

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხატია ჩოხელი

„შორ–ტყიბულის წყალსაცავების წყლის ბალანსი“

სამაგისტრო პროგრამა: „ფიზიკური გეოგრაფია და გარემოს მდგრადი
განვითარება“

ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი ვაჟა ტრაპაიძე

თბილისი

2013

შინაარსი

შესავალი.....	5
თავი I .	
– წყალსაცავების ზოგადი დახასიათება	7
– წყალსაცავის ტიპები.....	9
– წყალსაცავის წყლის რეჟიმი.....	10
– წყალსაცავის მოლამვა.....	12
– წყალსაცავის ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმი....	15
– წყალსაცავის თერმული და ყინულოვანი რეჟიმი და წყალსაცავის სანაპირო ზოლის გადამუშვება.....	16
– წყალსაცავის გავლენა გარემოსა და მდინარის ჩამონადენზე.....	17
თავი II. შაორის წყალსაცავი	
– შაორის წყალსაცავის ზოგადი დახასიათება.....	20
– მდინარე შაორა (შარაულა)	24
– შაორჰესი.....	26
– შაორის წყალსაცავის ჰიდროლოგიური რეჟიმი.....	28
თავი III. ტყიბულის წყალსაცავი	
– ტყიბულის წყალსაცავის ზოგადი დახასიათება.....	34
– მდინარე ტყიბულა.....	37
– ტყიბული ჰესი	39
– ტყიბულის წყალსაცავის ჰიდროლოგიური რეჟიმი.....	41
თავი IV . წყლის ბალანსი.....	45
თავი V. შაორ–ტყიბულის წყალსაცავების წყლის ბალანსი.....	52
დასკვნა.....	63
გამოყენებული ლიტერატურა.....	65

ანოტაცია

მტკნარი წყლის რესურსები საქართველოს ერთ-ერთ ძირითად სიმდიდრეს წარმოადგენს. საქართველოს ტერიტორიის მთიანი ხასიათი, უხვი ატმოსფერული ნალექები, განსაკუთრებით შავი ზღვის აუზში განაპირობებენ იმას, რომ მის ტერიტორიაზე ერთი წლის განმავლობაში ფორმირებული მტკნარი წყლის ფენის საშუალო სიმაღლით საქართველოს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მსოფლიოში.

წყლის რესურსების ტერიტორიალური გადანაწილების და მართვისათვის მნიშვნელოვანია წყალსაცავების ეფექტური ექსპლუატაცია. წყლის ბალანსის მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია წყალსაცავში წყლის შემოსავლის, გასავლისა და აკუმულაციის განსაზღვრა.

დასავლეთ საქართველოში მდებარეობს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შაორ-ტყიბულის წყალსაცავების კასკადი, რომელიც კომპლექსური დანიშნულების რთული ჰიდროკვანძია. სამუშაოში განხილულია წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლებაში შემავალი ყველა კომპონენტი: ზედაპირული წყლების მოდინება წყალსაცავში, მიწისქვეშა წყლების მოდინება, სამეურნეო მოხმარების შედწეგად დაბრუნებული წყლები, რომლებიც პირდაპირ ხვდებიან წყალსაცავში, ნალექები, რომლებიც მოდიან წყალსაცავის ზედაპირზე, წყლის გადინება ჰიდროკვანძის ჩამკეტი ნაგებობებიდან, წყლის გადინება ფილტრაციით, წყლის აღება წყალსაცავიდან წყალმომარაგებაზე, აორთქლება წყალსაცავის ზედაპირიდან, წყალსაცავის წყლის მარაგის ცვლილება თოვლისა და ყინულის ხარჯზე, და აშ. ბალანსის ელემენტების კვლევა განხორციელდება ანთროპოგენული ფაქტორების გათვალისწინებით, რათა შესაძლებელ იქნეს რეალურთან მიახლოებული სურათის წარმოჩენა.

Water balance of Shaori – Tkibuli reservoir

Fresh water resources are one of the main wealth of Georgia.

Georgia occupies an important place in the world with medium height of fresh water formed within one year. Excess of atmospheric precipitations, especially in the Black sea region, and mountainous landscape provides ideal conditions for that.

For territorial distribution of water resources and water management it is important to use water reservoir efficiently. With water balance method it is possible to determine the amount of incoming ,outgoing and accumulated water in the water reservoir.

One of the most important water cascade reservoirs is located in west Georgia. This is Shaori-Tkhibuli reservoir. These cascades are complex hydro-hub. All components of the water balance equation of reservoir is discussed: Surface water flow, groundwater flow, Returned water to agricultural use, which are directly incoming into the reservoir, precipitation, which are coming to the surface of the reservoir, the water drain through filtration. Water taking from a water supply, evaporation from the surface of the reservoir, changes reservoir water supply due to snow and ice and ect.. Research of balance items will be implemented by anthropogenic factors, and that will be presented picture closer to the reality.

შესავალი

წყლის რესურსების გენეზისისა და ტრანსფორმაციის ბუნებრივი ციკლის შესწავლას ემსახურება წყალსაბალანსო კვლევები. წყლის ბალანსების კვლევის საშუალებას და მიზანსაც ერთდროულად წარმოადგენს ბალანსური განტოლება. ადეკვატური განტოლების შედგენა საკმაოდ რთული და შრომატევადი სამუშაოა. მისი შესატყვისობა-სიზუსტე დამოკიდებულია არა მარტო ჩვენს ცოდნასა და ინფორმირებულობაზე, არამედ იმ კონკრეტულ მიზანზე, პრაქტიკულ ამოცანაზე, რომლის გადაწყვეტას ემსახურება ბალანსური განტოლების კონსტრუირება. ხშირად ბალანსური განტოლება ემსახურება განტოლების უცნობი ელემენტის სიდიდის განსაზღვრას და დაზუსტებას.

წყლის ბალანსი ეს არის კონკრეტულ წყლის ობიექტში წყლის შემოსავალს, გასავალსა და აკუმულაციას შორის თანაფარდობა. იგი შეიძლება იყოს როგორც პერსპექტიული (გრძელვადიანი პერიოდისათვის), ისე ოპერატიული (მოკლევადიანი) პერიოდისათვის). ასევე რაიონისათვის, რეგიონისათვის, კონტინენტისა და მსოფლიოსათვის. წყლის ბალანსი შეიძლება განვიხილოთ როგორც სისტემა, რომელიც შედგება რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებული სისტემისაგან, რომლებიც დინამიკურ წონასწორობაში არიან. ასეთ შემთხვევაში ერთ-ერთი შემადგენელი ელემენტის ცვლილება იწვევს სხვა ელემენტის ცვლილებას. ეს იძლევა საშუალებას აქტიურად ვიმოქმედოთ წყლის რეჟიმზე და ვმართოთ ის.

შეიძლება აგრეთვე წყლის ბალანსი განვიხილოთ როგორც კონკრეტული წყლის ან/და განსაზღვრული ტერიტორიის კომპლექსური შესწავლის განზოგადოებული შედეგი, რომელიც შეიცავს ცალკეული ელემენტის რაოდენობრივ შეფასებას. წყლის ბალანსი არის პირველწყარო „წყალსამეურნეო ბალანსებისა“. წყალსამეურნეო ბალანსი წარმოადგენს რაოდენობრივ შედარებას გამოსაყენებლად ვარგისი ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებისა– შემოსავალი და წყალმომხმარებელთა მოთხოვნილებასთან (სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა, მოსახლეობა და სხვა)– გასავალი.

ბალანსის თითოეული ელემენტის ცვალებადობის დონით და სამეურნეო დონისძიებების ჩატარების შედეგად შეიძლება შეფასდეს ნებისმიერი ბუნებრივი ობიექტის წყლის ბალანსის ტრანსფორმაცია. განსაკუთრებულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს მომავალი წყალმომხმარების პერსპექტივები, როცა ზუსტდება ცალკეული აუზები, რეგიონების, ეკონომიკური რაიონების და მთლიანად ქვეყნის წყლის რესურსების დაცვის და კომპლექსური გამოყენების წყალსამეურნეო ბალანსები და სქემები.

ჩვენს დროში მკვეთრად გაიზარდა ზუსტი ბალანსური კვლევების მნიშვნელობა. ბუნებრივ პროცესებში მკვეთრი ანთროპოგენური ჩარევის პირობებში ირღვევა წონასწორობის - ბალანსის პრინციპი. აღნიშნული ცვლილების მასშტაბის შესაბამისად მოსალოდნელია უკვე დადგენილი ბალანსური ელემენტებში მეტ-ნაკლები ცვლილება, რამაც ასახვა უნდა ჰპოვოს განტოლების შინაარსზე. ამისათვის აუცილებელია წყლის ბალანსის განტოლების უმნიშვნელოვანეს პარამეტრებზე ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის არსებობა.

შაორ-ტყიბულის წყალსაცავი საქართველოსათვის უმნიშვნელოვანესი წყალსატევია, მისი ბალანსური კვლევა მრავალ მეცნიერს აქვს ჩატარებული (გ.სვანიძე, გ.მეტრეველი და სხვა). ჩვენი მიზანი იყო წყალსაცავების წყლის ბალანსების თანამედროვე სურათის წარმოჩენა, რისთვისაც ვიყენებთ უახლეს ინფორმაციას.

კვლევის მეთოდს წარმოადგენს მოპოვებული ინფორმაციის შედარება ადრე არსებულ კვლევებთან, მიღებული შედეგების ანალიზი. წყლის რესურსების რაოდენობრივი შეფასებისას გამოყენებულია მათემატიკური სტატისტიკის და წყალსაბალანსო კვლევის მეთოდი.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს შაორისა და ტყიბულის წყალსაცავების წყლის რეჟიმის თანამედროვე სურათის დადგენა, და იმ სუბიექტური და ობიექტური მიზეზების განსაზღვრა, რაც დაკავშირებულია წყალსაცავების ექსპლუატაციასთან.

თავი I.

წყალსაცავების ზოგადი დახასიათება

წყალსაცავი წარმოადგენს ხელოვნურ წყალსატევს, რომელიც ემსახურება ტერიტორიისა და წლის პერიოდების მიხედვით არათანაბრად განაწილებული მდინარის ჩამონადენის რეგულირებას წყლის რესურსების ოპტიმალური გამოყენების მიზნით.

დედამიწის ყველა წყალსაცავის მოცულობის 95% თავმოყრილია დიდ წყალსაცავებში, რომელთა მთლიანი მოცულობა აღემატება 0.1 კმ³-ს. ასეთი წყალსაცავების რიცხვი დედამიწაზე 2500-მდეა. მათი უმრავლესობა ჩრდილოეთ ამერიკის კონტინენტზეა (დაახლოებით 900, ან 36%), აზიაში 26%, ევროპაში 21%.

მსოფლიოში ამჟამად 1მლნ.მ³ -ზე მეტი მოცულობის მქონე 13 ათასამდე წყალსაცავია, რომელთა საერთო წყლის მოცულობა 5,5 ათასი კმ³-ს აღემატება, წყლის სარკის ზედაპირის ჯამური ფართი 400 ათას კმ²-ს შეადგენს.

წყალსაცავები ზედაპირის ფართობის, მოცულობის, სიგრძის, სიღრმის და სხვათა მიხედვით შეიძლება შევადაროთ დედამიწის უდიდეს ტბებს. გრანდიოზული წყალსაცავების სიმრავლით აფრიკა გამოირჩევა. აქაა უზარმაზარი ვიქტორიას (ზედაპირის ფართობი 76000კმ²), ვოლტას (8480კმ²), ნასერის (5120კმ²), კარიბას (4450კმ²) და სხვა წყალსაცავები. აღსანიშნავია ბაიკალის (32970კმ²), კუბიშევის (5900კმ²), ბრატსკის (5490კმ²) და სხვა წყალსაცავები. წყლის სრული მოცულობით ამჟამად მსოფლიოში პირველ ადგილზეა ბრატსკის (მოცულობა 169.3კმ³) წყალსაცავი. შემდეგი ადგილები უკავიათ კარიბას (160.3კმ³), ნასერის (157.0კმ³), ვოლტის (148.0კმ³), გურის (135.0კმ³) და სხვა წყალსაცავებს. მსოფლიოში უგრძესი წყალსაცავია კუბიშევის (სიგრძე 650კმ). მნიშვნელოვანი სიგრძით ხასიათდება აგრეთვე ბრატსკის (565კმ), ვოლგოგრადის (540კმ) დანასერის (500კმ) წყალსაცავები.

წყალსაცავების ძირითადი დანიშნულებაა წყლის დაგროვება და შემდგომში დანიშნულების მიხედვით მეურნეობაში გამოყენება.

მსოფლიოს ექსპერტთა პროგნოზირებით, უახლოეს 30–50 წლის განმავლობაში მდინარეთა ჩამონადენის 2/3-ს წყალსაცავებში დაარეგულირებენ, რაც ხელს შეუწყობს წყლის რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებას.

დიდია წყალსაცავების როლი მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირების საქმეში. ამ უკანასკნელის ხასიათის მიხედვით წყალსაცავები შეიძლება იყოს მრავალწლიური, სეზონური, კვირეული და დღე-ღამური რეგულირების. ჩამონადენის რეგულირების ხასიათი განისაზღვრება წყალსაცავის დანიშნულების მიხედვით; აგრეთვე წყალსაცავის

სასარგებლო მოცულობის და მდინარის ჩამონადენის სიდიდის თანაფარდობით.

წყალსაცავები არსებითად ცვლიან მდინარეთა ჰიდროლოგიურ, ჰიდროქიმიურ და ჰიდრობიოლოგიურ რეჟიმს. პატარა წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე გარემოზე მეტად უმნიშვნელოა. დიდმა და საშუალო წყალსაცავებმა ბევრი მდინარის აუზში ლანდშაფტი მნიშვნელოვნად გარდაქმნა. კერძოდ, მიკროჰავის შეცვლის შედეგად იცვლება ნიადაგური საფარი, მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო. წყალსაცავების მიერ გარდაქმნილი ტერიტორიის ფართობი მსოფლიოში ამჟამად 1.5 მლნკმ²-ს აღემატება. მიუხედავად იმისა, რომ წყალსაცავი არის ადამიანის მიერ მართვადი წყლის ობიექტი, ისინი მაინც განიცდიან ჰიდრომეტეოროლოგიური ფაქტორების ძლიერ ზემოქმედებას.

წყალსაცავების შექმნას საკმაოდ ბევრი უარყოფითი მხარე აქვს. ისინი, განსაკუთრებით ვაკის წყალსაცავები, ტბორავენ ტერიტორიებს, რომელთა ფართობი ასეულობით და ათასეულობით კმ²-ს უდრის. წყლით იფარება სასოფლო-სამეურნეო მიწები, დასახლებული პუნქტები, იჩეხება ტყეები, გარდა ამისა, სანაპირო ზონაში მიწისქვეშა წყლების დონე მაღლა იწევს, რაც ხელს უწყობს ტერიტორიის დაჭაობებას და მეწყერული პროცესების გააქტიურებას. ირღვევა მდინარის თხევადი და მყარი ჩამონადენის რეჟიმი წყალსაცავის ქვემო წელში, მატულობს ჰაერის და ნიადაგის ტენიანობა. მაგრამ, რადგან სხვა ალტერნატივა ჯერჯერობით არ არსებობს და წყალსაცავების მშენებლობა გარდაუვალია, მათი პროექტირებისას აუცილებელია მრავალმხრივი ანალიზის ჩატარება წყალსაცავის პარამეტრების და მისი გამოყენების ოპტიმიზაციისათვის, სადაც გათვალისწინებული უნდა იყოს მომავალი ეკოლოგიური ცვლილებები. ამის საფუძველზე უნდა შეირჩეს წყალსამეურნეო სისტემის ისეთი პარამეტრები და გარემოს დამცავი ღონისძიებები, რომლის დროსაც ეკოლოგიურ სისტემაზე მიყენებული ზიანი მინიმალური იქნება, ხოლო სისტემის ეფექტურობა კი მაქსიმალური.

წყალსაცავების მნიშვნელობა უდიდესია. მათ წყალს იყენებენ წყალმომარაგებისათვის, მოსარწყავად, ჰიდროენერჯის მისაღებად, თევზის მეურნეობისათვის. ისინი გამოიყენებიან სანაოსნოდ, ხე-ტყის დასაცურებლად. არეგულირებენ მდინარეთა ჩამონადენს. აღსანიშნავია, წყალსაცავების უდიდესი როლი წყალმოვარდნებისა და წყალდიდობების წინააღმდეგ ბრძოლის საქმეში. ზოგიერთ წყალსაცავს კომპლექსური გამოყენება აქვს. ისინი რამდენიმე სახის წყალმომხმარებლის უზრუნველყოფას ემსახურებიან კერძოდ, მათ წყალს იყენებენ ჰიდროენერჯის მისაღებად, ირიგაციაში, წყალმომარაგებისათვის და თევზის მეურნეობისათვის. წყალსაცავებს უდიდესი ტურისტულ-რეკრეაციული მნიშვნელობა აქვს.

საქართველოს წყალსაცავებში აკუმულირებულია წყლის რესურსების მნიშვნელოვანი ნაწილი. დღეისათვის ექსპლუატაციაში არის 44 წყალსაცავი, თითოეული მოცულობით 0,5მლნ.მ³-ს და მეტი. მათი საერთო მოცულობა 3,32 კმ³-ს შეადგენს, ხოლო სასარგებლო მოცულობა -2,27 კმ³-ს.

წყალსაცავების წყლის ზედაპირის საერთო ფართობი 163 კმ²-ია, რაც საქართველოს ტერიტორიის 0,23%-ს შეადგენს.

ამ წყალსაცავებიდან რვა წყალსაცავი დასავლეთ საქართველოში მდებარეობს, რომელთაგან ერთი საირიგაციო, ხოლო დანარჩენი ენერგეტიკული დანიშნულებისაა. მათი საერთო სასარგებლო მოცულობა 0,85 კმ³-ია. აღმოსავლეთ საქართველოს ნაკლებ ტენიანობის გამო აქ არსებული წყალსაცავები ძირითადად ირიგაციული დანიშნულებისაა.

როგორც აღვნიშნეთ, კომპლექსური დანიშნულების წყალსაცავები რამდენიმე სახის წყალმომხმარებელს ემსახურებიან, მაგალითად ჟინვალის წყალსაცავის ძირითადი დანიშნულებაა: ენერგეტიკა, ირიგაცია და სასმელი წყლით მომარაგება, თუმცა ყველა წყალსაცავი ძირითადი დანიშნულების გარდა გამოიყენება თევზის მეურნეობისათვის, რეკრეაციისა და ისეთი სტიქიური მოვლენის შესარბილებლად, როგორცაა წყალდიდობა. აღსანიშნავია, რომ ბევრ ქვეყანაში წყალსაცავები და კაშხლები შენდება მხოლოდ და მხოლოდ წყალდიდობებთან საბრძოლველად.

წყალსაცავების ტიპები

წყალსაცავები სხვადასხვა ტიპებად იყოფა კალაპოტის ხასიათის, შევსების მეთოდის, გეოგრაფიული მდებარეობის, მდინარის აუზში მისი ადგილის და მდინარის ჩამონადენის ხასიათის მიხედვით.

კალაპოტის მორფოლოგიური ხასიათის მიხედვით წყალსაცავები იყოფიან ხეობისა და ქვაბულის ტიპის წყალსაცავებად. ხეობის ტიპის წყალსაცავებს მიეკუთვნებიან ის წყალსაცავები, რომელთა კალაპოტსაც წარმოადგენს მდინარის ხეობის გარკვეულ ნაწილს. ხეობის ტიპის წყალსაცავები, თავის მხრივ იყოფა კალაპოტურ და ჭალა-ხეობის ტიპის წყალსაცავებად. ქვაბულის ტიპის წყალსაცავებს მიეკუთვნება დარეგულირებული ტბები და წყალსაცავები, რომლებიც იზოლირებულ დადაბლებებში, ზღვისგან გამოყოფილ ყურეებში, ლიმანებში, ლაგუნებში, აგრეთვე ხელოვნურ კარიერებში მდებარეობენ. პატარა წყალსაცავებს, რომელთა ზედაპირის ფართობი 1 კმ²-ზე მცირეა – ტბორებს უწოდებენ.

შევსების მეთოდის მიხედვით წყალსაცავები იყოფა საგუბარ და ჩასასხმელი ტიპის წყალსაცავებად. წყალსაცავი საგუბარია თუ მისი შევსება ხდება იმ მდინარის წყლით, რომელზეც არის შექმნილი. ჩასასხმელი ტიპის წყალსაცავის შევსება ხდება მეზობლად მდებარე წყლის ობიექტიდან.

გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ მთის, წინამთის, ვაკის და ზღვისპირა წყალსაცავებს. ზღვისპირა წყალსაცავებს წარმოადგენენ ზღვიდან გამოყოფილი ყურეები, ლიმანები და ლაგუნები.

მდინარის ჩამონადენის რეგულირების მიხედვით წყალსაცავები შეიძლება იყოს მრავალწლიური, სეზონური, კვირეული და დღე-ღამური რეგულირების. ჩამონადენის რეგულირების ხასიათი განისაზღვრება წყალსაცავის დანიშნულებით და წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობის შეფარდებით მდინარის ჩამონადენის სიდიდესთან.

საქართველოს ზოგიერთი წყალსაცავი შექმნილია ყოფილი ტბების ქვაბულებში. მათ რიცხვს მიეკუთვნება შაორი, თბილისის და სხვა წყალსაცავები. ზოგიერთი ხელოვნური წყალსაცავი ფაქტობრივად ბუნებრივ ტბას წარმოადგენს, მაგრამ პირობითად იწოდება წყალსაცავად, რადგან მათი საზრდოობა იწარმოება ხელოვნური არხების საშუალებით.

როგორც ავნიშნეთ წყალსაცავების მნიშვნელოვანი ნაწილი შექმნილია მდინარეთა ხეობებში კაშხლებით გადაკეტვის გზით. მათ რიცხვა მიეკუთვნებიან: ჯვრის, ლაჯანური, წალკის, ჟინვალის და სხვა წყალსაცავები.

საქართველოს წყალსაცავების უმეტესობა: ჯვრის, ტყიბულის, თბილისის, ჟინვალის, და სხვა შექმნილია მდინარის ჩამონადენის სეზონური რეგულირების მიზნით, ხოლო შაორის, სიონის წალკის წყალსაცავები—მრავალწლიური რეგულირებისათვის. გალის, ლაჯანურის, გუმათის, ვარციხის და სხვა წყალსაცავებს დღე-ღამური რეგულირების უნარი აქვთ.

წყალსაცავების წყლის რეჟიმი

წყალსაცავების ექსპლოატაციის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ცოდნას. მათი უშუალო გავლენით იქმნება წყალსაცავის წყლის ბალანსის ყველა ელემენტი, როგორცაა მდინარეული ჩამონადენი, მოსული ატმოსფერული ნალექები წყალსაცავის ზედაპირზე, წყლის ხარჯვა სამეურნეო მოხამრებისათვის, წყლის ზედაპირიდან აორთქლება, წყლის დანაკარგი ყინულსაფარის შექმნაზე და სხვა.

წყალსაცავების წყლის ბალანსის სტრუქტურის დამახასიათებელი ნიშანია ბალანსის შემოსავალ და გასავალ ნაწილებში სხვა შემადგენელ ნაწილებთან შედარებით მდინარის ჩამონადენის საჭიროება. ატმოსფერულ ნალექებზე უმრავლეს შემთხვევაში მოდის მხოლოდ შემომავალი წყლების 2-3%, აორთქლებაზე კი გასავალი წყლების 10%. ამის მთავარი მიზეზია წყალსაცავების მეტად დიდი კუთრი წყალშემკრების სიდიდე. გამონაკლისს წარმოადგენს წყალსაცავები, რომლებიც მდებარეობენ იმ რაიონებში, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ჭარბი ატმოსფერული ნალექები და აორთქლება. მაგალითად, განაში ვოლტას უდიდეს წყალსაცავზე წყლის ბალანსის შემოსავალი ნაწილის 22% მოდის ატმოსფერულ ნალექებზე, ხოლო გასავალი ნაწილის 25% აორთქლებაზე. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი მდ. ნილოსზე აგებულ ნასერის, მდ. ზამბეზზე კარიბას და მდ. კოლორადოზე ლეიკ-მიდის წყალსაცავებზე. სამივე ეს წყალსაცავი მდებარეობს ძალზედ მშრალი კლიმატური პირობების რაიონებში.

