისპირა ჰაერის ფენას, რის შედეგად მის ტემპერატურას ზრდის. აღსანიშნავია, რომ ამ მხრივ ჭიორას წყალსაცავი გამონაკლისი არ არის. ანალოგიურ მოვლენას ადგილი აქვს ისეთი წყალსაცავებისათვის როგორცაა უინვალის, შაორის, ხრამჭქის წყალსაცავები და ტბები სევანი და ფარავანი (Гвахария В.К. 1973).

ჰაერის ტემპერატურების და აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილებები ჭიორას წყალსაცავის გავლენის ზონაში ხასიათდება შემდეგი თავისებურებებით:

1. წყალსაცავის დიდი ღერძის გასწვრივ ($X=5$ კმ) ჰაერის ტემპერატურის ნამატი აღწევს სანაპიროდან 100მ მანძილზე 0.7^0 -ს, 500მ-ზე -0.4^0 -ს, 1000მ-ზე -0.2^0 -ს, 5000მეტრის მანძილზე იგი ნულის ტოლია.

2. წყალსაცავის პატარა ღერძის გასწვრივ ($X=1$ კმ) ჰაერის ტემპერატურის მატება აღწევს ნაპირიდან 100მ მანძილზე -0.4^0 -ს, 500მ მანძილზე მისი სიდიდე არ აღემატება გაზომვის სიზუსტეს (0.1^0). აბსოლუტური ტენიანობის მატება 100მ მანძილზე აღწევს 0.3 მმ-ს, 500მეტრზე კი -0.1 მმ-ს.

ამრიგად, პირველ შემთხვევაში ($X=5$ კმ) წყალსაცავის აქტიური ზემოქმედების ზონის სიდიდე აჭარბებს 1კმ-ს, ხოლო მეორე შემთხვევაში ($X=1$ კმ) იგი ნაკლებია 500მ-ზე, ე.ი. ჭიორას წყალსაცავის გავლენის ზონის სიდიდე ნაკლებია 5კმ-ზე და ჩვენს მიერ არებულ ჭიორას წყალსაცავისათვის სავარაუდო გავლენის ზონაში განლაგებულ სადგურ შოვზე, რომელიც დაშორებულია მისგან 7კმ მანძილზე და მითუმეტეს, სადგურ ეტალონზე (ონი 20კმ) იგი არავითარ გავლენას არ ახდენს. ჭიორას წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება დადგენილი იქნა აბსოლუტური ტენიანობისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებების საფუძველზე (ცხრილი 42). ამ წყალსაცავის სანაპიროდან დაშორების მანძილის (\mathcal{L}) ორი მნიშვნელობისათვის (1 და 5კმ) მოცემულია ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის

სიდიდეები ჭიორას წყალსაცავის გავლენის გარეშე. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების დიაპაზონი წყალსაცავის გავლენის სედეგად შეადგენს: წყალსაცავის სარკის მცირე ღერძის მიმართულებით ($X=1\text{კმ}$) – 1-5%-ს; დიდი ღერძის ($X=5\text{კმ}$) მომართულებით კი 1-8%-ს. რაც შეეხება ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობას, მისი მაქსიმალური შესაძლო ზრდა აღინიშნება ზაფხულის თვეებში და იგი არ აღემატება 0.7მზ-ს. ანალოგიურ ეფექტს ადგილი აქვს აგრეთვე დასავლეთ საქართველოს სხვა წყალსაცავებისათვის – (Чоговаძე И.В. и др. 1991).

როგორც ცნობილია (Тимофеев М.П.1963) წყალსაცავის ზემოქმედება ატმოსფერული ნალექების სიდიდეზე დამოკიდებულია მის თერმულ რეჟიმზე, ზომებზე, განლაგების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე და ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების ხასიათზე: ყველა ამ ფაქტების კომპლექსური, სინქრონული ზემოქმედების შედეგად ფორმირდება წყალსაცავის ზედაპირის ტემპერატურასა და ჰაერის მასის ტემპერატურას შორის სხვაობების წლიური მსვლელობა, რაც გავლენას ახდენს ატმოსფერული ნალექების ფორმირებაზე წყალსაცავის გავლენის ზონაში, ვინაოდან ჭიორას წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ტემპერატურა მიმდებარე ჰაერის ფენის ტემპერატურაზე მეტია მთელი წლის განმავლობაში, იგი ხელს უწყობს თერმული კონვენციის პროცესების განვითარებას და ატმოსფერული ნალექების ზრდას. მაგრამ უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ ნალექების რაოდენობაზე ჭიორას წყალსაცავის გავლენის შეფასებაში თერმული კონვენციის წვლილი არ შეიძლება ჩაითვალოს არსებითად მისი შედარებით მცირე ზომების სედეგად. ასეთი დასკვნა მიღებულია ნამახვანის ჰესის წყალსაცავისათვის, რომელიც თავისი ზომებით რამდენჯერმე არემატება ჭიორას წყალსაცავის ზომებს (Чоговаძე И.В. и др. 1991).

იმ ნესტის წვლილი, რომელიც აორთქლდება ჭიორას წყალსაცავის ზედაპირიდან ნალექების ჯამურ რაოდენობაში შეიძლება შეფასდეს ატმოსფეროში ტენბრუნვის თეორიის მეთოდით (Дроздов О.А., Григорьева А.С., 1963), საიდანაც გამომდინარეობს, რომ ნალექების წვლილი, რომელიც წარმოიქმნება წყალსაცავიდან აორთქლებული წყლის

ცხრილი 42

ჭიორას წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ფარდობით ტენიანობაზე
E, %

მეტეო- ელემენტი	E, კმ	თ ვ კ											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
X=1კმ													
E, %	0.1	79	83	72	73	74	76	76	75	75	80	81	85
	0.5	78	84	71	73	75	77	76	76	76	80	81	85
	1.0	80	80	74	75	74	76	78	77	80	76	79	82
X=5კმ													
E, %	0.1	74	82	70	73	75	77	77	75	78	77	80	83
	0.5	77	83	70	72	74	77	76	76	76	78	79	85
	1.0	77	82	70	73	74	76	78	75	76	74	81	86
	5.0	80	80	76	75	74	76	78	77	80	76	79	82

ორთქლიდან ნალექების ჯამურ რაოდენობაში (ადგილობრივი კონვექტური, ადვექტური ნალექები) პროპორციულია ადგილობრივი წყლის ორთქლის რაოდენობის შეფარდებისა წყლის ორთქლის საერთო რაოდენობასთან ატმოსფეროში.

წყალსაცავებიდან აორთქლების პროცესების გათვლების ცნობილი მეთოდებით და ატმოსფეროში ტენზონების თეორიის გამოყენებით (Чоговадзе И.В. и др. 1991)-ში დადგენილი იქნა, რომ მაქსიმალურად შესაძლებელი აორთქლების რეალიზაცია განაპირობებს ზაფხულის ნალექების თვიური ჯამების ზრდას 3%-ით, რასაც შეესაბამება ნალექების აბსოლუტური მნიშვნელობა 5მმ. ხოლო დასავლეთ კავკასიონის რეგიონში ნალექების თვიური ჯამების ბუნებრივ ცვალებადობას 5მმ-ის ფარგლებში ადგილი აქვს 95%-იან ალბათობით, რის გამოც წყალსაცავის გავლენის შედეგად ნალექების ზრდის სიდიდეს არ აქვს კლიმატური მნიშვნელობა. ანალოგიური დასჯენა სამართლიანია გაცილებით მცირე ზომის ჭიორას წყალსაცავისათვის. ამრიგად, ჭიორას წყალსაცავის გავლენის შედეგად გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე რაიმე არსებით ცვლილებებს ადგილი არა აქვს.