ტენიან და ჭარბტენიან რაიონებში მდებარე წყალსაცავების ქვემოთ მდინარის ჩამონადენის სიდიდე რამდენადმე მატულობს, ხოლო ნაკლებ ტენიან რაიონებში მდებარე წყალსაცავების ქვემოთ კი პირიქით კლებულობს.

წყალგაცვლის პირობითი კოეფიციენტი წყალსაცავებს გაცილებით მეტი აქვთ, ვიდრე ტბებს. წყალგაცვლის პირობითი კოეფიციენტების მაღალი მნიშვნელობები აქვთ მსოფლიოს უდიდეს წყალსაცავებს, მაგალითად, ნასერს – 0.5-0.6; ვოლტას – 0.3-0.4; კარიბას – 0.3; ბრატსკის – 0.5. ამ წყალსაცავებში ი წყლის განახლება წელიწადში 2-3-ჯერ ხდება.

წყლით წყალსაცავის სწრაფად გავსება და გაშვება იწვევს დონეთა ცვალებადობას, რომლის ინტენსივობა დამოკიდებულია წყალსაცავში წყლის შემოსავალსა და გასავლის რაოდენობაზე. დიდ წყალსაცავებში წყლის შემოსვლა და გასვლა ხორციელდება მთელი წლის განმავლობაში, დონეები მაქსიმუმს აღწევს გაზაფხულზე, წყლის დაგროვების დროს და უმცირეს ნიშნულებამდე მცირდება ზამთრის ბოლოს. პატარა მოცულობის წყალსაცავებში დონეთა რყევადობა უფრო მკვეთრად არის გამოსახული დღე-ღამის ან რამდენიმე საათის განმავლობაში. დონეთა რყევადობას იწვევს წყლის შემოსავალი და გასავალი, დაბლობის დიდ წყალსაცავებში წყლის შემოსვლითა და დახარჯვის შედეგად დონეების სეზონური რყევა 5-6 მეტრია, მთის წყალსაცავებში კი 50-80 მეტრი.

წყალსაცავების თერმული რეჟიმი განსხვავდება მდინარეთა თერმული რეჟიმისაგან, წყლის ტემპერატურის არაერთგვაროვანი განაწილებით წყალსაცავის სიგრძის, სიგანის და სიღრმის მიხედვით. დიდი და ღრმა წყალსაცავების თერმული რეჟიმი წააგავს ტბების თერმულ რეჟიმს და განსხვავდება მისგან არასტაბილური

ხასიათით.

თავისებური თერმული რეჟიმი აქვთ იმ წყალსაცავებს, რომელთა წყალსაც იყენებენ გასაციებლად. ამ წყალსაცავ-გამაცივებლებში წყლის ტემპერატურა გაცილებით მეტია ბუნებრივზე.

წყალსაცავებში შემოდგომის პირველი ყინულოვანი ფორმები ჩნდება იმავე კლიმატური ზონის მდინარეებთან და ტბებთან ერთად. მთლიანი ყინულოვანი საფარი მდინარეებთან და ტბებთან შედარებით მცირე ზომის წყალსაცავებში 6-8 დღით ადრე დგება,

ხოლო დიდ წყალსაცავებში სითბოს დაგროვების შედეგად უფრო გვიან იწყება. ზამთარში წყალსაცავიდან წყლის გაშვების დროს დონეთა დაკლების გამო ყინულები სანაპირო ზოლში იმსხვრევა. ყინულოვანი მოვლენის პერიოდი წყალსაცავებში, ისევე როგორც ტბებში, ხანგრძლივია ვიდრე მდინარეებში. ყინულის სისქე მდინარეებთან შედარებით გაცილებით მეტია წყალსაცავებში. წყალსაცავის განთავისუფლება ყინულებისაგან უფრო გვიან ხდება, ვიდრე მდინარეებში.

ხეობის ტიპის ახლად შექმნილი დიდი წყალსაცავების ნაპირები სხვანაირ პირობებში ხვდება, რის გამოც იწყებს თავისი არსებული ფორმების შეცვლას. ეს ძირითადად წარმოებს ქარის მიერ გამოწვეული ღელვით და წყლის დინებებით, რომლებიც რეცხავს ნაპირებს და სანაპირო ზოლში ნაშალ მასალას ლექავს. ნაპირების დაშლა წარმოებს მანამდე, სანამ სანაპირო ზოლში არ წარმოიქმნება სანაპირო თავთხელი. თავთხელის გავლენით ტალღების ენერჯის ნაწილი ქრება და ნაპირის ნგრევითი მოქმედება წყდება.

წყალსაცავებში წყლის დინების სიჩქარე მცირდება. ეს ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ატივინარებული მასალის დალექვისათვის, რის შედეგადაც წყალსაცავი თანდათანობით ილამება. ეს ხდება მდინარის მიერ შემოტანილი მასალის, ნაპირების ნგრევის პროდუქტებისა და მკვდარი წყალმცენარეების დალექვით.

წყალსაცავში მდინარის მიერ მოტანილი ფსკერული და ატივინარებული მასალის დალექვის ინტენსივობა დამოკიდებულია, წყალსაცავის სიღრმეზე, სიგრძეზე და მოხაზულობაზე.

წყალსაცავის მოლამვა

წყალსაცავებში წყლის შეტბორვის შედეგად მკვეთრად მცირდება მდინარის ბუნებრივი სიჩქარეები, ეს კი თავის მხრივ ამცირებს ნაკადის ტრანსპორტუნარიანობას და

იწყება მდინარის მყარი ნატანის დალექვის ანუ წყალსაცავების დალამვის პროცესი ე.ი. წყალსაცავები წარმოადგენენ მყარი ნატანის აკუმულიატორებს.

წყალსაცავებში საშუალოდ ილექება მდინარის მყარი ჩამონადენის 90-95%. ამის გამო წყალსაცავებში წყლის სასარგებლო მოცულობა თანდათანობით მცირდება. წყალსაცავის დალამვის პროცესი ზოგადად შეიძლება დავახასიათოთ შემდეგნაირად: ფსკერული ნატანის დალექვა იწყება წყალსაცავის ბოლო ნაწილში ატივნარებული ნატანი წყალსაცავის მთელ სიგრძეზე, დალექილი ნატანის პრიზმა ერთდროულად იზრდება სიმაღლეში, წარმოებს ნატანის ერთგვარი დახარისხება ნაწილაკების სიმსხოს კლებადი მიმდევრობით. ამ კანონზომიერებაში მკვეთრი კორექტივები შეაქვს წყალსაცავის ექსპლოატაციას თანდაკავშირებულ ჰიდრავლიკური რეჟიმის ცვალებადობას.

გარდა მდინარის მყარი ნატანისა, წყალსაცავის მოცულობის შემცირება მიმდინარეობს ისეთი მოვლენების გავლენით, როგორებიცაა ნაპირების გადამუშავება, მეწყერები, ზვავები, ჩამოქცევები, ჩამონაშლები, ქარისმიერი ეროზიის პროდუქტები.

წყალსაცავების დალამვის წინააღმდეგ კაშხლის ტანში აწყობენ ფსკერულ გამრეცხ ხვრეტებს, მდინარეთა ზემო წელში აგებენ ნატანის შემკავებელ სპეციალურ ნაგებობებს, გარდა ამის აუცილებლად უნდა ვიხელმძღვანელოთ ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ექსპლუატაციის ინსტრუქციებით, რომლის საშუალებითაც შეძლებისდაგვარად გავახარმლივებთ წყალსაცავების არსებობას.

მაგალითისთვის განვიხილოთ ლაჯანურის წყალსაცავის გარეცხვის მეთოდები: ზედა ბიეფის რაციონალური გარეცხვის ჩასატარებლად რეკომენდებულია წყლის ხარჯები 120,0 – 180,0 მ³/წ –ის ფარგლებში, ზედა ბიეფის მთლიანი დამუშავების პირობებში. ამისათვის აუცილებელია წყლის გადაგდების დაწყება კაშხლის მარცხენა მალიდან, მომდევნო ორი მალის თანდათანობითი ჩართვით. მარჯვენა მალის ჩართვა გარეცხვის საწყის ეტაპზე რეკომენდებული არ არის, რადგან ეს ხელს შეუშლის მარჯვენა სანაპირო კედლის დამცავი ნატანის დაგროვებას. მარჯვენა მალის ჩართვა მუშაობაში სასურველია იმის შემდეგ, როცა გამრეცხი ნაკადი შექმნის მდგრად კალაპოტს, რომლიდანაც შეუძლებელი იქნება წყლის გადაღვრა მარჯვენა კედლისაკენ. დაგროვილი ნატანის დასტაბილების შემდეგ მარჯვენა მალის გამოყენება შესაძლებელი იქნება ფარის ქვევიდან გამოდინებით.

გარეცხვის პროცესში საჭიროა გამრეცხ ნაკადზე დაკვირვება. აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა განხორციელდეს გამრეცხ ნაკადზე ზემოქმედება კაშხლის ფარებზე მანიპულირებით. ფარებით მანიპულირება შეიძლება გამოყენებული იქნას ქვედა ბიეფში გადაგდებული ნატანის

არათანაბრად განაწილების შემთხვევაში. სხვადასხვა მალეების გაღებით შესაძლებელია პირობების შექმნა, რომლის დროს მიღწეული იქნება ქვედა ბიეფში ნატანის თანაბარი გადანაწილება.

ფარებით მანიპულაცია დასშვებია კაშხლის სამი ღია ფარის ნებისმიერი შეთანწყობით. ერთი მალიდან წყლის გაშვება სასურველი არ არის.

ასეთი გაშვებები დასშვებია ხანმოკლე პერიოდით, მალეების ჩართვის ოპტიმალური რიგითობის დაცვით. ფარების მანიპულაციის დროს უნდა გადაიკეტოს მარჯვენა მალი. გარეცხვების ჩატარება სასურველია ოპტიმალური ხარჯებით, მაგრამ გამორიცხული არ არის ოპტიმალურზე ნაკლები ხარჯების გამოყენება. უფრო მაღალი ხარჯებით გარეცხვა არასასურველია, რადგან გამრეცხი ნაკადი გაივლის შეტბორვის პირობებში, რაც შეამცირებს გარეცხვის ეფექტურობას. გარდა აღნიშნულისა, დიდი ხარჯებით გარეცხვის დროს ადგილი ექნება მსხვილი ფსკერული ნატანის გადაადგილებას ზედა უბნებიდან, რადგან შეტბორვის ფაქტორი არ იმოქმედებს. ოპტიმალურზე მცირე ხარჯების გამოყენებისას სასურველია გარეცხვის ხანგრძლივობის გაზრდა.

გარეცხვის ეფექტურობის გაზრდა შესაძლებელია გარეცხვის წარმოებით რამდენიმე ტაქტით – პირველი გარეცხვის შემდეგ ზედა ბიეფი უნდა შეივსოს ნორმალური შეტბორვის ნიშნულამდე რამდენიმე საათით და განხორციელდეს ხელმეორედ გარეცხვა. გარეცხვის და ბიეფის შევსების ასეთი მონაცვლეობა შეიძლება განმეორდეს რამდენჯერმე, მოთხოვნილების შესაბამისად. გარეცხვის ხანგრძლივობა უნდა შეადგენდეს, არანაკლებ, 5–6 საათს. გარეცხვის ხანგრძლივობა და რაოდენობა მიღებული შედეგებით უნდა აკმაყოფილებდეს დასახულ მიზნებს.

გარეცხვების ჩატარება სასურველია რამდენჯერმე წელიწადში – წყალდიდობის დაწყების წინ, შემოდგომის თავსხმა წვიმების კლების სტადიაზე და მათი გავლის შემდეგ. მოთხოვნილების შემთხვევაში დასშვებია დამატებითი გარეცხვების ჩატარება.

გარეცხვის დროს არ უნდა მოხდეს გამრეცხი გალერეების ნატანით ჩახერგვა. გალერეების ნატანით შევსების შეფასება ხორციელდება გამოსულ ნაკადზე დაკვირვებით. გალერეის ნატანით შევსების მაჩვენებელი იქნება გამოსული ნაკადის დინების შესუსტება. ასეთ შემთხვევაში საჭირო იქნება ზედა ბიეფის დონის აწევა, რაც ხელს შეუწყობს გალერეის გარეცხვას. ასეთ მდგომარეობაში ბიეფი უნდა შენარჩუნდეს გამოსული ნაკადის სრული კვეთის

აღდგენამდე. ზედა ბიეფის გარეცხვის შემდეგ აუცილებელია გალერეების გარეცხვა დაგროვილი ნატანისაგან.

მაგრამ გარდა აღნიშნული ღონისძიებების ჩატარებისა, საჭიროა მდინარის სისტემაში ნატანის პირველწყაროებთან წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიასთან ბრძოლა, წყალშემკრები ტერიტორიის გამწვანება-განაშენიანების ღონისძიებების განხორციელება.

წყალსაცავის ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმი

წყალსაცავების ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმები ძირითადად განისაზღვრება სამი გარემოებით: 1. წყალსაცავში წყალცვლის ინტენსივობით; 2. დატბორვის ზონის მცენარეულობით და გრუნტის ხასიათით და 3. წყლის დაგროვების რეჟიმითა და დონეების რყევადობით. წყალსაცავების ჰიდროქიმიურ და ჰიდრობიოლოგიურ რეჟიმზე კონტროლი მეტად აქტუალურია, რადგანაც წყალსაცავების უმრავლესობა გამოიყენება წყლამომარაგებისათვის.

წყალსაცავების მინერალიზაცია ხასიათდება გაზრდილი მარილიანობით შემდინარე წყალთან შედარებით, რაც წყლის ზედაპირიდან აორთქლების მკვეთრი ზრდისა და წყალსაცავებში ყინულის წარმოქმნის შედეგია.

რაც უფრო მცირეა წყალსაცავის წყალცვლის კოეფიციენტი, მით უფრო მკვეთრად არის გამოხატული მდინარის ჰიდროქიმიური და ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმის ტრანსფორმაცია. იმ რეჟიმზე, რომელიც ძალიან წააგავს ტბის ჰიდროქიმიურ და ჰიდრობიოლოგიურ რეჟიმს. ღრმა წყალსაცავებში აღინიშნება მინერალიზაციის ზრდა (მატება) და სიღრმესთან ერთად ჟანგბადის კონცენტრაციის შემცირება.

წყალსაცავების ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმი მკვეთრად განსხვავდება მდინარის ჰიდრობიოლოგიური რეჟიმისაგან. მიწების დატბორვის შედეგად წყალსაცავში თავს იყრის მინერალური ნივთიერებების უდიდესი მარაგი, რაც ხელს უწყობს უმცირესი ორგანიზმების განვითარებას, იქმნება გაცილებით უკეთესი პირობები თევზების ცხოველმოქმედებისათვის. ამასთან აღსანიშნავია უარყოფითი ბიოლოგიური ეფექტიც: მდინარეებთან შეგუებული თევზების ჯიში იცვლება ტბის თევზებით, ძალიან გართულებულია მათი მიგრაცია მდინარეში და სხვა.

წყალსაცავების ფლორა უფრო მრავალფეროვანია ტბებსა და მდინარეებთან შედარებით. წყალსაცავში დონეების ცვალებადობა განაპირობებს სანაპირო ზოლში წყლის ტიპის მცენარეულობის სიჭარბეს. არაღრმა და წყალმარჩხი წყალსაცავები

დალამვასთან ერთად მთლიანად იფარება წყალმცენარეებით. მათი კვდომისა და გახრწნის შედეგად წყალსაცავები ბიოლოგიურად ბინძურდება.

წყალსაცავის თერმული და ცინულოვანი რეჟიმი წყალსაცავის სანაპირო ზოლის გადამუშავება

წყალსაცავის ცინულოვანი რეჟიმი ხასიათდება სპეციფიკური თვისებებით, რომლებიც განპირობებულია წყალსაცავის ექსპლუატაციის თავისებურებებით: ზამთარში წყალსაცავის დონის რეგულირება, დიდი წყალდიდობების გატარება ცინულის საფარის პირობებში, დონისძიებები ცინულხერგილების წინააღმდეგ, წყალსაგდებებზე ცინულის მასების გატარების ორგანიზაცია და სხვა.

ცინულის გახსნიდან წყალსაცავის სრული განთავისუფლების ხანგრძლივობას ხვადასხვა გეოგრაფიული პირობებისათვის შეადგენს საშუალოდ 10-40 დღე-ღამეს.

წყალსამეურნეო გაანგარიშებისათვის საჭიროა წყალსაცავში ცინულის წარმოქმნაზე წყლის დანაკარგის განსაზღვრა. მას ადგილი აქვს ზამთარში ცინულოვანი რეჟიმის პერიოდში, როდესაც წყალსაცავის დონის დაწვეის დროს ცინული ეშვება წყალსაცავის გვერდებსა და ფსკერზე და გაზაფხულამდე გამოუყენებელი რჩება.

წყალსაცავის სანაპირო ზოლი ფორმირდება და გადამუშავდება ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორების ზეგავლენით, რომელთაგან ძირითადია სანაპირო დინებები და წყლის დონის მერყეობა.

დინებები წყალსაცავების სანაპირო ზოლში გამოირჩევა განსაკუთრებული სირთულითა და მრავალფეროვნებით. აქ ვითარდება წყალსაცავებისათვის დამახასიათებელი ყველა შესაძლო დინება, განსაკუთრებით ზვირთცემის დინებები. სწორედ ისინი განაპირობებენ ნაპირების ნგრევას და ნატანის პლაჟზე და ნაპირის გასწვრივ გადაადგილებას.

სანაპირო ტალღური დინებების ზეგავლენით წყალსაცავების ნაპირების გადამუშავებას ნაპირების აბრაზიას უწოდებენ. აბრაზიის შედეგად ჩამორეცხილი მასალა აკუმულირდება სანაპირო ზოლში ან გადაიტანება ნაპირის გასწვრივ. წყალსაცავის გადამუშავებული ნაპირის ძირითადი ელემენტები – აბრაზიული საფეხური, აბრაზიული ტერასა და წყალქვეშა აკუმულაციური ტერასა შეიმჩნევა ყველა წყალსაცავში მნიშვნელოვანი კორექტივები შეაქვს ნაპირების გადამუშავების საკითხში წყალსაცავების რეგულირებასთან დაკავშირებულ დონეთა ცვალებადობას. მაგალითად, ბარის

წყალსაცავში დონეთა ხელოვნურმა ცვალებადობამ შეიძლება შეადგინოს 6-10 მეტრი, მთის წყალსაცავებში კი 70-80 მეტრი.

წყალსაცავების გავლენა გარემოსა და მდინარის ჩამონადენზე

წყალსაცავები ანელებენ წყალცვლის პროცესს მდინარეთა აუზების ჰიდროგრაფიულ ქსელში. წყალსაცავების აგებამ გამოიწვია ხმელეთის წყლების მოცულობის გაზრდა 6 ათასი კმ³, შესაბამისად შეანელა წყალცვლის პროცესი 5-ჯერ. ასე მაგალითად, თუ დედამიწის მდინარეთა პირობითი წყალცვლის პერიოდი შეადგენს საშუალოდ 19 დღე-ღამეს, წყალსაცავების აგებამ ის გაზარდა 1960 წლისათვის 40 დღე-ღამემდე, 1970 წლისათვის 64 დღე-ღამემდე, ხოლო 1980 წლისათვის 99 დღე-ღამემდე (5.2-ჯერ). განსაკუთრებით შენელდა წყალცვლის პროცესი აზიის მდინარეთა სისტემებში (14-ჯერ) და ევროპაში (7-ჯერ).

წყალსაცავების შექმნას ყოველთვის თან სდევს წყალსაცავის ზედაპირიდან აორთქლების გაზრდის შედეგად ჩამონადენის შემცირება, აგრეთვე ნატანის, ბიოგენური და ორგანული ნივთიერებათა ჩამონადენის შემცირება მათი წყალსაცავში დაგროვების შედეგად.

აორთქლებას ხმელეთის ზედაპირიდან, წყალსაცავების აგება ამცირებს მდინარის ჩამონადენის სიდიდეს.

1980 წლის მონაცემებით, დედამიწის ყველა წყალსაცავიდან აორთქლებაზე წელიწადში იკარგებოდა 120 კმ³ წყალი, ეს კი დედამიწის მდინარეთა ჩამონადენის 3%-ია.

წყალსაცავების შექმნისას გარკვეულ წილად იტბორება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, ტყეები, დასახლებული ადგილები, გზები, საწარმოო ობიექტები და სხვა. ცნობილია, რომ ასეთი სახის დატბორვები მთის მდინარეებზე აგებულ წყალსაცავებზე უმნიშვნელოა ბარის წყალსაცავებთან შედარებით.

წყალსაცავის ზონიდან ხშირად გადასასახლებელია როგორც ცალკეული ოჯახები, ასევე მთლიანად დასახლებული პუნქტები. წყალსაცავის ზონიდან ხალხის გადასახლება დაკავშირებულია არა იმდენად ეკონომიკურ პრობლემებთან, რამდენადაც მორალურ-ეთიკურ საკითხებთან. ცხოვრების ისტორიულ-გეოგრაფიული ადგილების, ისტორიის და კულტურის ძეგლების, ჩამოყალიბებული საწარმოო და სოციალური კავშირების დაკარგვა გასახლებულ მოსახლეობას აყენებს უპირველეს ყოვლისა მორალურ ზიანს, რომელიც მთლიანად აუნაზღაურებელია და შეიძლება კომპენსირებულ იქნას კომპრომისულ საფუძველზე, მხოლოდ ეკონომიკურ და სოციალურ სფეროებში. სახელდობრ: მოსახლეობას უნდა შეუქმნათ ცხოვრების გაცილებით უფრო კომფორტული

პირობები, ვიდრე მანამდე ჰქონდა. ასევე შევქმნათ ახალი საწარმოო სიმძლავრეები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები. პრობლემის ასეთი პრინციპებით გადაწყვეტა საშუალებას მოგვცემს უფრო სრულად დავაკმაყოფილოთ გასახლებული ხალხის საწარმოო ურთიერთობის, სოციალური, ეთნიკური, კულტურული, სპეციფიკური პირობები. მაგალითად მდ.ენგურზე ხუდონ ჰესის მშენებლობა ზემოთ ჩამოთვლილ ყველა პრობლემას გამოიწვევს. სოფელი ხაიში და მისი მიმდებარე ტერიტორიები მთლიანად იტბორება.

ხუდონ ჰესის მშენებლობა ჯერ კიდევ საბჭოთა პერიოდში, 1979 წელს დაიწო და 1989 წლის ივნისში, საბჭოთა სისტემის კრიზისის, ქართული ეროვნული მოძრაობისა და სვანეთის მოსახლეობის პროტესტის გამო გაჩერდა. მთავრობა დღეს იმედოვნებს, უკვე 2018 წელს, 702 მეგავატი სიმძლავრის ხუდონჰესი საქართველოს, როგორც ელექტროენერჯის ექსპორტიორი ქვეყნის შესაძლებლობებს გააორმაგებს. ამასთან, მოხდება სვანეთისა და სამეგრელოს ახალი კურორტების მესტიისა და ანაკლიის სრული ელექტროფიცირება.

წყალსაცავების აგება არღვევს თევზების ცხოვრების და გამრავლებილ ბუნებრივ პირობებს, რადგან თევზის გარკვეული ჯიშები ქვირითს ყრიან მდინარის სათავეებში, თვითონ კი ცხოვრობენ ზღეებში. ასე მაგალითად, სამხრეთ კავკასიაში პირველმა ჰიდროელექტროსადგურმა – ზაჰესმა მნიშვნელოვნად შეამცირა ორაგულის რაოდენობა მდ. მტკვარში, ხოლო მინგეჩაურის წყალსაცავმა კი საბოლოოდ გადაუკეტა გზა მდინარისაკენ ამ უძვირფასეს ჯიშს.

მდინარის დარეგულირების გამო ადგილი აქვს მყარი ნატანის აკუმულირებას წყალსაცავში, რის გამოც იქმნება მისი დეფიციტი მდინარის ქვედა უბანზე. ამის შედეგად კი სანაპირო ზოლში მცირდება პლაჟები და სხვადასხვა დანიშნულებისათვის ადრე ათვისებული ტერიტორიები. მაგალითად მდ. ჭოროხის ნატანის-ქვიშის, კენჭის და კაჭარის მკვეთრი დეფიციტი, რაც მდინარის 24 წყალსაცავისაგან შექმნილი კასკადით გადაკეტვის შედეგია. აჭარის ზღვისპირი უახლოეს მომავალში ვეღარ მიიღებს საკმარისი რაოდენობის პლაჟამგებ მასალას მდ.ჭოროხიდან. მაგრამ ეს პრობლემა მოგვარებადია თუ ხელოვნურად მოხდება პლაჟამგები მასალის ჩაყრა აღნიშნულ ტერიტორიაზე. აბრაზიული სანაპიროების ხელოვნური შევსების მეთოდი აპრობირებულია მსოფლიო ოკეანის მრავალ სანაპიროებზე.1970-იანი წლებიდან აღნიშნულ მეთოდს იყენებდნენ საქართველოშიც, ცნობილი ოკეანოლოგის არჩილ კიკნაძის ხელმძღვანელობით. მისი ხელმძღვანელობით შევსებულმა პლაჟებმა 8–10 წლით შეაჩერეს შავი ზღვის წინსვლა ქობულეთის, გაგრა–ბიჭვინთის, მახინჯაურის სანაპიროებთან.

წყალსაცავებში წყლის დინების სიჩქარეების შემცირება მკვეთრად აქვეითებს წყლის თვითგაწმენდის უნარს. ეს უარყოფითად მოქმედებს როგორც წყალსაცავში, ასევე მდინარის ქვედა წელში წყლის ხარისხზე.

წყალსაცავების მშენებლობას მოსდევს აგრეთვე სხვა ხასიათის ეკოლოგიური ცვლილებები, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება: წყალსაცავის ზედა და ქვედა ბიეფის ზონებში მიკროკლიმატის გარკვეულად შეცვლა, ახალი ფლორისა და ფაუნის განვითარება, მდინარის შესართავის ზონაში, ზღვაში მარილიანობის რეჟიმის დარღვევა და სხვა.

როგორც ზემოთ თქმულიდან ჩანს, წყალსაცავები საკმაოდ მნიშვნელოვან და არაერთგვაროვან გავლენას ახდენენ გარემოზე მაგრამ, რადგან სხვა ალტერნატივა ჯერჯერობით არ არსებობს და წყალსაცავების მშენებლობა გარდაუვალია, მათი პროექტირებისას აუცილებელია მრავალმხრივი ანალიზის ჩატარება წყალსაცავის პარამეტრების და მისი გამოყენების ოპტიმიზაციისათვის, სადაც გათვალისწინებული უნდა იყოს მომავალი ეკოლოგიური ცვლილებები. ამის საფუძველზე უნდა შეირჩეს წყალსამეურნეო სისტემის ისეთი პარამეტრები და გარემოს დამცავი ღონისძიებები, რომლის დროსაც ეკოლოგიურ სისტემაზე მიყენებული ზიანი მინიმალური იქნება, ხოლო სისტემის ეფექტურობა კი – მაქსიმალური.

თავი II. შაორის წყალსაცავი

შაორის წყალსაცავის ზოგადი დახასიათება



შაორის წყალსაცავი მდებარეობს შაორის პლატოზე, სოფ. ხერგას მიმდებარე ტერიტორიაზე. მიეკუთვნება ამბროლაურის რაიონს.

გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, ამბროლაურის რაიონის კლიმატი გარდამავალია ზომიერისა და ნოტიო სუბტროპიკულს შორის და მთიანი რეგიონების ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების განაწილების კანონზომიერებას ექვემდებარება. ამიტომ, რომ რაიონის ჰავის ყველა პარამეტრს (ატმოსფერული ნალექი, ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული წნევა, მზის რადიაცია, ჰაერის ტენიანობა, ქარის ხასიათი, ჰაერის მასების ტიპები, ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურა) მკვეთრად გამოხატული სიმაღლითი ზონალობა ახასიათებთ. რაიონის ტერიტორიის დაბალ მთიანეთში ზომიერად ცივზამთრიანი და შედარებით ცხელზაფხულიანი ჰავის ტიპებია გაბატონებული, მაღალმთიანი ზონისათვის კი უხვთოვლიანი, მთის ნოტიო ჰავაა დამახასიათებელი. ამბროლაური სატყეო უბნის კლიმატური პარამეტრების ანალიზი ცხადყოფს, რომ აქ კარგადაა გამოხატული მიკროკლიმატური არიალები, ისინი მთელი წლის განმავლობაში თავიანთი ავტონომიურობით გამოირჩევიან.

კლიმატის მაჩვენებლები

მაჩვენებლების დასახელება	ზომის ერთეული	მნიშვნელობა	თარიღი
1	2	3	4
1. ჰაერის ტემპერატურა			
საშუალო წლიური	გრადუსი	10	-
აბსოლუტური მაქსიმალური	0.8-1.0	+37	-
აბსოლუტური მინიმალური	”—”	-27	-
2. ნალექების წლიური რაოდენობა			
სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა	მმ	1250	-
სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა	დღე	200	-
გაზაფხულის გვიანა ყინვები	თარიღი	-	20.04
შემოდგომის ადრეულა ყინვები	”—”	-	10.11
გაყინდვის საშუალო თარიღი	”—”	-	20.01
7. თოვლის საფარის სიმაღლე			
მოსვლის დრო	სმ	110	-
მოსვლის დრო	თარიღი	-	30.11
თოვლის აღების დრო ტყეში	”—”	-	20.04
8. თოვლიანი დღეების რაოდენობა			
დღე	დღე	110	-
9. ნიადაგის გაყინვის სიღრმე			
სმ	სმ	10	-
10. გაბატონებული ქარების მიმართულება სეზონების მიხედვით			
ზამთარი	რუშბი	ჩდ	-
გაზაფხული	”—”	ჩა	-
ზაფხული	”—”	ჩდ - ჩა	-
შემოდგომა	”—”	ჩდ - ჩა	-

ნიადაგები

ამბროლაურის რაიონის რელიეფი, ქვაფენილი ქანები, მცენარეული საფარი და კლიმატური პირობები განსაზღვრავენ ნიადაგური საფარის ნაირგვარობას. მთაგორიანი რელიეფის პირობებში გავრცელებულია მთა-მდელობის ალპური და სუბალპური ნიადაგები. მათ ქვედა ზოლში გამოყოფილია ყომრალი და კორდიანი კარბონატული ნიადაგები. ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ჩამორეცხვის ხარისხითა და ქიმიური მაჩვენებლებით. მდინარეთა ტრასებზე მცირე გავრცელებით ხასიათდება ალუვიური ნიადაგები.

ნიადაგების ვერტიკალური ზონალობის სქემაში მთა-მდელოს ნიადაგებს უკავია ყველაზე მაღალი პოზიცია კავკასიონის მაღალმთიან მხარეში. ისინი ვითარდებიან მაღალმთიანი მხარეების სუბალპურ და ალპურ ზონაში, სქელი ბალახოვანი მცენარეულობის ქვეშ და ზემოდან საზღვრავენ მთა-ტყეთა ნიადაგებს. ვერტიკალური გავრცელებით მათ უკავიათ ზღვის დონიდან 1800-2000 მ-დან 2800-3000 მ-მდე სარტყელი. ამბროლაურის სატყეო უბნის ტერიტორიაზე არსებული ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, მათი მექანიკური შემადგენლობა, ჰიგროსკოპიური წყლის შემცველობა, ჰომუსიანობა, რომელიც ტყის ზრდის პირობებს განსაზღვრავს, ფრიად ხელსაყრელია და უზრუნველყოფს ტყის კორომების კარგ განვითარებას.

ნიადაგები

ნიადაგის დატენიანების ხარისხი	ნიადაგის სიღრმის კატეგორიები			
	კლდოვანი	თხელი	საშ. სიღრმის	ღრმა
1	2	3	4	5
1. ტენიანი	-	-	1070	150
2. საშ. ტენიანი	-	-	850	70
3. მშრალი	35 ვულკანური ქანები ძლიერ მშრალი ქვი- შა-ქვები	90 თიხა მშრალი	305 თიხნარი საშ. სინესტის, საშ. სიღრმის	- ტენიანი

ჰიდროგრაფია და ჰიდროლოგიური პირობები

ამბროლაურის სატყეო უბნის ტერიტორია მდიდარია შიდა წყლებით. მისი ძირითადი მდინარეა რიონი, რომელიც ტრანზიტული, რაიონში 40 კმ-ზე მიედინება და თითქმის შუაზე ყოფს მას. ფერდობის ზედაპირები დაკვეთილია ღრმა და ვიწრო შენაკადების ხეობებით, ღარტაფებითა და ხრამებით.

მდინარე რიონის მარცხენა შენაკადებია: კრიხულა, ზნაკურა, შარეულა, ხოლო მარჯვენა - მდ.ლუხუნის წყალი, მდ.რიცეულა და მდ.ასკისწყალი. მდინარეები ძირითადად საზრდოობენ მიწისქვეშა, წვიმებისა და თოვლის ნაღობი წყლებით, ნაწილობრივ კი მყინვარებით.

აღნიშნული მდინარეები წარმოადგენენ ტიპიურ მთის მდინარეებს, რომელთაც ახასიათებს სწრაფი დინება. დიდი ეროზიული მოქმედების გამო მათი კალაპოტი ღრმადაა შეჭრილი მთის ქანებში, წვიმებისა და წყლადიდობის დროს ნიაღვრის სახით ზიანს აყენებენ გზებსა და ტყის მომიჯნავე უბნებს.

ცხრილი №3

მდინარეების და წყალსატევების დახასიათება

მდინარეების, წყალსატევების დასახელება	სად ჩაედინება მდინარე	სიგრძე კმ-ში რაიონის ტერიტორიაზე	დინების სიჩქარე, მ/წმ	სიგანე, მ	სიღრმე, მ	გამოიყენება ხე-ტყის დასაცავად
1	2	3	4	5	6	7
მდ. რიონი	შავ ზღვაში	40	1.0-1.5	50	1.5-3.0	არ გამოიყენება
მდ. ლუხუნის წყალი	მდ. რიონში	38	1.5-2.0	20	0.8-1.0	”___”
მდ. რიცეულა	”___”	35	1.5-2.0	10	1.0-1.5	”___”
მდ. ასკისწყალი	”___”	27	1.0-1.5	10	0.8-1.0	”___”
მდ. კრიხულა	”___”	14	1.0-1.5	10	0.7-1.0	”___”
მდ. შარეულა	”___”	28	1.0-1.5	8	0.8-1.0	”___”
შაორის წყალსაცავი		ფართობი 920 ჰა			15	”___”

რაიონის ტერიტორიაზე არის ტბების უმნიშველო რაოდენობა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს შაორის წყალსაცავს.

შაორის წყალსაცავი მდებარეობს შაორის ქვაბულში რაჭის ქედის ჩრდილოეთ

ფერდობზე ზღვის დონიდან 1133 მ .

შაორის ქვაბულს რაჭის ქედის დასავლეთ ნაწილის ჩრდილო ფერდობი უჭირავს. ქვაბულის შემადგენლობაში შედის რაჭის ქედის მთელი ის ტერიტორია, რომელიც ამ ქედის თხემით დასავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ მხარეებზე ისაზღვრება.

შაორის ქვაბულის ფართობი დაახლოებით 180 კმ² შეადგენს. ქვაბულის უმდაბლესი ნიშნული 1109მ მდებარეობს, უმაღლესი - 1996 (მ. საწალიკე). ქვაბულის ვაკიანი ძირი დაახლოებით 1120 მ სიმაღლეზეა გავრცელებული.

ქვაბულის ძირის კიდეებზე გამოდიან კარსტული წყაროები, რომლებიც ამჟამად წყალსაცავს უერთდებიან. წყალსაცავის შექმნამდე ეს წყლები მდ. დიდჭალასა და მის შენაკადებს წარმოშობდნენ. ეს მდინარე მეანდრირებით ჩრდილოეთით მიედინებოდა და ს.ხერგას მიდამოებში იჟონებოდა.

შაორის ქვაბულის ფერდობების მაღალი ნაწილებისა და ძირის სიმაღლეთა მნიშვნელოვანი (400-800 მ) სხვაობა ხელს უწყობს განაჟონი წყლების ღრმა ცირკულაციასა და კარსტის განვითარებას.

კარსტული რელიეფი ძაბრებით, ჭებით და მღვიმეებით კარგად არის გამოხატული ნაქერალას ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში (უღელტეხილის მიდამოებში).

მრავალრიცხოვანი ჭების სიღრმე 10-20 მ აღწევს, დიამეტრი 0,5-1,5 მ. კარსტული მოვლენების მნიშვნელოვან უბანს წარმოადგენს საწალიკის მთის მიდამოები. გვხვდება კარგად გამოხატული კარსტული ძაბრები და ღრმულები. კარსტული ძაბრების დიამეტრი 100-150 მ აღწევს, სიღრმე - 20-80 მ.

შაორის ქვაბულის მოსაზღვრე ფერდობები ხასიათდება კარსტული ძაბრების და ჭების სიმრავლით. ქვაბულს გარს აკრავს ტყეებით დაფარული ნაქერალას, საწალიკეს ქედები და რაჭის ქედის განშტოება. ქვაბულის მნიშვნელოვანი ფართობი, განსაკუთრებით მისი დასავლეთი და სამხრეთი ნაწილები ტყით არის დაფარული, ხოლო აღმოსავლეთით უმთავრესად ახალგაზრდა ტყეა გავრცელებული. ტყის საფარი არის შაორის ქვაბულის წყლის რეჟიმის ძირითადი მარეგულირებელი ფაქტორი. შაორის ქვაბული და მისი მიმდებარე ტერიტორია მიეკუთვნება მთის ნოტიო კლიმატურ ზონას, ხანგრძლივი ცივი ზამთრითა და ზომიერად თბილი ზაფხულით. ქვაბულის თითქმის ყველა მეტეოროლოგიური ელემენტი გამოირჩევა განსაკუთრებული, მხოლოდ ამ რეგიონისთვის დამახასიათებელი კანონზომიერებით.

წყალსაცავის შექმნამდე ქვაბულის ფსკერი წარმოადგენდა ალპური მცენარეულობით დაფარულ დაჭაობებულ ვაკეს. ამ სიმაღლეზე (1100 მ) ალპური

მცენარეულობის არსებობა აიხსნება რელიეფისა და ჰაერის მასების ცირკულაციის თავისებურებებით გამოწვეული ძლიერი თერმული ინვერსიით.

შაორის წყალსაცავი ექსპლუატაციაში შევიდა 1955 წელს

წყალსაცავი განლაგებულია ქვედა ცარცული ნალექების გავრცელების ზონაში. იურული ნალექები წარმოდგენილია ქვედა იურული ასაკის ფიქალებით და კვარცული ქვიშქვით, შუა უირული ასაკის პორფირატებით და ფურცლოვანი ფიქალებით. შაორის

შაორის წყალსაცავის წყალშემკრები აუზის ფართობი 126კმ², ზედაპირის ფართობი 9,2 კმ², საშუალო სიღრმე - 9,8 მ, მაქსიმალური სიღრმე -14,5მ. წყალსაცავი მოქცეულია პატარა კარსტული ტბების (ხარისთვალა, ძროხისთვალა) ადგილას სადაც მიწაყრილის კაშხლით შეგუბდა მდინარე შაორას (დიდი ჭალა) წყალი.

შაორის წყალსაცავი საზრდოობს ატმოსფერული ნალექებით, მიწისქვეშა წყლებით, რომლებიც გამოდიან, როგორც წყალსაცავის ფსკერზე, ისე პერიფერიაზე. გარდა ამისა წყალსაცავში ჩაედინება მდ. შაორი (მდ. დიდი ჭალა, შარაულა). წარმოდგენს მდ.რიონის მარცხენა შენაკადს და სოფელ ხერგას მიმდებარე ტერიტორიაზე ჩაედინება კარსტულ სიცარიელეში, რომელიც მიწის ზედაპირზე გამოდის ე.წ „ცივწყალას,, ტერიტორიაზე.

წყალსაცავში ჩამდინარე წყლებს აქვთ შერეული კვება. მათი უხვწყლიანობის პერიოდი გრძელდება მარტის დასაწყისიდან ივნისის ჩათვლით და ამ პერიოდში წყალსაცავში ჩადის ჩამდინარე წყლების 60% .

მდინარე შაორა (შარაულა)

შაორის წყალსაცავის შექმნამდე მდ. შაორა-შარაულა მოედინება როგორც ერთი მდინარე. შაორის ქვაბულის საზღვრებში ის ატარებდა მდინარე შაორას სახელწოდებას. სოფელ ხერგასთან მდ.შაორა იკარგებოდა კარსტებში და 2კმ-ის შემდეგ გამოდიოდა მიწის ზედაპირზე უდაბნოს ტერიტორიაზე უკვე მდინარე შარაულას სახელწოდებით.

მდინარე შაორას ჩამონადენი ნაქერალას ქედში გატარებულ გვირაბით გადაგდებულია შაორა-შარაულას აუზის ფარგლებს გარეთ ძვერულა ჰესის ასამუშავებლად. გარდა აღნიშნულისა, შაორის წყალსაცავის შექმნის შემდეგ მდ.შაორა მთლიანად დაძირულია. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ქვემოთ მოცემულია მდ.შარაულას აღწერა.

მდ.შარაულა სათავეს იღებს რაჭის ქედის ჩრდლოეთ ფერდობზე, 1090 მ სიმაღლეზე და უერთდება მდ.რიონს მარცხენა ნაპირიდან, შესართავიდან 213

კილომეტრზე, სოფელ ზედა გვარდიასთან.

მდინარის სიგრძეა 22კმ, საერთო ვარდნა ა- 691მ, საშუალო დახრილობა-312% , წყალშემკრები აუზის ფართობი 231კმ², საშუალო სიმაღლე- 1340 მ.

მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი მოიცავს რაჭის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობს. დასავლეთით და სამხრეთ - დასავლეთით აუზის საზღვარს წარმოადგენს ნაქერალასა და გეორგიევსკის ქედები, ხოლო სამხრეთი და სამხრეთ - აღმოსავლეთი საზღვარი შემოიფარგლება რაჭის ქედით. რომლის სიმაღლეა 1957მ (საწალიკის მთა).

გემორფოლოგიური თვალსაზრისით მკვეთრად გამოხატული შაორის ქვაბული, რომელიც მდებარეობს აუზის ზედა ნაწილში. მას სამკუთხედის ფორმა აქვს და მისი უკიდურესი წერტილები მიმართულია სოფ. „სინათლე“, და სოფ. სვართალას,, მხარეს. ქვაბულის ფსკერი 16,2 კმ² მთლიანად შევსებულია შაორის წყალსაცავით.

აუზის გეოლოგია, ძირითადად, წარმოდგენილია კირქვებით, რაც კარსტული მოვლენების ხელშემწყობია. ნიადაგი უპირატესად კარბონატულია, თიხნარის შემცველობით.

აუზის ფართობის 70% უჭირავს მცენარეულ საფარს. ტყეებში გვხვდება : მუხა, რცხილა, წიფელი, ფიჭვი და იშვიათად ნაძვი.

მდ. შარაულა მიედინება ვიწრო და ღრმა V ფორმის ხეობაში. მისი ფსკერის სიგანეა 10-25 მ. ხეობის დახრილობა დიდია (300-500 მ).

ნაკადის სიგანე მცირედ იცვლება : მაქსიმალური სიგანეა 25 მ (სოფ. ზედა გვარდიასთან); მინიმალური 4 მ (სოფ. ზედა შავრასა და თხმორს შორის).

სიღრმე მერყეობს 0.1 დან 1 მ-მდე, იშვიათად 1.5 დან 2 - მდე, უპირატესად 0,5 მ. ნაკადის სიჩქარე შეადგენს 1-1,5 მ/წმ , მაქსიმალური სიჩქარეა - 2 მ/წმ , 500 მ-ით ქვემოთ სოფ. ზედა გვარდიიდან . უმცირესი სიჩქარე- 0.4 მ/წმ.

კალაპოტის ფსკერი საფეხურებრივია, გვხვდება ღრმულები განსაკუთრებით ზღურბლებთან. ფსკერის გრუნტი ქვიანია, კლოდოვანი ადგილებით (სოფ. ზედა შავრასა და თხმორს შორის).

მდინარის რეჟიმის შესწავლა დაიწყო 1946 წლიდან სოფ. უდაბნოსთან.

მდინარე ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით, წვიმებით გამოწვეული წყალმოვარდნებით , ზამთრის წყალმცირობით.

გაზაფხულის დონის აწევა იწყება თებერვლის ბოლოდან – მარტის დასაწყისიდან რასაც ემატება ხშირი წვიმების გამო გამოწვეული პიკები. წყალდიდობის მაქსიმუმს ადგილი აქვს აპრილის შუა რიცხვებში, ანომალური წლების გარდა, როდესაც წყალმოვარდნის მაქსიმუმი მაისშია(1949 წ), ან მარტში (1925 წ). გაზაფხულის

წყალდიდობის მაქსიმალური დონეები 1,2-2 მ არ აჭარბებს. წყალდიდობა მთავრდება დაახლოებით ივნისის თვეში.

წყალდიდობის კლების პერიოდში წვიმებით გამოწვეულ პიკები შეინიშნება 2-3 ჯერ. ამ დროს დონეების რყევადობა შეადგენს 0.3-0.8 მ.

გაზაფხულ- შემოდგომის პერიოდი ხასიათდება წვიმებით გამოწვეული წყალდიდობებით, რომლებიც საშუალოდ მეორდება 10-15 – ჯერ სეზონში.

ზამთრის პერიოდი ხასიათდება ზამთრის წყალმცირობით და დონეთა ცვალებადობით არა უმეტეს 10-15 სმ .

ყველაზე დაბალი დონეები ფიქსირდება ზაფხულში (ივლისი, აგვისტო). საშიში ჰიდროლოგიუ მოვლენები მდინარეზე არ შეინიშნება.

მდინარე ხასიათდება შერეული კვებით. მდინარის ჩამონადენი 1951 წლიდან მნიშვნელოვნად შემცირდა მას შემდეგ, რაც მოხდა მდინარის ჩამონადენის გადაგდება.

მაქსიმალური ხარჯები ფიქსირდება აპრილ-მაისში. ამ პერიოდში მოედინება წლიური ჩამონადენის 50%. ზამთარში (დეკემბერი-თებერვალი) მოედინება წლიური ჩამონადენის 7,2 -7,5%.

მყარი ნატანის მაქსიმალური ჩამონადენი ფიქსირდება აპრილიდან ივლისის ჩათვლით. მყარი ნატანის საშუალო თვიური ხარჯი იცვლება 0,32 -0,1 კგ/წმ. დარჩენილ თვეებში მყარი ნატანის საშუალო თვიური ხარჯი 0,93 კგ/წმ -ზე ნაკლებია. მყარი ნატანის საშუალო წლიური რაოდენობა შეადგენს 12 ათას ტონას. წყლის სიმღვრივე იცვლება 160 გ/მ³ – 570 გ/მ³.

ყინულოვანი მოვლენები მდინარეზე არასტაბილურია და აისახება დეკემბრიდან თებერვლამდე. ძირითადად წარმოიქმნება 1-1,5 მ სიგანის წანაპირები, ხაგრძლოვობით 10-15 დღის განმავლობაში.