ტურბულენტურ სითბო და ტენზონების თეორიის გამოყენებით, კვლევაში გამოყენებულია ჭიორას წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურის ცვლილე-

ბის სიდიდეთა შეფასება. წყალსაცავის სიბურთი ბალანსის ფორმირების დამახასიათებელმა პროცესებმა განაპირობა წელიწადის განმავლობაში წყლის ზედაპირის ტემპერატურასა და ჰაერის მიმდებარე ფენის ტემპერატურას შორის სხვაობის დადებითი მნიშვნელობები და გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე წყალსაცავის გამათბობელი ეფექტი:

განხილულია თერმული პირობების ცვლილება წყლის ზედაპირზე ჰაერის მასის განარბენის ორი ვარიანტისათვის 1კმ და 5კმ. პირველი ვარიანტი იძლევა წყალსაცავის გავლენის შეფასების შესაძლებლობას მისი მცირე ღერძის გასწვრივ ქარის მიმართულების შემთხვევაში ე.ი. რიონისა და ნაცრულას ხეობების ფერდობებზე. მეორე ვარიანტი კი— წყალსაცავის გავლენის შეფასებას დიდი ღერძის გასწვრივ ქარის შემთხვევაში ე.ი. საშუალოდ მდ. რიონისა და ნაცრულას კალაპოტებში. ვინაიდან დასავლეთ საქართველოს რეგიონისათვის ჰაერის ტემპერატურის ნორმებიდან შემთხვევითი გადახრის სიდიდე 70%-ის შემთხვევაში შეადგენს ზაფხულში 1⁰-ს ზამთარში კი—2.8⁰-ს, ირებული შედეგების თანახმად წიორას წყალსაცავის გავლენით ჰაერის ტემპერატურის ზრდას, რომელიც არ აღემატება 0.7⁰-ს, ორივე ვარიანტის შემთხვევაში არ შეიძლება ჰქონდეს კლიმატური მნიშვნელობა.

ჭიორას წყალსაცავის გავლენით ასევე აღინიშნება აბსოლუტური ტენიანობის ცვლილება წელიწადის განმავლობაში. ვღებულობთ რა აბსოლუტური ტენიანობის საშუალო თვიური სიდიდეების საშუალო კვადრატული გადახრის სტატისტიკური მნიშვნელობების კრიტერიუმად 0.9-1.5მმ-ს, მაშინ ჩვენი შემთხვევისათვის არსებითად არ შეიძლება ჩაითვალოს ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობის მაქსიმალური ზრდა ზაფხულში (0.7მმ) მდ. რიონისა და ნაცრულას კალაპოტებში წყალსაცავის დიდი ღერძის გასწვრივ.

ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების დიაპაზონის საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდეებთან შედარება გვიჩვენებს, რომ ჭიორას წყალსაცავის გავლენით განპირობებული ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება კლიმატურ მნიშვნელობებს ვერ აღწევს 0.1კმ-ის მანძილზე წყალსაცავის დიდი ღერძის გასწვრივაც კი (აქ იგი არ აღემატება 5-6%-ს, მაშინ როდესაც

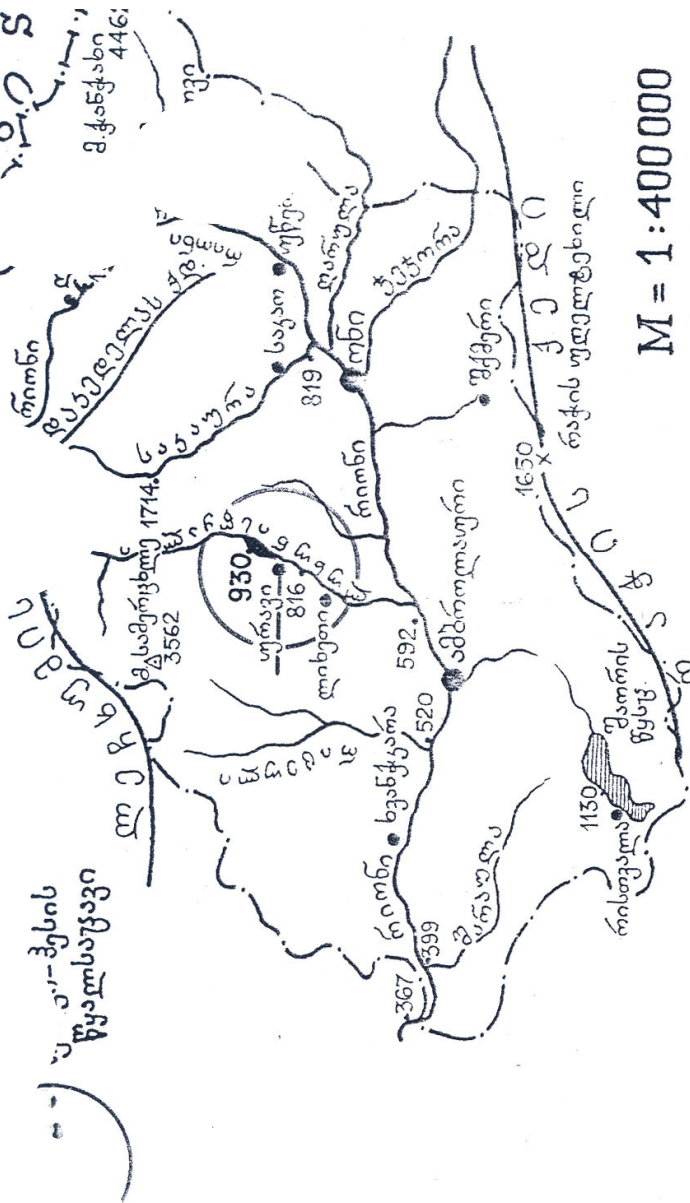
ფარდობითი ტენიანობის კლიმატური მნიშვნელობის ბუნებრივი ცვლილება შეადგენს 7%-ს).

ამრიგად, ჭიორას წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტენშემცველობის რეჟიმზე განსახილველ რაიონში არ გამოვლინდა. ანალოგიურ შედეგს ადგილი აქვს ატმოსფერული ნალექების შემთხვევაშიც. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა რომ რაიმე არსებით კლიმატურ ცვლილებებს მდ. რიონისა და ნაცრულას ხეობებში ჭიორას წყალსაცავის აშენების შედეგად არ უნდა მოველოდეთ.