მდინარის წყალი სუფთაა, გამჭვირვალეა და სასმელად ვარგისია.

მდინარე ამუშავებს შაორ ჰესს, რომელიც მდებარეობს სოფ. ხერგასთან. ჰესის დადგმული სიმძლავრეა 38,4 მგვტ, ელექტროენერჯის საპროექტო წლიური გამომუშავება -138,0 მლნ კვტ.სთ.

შაორი ჰესი

შაორჰესი წარმოადგენს მაღალწნევიან ჰიდროელექტროსადგურს რომელიც ექსპლუატაციაში შევიდა 1955 წელს.

შაორჰესი განთავსებულია იმერეთის რეგიონში, ტყიბულის რაიონის ტერიტორიაზე. შაორის წყალსაცავი მდებარეობა შაორის პლატოზე,სოფელ ხერგას

მიმდებარე ტერიტორიაზე.

მდინარე შაორის კარსტულ სიცარიელეში ჩადინების ადგილებამდე მოწყობილია ქვანაყარი კაშხალი, რომელიც ქმნის მრავალწლიური რეგულირების წყალსაცავს. ძალოვან კვანძს წყალი მიეწოდება დაწნევითი გვირაბით, რომელიც კვეტს ნაქერალას ქედს. წყალსაცავის ძირში გაყვანილია მიმყვანი არხი, რომლის საშუალებით წყალი მიეწოდება წყალმიმღებს, გვირაბის ბოლოს არის გამათანაბრებელი შახტა, სფერული საკეტების სათავსო, საიდანაც ღია დაწნევითი მეტალური მილსადენით წყალი მიეწოდება ტურბინებს. ჰესში დამონტაჟებულია 4 ჰიდროაგრეგატი, თითოეული სიმძკავრით 9600 კვტ. ელ ენერჯის საშუალოწლიური გამომუშავება შეადგენს 138 მლნ. კვტ.სთ. ჰესის წყლის საანგარიშო ხარჯია 10მ³/წმ.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობები

შაორის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კომპლექსში შედის:

- ქვანაყარი კაშხალი თიხის ეკრანით
- წყალმიმღები
- დაწნევითი სადერივაციო გვირაბი
- გამათანაბრებელი შახტი
- დროსელური საკეტების შენობა
- ორგანოტოებიანი სადაწნეო მილსადენი
- „ცივ-წყალას,“-ს სატუმბი სადგური

მდინარის მარჯვენა ნაპირიდან დაახლოებით 400მ-ის მოშორებით მოწყობილია ფსკერული წყალგამშვები 20მ³/ წმ წყალგამტარობით, რომელიც აშენების დღიდან უმოქმედო მდგომარეობაშია. ზედაპირული უქმი წყალსაშვი, ხარჯით 30 მ³ /წმ, განლაგებულია მდინარის მარჯვენა ნაპირთან. კომპლექსში შედის წყალმიყვანი არხი, რომლის სიგრძე 3700მ-ია, მაქსიმალური სიღრმე 5მ.

კაშხლის სიგრძე თხემის ნაწილზე შეადგენს 1210 მ-ს, სიგანე 8 მეტრს, კაშხლის მაქსიმალური სიმაღლეა 11,5 მეტრი. კაშხლის თხემზე გადადის საავტომობილო გზა, რომელიც გამოიყენება მხოლოდ ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მომსახურებისათვის საჭირო სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობისათვის.

კაშხლის თიხის ეკრანის დაზიანების გამო ადგილი აქვს ძლიერ ფილტრაციულ პროცესებს. წყალსაცავის საშუალო შევსების პერიოდში ფილტრაციის შედეგად მიღებული წყლის რაოდენობა შეადგენს 0,5 მ³.წმ-ს, ხოლო მაქსიმალური შევსების დროს 5-ჯერ აღემატება საპროექტო დსაშვებ დონეს.

შაორის წყალსაცავის ჰიდროლოგიური რეჟიმი

შაორის წყალსაცავის დამატებითი წყლით შევსებისათვის ე.წ. „ცივწყალს,, ტერიტორიაზე მოწყობილია სატუმბი სადგური საიდანაც კარსტული წყლები იტუმბება სოფელ ნიკორწმინდის მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებულ შემკრებ რეზერვუარში და თვითდენით დახურული არხის საშუალებით ჩაედინება შაორის წყალსაცავში.

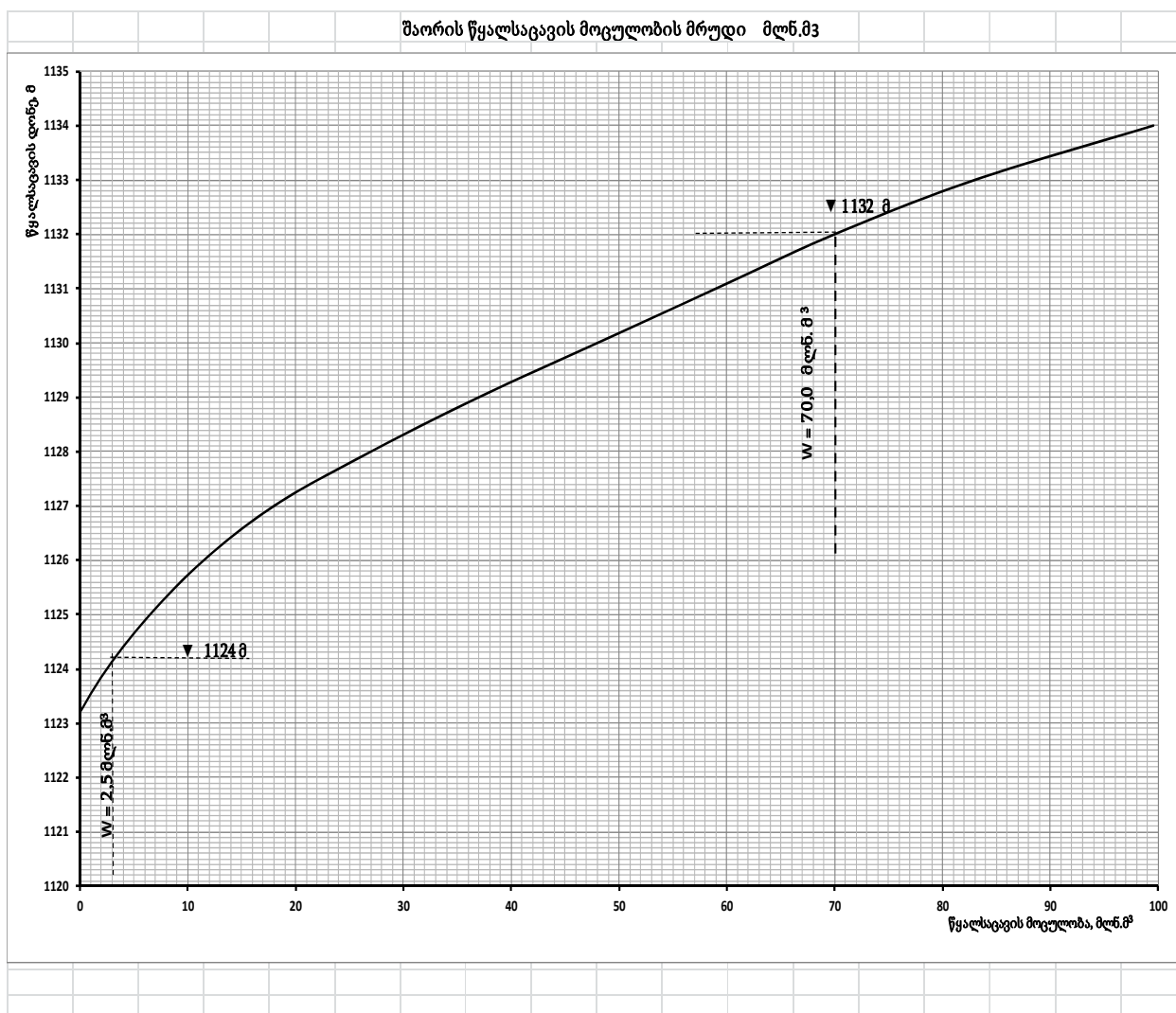
სრული შევსების პირობებში წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი შეადგენს 11,8 კმ². წყლის სრული მოცულობა 90 მლნ მ³-ს, აქედან სასარგებლო მოცულობაა 87 მლნ.მ³

ცხრილი №4

შაორის წყალსაცავის პარამეტრები	
ზედაპირის ფართობი	9,2 კმ ²
საშუალო სიღრმე	9,8 მ,
მაქსიმალური სიღრმე	14,5მ.
სარკის ზედაპირის ფართობი	11,8 კმ ²
წყლის სრული მოცულობა	90 მლნ მ ³
სასარგებლო მოცულობა	87 მლნ.მ ³

აღსანიშნავია, რომ წყალსაცავის შევსებაში მონაწილე მდინარეები (დიდი ჭალა, შარაულა), მოკლე მდინარეა და მათი განთავსების ტერიტორიების გეოლოგიური აგებულების თავისებურებებიდან გამომდინარე ხასიათდება მყარი ნატანის ძლზე მცირე რაოდენობით. აღნიშნულის გათვალისწინებით მდინარის შესართავში და შაორის წყალსაცავში მყარი ნატანის დაგროვება ხდება ძალზე მცირე რაოდენობით ,რის გამოც წყალსაცავის წყლის სასარგებლო მოცულობის მნიშვნელოვანი შემცირება მოსალოდნელი არ არის.(იხ. შაორის წყალსაცავის მოცულობის მრუდი,).

შორის წყალსაცავის მოცულობის მრუდი



წყალსაცავის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული – 1132 მ.

მკვდარი მოცულობის ნიშნული შეადგენს – 1124 მ

კატასტროფიული შეტბორვის ნიშნული (1 %) – 1134,20 მ

ოპტიმალური დამუშავების სიღრმე – 8,0 მ

წყალსაცავის შევსება ხდება გაზაფხულზე (მაქსიმალურ მუშა ნიშნულამდე) სასარგებლო წყლის მოცულობის დამუშავება (დაცლა მინიმალურ მუშა ნიშნულამდე კი ძირითადად მიმდინარეობს ზამთრის პერიოდში.იხ. ცხრილი №23 სადაც მოცემულია შორის წყალსაცავის დონეების რყევადობა 2001–2010 წწ. აღნიშნული ცხრილიდან გამომდინარეობს რომ შორის წყალსაცავის შევსება დაცლის პერიოდები დაცულია. შორის წყალსაცავის ექსპლუატაცია მიმდინარეობს წყალსაცავის ექსპლუატაციის ინსტრუქციების შესაბამისად.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ წყალსაცავის მოწყობა და ექსპლუატაცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს იმ რეგიონის კლიმატურ პირობებზე სადაც წყალსაცავია

განლაგებული. წყალსაცავის აშენება გარკვეულწილად ცვლის ეკოლოგიურ სისტემას: წყლით იფარება ხეობის ნაწილი, ჩნდება მეწყრული პროცესის ახალი კერები, მატულობს ჰაერის და ნიადაგის ტენიანობა, ირღვევა მდინარის ჩამონადენის რეჟიმი და სხვ.

იცვლება ტემპერატურული პირობები, ფარდობითი ტენიანობა, ქარის მოძრაობის მიმართულება, ნისლიან დღეთა რაოდენობა და აშ.

წყალსაცავის გავლენით მთლიანდ იცვლება მიმდებარე ტერიტორიის ტემპერატურული რეჟიმი: გაზაფხულ-ზაფხულზე აღინიშნება ტემპერატურის შემცირება, ხოლო დანარჩენ პერიოდში მომატება. შაორის წყალსაცავის აუზის ჩაკეტილობა იწვევს ტემპერატურულ ინვერსიას და ზამთრის პერიოდში ტემპერატურა აღწევს -40°C . ზაფხულის პერიოდში დღისით ტემპერატურა შეადგენს 34°C , ხოლო ღამით შეიძლება შემცირდეს $15-18^{\circ}\text{C}$ მდე.

ცხრილი №5

**შაორის წყალსაცავის ზონაში ჰაერის საშუალო მრავალწლიური
ტემპერატურა $^{\circ}\text{C}$ (სოფ.ხერგა 1935–1980წწ)**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,0	-2,7	0,5	6,0	11,7	14,8	17,5	17,5	13,3	8,3	4,0	-1,6

შაორის წყალსაცავის გავლენის ზონაში ფარდობითი ტენიანობის მატება მოსალოდნელია გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში 4-5 %-ის ფარგლებში.

ცხრილი №6

**შაორის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური
ტენიანობა (%) 1936–1980წწ**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
79	75	76	74	73	76	79	77	80	80	78	80

ქარების მიმართულების და ინტენსივობის ცვლილებები დამოკიდებულია წყალსაცავის ორიენტაციაზე, სანაპირო ზოლის რელიეფზე, ლანდშფტურ პირობებზე და ჰაერის ცირკულაციის ადგილობრივ პირობებზე.

**შაორის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური
ქარის სიჩქარე (მ/წ) 1936–1980წწ**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,7	1,0	1,2	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6

წყალსაცავის ზონის ფარგლებში ძლიერი ქარები დაიკვირვება წელიწადში 11ჯერ. აქ უბრავს სამხრეთის მიმართულების ქარი, რომელსაც მოაქვს ზღვის თბილი ჰაერის მასები. დიდი სიჩქარეებით ხასიათდება ჩრდილო–აღმოსავლეთის ქარი 24მ/წ. შაორის წყალსაცავის მდებარეობის პირობებიდან გამომდინარე ქარების მიმართულების ინტენსიურ ცვლილებებს ადგილი არ აქვს.

შაორის წყალსაცავის ზონაში ატმოსფერული ნალექების გავრცელება არათანაბარია. უხვი ატმოსფერული ნალექებით ხასიათდება შემოდგომის პერიოდი, გაზაფხული–მცირე ატმოსფერული ნალექებით ხასიათდება, ხოლომ ატმოსფერული ნალექების მაქსიმუმი დაიკვირვება ივნისში 127მმ.

**შაორის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური
ნალექების რაოდენობა (მმ) 1961–1980წწ**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
101	95	89	80	108	127	90	101	108	134	97	129

მდ.შაორის ჰიდროლოგიასა და კალაპოტის რეჟიმზე ზემოქმედების განხილვისას უნდა გავითვალისწინოთ ამ მდინარის თავისებურება, როგორც ზემოთ მოგახსენეთ კაშხლის ქვედა ბიეფში მდინარე ჩაედინება კარსულ სიცარიელებში და მიწის ზედაპირზე გამოდის 6-7 კმ-ით დაცილებულ ე.წ „ ცივწყალა„-ს ტერიტორიაზე. აღნიშნულის გამო მდინარის ნაპირების გამორეცხვა არ მიმდინარეობს და შესაბამისად საშიში გეოდინამიკური პროცესები არ აღინიშნება.

რაც შეეხება ყინულოვან მოვლენებს, შაორის წყალსაცავზე ყინულსაფარი შენარჩუნებულია მარტის ბოლომდე. იყო შემთხვევა როცა ეს პერიოდი გახანგრძლივდა აპრილის მეორე დეკადამდე (1958 და 1976 წწ). პირველადი წანაპირების წარმოქმნა ხდება დეკემბრის დასაწყისში, მკაცრი ზამთრის პირობებში ოქტომბრის დასაწყისშიც.

ყველაზე ადრე წანაპირების ფორმირება ხდება პერევისას ტერიტორიაზე. საიდანაც ქარის საშუალებით მისი გავრცელება ხდება წყალსაცავის ცენტრალურ ზონაში. ყველაზე გვიან იყინება ფრიოლის და ღორწყალის ყურეები. დეკემბრის შუა რიცხვებისთვის შაორის წყალსაცავი მთლიანად დაფარულია ყინულით.

ცხრილი №9

ყინულსაფარის სისქე შაორის წყალსაცავზე

პერიოდი	XI			XII			I			II			III			IV		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
შაორის წყალსაცავი 1955–1960 წწ																		
საშუალო სისქე, სმ	-	-	-	3	9	14	17	20	23	25	28	24	15	12	10	-	-	-

დაახლოებით ასეთივე სურათი იყო 2012–2013 წლის ზამთარშიც. დეკემბრის დასაწყისიდან დაიწყო ყინულსაფარის წარმოქმნა. ყინულის სისქე დაახლოებით შეადგენდა 20–30 სმ, კარსტული წყლების მოქმედების არეალში კი ყინულსაფარი შედარებით სუსტად იყო გამოხატული. მარტის ბოლოს შაორის წყალსაცავი მთლიანად გათავისუფლდა ყინულსაფარისგან (იხ.ფოტო №1 და№2).



№1 შაორის წყალსაცავი 03.01.2013 წ.



№2 შაორის წყალსაცავი 04.02.2013 წ.

ქარების მიმართულების და ინტენსივობის ცვლილებები დამოკიდებულია წყალსაცავის ორიენტაციაზე, სანაპირო ზოლის რელიეფზე, ლანდშფტურ პირობებზე და ჰაერის ცირკულაციის ადგილობრივ პირობებზე.

შაორის წყალსაცავის მდებარეობის პირობებიდან გამომდინარე ქარების მიმართულების ინტენსიურ ცვლილებებს ადგილი არ აქვს.

მნიშვნელოვანია ასევე ის ფაქტი რომ შაორის წყალსაცავში ნატანის

მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაგროვება არ ხდება და წყალსაცავი გარეცხვას არ საჭიროებს. შესაბამისად, ამასთან დაკავშირებულ წყალმოვარდნებსაც არ აქვს ადგილი და კაშხლის ექსპლუატაცია ზეგავლენას არ ახდენს მდინარის კალაპოტის დინამიკაზე.

შაორის წყალსაცავის და მისი წყალმომარაგების წყაროების წყალშემკრებ აუზში ზედაპირული წყლების დამაბინძურებელი ობიექტები განთავსებული არ არის. დაბინძურების ერთადერთ წყაროდ შეიძლება ჩაითვალოს სოფლებიდან ჩამონადენი სანიაღვრე წყლები. ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვით დადგენილია რომ რეგიონის სოფლის მეურნეობაში მნიშვნელოვნად არის შემცირებული პესტიციდების და მინერალური სასუქების გამოყენება და ამ ნივთიერებებით წყალსაცავის წყლის დაბინძურების რისკი მინიმუმამდეა შემცირებული.

შაორის წყალსაცავის თვითგაწმენდის პროცესი შეუფერხებლად მიმდინარეობს და წყალსაცავიდან მდინარე შაორის ქვედა ბიეფში ჩადის პრაქტიკულად სუფთა წყალი.

შაორის წყალსაცავის წყალმომარაგების წყაროების წყლის ხარჯის სტაბილურობის გათვალისწინებით უხვი ატმოსფერული ნალექების პერიოდში, წყლის დონის მკვეთრი მომატება და ამასთან დაკავშირებით ჰიდროტექნიკური ნაგებობიდან მნიშვნელოვანი ნამეტი ხარჯის გატარება არ ხდება. წყალსაცავი ახდენს შემოსული ხარჯის რეგულირებას და მისი ექსპლუატაციის რეჟიმში ოპერირების შემთხვევაში, მდინარის ქვედა ბიეფში წყალმოვარდნის რისკი არის მინიმალური.

შაორის წყალსაცავის წყლის ხარისხის დაბალი სიმღვრივე და შეწონილი ნაწილაკების სიმცირის გამო მდინარის წყლის სიმღვრივის გაზრდა არ ხდება და შესაბამისად იქთიოფაუნაზე ნეგატიური ზემოქმედება პრაქტიკულად გამორიცხულია.

თავი III ტყიბულის წყალსაცავი



ტყიბულის წყალსაცავის ზოგადი დახასიათება

საქართველოში არსებული წყალსაცავებისგან განსხვავებით ტყიბულის წყალსაცავი მეტად საინტერესო და განსხვავებულია. მხოლოდ აქ გვხვდება კუნძულები, რომელთა რაოდენობა ექვსამდეა . ამათგან ოთხი დონის მატებისას მთლიანად წყლით იფარება. ვარაუდობენ რომ სიტყვა ,, ტყიბული,, მომდინარეობს სვანური სიტყვისგან ,, ტყიბულ , რაც,, სოკოს,, ნიშნავს.

ტყიბულის წყალსაცავი მდებარეობს ტყიბულის მუნიციპალიტეტში სოფ. ახალსოფელის მიმდებარე ტერიტორიაზე, ქ.ტყიბულიდან 7კმ-ის დაშორებით. ექსპლუატაციაში შევიდა 1956 წელს.

ტყიბულის რაიონი მდებარეობს იმერეთის ჩრდილოეთ ნაწილში და წარმოადგენს სახდვარს რაჭა-ლეჩხუმსა და იმერეთს შორის. რაიონს ჩრდილოეთით ესაზღვრება ამბროლაურის, სამხრეთით-თერჯოლის, აღმოსავლეთით -ჭიათურისა და წყალტუბოს რაიონები.

საქართველოს ბუნებრივი ზონების კლასიფიკაციის მიხედვით ტყიბულის რაიონი შედის შვი ზღვის სუბტროპიკული ჰავის ოლქში. ზამთარი ზომიერად ცივი, ზაფხული -თბილი და ხარგრძლივი. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12°C, ყველაზე ცივი თვის (იანვარი) საშუალო ტემპერატურა -2,6°C , ყველაზე თბილი თვის (ივლისი) 21°C. ნალექები 1900-2100მმ წელიწადში. ნალექები უმთავრესად წვიმის სახით მოდის, თუმცა ზამთარი თოვლიანია და თოვლის საფარის სისქე 1მ-ს აღწევს. გაბატონებულია

ჩრდილო აღმოსავლეთის ფიონური ქარები, რომელთა გამო ადრეულ გაზაფხულზე იწყება თოვლის საფარის დნობა, ხოლო ზაფხულში ადგილი აქვს გვალვებს.

რელიეფი უმთავრესად გორაკ-ბორცვიანი და დაბალმთიანია, არის ტაფობებიც. მის ფარგლებშია მოქცეული ნაქერალას ქედია სამხრეთი კალთის ნაწილი აბოსლიტური მაქსიმალური სიმაღლე 1570 მ-ია.

აღნიშნული ტერიტორია აგებულია იურული და ცარცული წყებებით, რომელთაგან უძველესია ბაიოსური პორფირიტები და ქვიშქვები. ზემოდან ადევს ბათური თიხა-ფიქლები, რომელიც იცლება ზედა ნაწილში კონტინენტური ქვიშაქვებით. ამ უკანასკნელთან არის დაკავშირებული ტყიბულის ქვანახშირის საბადო.

ტყიბულის რაიონის რელიეფისათვის დამახასიათებელია სტრუქტურული, ეროზიული, მეწყრული და კარსტული ფორმები. განსაკუთრებით მკვეთრი რელიეფით გამოირჩევა კირქვებითა და პორფირიტებით აგებული მთები.

ნიადაგები უმთავრესად კორდიან-კარბონატულია, არის ყვითელმიწები და ტყის ყომრალი ნიადაგები, ხოლო მდ. ტყიბულას ტერასებზე ალუვიური ნიადაგები გვხვდება. ძლიერ დახრილი და კლდოვანი ადგილები ნიადაგსაფარს მთლიანად არის მოკლებული.

რაიონის ფარგლებში უმთავრესად არის მცირე დებიტის კარსტული მდინარეები. მთავარი მდინარეა ტყიბულა.

ტყიბულის წყალსაცავი მოწყობილია 2კმ-ის სიგრძის ქვანაყარი კაშხლის (დამბის) მეშვეობით, რომელიც კეტავს ახალსოფლის ქვაბულს. კაშხლის მოწყობამდე მდინარე ტყიბულა და მისი შენაკადის მდ. სკიპის წყალი ჩაედინებოდა სოფელ ახალსოფლის ქვაბულის სამხრეთით, ე.წ. „სასულეში“, საიდანაც კარსტული მღვიმით გადიოდა ე.წ. „შავწყალას გვირაბში“, მდინარე ძევრულას ხეობაში.

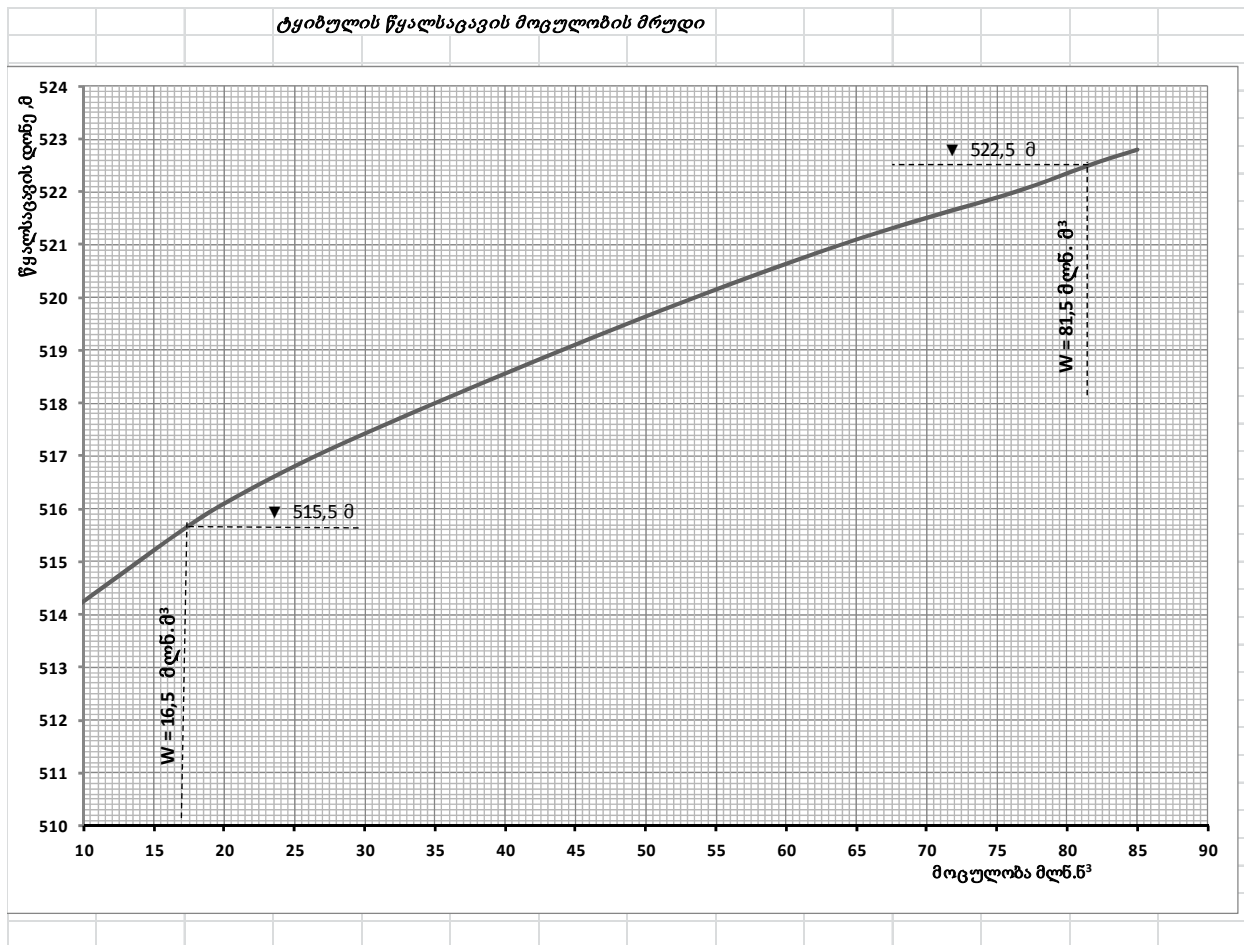
ტყიბულის წყალსაცავის ზედაპირის ფართობია 12,1 კმ², საშუალო სიღრმე -7მ, მაქსიმალური სიღრმე 17,5 მ.

ტყიბულის წყალსაცავის პარამეტრები	
ზედაპირის ფართობი	12,1 კმ ²
საშუალო სიღრმე	7 მ,
მაქსიმალური სიღრმე	17,5მ.
სარკის ზედაპირის ფართობი	11,5 კმ ²
წყლის სრული მოცულობა	84 მლნ მ ³
სასარგებლო მოცულობა	65 მლნ.მ ³

ნორმალური შეტვირთვის დონის დროს (ნ.შ.დ) წყალსაცავში ჩნდება კუნძულები. წყალსაცავის წყალშემკრები აუზის ფართობი შეადგენ 212კმ² (შეიცავს შაორის წყალსაცავს 126 კმ² და მდ.ტყიბულა სათავე ნაგებობამდე – 86 კმ²).

სრული შევსების დროს ტყიბულის წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი შეადგენს 11,5 კმ². სარკის ზედაპირის მინიმალური ფართობია 4კმ². სასარგებლო წყლის მოცულობა - 65 მლნ.მ³ (იხ. ტყიბულის წყალსაცავის მოცულობის მრუდი).

ტყიბულის წყალსაცავის მოცულობის მრუდი



ტყიბულის წყალსაცავის წყლით მომარაგების ძირითად წყაროს წარმოადგენს შაორჰესის გადამუშავებული წყალი და მდინარე ტყიბულა, შენაკადი სკიპით (გელა).

მდინარე ტყიბული

მდინარე ტყიბული, ქვედა დინებაში ძვერულა, სათავეს იღებს ნაქერალას ქედის სამხრეთ ფერდობიდან 1100 მ სიმაღლეზე. მდინარე მიედინება სამხრეთის მიმართულებით და სოფელ ხოხნასთან 2კმ იკარგება კარსტებში, სოფელ ჩხართან კვლავ ამოდის მიწის ზედაპირზე მდინარე ძვერის სახელწოდებით. ეს უკანასკნელი მარჯვენა ნაპირიდან უერთდება მდინარე ჩოლაბაურს შესართავამდე 2კმ-ით ზევით.

მდინარის სიგრძეა 31კმ, საერთო ვარდნა 990მ, საშუალო დახრილობა 32% წყალშემკრები აუზის ფართობი 146კმ², საშუალო სიმაღლე 640 მ.

ძირითადი შენაკადია: მდ. გელა (სკიპი 12 კმ სიგრძე) და მდ. ქვერულა (12 კმ სიგრძე). დანარჩენი შენაკადები მცირეა და მათი სიგრძე 3-5 კმ-ს არ აღემატება.

მდინარის ქსელის საშუალო სიხშირე შეადგენს 1.07კმ/კმ².

აუზს აქვს სიმეტრიული ფორმა და მდებარეობს რაჭის ქედის სამხრეთი კალთის დასავლეთ ნაწილში. ჩრდილოეთი საზღვარი მიუყვება კირქვოვან ნაქერალას ქედს, რომელიც ხასაითდება კლდოვანი ფერდობებით. აღმოსავლეთი და დასავლეთი საზღვარი მიუყვება ბორცვიან რელიეფსა და ეშვება ჩრდილოეთიდან 100-800 მ-დან სამხრეთისაკენ 500- 400 მდე.

აუზის გეოლოგია, ძირითადად, კირქვოვანია, გვხვდება აგრეთვე თიხოვანი ფიქალები და ქვიშნარები. თიხოვანი ფიქალების ზონაში შეინიშნება მეწყერული მოვლენები(ქ.ტყიბულთან). ძირითადი ქანები გადაფარულია უპირატესად თიხნარით, იშვიათად თიხნარი გრუნტით (ტყიბულის ტაფობის ძირი), რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობის კირქვოვან კომტებს.

მცენარეული საფარი წარმოდგენილია ბუჩქნარებით და ფოთლოვანი ხეებით (მუხა, რცხილა, წაბლი, წიფელი) წიწვოვანი მცენარეულობა გვხვდება ნაქერალას ქედზე და ტყიბულის რაიონში. ბუჩქნარები ძირითადად გავრცელებულია მდინარის ქვემო დინებაში. ტერიტორიის დიდი ნაწილი უკავია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს. მცენარეულ საფარს აუზის 50% უჭირავს.

ხეობა ძირითადად ტრაპეციულია. ტყიბულსა და ახლსოფელს შორის ხეობას აქვს ყუთისმაგვარი ფორმა . ხეობის ფსკერის სიგანით 100-200 მ, ტრაპეციული ხეობის ფსკერის სიგანე სოფელ ჩხართან ნოღას რაიონში, შეადგენს 3-4 კმ-ს.

ხეობის ფერდობები დასერილია ხევებით და ხასიათდება მეწყერებით. ტრაპეციული ხეობის ფარგლებში ფერდობების დახრილობა მერყეობს 10- 20% -მდე, ხოლო ყუთისმაგვარი ხეობის ფარგლებში - 30-40 %-მდე. ფერდობებს აქვთ ამოზნექილი ფორმა და მათ ძირში ტერასებია გავრცელებული.

ტერასები გვხვდება მდინარის მთლიან ჩაყოლებაზე. განსაკუთრებით კარგადაა ტერასები გამოხატული ქ.ტყიბულის ქვემოთ, სადაც მათი სიგანე მერყეობს 150-200 მ-მდე (ყუთისმაგვარი ხეობის ფარგლებში), ხოლო მდინარის დანარჩენ გაყოლებაზე მერყეობს 0,5-0,8 მ ფარგლებში. მათი სიმაღლე შეადგენს 2,5-5 მ.იშვიათად გვხვდება 10-20 მ სიმაღლის ტერასებიც. მათი ზედაპირი მოსწორებულია და დაკავებულია ბალებით, ბოსტნებით,სახნავით.

ფერდობების გრუნტი თიხნარიანია. ფერდობების მცენარეულ საფარს შეადგენს ბუჩქნარები და დაბალი ფოთლოვანი მცენარეულობა. მდინარის ქვემო დინებაში გვხვდება სასოფლო - სამეურნეო სავარგულები. ჭალები გვხვდება ტყიბულის რაიონში და სოფ. ახალსოფლამდე მიუყვება მდინარის ორივე ნაპირს, სიგრძე 3—150 მ, სიგანე 20-60მ. სოფელ ხოხნასთან ჭალები აღარ გვხვდება, მაგრამ სოფ.ძევრთან (სიგანით 40-80 მ) და მდინარის შესართავთან (სოფ. ბარდუბანი) კვლავ გვხვდება ჭალა. ჭალის ზედაპირი არათანაბარია, კენჭნარ -ხეშოვანია. მაღალი დონეების დროს 0,5-1,5 მ სიღრმის წყლით იფარება.

მდინარის სიგანე იცვლება 6-12 მ-მდე , სიღრმე მერყეობს 0,2 მ-დან (ტყიბული) - 1მ-მდე (სოფ.ძევრი). ნაკადის სიჩქარე არ არის დიდი და ცვალებადობს 0,9 -1,2 მ/წმ.მდინარის ნაპირები უსწორმასწოროა , სიმაღლე შეადგენს 0,5-1,0 მ ფარგლებში 2,5- 5 მ ტერასების გასწვრივ.

მდინარის რეჟიმის შესწავლა დაიწყო 1935 წლიდან ექვს წყალმზომ საგუმზაგოზე, მაგრამ აქედან მხოლოდ ორი ფუნქციონირებს, ტყიბულის და ძევრის.

მდინარე მთელი წლის განმავლობაში ხასიათდება წყალდიდობებით. წყალდობობების რაოდენობა წელიწადში მერყეობს 15-25 მდე. შედარებით ინტენსიური და ხშირი წყალდიდობებით ხასიათდება შემოდგომის პერიოდი.წყალდიდობები ხასიათდება უეცარი დონის მატებით და შემდეგ დაკლებით. წყალდიდობის მაქსიმალური სიმაღლეა - 0,8 - 1,1 მ, წყადიდობის ხანგრძლივობა 1-5 დღეა, იშვიათად გრძელდება 15-20 დღე, ისიც ძირითადად გაზაფხულის პერიოდში. წყალმცრობის პერიოდი დამახასიათებელია ზაფხულისათვის და მისი ხანგრძლივობა შეადგენს 2—30 დღეს.

1938 - 1956 წლების დაკვივებებით საშუალო წლიური ხარჯი ტყიბულთან შეადგენს 1,8 მ³/წმ, სოფ ახალსოფელთან 2,63 მ³/წმ. უმცირესი საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 0,02 მ³/წმ.

მდინარის წლიური ჩამონადენის 50-55% მოდის გაზაფხულის პერიოდზე. მდინარე წყალუხვია ზამთრის პერიოდშიც დეკემბრიდან თებერვლამდე 35-40 %. წლიური ჩამონადენის საშუალო თვიური ხარჯების მაქსიმუმი მოედინება მარტში. ხოლო მინიმუმი აგვისტო- სექტემბერში.

მდინარეს მოაქვს დიდი რაოდენობით ატივნარებული მყარი ნატანი მასალა. მათი წლიური ჩამონადენი შეადგენს 79000-240000 ტონას ქ.ტყიბულთან, 41000-110 000 ტონას ბზიურთან და 16000-170000 ტონას ახალსოფელთან.

მდინარე ხასიათდება დიდი სიმღვრივით. საშუალო სიმღვრივე შეადგენს 5900 გ/მ³ (14/IV 1959წ), 11000 გ/მ³ (12/VII 1954 წ), 24 000 გ/მ³ (10 IX 1951 წ).

მდინარის წყალი თბილია. საშუალო ტემპერატურა ზამთარში შეადგენს 1,5-5,7 0C, ზაფხულში 14,6- 22.3;

დაკვირვებული წლების პერიოდში ყველაზე მაღალი ტემპერატურა 30°C დაფიქსირებულია 1954 წელს 26/VIII .

მყინვარული მოვლენები მდინარეზე არ ფიქსირდება. ძალიან იშვიათად სათავესთან ადგილი აქვს მცირე პერიოდის წანაპირებს,

მდინარის წყალი გამოიყენება მოსარწყავად და ენერგეტიკაში. ეწერის სარწყავი არხის რომელიც ატარებს 0,33 მ³/წმ. მოსარწყავი ტერიტორიის ფართობი შეადგენს 559 ჰა. მდინარეზე აშენებულია ტყიბული ჰესი (მევრულა)

ტყიბული (მევრულა) ჰესი

ტყიბული (მევრულა) ჰესი მდებარეობს ტყიბულის და თერჯოლის რაიონების ტერიტორიაზე. ფუნქციონირებს შაორჰესის ნამუშევარი წყლის მდინარე ტყიბულაში გადაადებით მიღებულ ჩამონადენზე. 80 მილიონი მ³ მოცულობის წყალსაცავი შექმნილია ტყიბულის რაიონის სოფ.ახალსოფელის ტაფობში აგებული ქვანაყარი კაშხლის საშუალებით. ჰესის ძალოვანი კვანძი განთავსებულია თერჯოლის რაიონში,სოფ მევრის მიმდებარე ტერიტორიაზე. ექსპლუატაციაში შევიდა 1956 წელს.

საქართველოს ბუნებრივი ზონების კლასიფიკაციით აღნიშნული ადგილი ეკუთვნის მთათაშორისი ბარის დაბლობთა ჯგუფს, ჰავა-ნოტიო სუბტროპიკული. ჰავის ტიპის მიხედვით აღნიშნული ტერიტორია ხასიათდება ზომიერად თბილი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით, კარგად გამოხატული მუსონური ქარებით. ნალექების მაქსიმუმი

ზამთარშია, მინიმუმი- ზაფხულსა და შემოდგომის დასაწყისში. ხშირად არის ბრიზები და ფიონები.

მეგრულაჰესის განლაგების მიკრორაიონის ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას იღებს ძირითადად ცარცული, პალეოგენური, მეოთხეული ნალექები. ამ ნალექებით არის აგებული ახალსოფელის ტაფობში არსებული კაშხალის წყალსაცავის და ძალოვანი კვანძის განლაგების ტერიტორიები.

აღნიშნული ტერიტორია შედის ნოტიო სუბტროპიკების ვაკეთა და მთისწინეთის, აგრეთვე ნოტიოჰავიანი მთა-ტყის ლანდშაფტის ტიპებში, რომელშიც გამოიყოფა შემდეგი სახეები:

- ჭალები მდელო-ტყის მცენარეულობითა და ალუვიური ნიადაგებით.
- ვაკე-დაბლობი კოლხური მცენარეულობით, სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგებით
- ვაკე-ბორცვიანი მთისწინეთი კოლხური მცენარეულობით, ნემომპალა-კარბონატული, ყვითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგებით.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობები

ჰესის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების შემადგენლობაში შედის

- ქვანაყარი კაშხალი თიხის ეკრანით
- წყალმიმღები
- წყალსატარი და დახრილი შახტი
- რკინა-ბეტონის წყალსატარი
- სადაწნო გვირაბი
- უქმი წყალსაგდები და სადაწნო მილსადენი

წყალმიმღები მოწყობილია წყალსაცავის სამხრეთ კუთხესთან საიდანაც წყალი ჩაედინება ჰემ-მდე სიგრძის სადერივაციო სისტემაში.

სადერივაციო სისტემის სიგრძე არის 2300 მეტრი და მთლიანად მოქცეულია გვირაბში. სადაწნო გვირაბისა და მილსადენის შეერთების ადგილზე მოწყობილია გამთანაბრებელი შახტი. სადაწნო მილსადენი მთელ სიგრძეზე ჩასმულია გვირაბში. ძალოვანი კვანძის ქვეშ სადაწნო გვირაბი იყოფა 4 განშტოებად, რომელთაგან წყალი მიეწოდება ტურბინებს. ჰესის საანგარიშო ხარჯია 34 მ³/წმ . გადამუშავებული წყალი ჩადის გამყვან არხში და ჩაედინება მდინარე მეგრულაში.

ტყიბულის წყალსაცავის ჰიდროლოგიური რეჟიმი

როგორც აღვნიშნეთ ტყიბული წყალსაცავი მდებარეობს სუბტოპიკულ ზონაში, თუმცა მისი ადგილმდებარეობის გამო კლიმატი კოლხეთის დაბლობთან შედარებით მშრალია და ცივი.

ატმოსფერული ნალექები წყალსაცავის ზონაში დამახასიათებელია წლის მთელი პერიოდისათვის. მაგრამ ატმოსფერული ნალექების სიხშირით გამოირჩევა ზაფხულის (ივნისი-ივლისი) და ზამთრის (დეკემბერი) პერიოდი. აღსანიშნავია ის რომ ოროგრაფიული თავისებურებების გამო, ადგილი აქვს სიმაღლის ზრდასთან 524 მ-იდან (ს.ახალსოფელი) 593 მ-მდე (ქ.ტყიბული) ერთად იზრდება ნალექების წლიური რაოდენობა და შეადგენს 440 მმ.

ცხრილი №11

ტყიბულის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური ნალექების რაოდენობა (მმ) 1924-1980წწ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ქ.ტყიბული	163	151	161	149	141	189	189	152	156	175	159	176
ახალსოფელი	130	135	118	106	99	131	131	128	116	144	112	170

ტყიბულის წყალსაცავის გავრცელების არეალში გაბატონებულია ჩრდილო – აღმოსავლეთის ქარები. ქარები ძირითადად დაიკვირვება ზამთარში და გაზაფხულზე.

ცხრილი №12

ტყიბულის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური ქარის სიჩქარე 1937-46;1948-80 წწ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
მ/წ	2,8	2,8	3,0	2,8	2,5	1,8	1,5	2,3	2,5	2,2	3,0	2,7

ტყიბულის წყალსაცავის გავრცელების არეალში ჰაერის ტემპერატურა მაღალია. მაღალი ტემპერატურით გამოირჩევა აგვისტოს თვე, ხოლო დაბალ ტემპერატურებს ადგილი აქვს ზამთრის პერიოდში, არის შემთხვევები როცა ტემპერატურა -27°C მცირდება, რაც გამოწვეულია ნაქერალას ქედიდან შემოსული ცივი ჰაერის მასებით.

ტყიბულის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური

ჰაერის ტემპერატურა (°C) 1924–80 წწ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	2,5	3,2	6,0	11,0	16,0	18,6	20,8	21,3	18,1	13,8	9,2	5,0

ტყიბულის წყალსაცავის გავლენის ზონაში შეფარდებითი სინესტის მატება მოსალოდნელია გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში. შეფარდებითი სინესტის ზრდა დამოკიდებულია წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობზე. ისეთი მცირე წყალსაცავისთვის როგორც არის ტყიბულის წყალსაცავი სინესტის ზრდა ხდება 4-5 % ის ფარგლებში.

ზვავებისა და მეწყრული პროცესების განვითარებას კი ხელს უწყობს ქანების გაწყლიანება, რასაც იწვევს სინესტის გაზრდა და ატმოსფერული ნალექები. რადგან სინესტის მატება დაბალია, ტყიბულის წყალსაცავის სანაპირო ზონაში აღნიშნული გეოდინამიკური პროცესები არ აღინიშნება.

ტყიბულის წყალსაცავის საშუალო მრავალწლიური ტენიანობა 1936–80 წწ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%	72	71	70	68	70	74	79	76	74	73	68	70

ტყიბულის წყალსაცავის წყალმომარაგების წყაროების გათვალისწინებით უხვი ატმოსფერული ნალექების პერიოდში წყლის დონის მკვეთრი მატება და ამასთან დაკავშირებით ჰიდროტექნიკური ნაგებობებიდან ნამეტი ხარჯის გატარება საჭირო არ არის, რადგან წყალსაცავი ახდენს შემოსული წყლის რეგულირებას.

წყალსაცავიდან წყლის გატარება ხდება მხოლოდ სადერივაციო გვირაბის საშუალებით. ტყიბულის წყალსაცავის წყლის დაბალი სიმღვრივის და მცირე ნატანის არსებობის გამო წყალსაცავი გარეცხვას არ საჭიროებს.

ტყიბულის წყალსაცავის ჰიდროლოგიური პარამეტრების და მისი ადგილმდებარეობის ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით თვითგაწმენდის პროცესი შეუფერხებლად მიმდინარეობს, წყალსაცავიდან მდინარე ძვერულაში ჩაედინება ქიმიურად და ბიოლოგიურად პრაქტიკულად გასუფთავებული წყალი.

წყალსაცავის წყლის ძირითად დამაბინძურებელ წყაროდ მიჩნეულია ქვანახშირის მადნის გამამდიდრებელი საწარმო და ქ.ტყიბულის საკანალიზაციო კოლექტორი,

რომლის გამწმენდი ნაგებობა უმოქმედო მდგომარეობაშია და სამეურნეო ფეკალური ჩამდინარე წყლები გაწმენდა-გაუვნებლობის გარეშე ჩაედინება მდ.ტყიბულაში, შემდგომ კი წყალსაცავში. წყალსაცავის გავლენის ზონაში მდებარე დასახლებული სოფლები (ახალსოფელი, მზიაური, საწირე) არაკანალიზირებულია და წყლის დაბინძურება ხდება მხოლოდ სანიაღვრე წყლების ჩადინების გამო.

შაორჰესიდან წამოსული წყალი პრაქტიკულად არ შეიცავს მყარ ნატანს და შესაბამისად წყალსაცავში მყარი ნატანის შემოტანა ხდება მცირე რაოდენობით, რაც იმის მანიშნებელია რომ წყალსაცავის სასარგებლო წყლის მოცულობის მნიშვნელოვანი შემცირება მოსალოდნელი არ არის.

ტყიბულის წყალსაცავის წყალი ძლიერ მღვრია, ვინაიდან მასში ჩამდინარე წყლებში უხვადაა ქვანახშირის მტვერი, რის გამოც ეს წყალი სასმელად უვარგისია და გამოუსადეგარია საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის.