ურავის ჰესის წყალსაცავის (ნახ. 26) გარემოს კლიმატზე გავლენის დასადგენად გამოყენებული იქნა ლიტერატურაში არსებული ზემოთაღნიშნული სამივე მეთოდი. ვინაიდან ურავის ჰესის წყალსაცავის (რომლის სიგრძე $l=20m$, სიღრმე $h=6m$) განლაგების ზონაში მეტეოროლოგიური დაკვირვების მასალა არ არსებობს, მის გავლენის ზონის დასადგენად გამოყენებული იქნა მდ. რიონის ხეობაში განლაგებულ პუნქტებში—ხარისთვალა (1128მ), ამბროლაური (846მ), ონი (1600მ) არსებული მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა, სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები) საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები. ამ პუნქტების შესაბამის აბსოლუტურ სიმაღლეთა დიაპაზონში მოქცეულ, ჩვენთვის საინტერესო პუნქტ ურავისათვის მეტეოროლოგიური ელემენტების შესაბამისი საშუალო თვიური მნიშვნელობები განისაზღვრა ინტერპოლაციის მეთოდით. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა გრაფო-ანალიზური მეთოდი, რომელიც გულისხმობს ჰაერის ტემპერატურისა, ტენიანობისა და ატმოსფერული ნალექების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებების გრაფიკულად და მათ შემდგომ ანალიზურად წარმოდგენას მათემატიკური გამოსახულებების სახით. მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილებების ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა დაკვირვებების 40 წლიანი (1948-1987წწ) რიგები. ზემოთ მოყვანილი ოთხი სადგურისათვის (ხარისთვალა, ამბროლაური, ონი, შოვი) გამოთვლილი იქნა ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ატმოსფერული ნალექების საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები მთელი 40 წლიანი პერიოდისათვის. გარდა ამისა, ამავე მეტეოელემენტებისათვის გამოთვლილი იქნა საშუალო თვიური და საშუალო წლიური მნიშვნელობები 20 წლიანი ორი



ქ. 35 მ. აღმოსავლეთით
ნა 4314'.



ქ. 35 მ. აღმოსავლეთით
ნა 4314'.

M = 1:400000

პერიოდისათვის: 1948-1967წწ და 1968-1987წწ გამოყენებული 40 წლიანი ხანგრძლივობის დაკვირვებების პერიოდი სრულებით საკმარისია ამ მეტეოროლოგიური ელემენტების დროში მდგრადი მრავალწლიანი საშუალო სიდიდეების (ნორმების) დასადგენად.

ურავის წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის ზონაში განლაგებულ პუნქტად მიღებულია ამბროლაური, რომელიც მდებარეობს 16კმ მანძილზე სამხრეთის მიმართულებით. სადგურ ეტალონად (სადაც წყალსაცავის გავლენის ალბათობა გარემოს კლიმატზე ნულის ტოლია) აღებულია პუნქტი ხარისთვალა, რომელიც მდებარეობს ურავის წყალსაცავიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით 32კმ მანძილზე.

ჰაერის ტემპერატურის, აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობის და ნალექების რაოდენობის ჯამების მრავალწლიური (1948-1987წწ) საშუალო ტვიური სიდიდეები ურავის პუნქტისათვის მოცემულია ცხრილ 7.8-ში. როგორც შესაბამისი გამოთვლების შედეგები გვიჩვენებს, ამ რეგიონში აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურისა და აბსოლუტური ტენიანობის კლებას; რაც შეეხება ჰაერის ფარდობით ტენიანობას და ნალექების ჯამებს, მათთვის არ არსებობს აბსოლუტურ სიმაღლეზე ცალსახა დამოკიდებულება.

როგორც აღინიშნა, “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა რიგების ერთგვაროვნების დარღვევა იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი სიდიდე აღემატება ამ სხვაობების ბუნებრივი ცვალებადობის დონეს დროსა და სივრცეში. რიგ შრომებში სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიული რეგიონებისათვის მრავალწლიური დაკვირვებების მასალის ანალიზით დადგენილია, რომ ტემპერატურის სხვაობების ბუნებრივი კლიმატური ცვალებადობა შეადგენს საშუალოდ დღე-ღამური ტემპერატურებისათვის არაუმეტეს 0.5^0 -ს, საშუალო მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურებისათვის 0.3^0 -ს შედარებით მოკლე (10 წლამდის) და 0.5^0 -ს გრძელი რიგებისათვის. როგორც სათანადო ანალიზი გვიჩვენებს, დასავლეთ საქართველოს რეგიონში წყალსაცავების გავლენით ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის ცვალებადობის ხარისხი დამოკიდებულია წელიწადის დროზე (მაქსიმუმი ცივ და მინიმუმი თბილ პერიოდში) ურავის წყალსაცავის განლაგების რეგიონისათვის საშუალო დღე-

დამური ტემპერატურის შემთხვევითი ცვალებადობის კრიტერიუმად მიღებულია წელიწადის თბილი პერიოდისათვის 0.5° , ცივი პერიოდისათვის კი $0.6-0.8^{\circ}$. ეს კრიტერიუმი იძლევა გარემოს კლიმატზე წყალსაცავის გავლენის ობიექტურად შეფასების შესაძლებლობას. ამიტომ ურავის წყალსაცავის გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე შესაძლო გავლენის შეფასების მიზნით გამოყენებული იქნა ამ კრიტერიუმით დადგენილი მეტეოლოგიური მნიშვნელობები. როგორც აღინიშნა, “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდი ითვალისწინებს წყალსაცავის ზემოქმედების სავარაუდო ზონაში გარემოს გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე მისი გავლენის რაოდენობრივად შეფასებას ამ ზონის გარეთ განლაგებულ სადგურ-ეტილონის პირობებთან შედარებით. ეს მეთოდი მნიშვნელოვნად გამორიცხავს ზოგადცირკულაციური ფაქტორის გავლენას და გამოყოფს წყალსაცავის ფუნქციონირების შედეგად განპირობებულ გარემოს მიკროკლიმატის საკუთარ ცვლილებას. ამასთანავე ერთად, როგორც აღინიშნა, მეტეოლოგიური მნიშვნელობების ბუნებრივი ცვალებადობის სტატისტიკური კრიტერიუმი იძლევა დაფიქსირებულ ცვლილებათა კლიმატური მნიშვნელობების შეფასების შესაძლებლობას, რის საფუძველზეც მუშავდება ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობის და ნალექების რაოდენობის მოსალოდნელი ცვლილებების სტატისტიკური მნიშვნელობების დადგენა.