ტყიბულის წყალსაცავზე ყინულოვანი მოვლენების ფორმირება სუსტადაა გამოხატული. იანვრის შუა რიცხვებისათვის წარმოიქმნება წანაპირები ისიც მხოლოდ და მხოლოდ წყალსაცავის ზემო წელში. მათი არსებობის ხანგრძლივობა შეადგენს 7-12 დღელამეს. მაგრამ თუ ნაქერალას ქედიდან წამოსულმა ცივმა ჰაერის მასებმა გამოიწვია ტემპერატურის მკვეთრი დაცემა -10°C -15°C მაშინ ყინულსაფარის ხანგრძლივობა გრძელდება მარტის ბოლომდე (1958 და 1976 წწ).

ცხრილი №14

ყინულსაფარის სისქე ტყიბულის წყალსაცავზე

პერიოდი	XI			XII			I			II			III			IV		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
ტყიბულის წყალსაცავი 1958-1980 წწ																		
საშუალო სისქე, სმ	-	-	-	-	-	-	2	6	11	8	6	3	-	-	-	-	-	-

წყალსაცავის შევსება ხდება გაზაფხულზე (მაქსიმალურ მუშა ნიშნულამდე) სასარგებლო წყლის მოცულობის დამუშავება (დაცლა მინიმალურ მუშა ნიშნულამდე კი ძირითადად მიმდინარეობს ზამთრის პერიოდში.

წყალსაცავის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული – 522.50 მ

მკვდარი მოვულობის ნიშნული – 515.50 მ

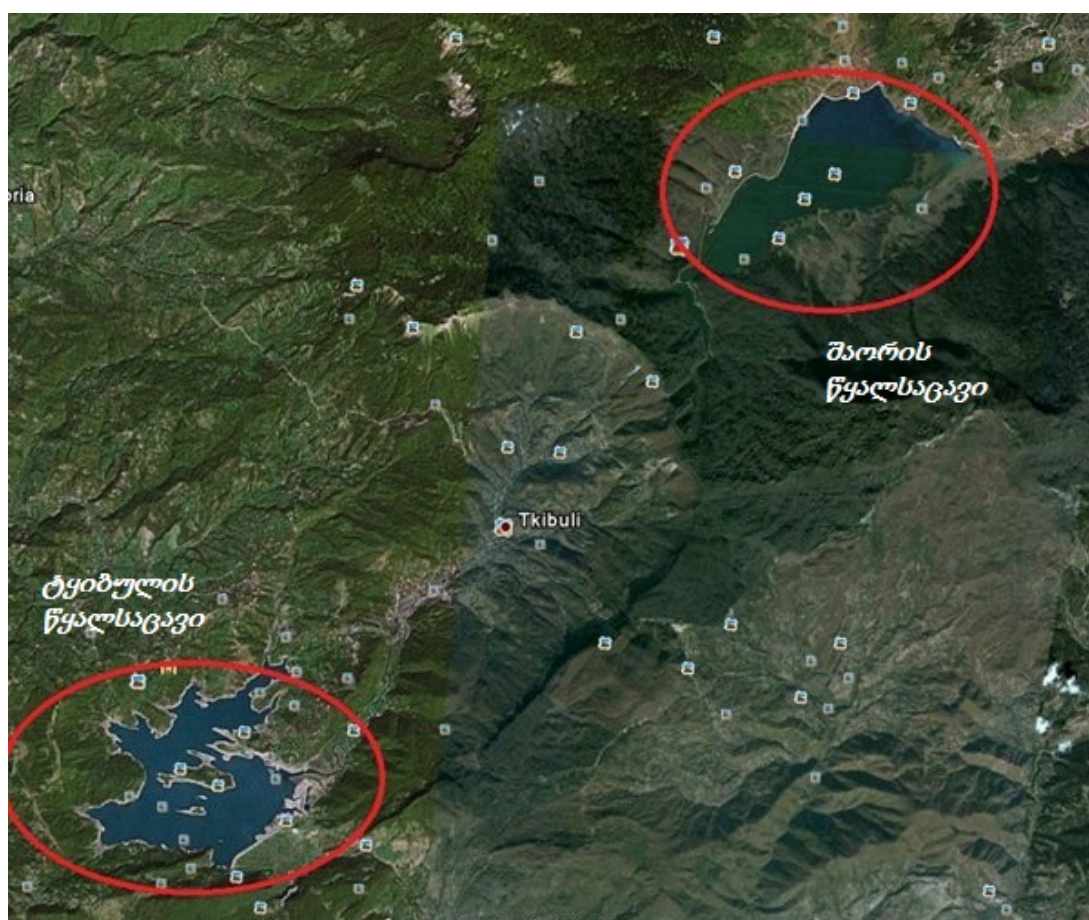
კატასტროფიული შეტბორვის ნიშნული (0,1 %) – 525.4 მ

კატასტროფიული შეტბორვის ნიშნული (1 %) – 524.5 მ

ოპტიმალური დამუშავების სიღრმე – 7,0 მ

ხაგრძლივი ნალექების დროს, როდესაც წყალსაცავში წყლის დონე მიაღწევს კატასტროფიულ ნიშნულს, ასეთ დროს წყალსაცავიდან ხორციელდება ზედმეტი წყლის გადაღვრა მანამ, სანამ წყლის დონე არ დაიწევს მაქსიმალურ მუშა ნიშნულამდე – 524,50 მ ტყიბულის წყალსაცავის დონეების რეკვადობა 2001–2010 წწ მოცემულია № 22 ცხრილში. აღნიშნული ცხრილიდან გამომდინარეობს რომ ტყიბულის წყალსაცავის შევსება დაცლის პერიოდები დაცულია. წყალსაცავის ექსპლუატაცია მიმდინარეობს წყალსაცავის ექსპლუატაციის ინსტრუქციების შესაბამისად.

შაორ – ტყიბულის წყალსაცავები



ცხრილი №15

შაორ – ტყიბულის ძირითადი მორფომეტრიული მახასიათებლები

წყალსაცავი	წყლის დონე		მოცულობა მლნ.მ ³	სარკის ზედაპირის ფართობი, კმ ²		სიღრმე, კმ (ნშმ)		სიგანე (ნშმ)		სიგრძე, კმ	სანაპირო ხაზის სიგრძე, კმ
	ნ.შ.დ	მ.მ. დ		ნ.შ.დ	ნ.შ.დ	მ.მ.დ	საშ	მაქს	საშუალო		
შაორი	1133, 5	1122,0	90,6	13,1	0,3	7	15,2	1,4	3,2	9,5	25,7
ტყიბული	522,5	510,0	84,0	12,1	1,2	7	36,0	1,7	3,2	7,2	23,5

თავი III. წყლის ბალანსი

წყლის ბალანსი წარმოადგენს დედამიწაზე წყლის ბრუნვის რაოდენობრივ გამოხატულებას.

გარკვეული სივრცისათვის წყლის ბალანსი წარმოადგენს მისი შემადგენელი ელემენტების - მოდინების, გადინების და ტენიანობის მარაგის ცვლილების რაოდენობრივი მახასიათებლების ერთობლივ განხილვას და შედარებას დროის გარკვეულ პერიოდში.

წყლის ბალანსის საშუალებით ვიკვლევთ :

- წყლის ბალანსის უცნობი ელემენტის დადგენა სხვა ცნობილი შემადგენლების საშუალებით.
- ურთიერთკავშირის დადგენა წყლის ბალანსის შემადგენლებსა და წყალშემკრების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებს შორის.
- ჰიდრომეტეოროლოგიური, აგრომეტეოროლოგიური, ჰიფროგეოლოგიური სადურებისა და დაკვირვების პუტქტების რეპრეზენტატიულობის შეფასება.
- წყლის ბალანსის ელემენტების (კომპონენტების) ანთროპოგენური ცვლილებების შეფასება.

მსხვილი რეგიონების, ადმინისტრაციული ოლქების, ჰიდროლოგიურად არასაკმარისად შესწავლილი ტერიტორიების წყლის რესურსების განსაზღვრა.

წყლის რესურსების მართვის გზების განსაზღვრა და დაპროექტება.

წყლის ბალანსის ანგარიშების შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ :

- ჰიდროლოგიური ანგარიშების და პროგნოზების მეთოდების დამუშავებაში.
- აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენაში
- მდინარეთა უაიზების მათემატიკური მოდელების შექმნაში.

ამრიგად, წყლის ბალანსის მეთოდის საშუალებით შეიძლება შევისწავლოთ თანაფარდობა წყალშემკრებში ტენიანობის ზრდასა და ხარჯვას შორის.

გარკვეული სივრცისათვის წყლის ბალანსი წარმოადგენს მისი შემადგენელი ელემენტების - მოდინების, გადინების და ტენიანობის მარაგის ცვლილების რაოდენობრივი მახასიათებლების ერთობლივ განხილვას და შედარებას დროის გარკვეულ პერიოდში.

წყლის ბალანსის საშუალებით ვიკვლევთ :

- წყლის ბალანსის უცნობი ელემენტის დადგენა სხვა ცნობილი შემადგენლების საშუალებით.
- ურთიერთკავშირის დადგენა წყლის ბალანსის შემადგენლებსა და წყალშემკრების ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებს შორის.
- ჰიდრომეტეოროლოგიური, აგრომეტეოროლოგიური, ჰიფროგეოლოგიური სადურებისა და დაკვირვების პუტქტების რეპრეზენტატიულობის შეფასება.
- წყლის ბალანსის ელემენტების (კომპონენტების) ანთროპოგენური ცვლილებების შეფასება.

მსხვილი რეგიონების, ადმინისტრაციული ოლქების, ჰიდროლოგიურად არასაკმარისად შესწავლილი ტერიტორიების წყლის რესურსების განსაზღვრა.

წყლის რესურსების მართვის გზების განსაზღვრა და დაპროექტება.

წყლის ბალანსის ანგარიშების შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ :

- ჰიდროლოგიური ანგარიშების და პროგნოზების მეთოდების დამუშავებაში.
- აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენაში
- მდინარეთა აუზების მათემატიკური მოდელების შექმნაში.

ამრიგად, წყლის ბალანსის მეთოდის საშუალებით შეიძლება შევისწავლოთ თანაფარდობა წყალშემკრებში ტენიანობის ზრდასა და ხარჯვას შორის.

ტერიტორიული ნიშნის მიხედვით წყლის ბალანსი შეიძლება დადგინდეს შემდეგი ობიექტებისათვის :

- მდინარეთა აუზებისათვის, ტბებისა და წყალსაცავებისათვის.
- აღნიშნული ობიექტების აუზთა ცალკეული ნაწილებისათვის- ტყის, ჭაობის, მყინვარის, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების და ა.შ.
- კონტინენტების, ზღვების და ოკეანეებისათვის ან დიდი ადმინისტრაციული ერთეულებისათვის.

გადასაწყვეტი ამოცანების ხასიათის მიხედვით წყლის ბალანსი შეიძლება იყოს სრული ან კერძო. სრული ეწოდება ბალანსს, როდესაც მასში სრულად არის წარმოდგენილი მოდინებისა და ხარჯვის ყველა ელემენტი. იგულისხმება ნალექები, მდინარის ჩამონადენი, მიწისქვეშა წყლების მოდინება და სხვა. აგრეთვე აორთქლება, წყლის ხარჯვა

და სხვა. იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლის ბალანსის ერთი ან რამდენიმე წევრი უცნობია, რადგან მათი გაზომვა შეუძლებელია და ის უნდა დადგინდეს როგორც ნაშთი, ასეთ წყლის ბალანსს ეწოდება კერძო ანუ მიახლოებითი.

წყლის ბალანსს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მისი ცალკეული ელემენტების რაოდენობრივ შეფასებაში, როდესაც ცალ-ცალკე ან კომპლექსში ცვლილებებს განიცდიან ჰიდრორეჟიკური, წყალსამეურნეო, სასოფლო-სამეურნეო ღონისძიებების ჩატარების შედეგად.

თუ ვიცით წყლის ბალანსის ყველა ელემენტის ცვლილება მეურნეობრივი საქმიანობის შედეგად, შეიძლება ცალკეულ ობიექტების სახეცვლილი ბალანსი შედგენა. პრაქტიკისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პერსპექტიული წყლის ბალანსის შესწავლას. ამგვარი ბალანსი აუცილებელია წყალსამეურნეო ბალანსის შედგენისათვის. ეს უკანასკნელი შეიძლება იყოს: ოპერატიული, პერსპექტიული და გრძელვადიანი.

წყლის ბალანსის განტოლებას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა სახე. მასში შემავალ წევრთა რაოდენობა დამოკიდებულია შესასწავლ ბუნებრივ ობიექტზე და დროის იმ ინტერვალზე, რომლისთვისაც ვთვლით წყლის ბალანსს. თავდაპირველად განვიხილოთ წყლის ბალანსის განტოლების ზოგადი სახე, რომელიც ასახავს წყლის ბალანსს ხმელეთის ნებისმიერი ტერიტორიისათვის, რომელიც შემოსაზღვრულია ქვევიდან წყალგაუმტარი ზედაპირით და დგინდება დროის ნებისმიერი მოწაკვეთისათვის.

აღვნიშნოთ შესაწავლი ობიექტის მოცულობა C-ით, ხოლო მისი ტერიტორია შემოფარგლული აღნიშნული ზედაპირით - A-თი, V მოცულობის წლის ბალანსის განტოლება ზოგადად შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$P - (E_P - C) - (Q_{s \text{ გად}} - Q_{s \text{ შემ}}) - (Q_{u \text{ გად}} - Q_{u \text{ შემ}}) = P - E - Q_s - Q_u = \Delta S$$

სადაც, P - ატმოსფერული ნალექებია; $E_P - C = -(C - E_P) = E$ - შეჯამებული აორთქლებაა, რომელიც წარმოადგენს აორთქლებასა - E_P და კონდენსაციას - C სხვაობას. ცალკე აორთქლების და ცალკე კონდენსაციის, როგორც საპირისპიროდ მიმართული ერთიანი ფიზიკური პროცესის ორი ელემენტის ცალ-ცალკე ზუსტად განსაზღვრა ვერ ხერხდება და ამიტომ ბალანსში ისინი წარმოდგენილნი არიან სხვაობით.

$Q_{s \text{ გად}} - Q_{s \text{ შემ}}$ - სხვაობაა იმ წყალს შორის, რომელიც გადის, ტოვებს ზედაპირული სახით ჩვენს შესაწავლ A ტერიტორიას და იმ წყლის რაოდენობას შორის, რომელიც შემოედინება A ტერიტორიაზე.

$Q_{u \text{ გად}} - Q_{u \text{ შემ}}$ - სხვაობაა მიწისწვეშა წყლის იმ რაოდენობას შორის, რომელიც გაედინება A ტერიტორიიდან და შემოედინება აღნიშნულ ტერიტორიაზე წყალქვეშა გზებით. რაც უფრო დიდია ტერიტორია, მით უფრო მცირეა წყლის შრე, რომელიც

მიიღება წყალქვეშ A მოდინებით და გაჟონვის ხარჯზე. ამიტომ ძალიან დიდი ტერიტორიებისათვის განტოლების ეს წევრი შეგვიძლია უგულებელვყოთ.

$\Delta S = S_2 - S_1$ - სხვაობაა მოდინებასა (S_2) და ხარჯვას (S_1) შორის V მოცულობაში დროის განმავლობაში. ეს სხვაობა გვიჩვენებს ტენიანობის ზრდას თუ $S_2 > S_1$ პირველ შემთხვევაში განტოლების მარკვენა წევრი დადებითია, ხოლო მეორე შემთხვევაში – უარყოფითი.

ამრიგად, ნებისმიერი მოცულობის სივრცისათვის რომელიც შემოსაზღვრულია თავისუფალი ზედაპირით, შეიძლება დაიწროს ტოლობა: $\sum_1 - \sum_2 = \Delta S$

სადაც: \sum_1 არის წყლის რაოდენობა, რომელიც დროის გარკვეულ მონაკვეთში შემოედინება განსახილველ მოცულობაში და: \sum_2 - კი ის რაოდენობაა, რომელიც დროის ამავე მონაკვეთში გაედინება ამ სივრციდან. განსხვავება მათ შორის უნდა წარმოადგენდეს ან ნამატს (აკუმულაცია, დაგროვება და სხვა), ანდა დანაკლისს (ხარჯვა, გადინებ და სხვა).

ცნობილია რომ წყლის ბალანსის სამი უმთავრესი კომპონენტი: ნალექები, ჩამონადენი და აორთქლება რომელიც წარმოდგენილია მ.ა. ველიკანოვს:

$$P + C - Q_{\text{ზ}} - Q_{\text{აქ}} - (E + Q_{\text{ზედ}} + Q_{\text{აქ}}) = S_2 - S_1$$

სადაც P- ნალექების რაოდენობაა, C – კონდენსაციაა, $Q_{\text{ზ}}$ - ზედაპირული შემონადენი, $Q_{\text{აქ}}$ მიწისქვეშა შემონადენი E – აორთქლების საშუალო მნიშვნელობა დროის გარკვეულ პერიოდში გარკვეული ფართისათვის.

$Q_{\text{ზედ}}$ - წყლის რაოდენობა რომელიც გაედინება გარკვეული ფართობის ზედაპირიდან დროის გარკვეულ მონაკვეთში.

$Q_{\text{აქ}}$ - წყლის რაოდენობა რომელიც გაედინება ტერიტორიიდან მიწისქვეშა სახით. პრაქტიკული მიზნებისათვის ეს განტოლება შეიძლება გამარტივდეს და ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$P - E - Q_{\text{ზ}} - Q_{\text{აქ}} = \Delta S$$

აღნიშნულ განტოლებაში ცალკეული ელემენტების მნიშვნელობები განისაზღვრება დროის სხვადასხვა ინტერვალში – თვე, სეზონი, წელი.

როგორც აღვნიშნეთ წყლის ბალანსი შეისწავლება გარკვეული ტერიტორიებისათვის ან გეოგრაფიული ზონისათვის. მაგალითად დედამიწის სფეროს წყლის ბალანსის განტოლებას აქვს ასეთი სახე:

$$P_{\text{დ}} = P_{\text{ოკ}} + P_{\text{ხ.მ.შ}} + P_{\text{უზ}} = E_{\text{ოკ}} + E_{\text{ხ.მ.შ}} + E_{\text{უზ}} = E_{\text{დ}}$$

სადაც, $P_{\text{ოკ}}$ და $E_{\text{ოკ}}$ - შესაბამისად ოკეანის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექებია და მისი ზედაპირიდან აორთქლება. $P_{\text{ხ.მ.შ}}$ და $E_{\text{ხ.მ.შ}}$ - შესაბამისად ხმელეთის

შიდა ჩამონადენის ნალექები და აორთქლებაა $P_{\text{უჩ}}$ და $E_{\text{უჩ}}$ შიდა უჩანადენო რაიონების ნალექები და აორთქლებაა. $P_{\text{ღ}}$ და $E_{\text{ღ}}$ - მთელი დედამიწის სფეროს ნალექები და აორთქლებაა.

კონტინენტებისა და მსოფლიო ოკეანის წყლის ბალანსის განტოლება განისაზღვრება ცალკეული ზღვების (ოკეანეების) აუზთა შემადგენელი წყლის ბალანსის ელემენტების ან ცალკეული სახელმწიფოების ბალანსის ელემენტების შეჯამებით.

კონტინენტების წყლის ბალანსის განტოლებას მრავალწლიური პერიოდისათვის ასეთი სახე აქვს :

$$P_0 - Q_{\text{ზ}} - Q_{\text{მწკ}} - E = 0$$

სადაც, $Q_{\text{მწკ}}$ მიწისქვეშა წყლებია, რომლებიც იჟონება არა მდინარეებიდან, არამედ ხვდებიან უშუალოდ ზღვებსა და ოკეანეებში.

მსოფლიო ოკეანის მტკნარი წყლების ბალანსი გამოითვლება განტოლებით :

$$P_0 + Q - E = 0$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ წყლის ბალანსი შეისწავლება გარკვეული ტერიტორიების ან გარკვეული გეოგრაფიული ზონისათვის. განსაკუთრებითაა გაზრდილი ინტერესი ტბებსა და წყალსაცავების წყლის ბალანსის შესწავლის მიმართ. წყალსაცავი წარმოადგენს გეოგრაფიული გარემოს ხელოვნურ ელემენტს . მისი არსებობა ძირფესვიანად ცვლის მდინარეთა ჰიდროლოგიურ რეჟიმს და მდინარეთა წყალშემკრებების წყლის ბალანსს.

წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლებას დეკადის, თვის, სეზონის და წლისთვის აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_{\text{მოდ.ზ}} + Q_{\text{მოდ.მწ.ქვ.}} + Q_{\text{დაბ}} + P - (Q_{\text{გაღზ}} + Q_{\text{გრ.}} + Q_{\text{ალ}} + E_{\text{წყს}}) = \Delta S_{\text{წყს}} + \Delta S_{\text{კალ}} + \Delta G + \Delta S_{\text{თოვ}} \pm \eta$$

სადაც:

$Q_{\text{მოდ.ზ}}$ - ზედაპირული წყლების მოდინება წყალსაცავში

$Q_{\text{მოდ.მწ.ქვ.}}$ - მიწისქვეშა წყლების მოდინება (რომლებიც არ იკვებებიან მდინარეული წყლით)

$Q_{\text{დაბ}}$ - სამეურნეო მოხმარების შედეგად დაბრუნებული წყლები, რომლებიც უშუალოდ ხვდებიან წყალსაცავში და არა სამდინარო ქსელში.

P - ნალექები, რომლებიც მოდიან წყალსაცავის ზედაპირზე.

$Q_{\text{გაღზ}}$ წყლის გადინება ჰიდროკვანძის ჩამკეტი ნაგებობებიდან: ტურბინებიდან, წყალსაგდებებიდან, რაბებიდან , თევზსავალიდან, ყინულსაგდებებიდან.

$Q_{\text{გრ}}$ - წყლის გადინება ფილტრაციით ჰესის ქვედა ბიეფში

$Q_{\text{ალ}}$ – წყლის აღება წყალსაცავიდან მორწყვაზე, წყალმობმარებაზე და სხვა.

$E_{\text{წყს}}$ - აორთქლება წყალსაცავის ზედაპირიდან

$S_{\text{წყს}}$ – წყლის მარაგის ცვლილება წყალსაცავში დროის საანგარიშო ინტერვალში

$S_{\text{კალ}}$ წყლის მარაგის ცვლილება წყალსაცავში ცამავალი მდინარეების კალაპოტებში.

G – წყლის გაცვლა ფსკერისა და ნაპირების გრუნტებთან.

$S_{\text{თოვ}}$ – წყალსაცავის წყლის მარაგის ცვლილება თოვლისა და ყინულის ხარჯზე, რომლებიც ფარავენ ნაპირებს დაწეული დონის დროს და ერთვიან წყალსაცავს ავსებისას.

η – წყლის ბალანსის ნაშთი

აღსანიშნავია ის რომ განტოლების ყველა წევრი გამოხატული უნდა იყოს წყლის მოცულობაში (ათას და მლნ მ³, კმ³).

ახლა განვიხილოთ განტოლების ყველა წევრი $Q_{\text{მოდ.ზ}}$ ფასდება ჩამონადენის გაზომვით ძირითად მდინარეზე და მის შენაკადზე. შეუსწავლელი მდინარის პირობებში, მათი შეფასება ხდება ჩამონადენის მოდულით ანალოგ მდინარის პრინციპით.

$Q_{\text{მოდ.მწ.ქვ}}$ - ფასდება ჰიდროგეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ბალანსები არადეტალურია და წყალსაცავი საკმაოდ ღრმაა. მეჩხერი წყალსაცავებისთვის $Q_{\text{მოდ.მწ.ქვ}}$ უმნიშვნელოა.

$Q_{\text{დაბ}}$ - გაითვალისწინება იმ შემთხვევაში, როცა გვაქვს სამეურნეო მიზნებისათვის გამოყენებული წყლის დაბრუნების შემთხვევა უშუალოდ წყალსაცავში.

P – ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაა, რომელიც მოდის წყალსაცავის ზედაპირზე, ფასდება აღნიშნულ ტერიტორიაზე განლაგებული მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებით. აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ქართ და აორთქლებით გამოწვეული ცდომილებები.