რადგანაც ურავის წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის საერთოდ კლიმატური მონაცემები არ არსებობს და “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდი უშუალოდ მისთვის გამოყენებული ვერ იქნება, ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექები) სივრცეში და დროში ცვლილებების ანალიზის საფუძველზე მიმდებარე რაიონებში (მდ. ენგურისა და რიონის ხეობები) ურავის წყალსაცავისათვის მოდელირებულია მათი ცვლილებები ოროგრაფიული, ფიზიკურ-გეოგრაფიული და მორფომეტრული პირობების გათვალისწინებით. როგორც ყოფილი საბჭოთა კავშირის მრავალ მთიან და დაბლობ რაიონებში ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევები გვიჩვენებენ წყალსაცავის გავლენით განპირობებული გარემოს კლიმატური მახასიათებლების ცვლილება დამოკიდებულია წყალსაცავის ფართობის სიდიდესა და სიღრმეზე, აგრეთვე იმ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და კლიმატურ პირობებ-

ზე, რომლებითაც ხასიათდება წყალსაცავის განლაგების რაიონები. ყველა ეს ფაქტორი კომპლექსურად განსაზღვრავს წყალსაცავში არსებული წყლის მასის სითბოტევადობას და მისი სარკის ზედაპირის ტემპერატურის დინამიკას წელიწადის განმავლობაში, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს წყალსაცავის

ცხრილი 43

ჰაერის ტემპერატურის $t(^{\circ}\text{C})$, აბსოლუტური $\ell(\text{მმ})$ და ფარდობითი ტენიანობის $E(\%)$, ნალექების თვიური ჯამების $P(\text{მმ})$ მრავალწლიური საშუალო სიდიდეები ურავის წყალსაცავის რაიონისათვის

მეტეო- ელემენტი	თ ვ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	-1.8	-1.0	2.6	8.2	13.6	16.2	18.7	18.6	15.2	9.3	4.7	-0.5
ℓ	4.0	4.6	5.0	7.0	10.3	10.4	16.7	16.2	12.5	9.7	6.5	4.9
E	79.0	77.0	75.0	72.0	72.0	75.0	77.0	76.0	78.0	79.0	79.0	80.0
P	109.0	97.0	85.0	82.0	86.0	102.0	81.0	88.0	72.0	117.0	94.0	109.0

გარემოს კლიმატზე გავლენის პროცესში. ცხრილ 44-ში, პუნქტ ურავისათვის მოცემულია ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი სინოტივის და ატმოსფერული ნალექების თვიური ჯამების სხვაობების სიდიდეები დაკვირვებების სამი პერიოდისათვის: 1948-1967წწ, 1968-1987წწ და 1948-1987წწ ეს მონაცემები ურავის წყალსაცავის განლაგების ზონისათვის მიღებულია ინტერპოლაციის გზით.

როგორც აღინიშნა, ურავის წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის ზონაში არსებულ პუნქტად აღებულია ამბროლაური, საღურ ეტალონად კი- პუნქტი ხარისთვალა. ცხრილ 45-ში მოყვანილია ურავს, ამბროლაურსა და ხარისთვალას შორის სხვადასხვა პერიოდისათვის გამოთვლილი ჰაერის ტემპერატურის t , ფარდობითი ტენიანობის E და ნალექების რაოდენობის (ჯამების) P მრავალწლიური საშუალოთვიური მნიშვნელობების სხვაობათა სიდიდეები $\Delta m=1948-1967$ წწ; $\Delta n=1968-1987$ წწ; $\Delta \ell=1948-1987$ წწ, როგორც ცხრილში მოყვანილი ამ მნიშვნელობების ანალიზი გვიჩვენებს, ტემპერატურაზე მრავალწლიან მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა რიგების არც ერთპერიოდში (იგულისხმება 20წლიანი და 40 წლიანი ერთი პერიოდი) არ

ადინიშნება მისი ერთგვაროვნების დარღვევა, ვინაიდან ამ პერიოდებისათვის მიღებული სხვაობების Δm , Δn , $\Delta \xi$ სიდიდეები

ცხრილი 44

ურავი პუნქტში სამი პერიოდისათვის გამოთვლილი ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის და ნალექების რაოდენობის ჯამების საშუალო თვიური მნიშვნელობების სხვაობების სიდიდეები: $\Delta m=(1968-1987\text{წწ})-(1948-1987\text{წწ})$; $\Delta n=(1948-1987\text{წწ})-(1948-1967\text{წწ})$; $\Delta t=(1948-1987\text{წწ})-(1968-1987\text{წწ})$

პერიოდი	ო კ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ჰაერის ტემპერატურა, °C												
Δm	0.7	0.6	0.7	0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.3	-0.3	0.5	-0.2
Δn	0.6	0.4	0.6	0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.3	0.2	-0.2	0.2	-0.1
$\Delta \xi$	-0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.2	-0.3	0.1	-0.3	0.1
ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %												
Δm	-2.7	-3.3	-2.5	-0.8	1.0	0.6	1.5	0.0	0.0	-1.2	1.0	-0.4
Δn	-1.3	-1.7	-3.0	-0.4	0.5	0.3	0.8	0.0	0.0	-0.6	0.6	0.2
$\Delta \xi$	1.4	1.6	-0.5	0.4	-0.5	-0.3	0.7	0.0	0.0	0.6	-0.5	0.2
ატმოსფერული ნალექები, მმ												
Δm	-3.0	-26.5	-30.0	19.0	-7.0	6.4	-1.4	-14.7	-15.0	6.0	4.0	-4.0
Δn	-4.0	-13.7	-15.0	9.5	-3.5	3.2	-1.2	-7.3	-7.5	3.0	2.0	-2.0
$\Delta \xi$	4.0	13.3	15.0	9.5	3.5	-3.2	0.2	7.4	7.5	-3.0	-2.0	2.0

არ აღემატება ტემპერატურის შემთხვევითი ცვალებადობის კრიტერიუმად მიღებულ მნიშვნელობებს (0.5^0 წელიწადის თბილ და 0.8^0 ცივი პერიოდისათვის) ე.ი. მათი ბუნებრივი ცვალებადობის დონეს.

ანალოგიურ მდგომარეობას ადგილი აქვს ფარდობითი ტენიანობისა და ნალექების თვიური ჯამების შემთხვევაშიც. აქედან გამომდინარე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის შესახებ, რომ ურავის პუნქტისათვის მიღებული მეტეოროლოგიური მახასიათებლების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები არიან რეპრეზენტატული და მათი გათვალისწინებით შეიძლება ურავის წყალსაცავის მოსალოდნელი გავლენის ობიექტური შეფასება გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცხრილ 45-ში მოყვანილი ნალექების ოცწლიანი

ცხრილი 45

სადგურ ურავსა, ამბროლაურსა და ხარისთვალს შორის სხვადასხვა პერიოდისათვის გამოთვლილი მეტეოლოგიკური მაჩვენებლები: $\Delta t(^{\circ}\text{C})$, $\Delta E(\%)$, $\Delta P(\text{მმ})$ სეზონობრივად: $\Delta m=1948-1967$ წწ; $\Delta n=1968-1987$ წწ, $\Delta e=1948-1987$ წწ.