$Q_{\text{დაინ}}$ - აიღება ჰიდროელექტროსადგურის მონაცემების მიხედვით. თუ ასეთი მონაცემები არ არსებობს, მაშინ იმ ჰიდრომეტრიული საგუშაგოს მასალებით, რომელიც მდინარეზეა, ჰესის ქვევით.

$Q_{\text{გრ}}$ - ფილტრაცია ქვედა ბიეფში (თუ ის არსებობს), განისაზღვრება ჰიდროლოგიური მონაცემების საფუძველზე.

$Q_{\text{ალ}}$ – აიღება იმ მონაცემების საფუძველზე, რომელსაც იძლევიან საექსპლუატაციო ორგანიზაციები.

E – აორთქლება წყალსაცავის ზედაპირიდან განისაზღვრება იმისდა მიხედვით, თუ რა სიდიდისაა წყალსაცავი. აორთქლების განსაზღვრა წყალსაცავებისთვის ხდება შემდეგი ფორმულით $E_{\text{წყს}} = 0.14n (\ell_0 - \ell_2) (\ell + 0.72 u_2)$.

ΔG - იანგარიშება მხოლოდ საგრძნობი წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების

დროს.

წყლის ბალანსის ელემენტების შეფასების გარდაუვალი ცდომილების გამო, ბალანსის ნაშთი ნულისგან განსახვადება. ბალანსური განტოლების

გაწონასწორებისათვის, იმ ნაწილს რომელიც მოცემული შემთხვევისათვის ნაკლება

თავისი აბსოლუტური მნიშვნელობით, დაუმატებენ ნაშთს, ე.ი. $\sum_{\text{გამ}} - \sum_{\text{გას}} = \Delta S \pm \eta$

ასეთი პირობითი გაწონასწორების შემდეგ თუ ΔS დადებითია

$$\Psi = \frac{\eta}{\sum_{\text{გამ}} \square} 100$$

თუკი უარყოფითია

$$\Psi = \frac{\eta}{\sum_{\text{გას}} \square} 100$$

მიღებულია, რომ წლიური, სეზონური ბალანსებისთვის დასაშვებია ნაშთის სიდიდე, რომელიც ნაკლება ან ტოლია 5%, ხოლო განსაკუთრებით დიდმნიშვნელოვანი წყალსაცავებისთვის ნაკლება ან ტოლია 3%. ამგვარი სიზუსტე ეთანადება ჰიდრომეტრიული ანათვლების თანამედროვე სიზუსტეს.

თავი IV. შაორ –ტყიბულის წყასლაგავის ბალანსი

შაორის წყასლაგავი საქართველოსათვის უმნიშვნელოვანესი წყასლატეგია, მისი ბალანსური კვლევა მრავალ მეციერს აქვა ჩატარებული (გ.სვანიძე, გ.მეტრეველი და სხვა)

ჩვენს დროში მკვეთრად გაიზარდა ზუსტი ბალანსური კვლევების მნიშვნელობა. აღნიშნული ცვლილების მასშტაბის შესაბამისად მოსალოდნელია უკვე დადგენილი ბალანსური ელემენტებში მეტ-ნაკლები ცვლილება , რამაც ასახვა უნდა ჰპოვოს განტოლების შინაარსზე. ამისათვის აუცილებელია წყლის ბალანსის განტოლების უმნიშვნელოვანეს პარამეტრებზე ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის არსებობა.

ჩვენდა სამწუხაროდ ჩვენს ქვეყანაში მეოცე საუკუნის 90-იან წლებში ქვეყანაში არსებული მძიმე პოლიტიკური მდგომარეობის გამო მთლიანად მოიშალა წყასლაგავის სისტემებზე არსებული მონიტორინგი. მდინარეებზე, და წყასლაგავებზე არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიური საგუმგოები 1990 წლიდან დარჩა უმოქმედოდ და თანდათან გამოვიდა მწობრიდან.

საქართველოში დღეისათვის წყლის რესურსების მართვა ხორციელდება ადმინისტრაციული პრინციპის საფუძველზე, რაც ნაკლებად ეფექტიანია გამომდინარე წყლის ბუნებიდან და იმ ჭეშმარიტებიდან, რომ "წყალმა არ იცის საზღვრები". ადმინისტრაციული მოდელი ვერ უზრუნველყოფს წყლის რესურსების მოხმარების ეფექტიან დაგეგმვას მდინარის აუზის ფარგლებში არსებული წყალმოსარგებლების ინტერესების და ამავდროულად გარემოსდაცვითი მიზნების გათვალისწინების საფუძველზე.

თუმცა ბოლო დროიდან აქტიურად მიმდინარეობს ავტომატიზირებული მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური საგუმგოების მოწყობა, რაც მომავლსთვის საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ბალანსის თითოეული ელემენტი და მოვახდინოთ წყასლაგავის ობიექტების ექსპლუატაცია თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისად.

როგორც აღვნიშნეთ ზოგადად ბალანსის წარმოადგენს:

$$\sum_1 - \sum_2 = \Delta S \quad , \quad (1)$$

სადაც : \sum_1 არის წყლის რაოდენობა, რომელიც დროის გარკვეულ მონაკვეთში შემოედინება განსახილველ მოცულობაში და : \sum_2 -ის რაოდენობაა, რომელიც დროის ამავ მონაკვეთში გაედინება ამ სივრციდან. განსხვავება მა»თ შორის უნდა წარმოადგენდეს ან ნამატს (აკუმულაცია, დაგროვება და სხვა), ანდა დანაკლისს (ხარჯვა, გადინებ და სხვა). რაც შეეხება

წყალსაცავის წყლის ბალანსის განტოლებას დეკადის, თვის, სეზონის და წლისთვის აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_{\text{მოდ.ზ}} + Q_{\text{მოდ.მწკვ.}} + Q_{\text{დაბ}} + P - (Q_{\text{გადზ}} + Q_{\text{გრ.}} + Q_{\text{აღ}} + E_{\text{წყს}}) = \Delta S_{\text{წყს}} + \Delta S_{\text{კალ}} + \Delta G + \Delta S_{\text{თოვ}} \pm \eta, \quad (2)$$

შაორის წყალსაცავზე შემოსული წყლის რაოდენობას მრავალწლიური პერიოდისათვის აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_{\text{შემოდინებული}} = Q_{\text{მდ. შაორა}} + P \quad \text{სადაც,} \quad (3)$$

$Q_{\text{მდ. შაორა}}$ – მდინარე შაორას შემონადენი მრავალწლიური პერიოდისათვის

P – წყალსაცავის ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა

შაორის წყალსაცავიდან გადინებულ წყლის რაოდენობას მრავალწლიური პერიოდისათვის აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_{\text{გადინებული}} = Q_{\text{შაორი ჰესი}} + E + Q_{\text{ფილტ}} \quad (4)$$

სადაც,

$Q_{\text{შაორი ჰესი}}$ – შაორჰესის ფუნქციონირებისათვის საჭირო წყალაღება

E – აორთქლება წყალსაცავის ზედაპირიდან, აღსანიშნავია რომ შაორის წყალსაცავზე აორთქლება თვეების მიხედვით არაერთგვაროვანია.

$Q_{\text{ფილტ}}$ – ფილტრაციული დანაკარგები (არსებობის შემთხვევაში)

საბოლოოდ, შაორის წყალსაცავის ბალანსის განტოლებას (3) – (4) აქვს შემდეგი სახე:

$$(Q_{\text{მდ. შაორა}} + P) - (Q_{\text{შაორი ჰესი}} + E + Q_{\text{ფილტ}}) = \pm \eta \quad (5)$$

№16 ცხრილში მოცემულია შაორის წყალსაცავის ბალანსი 1956–1980 წლებისთვის.

შორის წყალსაცავის ბალანსი 10⁶მ³
საშუალო მარავლწლიური პერიოდისათვის 1956–1980 წწ

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
შემოსული წყლის რაოდენობა													
მდ.შაორა	0,67	0,70	2,06	9,20	4,63	2,38	1,50	1,50	1,66	1,74	2,00	1,39	29,43
გვერდითი შემონადენი	2,46	2,73	9,91	24,22	21,94	4,76	2,72	1,38	3,81	12,27	6,69	2,09	94,98
ატმოსფ.ნალექი წყალსაცავის ზედაპირზე	1,15	1,03	1,04	1,35	1,64	1,74	1,43	1,38	1,45	1,65	1,57	1,43	17,06
	4,28	4,46	13,01	34,77	28,41	8,88	5,65	4,26	6,92	15,66	10,26	4,91	141,47
გასული წყლის რაოდენობა													
წყალაღება შაორი ჰესისთვის	13,76	12,81	8,88	9,13	19,34	7,64	7,07	9,32	7,69	15,10	11,97	12,26	134,97
აორთქლება	0,00	0,00	0,30	0,52	0,83	0,86	0,84	0,59	0,33	0,26	0,16	0,00	4,69
	13,76	12,81	9,18	9,65	20,17	8,50	7,91	9,91	8,02	15,36	12,13	12,26	139,66
წყლის აკუმულაცია	-8,76	-7,46	5,22	24,19	7,48	0,72	-1,28	-	-2,20	-0,45	-3,20	-6,52	2,35
							5,39						
ბალანსის ნაშთი	0,72	0,89	-1,39	0,93	0,76	-0,34	0,98	0,26	-1,10	0,75	-1,33	0,83	-0,54
ბალანსის ნაშთი %	5,23	6,95	10,68	2,67	2,68	3,83	12,39	2,62	13,72	4,79	10,96	6,77	0,38

როგორც ზემოთ მოგახსენეთ ავტომატიზირებული, თანამედროვე სტანდარტების ჰიდრომეტეოროლოგიური საგუშგოების მოწყობა დაწყებულია მაგრამ დასრულებული არ არის, ამიტომ ბალანსის ელემენტების ზუსტი განსაზღვრა გართულებულია. ჩვენთვის უცნობია წყალსაცავის ბუნებრივი მოდინება – მდ.შაორას ჩამონადენი , რადგან ამ მდინარეზე ჰიდროლოგიური დაკვირვებები არ მიმდინარეობს.

მდ.შაორის ბუნებრივი მოდინების განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ შაორის წყალსაცავის წყლის ბალანსი, რომელიც მოცემულია №17 ცხრილში

შაორის წყალსაცავის წყლის ბალანსი 2001–2002 წწ

2001–2002 წწ	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
წყალსაცავის ნიშნული (საწყისი), მ	1128.07	1129.36	1129.8	1130.35	1130.31	1129.75	1129.04	1129.05	1129.48	1128.46	1126.68	1125.74
წყალსაცავის ნიშნული (ბოლო), მ	1128.64	1129.6	1130.47	1130.32	1129.77	1129.06	1128.99	1129.07	1129.02	1126.73	1126.19	1126.51
წყალსაცავის მოცულობა , მლნ. მ ³ (საწყისი)	27.7	40.96	45.8	51.85	51.3	45.25	37.44	37.55	42.28	31.6	16.6	10.2
წყალსაცავის მოცულობაი , მლნ მ ³ (ბოლო)	33.4	43.6	53.17	51.52	45.47	37.66	36.9	37.77	37.22	16.975	12.925	15.325
წყალსაცავის შევსება (+), დამუშავება (-) მლნ. მ ³	5.7	2.64	7.37	-0.33	-5.83	-7.59	-0.54	0.22	-5.06	-14.625	-3.675	5.125
წყალსაცავის შევსება (+), დამუშავება (-) მ ³ /წმ	2.20	0.99	2.85	-0.12	-2.18	-2.93	-0.20	0.08	-1.89	-5.46	-1.52	1.91
ელექტოენერჯის გამომუშავება, მგვტ/სთ	9471	10417	1810.5	739	3365	10659	5491	11649	18276	18625	8400	12434
ხვედრითი მოცულობა, მ ³ /კვტ.სთ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ტურბინებში გამავალი წყლის მოცულობა, მლნ.მ ³	8.52	9.38	1.63	0.67	3.03	9.59	4.94	10.48	16.45	16.76	7.56	11.19
წამების რაოდენობა	2.59	2.68	2.59	2.68	2.68	2.59	2.68	2.59	2.68	2.68	2.42	2.68
ტურბინებში გამავალი წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	3.29	3.50	0.63	0.25	1.13	3.70	1.84	4.05	6.14	6.25	3.12	4.18
ფილტრაცია, მ ³ /წმ	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363
ჰესის წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	3.65	3.86	0.99	0.61	1.49	4.07	2.21	4.41	6.50	6.62	3.49	4.54
ბუნებრივი მოდინება, მ ³ /წმ	5.85	4.85	3.84	0.49	-0.68	1.14	2.01	4.50	4.61	1.16	1.97	6.45

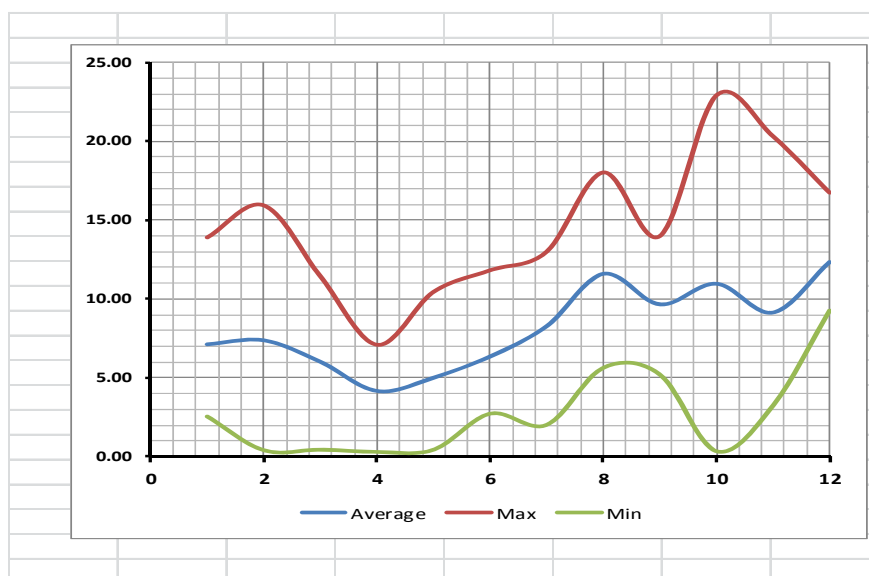
ჩვენთვის ცნობილია 2000–2010 წლების წყალსაცავის ნიშნულები, რომლითაც განისაზღვრება წყალსაცავების მოცულობები თვის დასაწყისში და ბოლოს. აღნიშნული განსაზღვრავს წყალსაცავის შევსება– დამუშვებას. ჰესის ელექტოენერჯის გამომუშავებით და ხვედრითი მოცულობის მაჩვენებლით გამოითვლება ტურბინებში გამავალი წყლის მოცულობა / წყლის ხარჯი, ხოლო ფილტრაციის გათვალისწინებით – ჰესის წყლის ხარჯი.

მდ.შაორას ბუნებრივი მოდინების განსაზღვრისთვის ჰესის წყლის ხარჯს ემეტება წყალსაცავის შევსების ხარჯი და აკლდება წყალსაცავის დამუშვების ხარჯი. ანალოგიური ანგარიშები გაკეთებულია 2000–2010 წწ , რის საფუძველზეც №18 ცხრილში მოცემულია მდ. შაორას ბუნებრივი მოდინება 2001 –2010 წწ.

ცხრილი №18

მდინარე შაორას ბუნებრივი მოდინება 2001–2010 წწ

წელი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
2001/2002	5.85	4.85	3.84	0.49	0.68	1.14	2.01	4.50	4.61	1.16	1.97	6.45
2002/2003	14.0	13.2	11.0	1.20	2.60	3.21	3.16	2.73	1.33	1.09	2.08	1.56
2003/2004	9.76	9.87	4.54	0.90	1.22	1.40	4.17	7.58	1.13	1.75	1.27	4.62
2004/2005	11.7	10.7	3.83	0.45	0.73	5.35	0.97	2.51	1.92	1.39	0.76	9.55
2005/2006	15.6	4.48	0.99	2.15	4.70	2.62	6.90	5.55	3.65	0.55	1.60	4.35
2006/2007	11.0	1.82	1.88	0.57	0.09	0.62	0.73	9.55	1.66	1.10	1.21	2.38
2007/2008	7.39	19.80	3.35	0.02	0.17	0.14	7.26	3.53	1.39	1.34	1.64	13.45
2008/2009	11.8	6.70	2.91	4.14	0.27	4.19	3.56	0.75	4.53	0.65	2.23	6.27
2009/2010	6.84	10.0	4.99	2.47	2.43	2.19	0.13	4.79	2.25	4.15	0.61	9.27
2010/2001	9.81	5.80	0.51	0.42	1.16	2.66	6.00	5.23	0.48	0.85	4.28	8.80
საშუალო	10.4	8.72	3.78	1.28	1.40	2.35	3.49	4.67	2.30	1.40	1.77	6.67
მაქს.	15.6	19.8	11.0	4.14	4.70	5.35	7.26	9.55	4.61	4.15	4.28	13.4
მინ.	5.85	1.82	0.51	0.02	0.09	0.14	0.13	0.75	0.48	0.55	0.61	1.56



ანალოგიური მეთოდს ვიყენებთ ტყიბულის წყალსაცავის წყლის ბალანსების შედგენისას.

წარმოგიდგენთ ტყიბულის წყალსაცავის ბალანსის ანგარიშებს 1957-1980წწ, რომელიც მოცემულია №19 ცხრილში.

ცხრილი №19

**ტყიბულის წყალსაცავის ბალანსები¹⁰მ³
საშუალო მარავლწლიური პერიოდისათვის 1957-1980წწ**

თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
შემოსული წყლის რაოდენობა													
მდ.ტყიბულა	20,17	19,04	19,85	16,95	15,21	13,94	12,83	12,56	11,66	13,15	14,59	19,42	189,37
გვერდითი შემონადენი	3,21	4,81	8,06	3,32	1,86	0,54	1,23	0,62	0,86	2,71	2,07	2,22	31,50
მდ.გელა	0,80	1,04	1,42	0,86	0,56	0,52	0,51	0,35	0,52	0,70	0,93	1,10	9,31
ატმოსფ.ნალექი წყალსაცავის ზედაპირზე	1,51	1,14	1,21	1,05	1,06	1,43	1,54	1,23	1,32	1,41	1,35	1,51	15,76
	25,69	26,03	30,54	22,18	18,68	16,43	16,11	14,76	14,36	17,97	18,94	24,25	245,94
გასული წყლის რაოდენობა													
წყალაღება ტყიბული ჰესისთვის	32,04	25,57	26,39	15,63	11,06	8,99	10,68	11,45	13,12	17,20	18,92	24,37	215,42
აორთქლება	0,38	3,24	0,34	0,49	0,88	1,07	1,17	1,44	1,22	0,87	0,66	0,46	12,22
	32,42	28,81	26,73	16,12	11,94	10,06	11,85	12,89	13,34	18,07	19,58	24,83	227,64
წყლის აკუმულაცია	-9,60	-2,80	0,10	5,50	5,60	5,50	3,20	0,10	-0,80	-2,80	-2,20	-0,40	1,40
ბალანსის ნაშთი	-2,87	-0,02	3,71	0,56	1,14	0,87	1,06	1,77	0,82	-2,70	-1,56	0,18	16,90
ბალანსის ნაშთი %	8,85	0,07	12,15	2,52	6,10	5,30	6,58	11,99	5,71	14,94	7,97	0,72	6,87

რადგან, ისევე როგორც შაორის წყალსაცავზე , აქაც ჩვენთვის უცნობია წყალსაცავის ბუნებრივი მოდინება – მდ. ტყიბულის ჩამონადენი , რადგან ამ მდინარეზე ჰიდროლოგიური დაკვირვებები არ მიმდინარეობს.

მდ.შაორის ბუნებრივი მოდინების განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ ტყიბულის წყალსაცავის წყლის ბალანსი, რომელიც მოცემულია № 20 ცხრილში

ტყიბულის წყალსაცავის წყლის ბალანსი 2001–2010 წწ

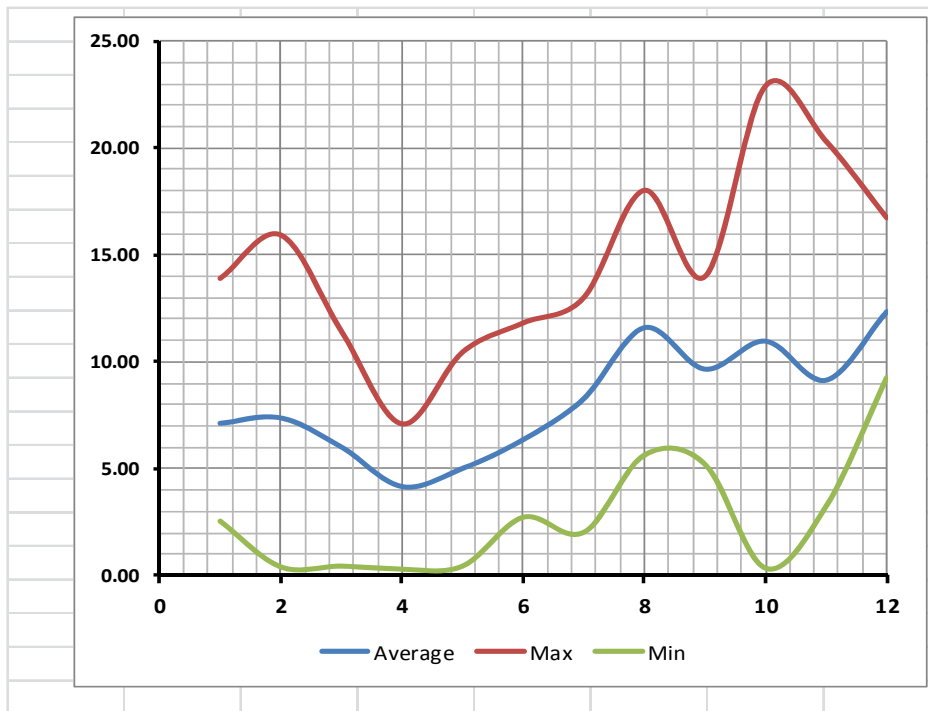
2001–2002 წწ	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
წყალსაცავის ნიშნული (საწყისი), მ	519.46	520.1	522.45	521.9	521.78	521.31	520.83	520.37	522.34	522.68	522.1	522.06
წყალსაცავის ნიშნული (ბოლო), მ	520.14	522.44	521.9	521.8	521.31	520.84	520.37	522.32	522.7	521.88	522.09	520.85
წყალსაცავის მოცულობა , მლნ. მ ³ (საწყისი)	48.4	54.5	81.0	75.0	73.5	67.6	62.2	57.4	79.8	83.6	77.3	76.9
წყალსაცავის მოცულობაი , მლნ მ ³ (ბოლო)	55.0	80.9	75.0	73.8	67.6	62.3	57.4	79.6	83.8	74.8	77.2	62.4
წყალსაცავის შევსება (+), დამუშავება (-) მლნ. მ ³	6.59	26.3	-5.94	-1.26	-5.90	-5.35	-4.81	22.26	4.00	-8.81	-0.10	-14.5
წყალსაცავის შევსება (+), დამუშავება (-) მ ³ /წმ	2.55	9.82	-2.29	-0.47	-2.20	-2.07	-1.79	8.59	1.49	-3.29	-0.04	-5.42
ელექტოენერგიის გამომუშავება, მგვტ/სთ	5358	4737	3516	486	1467	6711	5370	7242	16434	26886	19974	29618
ხვედრითი მოცულობა, მ ³ /კვტ.სთ	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
ტურბინებში გამავალი წყლის მოცულობა, მლნ.მ ³	8.95	7.91	5.87	0.81	2.45	11.21	8.97	12.09	27.44	44.90	33.36	49.46
წამების რაოდენობა	2.59	2.68	2.59	2.68	2.68	2.59	2.68	2.59	2.68	2.68	2.42	2.68
ტურბინებში გამავალი წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	3.45	2.95	2.27	0.30	0.91	4.33	3.35	4.67	10.24	16.75	13.78	18.46
ფილტრაცია, მ ³ /წმ	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
ჰესის წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	3.92	3.42	2.74	0.77	1.38	4.80	3.82	5.14	10.71	17.22	14.25	18.93
ბუნებრივი მოდინება , მ ³ /წმ	6.47	13.25	0.45	0.30	-0.82	2.73	2.02	13.73	12.20	13.94	14.21	13.50

აღნიშნული მეთოდით ბალანსები გაკეთებული დანარჩენ წლებშიც 2001–2010 წწ და ამის საფუძველზე, ქვემოთ არსებულ ცხრილში მოყვანილი არის მდ.ტყიბულის ბუნებრივი მოდინება აღნიშნულ პერიოდში, იხ. №21 ცხრილი.

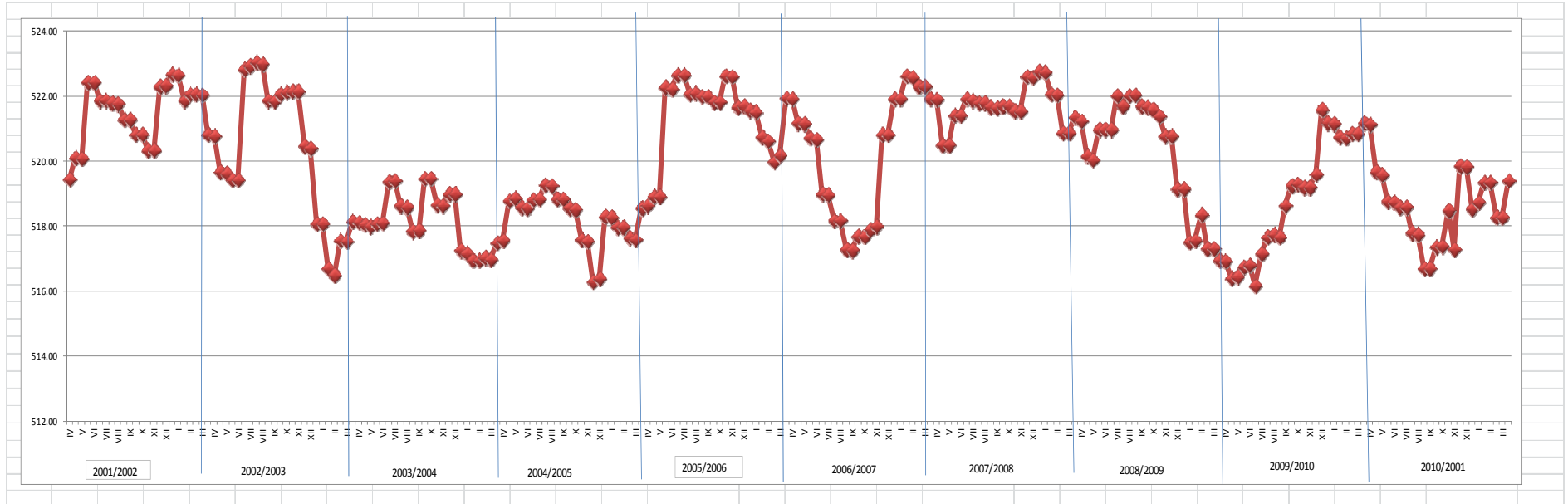
ცხრილი №21

მდინარე ტყიბულის ბუნებრივი მოდინება 2001–2010 წწ

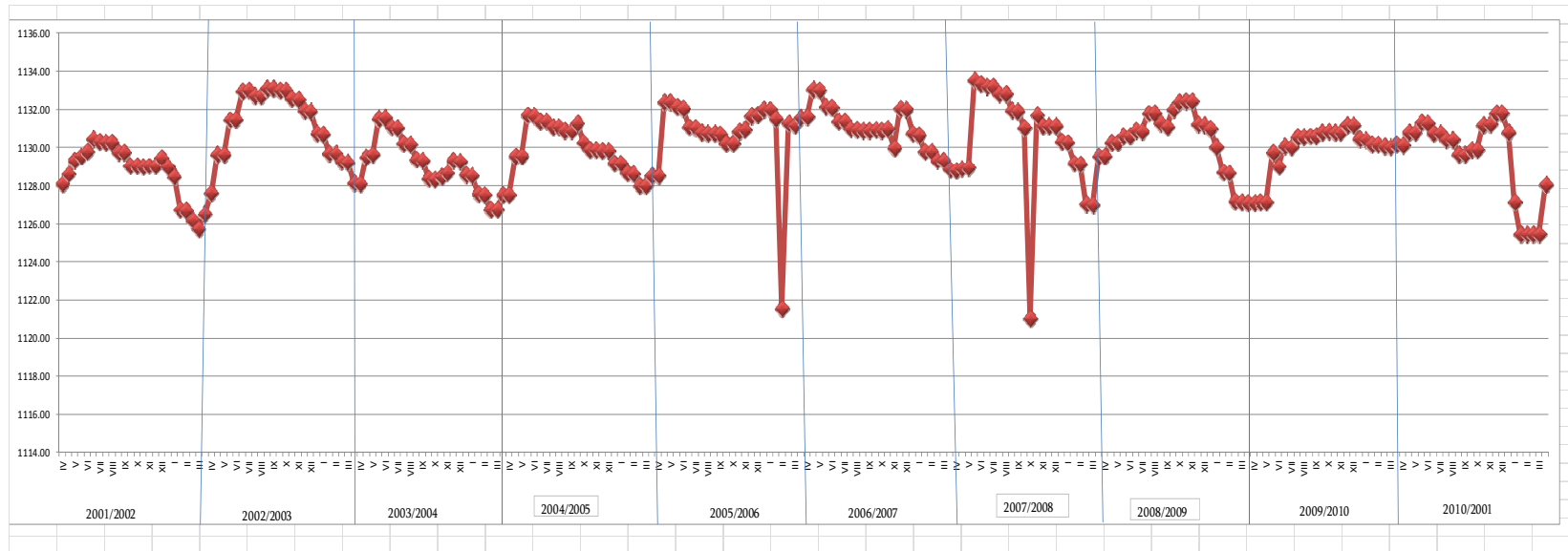
წელი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
2001/2002	6.47	13.25	0.45	0.30	0.82	2.73	2.02	13.73	12.20	13.94	14.21	13.50
2002/2003	13.9	5.77	11.4	4.68	1.86	4.08	13.00	9.25	10.86	11.23	7.43	11.73
2003/2004	12.55	4.36	8.32	3.69	4.25	7.71	8.27	12.12	9.65	7.19	20.31	9.90
2004/2005	5.33	6.20	8.86	5.66	1.56	4.48	4.14	5.64	11.8	0.35	7.99	14.00
2005/2006	7.66	15.93	7.45	4.82	3.00	5.86	12.48	10.95	5.80	9.52	3.71	12.74
2006/2007	7.15	0.41	3.92	3.57	0.44	7.14	8.55	18.0	14.0	14.1	7.49	9.26
2007/2008	2.55	9.21	6.00	5.00	9.71	5.97	7.25	12.24	9.99	8.62	3.24	12.98
2008/2009	4.51	9.12	7.41	3.82	10.5	5.73	7.17	7.74	9.42	11.7	5.59	9.92
2009/2010	7.62	6.77	2.47	7.10	10.4	11.8	7.89	9.33	7.62	10.1	10.2	12.6
2010/2001	3.50	2.74	3.81	3.00	7.63	8.08	11.98	16.93	5.21	22.91	11.25	16.74
საშუალო	7.12	7.38	6.01	4.16	5.01	6.36	8.28	11.6	9.65	11.0	9.14	12.3
მაქს.	13.9	15.9	11.4	7.10	10.5	11.8	13.0	18.0	14.0	22.9	20.3	16.7
მინ.	2.55	0.41	0.45	0.30	0.44	2.73	2.02	5.64	5.21	0.35	3.24	9.26



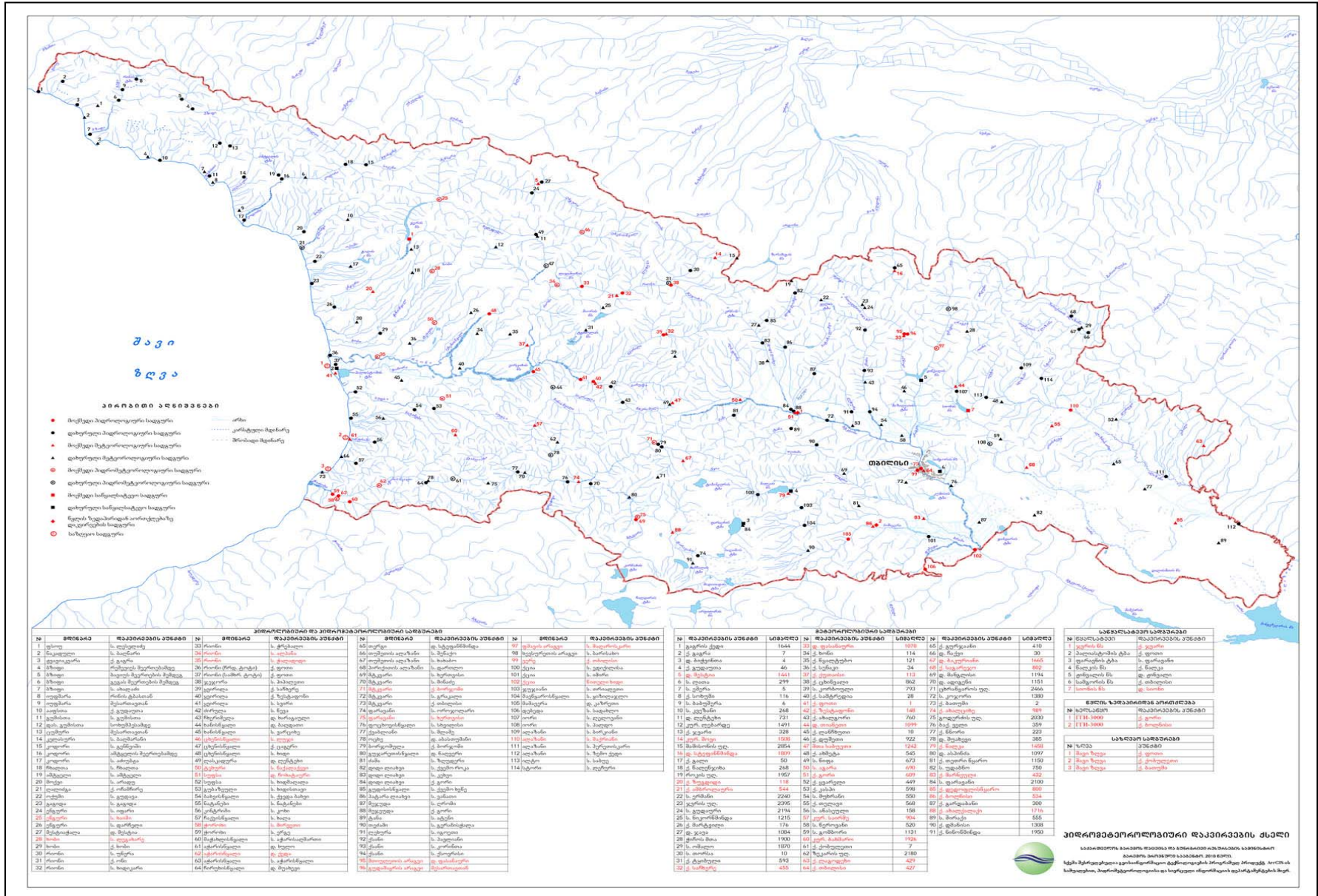
ტყიბულის წყალსაცავის დონეების რეკვადობა 2001–2010 წწ.



შაორის წყალსაცავის დონეების რევეალობა 2001–2010 წწ



საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური საგუშაგოები



დასკვნა

შაორ-ტყიბულის წყალსაცავი საქართველოს უმნიშვნელოვანესი წალსაცავების კასაკადია. მისი ბალანსური კვლევა მრავალ მეცნიერს აქვს ჩატარებული (გ.სვანიძე, გ.მეტრეველი და სხვა). ჩვენი მიზანი იყო წყალსაცავების წყლის ბალანსების თანამედროვე სურათის წარმოჩენა, ამ წყალსაცავების წყლის რეჟიმის თანამედროვე სურათის დადგენა, რისთვისაც გამოვიყენეთ ჩვენს ხელთ არსებული უახლესი ინფორმაცია.

მე-20 საუკუნის 90-იანი წლების მდგომარეობით გამოწვეული წყალსამეურნეო სისტემებზე არ არსებული მონიტორინგის გამო, ჩვენს მიერ ჩატარებული ბალანსური კვლევა წარმოადგენს არასრულ ბალანსს და მეთოდოლოგიურად განსხვავდება ადრინდელი კვლევებიდან ბალანსის ყველა ელემენტის განსაზღვრით – მდინარის ბუნებრივი შემონადენი, აორთქლება, ატმოსფერული ნალექები წყალსაცავის ზედაპირზე და სხვა.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილ ბალანსში, ამ მასალების არ არსებობის გამო, წყალსაცავში ბუნებრივი შემონადენის განსაზღვრისთვის, გამოყენებულია ელექტრონერგიის გამომუშავების მაჩვენებელი, წყალსაცავის ნიშნულები და ფილტრაციული დანაკარგები.

ჩვენთვის ცნობილია 2000–2010 წლების შაორის წყალსაცავის ნიშნულები, რომლითაც განისაზღვრება წყალსაცავის მოცულობები თვის დასაწყისში და ბოლოს. აღნიშნულით განისაზღვრება წყალსაცავის შევსება–დამუშვება. ჰესის ელექტრონერგიის გამომუშავების ნამრავლით ხვედრითი მოცულობის მაჩვენებელზე გამოითვლება ტურბინებში გამავალი წყლის მოცულობა / წყლის ხარჯი და შესაბამისი წამების რიცხვზე გაყოფით, მდ.შაორას ბუნებრივი მოდინების განსაზღვრისთვის ჰესის წყლის ხარჯს ემეტება წყალსაცავის შევსების ხარჯი და აკლდება წყალსაცავის დამუშავების ხარჯი.

ანალოგიური ანგარიშით განისაზღვრება ტყიბულის წყალსაცავის ბუნებრივი შემონადენი.

საბოლოოდ, შეიძლება ითქვას რომ მიუხედავად იმისა, რომ დღეს–დღეობით არ მიმდინარეობს აღნიშნულ წყალსაცავებში ბუნებრივი შემონადენის აღრიცხვა, წარმოდგენილი მდგომით შესაძლებელია წყალსაცავის რეგულირების მაჩვენებლით განისაზღვროს წყლის ბალანსის უმნიშვნელოვანესი ელემენტი– ბუნებრივი შემონადენი.

შაორის და ტყიბულის წყალსაცავები დაპროექტებულია მრავალწლიური რეგულირების ციკლით. ეს იმას ნიშნავს, რომ წყალსაცავის დამუშავების შემთხვევაში

მინიმალურ ნიშნულებამდე წყალსაცავის შევსება ნორმალური შეტბორვის ნიშნულამდე ყოველწლიურად ვერ ხერხდება. ენერგეტიკული რეგულირების პრინციპიდან გამომდინარე, რომელიც მდგომარეობს ჰესის მუშობაში მაქსიმალური მუშა დაწნევით, წყალსაცავის რეგულირება წარმოებს მაღალ ნიშნულებზე, რაც კარგად ჩანს მათი დონეთა რყევადობის გრაფიკიდან. ასევე, ორივე წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა არ არის შემცირებული და მათი შევსება ხორციელდება საპროექტო მონაცემებით გათვალისწინებულ ნიშნულებამდე.

დეტალური ბალანსური კვლევების შედეგად შეიძლება ითქვას რომ შაორის და ტყიბულის წყალსაცავები დღეის მდგომარეობით მუშაობენ სრულ სიმძლავრეზე და მცირეწყლიან წყლებშიც კი, წყალსაცავის ექსპლუატაციის ინსტრუქციების დაცვით, მათი სასარგებლო მოცულობა ბოლომდე შევსებულია, რაც მეტად მნიშვნელოვანია, მითუმეტეს იმ ფონზე, როცა საქართველოს ზოგიერთი წყალსაცავი (თბილისის, სიონის და სხვა) ვერ მუშაობენ სრული დატვირთვით.

ლიტერატურა

1. კერესელიძე დ. „საქართველოს წყალსაცავების ჰიდროეკოლოგიური პრობლემები,, თბილისი, 1994 წ
2. კერესელიძე დ. ტრაპაიძე ვ, ბრეგვაძე გ. „ზოგადი ჰიდროლოგია“ (სახელმძღვანელო), თსუ, 2011, 220 გვ.
3. კერესელიძე დ. ტრაპაიძე ვ, ბრეგვაძე გ. „ჰიდროლოგიური მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდები“ თბილისი, 2009
4. კიკაჩიშვილი გ.საქართველოში მოქმედი წყალმომარაგების სისტემები. საქართველოს სტრატეგიული განვითარების ცენტრის ბიულეტენი, №31,1999წ. თბილისი,გვ.16.
5. სვანიძე გ. „საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი” , ჟურნალი „ენერჯია “ №2, 1999,გვ.12–19.
6. სვანიძე გ. ცომაია ვ, მესხია რ. „ საქართველოს წყლის რესურსების მოწყვლადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები” , ჰმი–ს შრომები, ტ №106,2001,თბილისი, გვ.11–30.
7. ყუბანიშვილი ა. ჯამარჯაშვილი ვ, ჩიხლაძე ნ, „ ენერგეტიკა სახელმწიფოს ხერხემალია და მისი პრობლემები უნდა წყდებოდეს სახელმწიფო დონეზე” , ჟურნალი „ ენერჯია” №1, 2000, გვ.11–15.
8. ლოლობერიძე ,, წყლის ეკოსისტემები: დაცვა და რაციონალური გამოყენება” თბილისი „ მეცნიერება”, 1992 წ.
9. ხომერიკი ი. ალავერდაშვილი მ. „ წყლის რესურსების ბალანსური კვლევა” , თსუ გამომცემლობა, თბილისი 2003.
10. სვანიძე გ – საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება ჟურნალი ენერჯია №1 (3) – 1998წ.
11. სვანიძე გ – საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება ჟურნალი ენერჯია №1 (3) – 1998წ.
12. სვანიძე გ – საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება ჟურნალი ენერჯია №1 (3) – 1998წ.
13. სვანიძე გ – საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება ჟურნალი ენერჯია №1 (3) – 1998წ.

14. უკლება ნ. „საქართველოს წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში“ –1997წ.
15. ყიასაშვილი გ, ჩიხლაძე ნ, „სახელმწიფო კომპანია „ენერგოგენერაციაში“ ენერგორესურსების დაზოგვის ეფექტიანობა: დღევანდელი მდგომარეობა და სამომავლო ამოცანები“ ჟურნალი ენერჯია №3 1998წ.
16. ხმალაძე ო, ალავერდაშვილი მ, ქოჩიაშვილი დ, ქურდოშვილი ჯ, „დასავლეთ საქართველოს ზოგიერთი მდინარის ატივინარებული ნატანის წლიური ჩამონადენის რყევადობა“. II რესპუბლიკური კონფერენციის მასალები 1990წ
17. Бородавченко И.И. и др. охрана водных ресурсов, “Колос”, Москва, 1979.
18. Варазашвили Н.Г. Гобечия Г.Н. Особенности формирования водного хозяйства порных регионов, “мецниереба”, Тбилиси, 1996.
19. Вердиев Р. “Водные ресурсы рек восточного кавказа в условиях изменения климата”, Баку, 2002.
20. Владимирова Л.А. Шакаршвили Д.И. Габричидзе Т.И. Водный баланс Грузии, “мецниереба”, Тбилиси, 1974
21. Владимирова Л.А. Гигинеишвили Г.М. Джавахишвили А.И. Закариашвили М.М. “Водный баланс Кавказа и его географические закономерности”. Тбилиси. Изд. Мецниереба 1991 г.
22. Григолия Г.Л., Церетели З.И. “О методах определения полезной емкости водохранилища без деления на составляющие части”, Труды института энергетики XVIII, Изд. “Мецниереба” Тбилиси, 1969, ст. 195-203.
23. Гобечия Г.Варазашвили Н.“Особенности формирования водного хозяйства горных регионов“ 1996 г
24. Григолия Г.Л., Киласония А.Н. “Применения метода группового моделирования стока для расчёта водохозяйственных систем”, **Оптимальное использование водных ресурсов, Варна, 1983, ст. 95-104**
25. Григолия Г.Л., Кереселидзе Д.Н. Оценка Надежности Определения Качества Воды в Водохранилищах, Труды Института Гидрометеорологии, Т. № 106, Тбилиси, 2001, ст. 83-88.
26. Горошков И.Ф. “Гидрологические расчеты”, Гидрометеиздат, Ленинград, 1979.
27. Гуния А.Н Трансграничного Сотрудничества на Кавказе и Уроки Альпийской Конвенции, Кав. Состояние казский Географический Журнал, №1, Тбилиси, 2002 27-30.
28. Колесников В.И. “Экология и Водные отношения Грузии”, “мецниереба”, Тбилиси, 1992.

29. Кафлин Л. “Регулирование видов использования международных водотоков”. “Международные водотоки” Специздание ООН и Всемирного Банка. Нью-Йорк и Женева, 2000 г. с.3-14.
30. Кришна Р. “История и условия развития политики Банка в отношении проектов, касающихся международных водных путей” “Международные водотоки” Специздание ООН и Всемирного Банка. Нью-Йорк и Женева, 2000 г. с.27-38.
31. Метревели Г.С. Водохранилища Закавказья, Гидрометеиздат, Ленинград, 1985.
32. Плоткина И.Г. Исследование заиления горных водохранилищ суточного регулирования статистико-воднобалансовым методом. Труды ЗАКНИГМИ 1992 г. выпуск 89(91), Гидрометеиздат, Ленинград. с.97-104.
33. Плоткина Г. “Исследование заиления и филтрационной составляющей водного баланса горных водохранилищ балансового-статистическим методом” диссертация по соисканию степеня кандидата технических наук 1994 г
34. Правила эксплуатации Ткибулского водохранилища-Министерство мелиораций и водного хозяйства Грузии 1981 г
35. Правила эксплуатации Шаорского водохранилища- Министерство мелиораций и водного хозяйства Грузии 1981 г
36. Сванидзе Г.Г. Математическое моделирование гидрологических рядов, Гидрометеиздат, Ленинград, 1977.
37. Сванидзе Г.Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло, “мецниереба”, Тбилиси, 1964.
38. Сванидзе Г.Г. Гагуа В.П. Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии, Гидрометеиздат, Ленинград, 1987.
39. Сванидзе Г.Г. Цомаиа В.Ш. и др. Водные ресурсы Закавказья, Гидрометеиздат, Ленинград, 1988.
40. Хомерики И.В., Шенгелия П.Г. “Оптимизация комплексного использования водных ресурсов в бассейне р. Куры”, ГрузНИИЭГС, Тбилиси, 1971.
41. Хомерики И.В., Гершкович М.И. “Исследование перспективного баланса замкнутых водоёмов в связи с отъёмом и привлечением стока в бассейн Каспия”, “Изучение и охрана водных ресурсов”, АН СССР, Наука, Москва, 1976.
42. Чоговадзе Г. “Гидроэлектростанции Грузии” 1971 г
43. Хомерики И.В., Гершкович М.И. “Оценка водохозяйственных балансов Грузии на перспективу”, ГрузНИИЭГС, Тбилиси, 1978.
44. Хомерики И.В., Гершкович М.И., Квинтрадзе. “Водохозяйственные балансы по створам основных водотоков Грузии на период до 2000 года”, ГрузНИИЭГС, Тбилиси, 1985.
41. Ресурсы поверхностных вод СССР т. 9 1960 г