პერიოდი	თ ვ მ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ურავი-ამბროლაური, $\Delta t: ^{\circ}\text{C}$												
Δm	-4.9	-3.7	-3.1	-3.1	-2.1	-2.7	-3.0	-3.0	-2.8	-2.4	2.4	-1.8
Δn	-1.9	-2.3	-2.8	-3.0	-2.5	-3.8	-3.0	-2.9	-2.1	-2.2	-1.3	-1.5
Δe	-3.4	-3.0	-3.0	-3.0	-2.3	-2.2	-0.3	-0.3	-1.9	-2.4	-1.9	-1.6
$\Delta E, \%$												
Δm	-1.5	-0.2	4.9	2.9	0.9	2.3	2.9	3.0	2.9	1.3	0.2	-2.3
Δn	-2.3	-0.2	2.7	2.7	0.9	1.5	2.4	1.7	2.4	1.7	0.2	-2.5
Δe	0.3	0.2	-0.7	-2.0	-0.8	-1.1	-1.6	-1.9	-1.4	-0.5	0.5	0.8
$\Delta P, \text{მმ}$												
Δm	23.9	21.8	24.9	6.3	52.0	18.1	19.2	19.3	17.1	25.9	13.2	18.8
Δn	12.6	8.2	4.1	-2.1	-7.5	0.3	2.0	2.4	8.7	-0.2	2.2	5.8
Δe	18.2	11.0	14.5	2.1	-0.5	9.2	10.6	10.9	12.9	12.8	7.7	7.3
ურავი-ხარისთვალა, $\Delta t: ^{\circ}\text{C}$												
Δm	1.8	0.4	2.0	1.9	1.8	1.3	1.3	1.2	2.5	1.3	1.1	1.4
Δn	1.0	1.1	2.0	1.4	1.4	0.8	1.2	1.2	1.7	1.0	0.5	0.5
Δe	1.4	0.8	2.0	1.2	1.6	1.1	1.2	1.2	1.7	1.1	1.0	0.9

ცხრილი 45
 (გაგრძელება 1)
 საღვურ ურავსა, ამბროლაურსა და ხარისთვალას შორის სხვადასხვა
 პერიოდისთვის გამოთვლილი მცხოვრებლების $\Delta t(^{\circ}\text{C})$, $\Delta E(\%)$, $\Delta P(\text{მმ})$
 სხვაობები: $\Delta m=1948-1967^{\text{წწ}}$; $\Delta n=1968-1987^{\text{წწ}}$; $\Delta \rho=1948-1987^{\text{წწ}}$.

პერიოდი	თ კ ძ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ურავი-ხარისთვალა, $\Delta t^{\circ}\text{C}$												
$\Delta E, \%$												
Δm	0.4	0.0	0.4	-2.8	-0.6	-0.4	-1.3	-1.6	-1.3	-0.5	0.2	0.3
Δn	-1.1	0.5	-1.8	-0.1	-0.9	-1.8	-2.1	-2.2	-1.9	-0.5	0.9	1.2
$\Delta \rho$	0.3	0.2	-0.7	-2.0	-0.8	-1.1	-1.6	-1.9	-1.4	-0.5	-0.5	-0.2
$\Delta P, \text{მმ}$												
Δm	-12.3	-10.3	-14.2	-2.0	-1.6	-10.9	-10.1	-8.2	-10.3	-15.7	-10.7	-5.8
Δn	-7.2	-4.1	-2.4	0.2	4.2	-1.3	-2.3	-2.3	-7.3	-1.5	-1.2	-5.4
$\Delta \rho$	-9.8	-7.1	-8.3	-0.5	2.5	-6.1	-6.2	-5.2	-8.8	-7.1	-11.0	-5.6

ჯამების სხვაობების სიდიდე მიგვანიშნებს ნალექების ჯამების სხვაობების მნიშვნელოვან ცვალებადობაზე, რაც გამოწვეულია ნალექების კონვექციური ფორმების სიჭარბით ამ რეგიონში.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, წყალსაცავის გავლენა გარემოს ჰაერის ტემპერატურაზე გამოითვლება ფორმულით:

$$t-t_1=(t_n-t_1)(1-F)\Phi \quad (7.5)$$

სადაც,

t_1 -არის ჰაერის ტემპერატურა მოცემულ მანძილზე წყალსაცავის სანაპიროდან. t_1 -ჰაერის ტემპერატურა წყალსაცავზე, t_n -წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა. F და Φ -არიან ფუნქციები, რომლებიც ითვალისწინებენ წყალსაცავსა და სანაპიროს შორის თბობრუნვის სიდიდეებს. $(1-F)\Phi$ დამოკიდებულია ჰაერის მასის მიერ წყალსაცავის ზედაპირზე განარბენის სიგრძეზე ე.ი. წყალსაცავის გეომეტრიულ ზომებზე.

ურავის წყალსაცავის შედარებით მცირე ზომების გამო (განარბენის სიგრძე არ აღემატება 20მ-ს) შესაბამისი გამოთვლები (ცხრილი 46) შესრულებული იქნა წყლის ხაზიდან წყალსაცავის დიდი ღერძის მიმართულებით 100მ მანძილზე. მიღებული შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით წყალსაცავი მიმდებარე გარემოს ტემპერატურას ამცირებს, წელიწადის დანარჩენ თვეებში კი ადგილი აქვს საწინააღმდეგო მოვლენას: ნოემბრიდან მარტის ჩათვლით წყალსაცავის შესამჩნევი გავლენა არ სცილდება ჰაერის ტემპერატურის მეტეოროლოგიურ სადგურებზე გაზომვის სიზუსტის ფარგლებს (0.1⁰).

როგორც წესი, ჰაერის ტენშემცველობა წყალსაცავის ზედაპირზე მისი გადაადგილების შედეგად წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის ხარჯზე იზრდება. ურავის წყალსაცავის აშენებამდე დაკვირვებათა პერიოდისათვის ფარდობითი ტენიანობის “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდით გამოთვლილი შედეგები მოყვანილია ცხრილ 47-ში. ეს სხვაობები საკმაოდ მდგრადია. მათი ამპლიტუდა ურავ-ამბროლაურისთვის ტოლია 7%-ისა, ხოლო ურავი-ხარისთვალასთვის-4%-ისა.

ცხრილი 46

ურავის წყალსაცავის გავლენა სანაპირო ზოლის ტემპერატურაზე, Δt , °C

t, °C	თ ვ ე											
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
t	-1.8	-1.0	2.6	8.2	13.6	16.2	18.7	18.6	15.2	9.3	4.7	-0.5
Δt	-0.06	-0.12	-0.16	-0.25	-0.27	-0.1	-0.07	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02
t+ Δt	-1.9	-1.1	2.4	8.0	13.3	16.1	18.6	18.6	15.2	9.3	4.7	-0.5

როგორც გამოთვლები გვიჩვენებს, ურავის წყალსაცავის შევსების შემდეგ ფარდობითი ტენიანობის სივრცულ სხვაობათა ცვლილებები აბსოლუტური სიდიდით იმყოფებიან მათი ბუნებრივი ცვლილებების ზღვრების ფარგლებში. დადგინდა, რომ ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე ურავის წყალსაცავის გავლენის ზონაში მთელი წლის განმავლობაში უმნიშვნელოდ მატულობს: ივლის-აგვისტოში 2%-მდე დანარჩენ თვეებში კი უფრო ნაკლებად. ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ წყალსაცავის განლაგების ზონაში ნალექების ცვლილება გამოწვეულია ორი ფაქტორის კომპლექსური ზემოქმედებით: თერმული კონვექციით და აორთქლების შედეგად ჰაერის ტენშემცველობის ზრდით. თერმული კონვექციის როლი ურავის წყალსაცავის მცირე ზომების გამო არ შეიძლება ჩაითვალოს არსებითად, ხოლო ნალექების წვლილი, რომლებიც წარმოიქმნებიან წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების შედეგად, შეიძლება შეფასდეს ატმოსფეროში ტენბრუნვის თეორიის მეთოდით (Дроздов О.А., Григорьева А.С., 1963). ამ მეთოდით ჩატარებული გამოთვლების შედეგები გვიჩვენებს, რომ ურავის წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის წვლილი ატმოსფერული ნალექების სიდიდეში იცვლება 0.05%-დან 0.25%-მდე (ცხრილი 47).

როგორც ცხრილ 47-დან ჩანს, ნალექების წლიური ჯამი ურავის წყალსაცავის გავლენის შედეგად იცვლება 1.7მმ-ით რაც მეტყველებს იმაზე, რომ ურავის წყალსაცავის შედარებით მცირე ზომების შედეგად იგი ნალექების მრავალწლიან რეჟიმზე პრაქტიკულად გავლენას ვერ ახდენს ე.ი. ურავის წყალსაცავის გავლენას შედეგად ნალექების რეჟიმის ცვლილება არ შეიძლება

ცხრილი 47

ურავის წყალსაცავის მოსალოდნელი გავლენის სიდიდეები
ნალექების რაოდენობაზე (მმ)

ნალექები, მმ	თ ვ ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
P	109	97	85	82	86	102	81	88	92	117	94	109
ΔP	0.05	0.06	0.07	0.09	0.14	0.20	0.24	0.22	0.18	0.20	0.11	0.09
P+ΔP	109	97.1	85.1	82.1	86.1	102.2	81.2	88.2	92.2	117.2	94.1	109.1

ჩაითვალოს არსებითად. ვინაიდან ნალექების ცვლილების სიდიდე ტოლი 1.7მმ-ისა არ არის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი, რადგანაც დასავლეთ საქართველოში ნალექების თვიური ჯამის 5მმ-ით ცვლილებას (თუ კი ნალექების ნორმა ტოლია 150მმ-ისა) აქვს 95%-იანი უზრუნველყოფა და ამის შედეგად მიღებულ სიდიდეს არ გააჩნია კლიმატური მნიშვნელობა.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ურავის წყალსაცავის გავლენის შედეგად გარემოს რაიმე არსებით კლიმატურ ცვლილებას 100მ სიგრძის რადიუსის ზონაში არ უნდა ველოდეთ.

დასკვნები

1. სითბო და ტენზონის ტურბულენტური თეორიის გამოყენების საფუძველზე ჩატარებულია საშუალო თვიური ტემპერატურის მნიშვნელობების შეფასება მდინარე ენგურის აუზის წყალსაცავების (ჯვარი, გალი, ხულონი) ზემოქმედების შედეგად ჰაერის მიწისპირა ფენაში.

წყალსაცავების სითბური ბალანსის წლიური მსვლელობის თავისებურებები განაპირობებენ მათ გამაცივებელ და გამათბობელ გავლენას მიმდებარე ტერიტორიაზე შესაბამისად წლის თბილ და ცივ პერიოდში, რომელთა ინტენსივობა დამოკიდებულია წყალსაცავის ზომებზე და წყლის ზედაპირის ტემპერატურის ფორმირების თავისებურებებზე.

წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიების თერმული რეჟიმის ცვლილებები განხილულია წყლის ზედაპირის ტემპერატურის ფორმირების წლიური თავისებურებების გათვალისწინებით, რაც დამოკიდებულია ამ წყალსაცავებში დონეების რეჟიმის რეგულირების თავისებურებებით წლის განმავლობაში. ამ შემთხვევისათვის შეფასებული იქნა წყალსაცავების ზეგავლენით მიმდებარე ტერიტორიაზე (სანაპირო ხაზზე და მისგან სხვადასხვა მანძილზე) ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების ცვლილებების სიდიდე.

ჩატარებული გამოთვლებისა და დაკვირვებათა მრავალწლიური ინფორმაციის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ჰაერის გაცივების პერიოდი ჯვრის წყალსაცავის მახლობლად გრძელდება აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით, ხოლო გათბობის პერიოდი-ნოემბრიდან თებერვლის ჩათვლით. გალის წყალსაცავის მახლობლად ჰაერის გაცივების პერიოდი შეადგენს 4 თვეს (ივლისი, აგვისტო, დეკემბერი, იანვარი), ხოლო გათბობის პერიოდი-8 თვეს (თებერვალი-ივნისი, სექტემბერი-ნოემბერი). ხულონის წყალსაცავის მახლობლად ჰაერის გაცივების პერიოდი შეადგენს 8 თვეს (მარტი-ოქტომბერი), ხოლო გათბობის პერიოდი-4 თვეს (ნოემბერი- თებერვალი). გალის წყალსაცავისათვის ამ პერიოდებს შორის არ არსებობს ისეთი მკვეთრი საზღვარი, როგორც ჯვრისა და ხულონის წყალსაცავების შემთხვევაში, რაც, როგორც ჩანს, განპირობებულია ამ წყალსაცავებზე ჯვრის წყალსაცავისა და

შავი ზღვის კომპლექსური გავლენით და ადგილობრივი ცირკულაციური პროცესების (ფიონები, ბრიზები) რეჟიმული მახასიათებლების თავისებურებებით.

თუ მივიღებთ საშუალო თვიური ტემპერატურის საშუალო კვადრატული გადახრის კრიტერიუმად ზაფხულში 1.0° , ხოლო ზამთარში- 2° , რაც დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოს რეგიონებისადვის, მნიშვნელოვნად ითვლება გამაცივებელი ეფექტი წყლის ხაზიდან 0.1კმ სიგანის

ზოლში, სადაც ჯვრის წყალსაცავის ზეგავლენით გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებების სიდიდეები აღემატება აპრილ-სექტემბერში 1.0° -ს, ხუდონის წყალსაცავით გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებების სიდიდეები ასევე აღემატება მარტ- სექტემბრის პერიოდში 1.0° -ს.

რაც შეეხება გალის წყალსაცავის ზეგავლენით განპირობებულ ჰაერის ტემპერატურის დაცემის ან ზრდის ეფექტს სანაპირო ხაზიდან 0.1კმ დაშორებულ ზონაში, იგი არ შეიძლება ჩაითვალოს კლიმატური თვალსაზრისით მნიშვნელოვნად, რადგანაც ტემპერატურის ცვლილებების მნიშვნელობები ორივე შემთხვევისათვის იმყოფებიან კრიტერიუმით დადგენილი ზღვრების ფარგლებში.

2. გამოკვლეული იქნა ენგურის წყალსაცავების კასკადის გავლენის შესაძლებლობა იმ პუნქტებში, რომლებიც გარკვეული მანძილით არიან დაშორებული წყალსაცავის სანაპირო ხაზიდან (ზუგდიდი, ხაიში, ჯვარი, მესტია, საქარა, საჩხერე, ლატა). ამ მიზნით გამოყენებული იქნა “სივრცულ სხვაობათა” მეთოდი, რომლის დახმარებით ხდება ძირითადი კლიმატწარმოქმნელი მეტეოლოგიკური ცვლილების შეფასება ექსპლოატაციაში მყოფი და ასევე სახარაულო წყალსაცავების გავლენის ზონაში. ამ ზონის გარეთ განლაგებულ ტერიტორიებთან შედარებით შეფასების კრიტერიუმად გამოყენებულია მეტეოროლოგიური ელემენტების სივრცული სხვაობების ცვალებადობა.

ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ პერიოდში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მნიშვნელობები დაეცა ჯვარში 0.2° -ით, ხაიშში აიწია 0.1° -ით, მესტიაში დაეცა 0.2° -ით, საქარაში კი- 0.1° -ით, ხოლო ზუგდიდში დარჩა უცვლელი. საშუალო თვიური ტემპერატურის მაქსიმალურმა ცვლილებებმა შეადგინა ზუგდიდში

და ჯვარში 0.6⁰, ხაიშში და მესტიაში—0.4⁰, საქარაში 0.8⁰, რაც გაცილებით დაბალია დასავლეთ საქართველოს რეგიონისათვის არსებული ჰაერის ტემპერატურის სივრცული სხვაობების ბუნებრივი ცვლილებების სიდიდეებზე.

გალის წყალსაცავის აშენების შემდეგ სადგურ გაღში საშუალო წლიური ტემპერატურის სიდიდე დაეცა 1.2⁰-ით, ხოლო საშუალო თვიური ტემპერატურის მაქსიმალურმა ცვლილებას შეადგინა 1.1⁰ (აპრილი). იანვარში კი ტემპერატურის მნიშვნელობა წყალსაცავის აშენების შედეგად პრაქტიკულად არ შეცვლილა.

ხუდონის წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის შემდეგ ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობა დაიწევს 1.8⁰-ით. საშუალო თვიური ტემპერატურის მაქსიმალური ცვლილების მნიშვნელობა ტოლი გახდება 2.9⁰-სა (აგვისტო), მინიმალური კი—0.1⁰ (ნოემბერი).

3. მიმდებარე ტერიტორიების ჰაერის ტენშემცველობაზე (აბსოლუტური, ფარდობითი ტენიანობა) ჯვრის წყალსაცავის გავლენის ექსპერიმენტალური და თეორიული შეფასების შედეგები მიუთითებენ იმაზე, რომ აბსოლუტური ტენიანობის (წყლის ორთქლის დრეკადობის) საშუალო წლიური მნიშვნელობა გაიზარდა ზუგდიდში 2.9 კპასკალით, ჯვარში—0.8, ხაიშში და საჩხერეში—0.1, მესტიაში და გაღში—0.2, საქარაში—0.4 კპასკალით.

ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიური მნიშვნელობები გაიზარდა ზუგდიდში, ხაიშში, საქარაში 2%-ით, მესტიაში—3%-ით, ჯვარში—5%-ით, ხოლო საჩხერეში იგი დარჩა უცვლელი, საშუალო თვიური აბსოლუტური ტენიანობის მაქსიმალურმა ცვლილებამ შეადგინა ზუგდიდში 1.5 (XII), ჯვარში—1.4 (IX), ხაიშში (XI) და მესტიაში (VIII)—0.4, საქარაში—1.1 (IX), საჩხერეში—0.6 (VIII), გაღში—1.0 კპა (IV). საშუალო თვიური ფარდობითი ტენიანობის ზრდის მაქსიმალურმა მნიშვნელობებმა შეადგინა ზუგდიდში 4% (ზამთარი), ჯვარში—11% (XI), ხაიშში—7% (XI, XII), მესტიაში—6% (II, XI), საქარაში—3% (I, XI), საჩხერეში—4% (VII), გაღში—8% (IV).

ფარდობითი ტენიანობის საშუალო წლიური სიდიდეები გაიზარდა გაღში და მესტიაში 3%-ით, ჯვარში, საქარასა და ხაიშში—2%-ით, სუგდიდში—5%-ით, ხოლო საჩხერეში დარჩა უცვლელი.

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიურმა მნიშვნელობებმა ჯვრის წყალსაცავის შევსების შემდეგ განსახილველ სადგურებზე თითქმის ყველა თვეში მოიმატა, გარდა მაისისა (-0.23პა) ზუგდიდში, ივნისისა (-0.13პა) ხაიშში, მაისისა (-0.13პა). რაც შეეხება საჩხერეს, იქ ადგილი აქვს წყლის ორთქლის დრეკადობის როგორც მატებას (IV, VII, VIII, IX, X), ისე კლების შემთხვევებს წლის დანარჩენ თვეებში, გარდა იანვრისა, რომლისთვისაც ამ მეტეოელემენტის სიდიდე დარჩა უცვლელი.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური მნიშვნელობების სიდიდეების შემცირებას წყალსაცავის აშენების შემდგომი პერიოდისათვის ადგილი ჰქონდა ზუგდიდში—1% (X), ხაიშში—1.3% (VIII, IX), მასტიაში—1% (VIII, IX), საქარაში—1% (VI, II, III, X, XII), გაღში—1.2% (IX, X, XI).

ამრიგად, წყალსაცავების კასკადის გავლენით ადგილი აქვს მიმდებარე ტერიტორიებზე ჰაერის ტენშემცველობის მატებას თითქმის მთელი წლის განმავლობაში, ზოგიერთი თვეების გამოკლებით. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ თვეებში პუნქტების უმეტესობაზე ჰაერის ტენშემცველობის შემცირება განპირობებულია წყალსაცავის აკვატორიაზე კონდენსაციის პროცესების განვითარების შედეგად.

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიური მნიშვნელობებისათვის სტატისტიკური მნიშვნელობების კრიტერიუმად ჩვეულებრივ დებულობენ საშუალო კვადრატული გადახრის 0.9-1.5პა ზღვრულ სიდიდეებს, ამის გათვალისწინებით არსებითად უნდა იქნეს მიჩნეული ჰაერის ტენიანობის ცვლილება წყალსაცავების მიმდებარე 0.1კმ სივანის ზონაში: ჯვრის წყალსაცავისათვის პირქარის შემთხვევაში თებერვალში—0.9პა, მარტში—1.4პა, აპრილში—1.5პა, აგვისტოში—1.5პა, ნოემბერში—1.0პა, დეკემბერში—1.0პა; ხულონის წყალსაცავისათვის აპრილში—1.0პა, გალის წყალსაცავისათვის მარტში—0.9პა, აპრილში—1.0პა, ივნისში—1.3პა.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საშუალო თვიური მნიშვნელობების სიდიდეების შეფასება საშუალო კვადრატული გადახრების კრიტერიუმის მეშვეობით (წლის ცივ პერიოდში 6.0-6.5%, თბილ პერიოდში 3-4%) გვიჩვენებს, რომ სტატისტიკურად მნიშვნელოვანია ჯვრის წყალსაცავისათვის ტენიანობის მატება

ზამთარში სანაპირო ხაზიდან 0.1კმ მანძილზე, ხოლო ზაფხულში—0.5კმ მანძილზე; ხუდონის წყალსაცავისათვის წლის ცივ პერიოდში (X-II) სანაპირო ხაზზე, ხოლო თბილ პერიოდში (III-IX) სანაპირო ხაზიდან 0.1კმ მანძილზე, გარდა ივლისისა და აგვისტოსი, რომელთაგანაც ეს მატება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ხდება სანაპირო ხაზიდან 0.5კმ მანძილზეც.

პარალელურად ჩატარებულია გალისა და ჯვრის წყალსაცავების შესაძლო გავლენის დადგენა წყალსავალებიდან დაშორებული და სხადასხვა მანძილზე განჯაგებულ პუნქტებში (ზუგდიდი, ჯვარი, ხაიში, მესტია, საქარა, სანხერე, ლატა) “ცივრცული სხვაობების” მეთოდის გამოყენებით.

დადგინდა, რომ გალისა და ჯვრის წყალსაცავების აშენების შედეგად წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიურმა მნიშვნელობებმა მოიმატა ზუგდიდში 2.9ჰპა-ით, ჯვარში—0.8ჰპა, ხაიშიში—0.1ჰპა, მესტიაში—0.2ჰპა, საქარაში—0.4ჰპა, სანხერეში—0.1ჰპა-ით. წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობების ბუნებრივი კლიმატური ცვალებადობის სიდიდე კი შეადგენს: მესტიაში—0.4, ჯვარში—0.5, ხაიშიში—0.4, ზუგდიდში—0.4, გალში—0.5ჰპა, ე.ი. წყალსაცავების აშენების შედეგად გამოწვეული წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო წლიური სიდიდეების ზრდის საზღვრები არ აღემატება ამ პუნქტებისათვის დადგენილი ბუნებრივი კლიმატური ცვალებადობის სიდიდეების საზღვრებს, გარდა სადგურ ჯვრისა და ზუგდიდისა, სადაც ისინი შესაბამისად ტოლია 0.8 და 0.5ჰპა და 2.9 და 0.4ჰპა-სი.

წყლის ორთქლის დრეკადობის საშუალო თვიურმა მნიშვნელობებმა სადგურ ჯვარში მოიმატა არა უმეტეს 0.5ჰპა (კლიმატური ცვალებადობა 0.7-1.0ჰპა), მესტიაში—0.4ჰპა (კლიმატური ცვალებადობა 0.5-0.8ჰპა). ამრიგად, განსახილველ რაიონში ჯვრისა, გალისა და ხუდონის წყალსაცავების შესამჩნევი გავლენა ჰაერის ტენიანობაზე მქლავნდება ჯვარში და ზუგდიდში.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს მიერ გამოთვლილი მეთოდების გამოყენებით მიღებული წყალსაცავების გარემოს კლიმატურ მახასიათებლებზე გავლენის რაოდენობრივი შეფასება, როგორც გამაცივებელი და გამათბობელი პერიოდების ხანგრძლივობის იდენტურობით, ისევე მათი ზემოქმედების

ინტენსივობითა და გავლენის ზონის სიდიდით, იმყოფება იმ საზღვრებში, რომლებიც დადგენილია ექსპერიმენტული გზით შედარებით მცირე ზომის ზომიერი განედების შესაბამის ფიზიკო-გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებული წყალსაცავებისათვის.

4. გამოკვლეულია ატმოსფერული ნალექების რეჟიმი მდინარე ენგურის წყალსაცავების კასკადის განლაგების რაიონში, წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგი პერიოდებისათვის. ჩატარებულია წყალსაცავების შესაძლო გავლენის შეფასება ნალექების რაოდენობაზე “სივრცული სხვაობების” მეთოდის დახმარებით.

როგორც მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ჯვრის წყალსაცავის აშენების შემდეგ ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა გაიზარდა ზუგდიდში 219 მმ-ით, ჯვარში-215 მმ-ით, ხაიშში-173 მმ-ით, მესტიაში- 42 მმ-ით, საქარაში- 63 მმ-ით, სანხერეში- 71 მმ-ით, გალში-234 მმ-ით.

5. ამრიგად, შესრულებული გამოკვლევების შედეგები იძლევა საფუძველს დავასკვნათ, რომ მდინარე ენგურის აუზის წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე ეკოლოგიური თვალსაზრისით რაიმე არსებით გავლენას ადგილი არ აქვს.

ლიტერატურა-REFERENCES-LITERATURA

1. Будико М.И. Изменение климата. Л., Гидрометеиздат, 1974, 300с.
2. Будико М.И. Глобальная экология. М., “Мысль“, 1977, 327с.
3. Влияние климата на человека на глобальные условия. перевод с англислого под редакцией Л.С. Гандина. Л., Гидрометеиздат, 1952, 83с.
4. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1937, 173с.
5. Тимофеев М.П. Метеорологический режим водоемов. Л., Гидрометеиздат, 1963, 291с.
6. Боровикова Т.Н., Ясонова Э.Н. Влияние Куибишевского водохранилища на температуру и влажность воздуха окружающей территории. Уч. записки Пермского университета. №3, 1963.
7. Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. Водохранилища и окружающая природная среда. М., “Наука“, 1976.
8. Маруашвили Л.И. Физическая география Грузии (на грузинском языке). Тбилиси, “Цодна“, 342с.
9. Напетваридзе Е.П. Циркуляционные процессы атмосферы на территории Грузии, как фактор её климатов Сообщ. АН ГССР, 1947 т.В., №3.
10. Папинашвили К.И. Атмосферные процессы в Закавказье и их связь с макроциркуляционными процессами над Евразией. Л., Гидрометеиздат, 1963.
11. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды Зак НИГМИ, вып. 44(50), Л., Гидрометеиздат, 1971, 383с.
12. Справочник по климату СССР, вып. 14, Грузинская ССЗ, Л., Гидрометеиздат, ч. 1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. 1968, ч.2, температура воздуха и почвы, 1967, ч. 3, Ветер., 1968, ч. 4, Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров, 1970.
13. Рекомендации по расчёту изменений температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов. Изд. ГГЩ, Л., 1981, 16с.
14. Кондраев К.Я. Актинометрия. Л., Гидрометеиздат, 1965, 692с.
15. Русин Н.П. Прикладная актинометрия Л., Гидрометеиздат, 1979, 235с.

16. Гвахария В.К. Испарению с водной поверхности водоемов Кавказа. “Мецниереба“, Тбилиси, 1979, 186с.
17. Викулина З.А. Водный баланс озёр и водохранилищ Советского Союза. Л., Гидрометеиздат, 1979. 175с.
18. Методы изучения и расчета водного баланса. Л., Гидрометеиздат, 1981, 397с.
19. Указания по расчёту испарения с поверхности водоемов. Л., Гидрометеиздат, 1969, 82с.
20. Метревели Г.С. Водохранилища Закавказья. Л., Гидрометеиздат, 1985, 131с.
21. Давидов В.К. Испарение с водной поверхности Европейской части СССР. Труды НИУ ГУГМС. серия IV, вып. 12, 1944.
22. Зайков Б.Д. Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР. Труды ГГИ, вып.21, 1949.
23. Крыцкий Э.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы речной гидротехники. Изд. АН СССР, 1950.
24. Браслевский А.П., Викулина З.А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Л., Гидрометеиздат, 1954.
25. Изыскательские работы по исследованию влияния Ингурского каскада на климат региона в объеме требований строительстве этого каскада. Отчет по НИР, НТВ ЗакНИГМИ, Тбилиси, 1989.
26. Прогноз воздействия создания Ингурского каскада водохранилищ на климат рениона. Отчет по НИР, НТВ ЗакНИГМИ, Тбилиси, 1992.
27. Разработать прогноз влияния водохранилища Ингурской ГЭС на климатические условия прилегающего района с учётом влияния Ингурского (Джварского) водохранилища. Отчет по НИР, НТВ ЗакНИГМИ, Тбилиси, 1987.



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის ბაზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com