

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შიშრი № IHM-13-12- GTU-2429

“ვამტკიცებ”

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
დირექტორი  
გ.მ.დ. თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2013 წ.

წყალდიდობები მთის მდინარეებზე და მათი  
პრობნოზირება ინფორმაციის უკმარისობის პირობებში

წყლის რესურსებისა და  
ჰიდროლოგიური პროგნოზების  
განყოფილების უფროსი,  
ფ.მ.დ.

ნ. ბეგალიშვილი

თემის ხელმძღვანელი და  
პასუხისმგებელი შემსრულებელი,  
მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი,  
გ.მ.დ.

ც. ბასილაშვილი

თბილისი  
2013

## შემსრულებელთა სია

თემის ხელმძღვანელი და  
პასუხისმგებელი შემსრულებელი,  
მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი  
გ.მ.დ.

ცისანა ბასილაშვილი

მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი  
ტ.მ.დ.

გურამ გრიგოლია

უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი  
გ.მ.ა.დ.

სოფიო გორგიჯანიძე

დირექტორის მოადგილე

გივი ფიფია

## რ ე ზ ე რ ა ტ ი

### ანგარიში შედეგება

ტექსტი 78 გვ., 6 ნახ., 12 ცხრ.

**მდინარეთა წყალდიდობების წყლის ხარჯების მახასიათებლები, ცვალებადობის ტენდენციები, წყალდიდობების საშუალო და მაქსიმალური ხარჯების საპროგნოზო მეთოდები და უსაფრთხოების რეკომენდაციები**

ქრონოლოგიურად აღწერილია საქართველოს მდინარეებზე გავლილი კატასტროფული წყალდიდობები და მათგან მიყენებული ზარალი. დაზუსტებულია მთავარ მდინარეთა წყალდიდობებისა და მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლები. მიღებულია მარტივი ფორმულები შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის განსაზღვრისათვის. ყველა ამ მონაცემებს აქვთ პრაქტიკული დანიშნულება საპროექტო და სამეცნიერო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის.

გამოვლენილია წყალდიდობების განვითარების ტენდენციები და მიღებულია მათი ტრენდები.

მთავარ მდინარეთა სამეურნეო დანიშნულების ჰიდროკვეთებისათვის შემუშავებულია წყალდიდობების საშუალო და მაქსიმალური წყლის ხარჯების გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდები არსებული სადამკვირვებლო ინფორმაციის უკმარისობის პირობებში. მათ მიხედვით შედგენილი ოპერატიული პროგნოზების საფუძველზე შეიძლება ყოველწლიურად შედგეს წყლის რესურსების რაციონალურად ხარჯვის გეგმები, წყალსაცავების დაცლა – შევსების დისპეტჩერული გრაფიკები და სხვა გაანგარიშებები. გარდა ამისა, პროგნოზები აუცილებელია მოსალოდნელი მაღალი წყალდიდობის დროს პრევენციული ღონისძიებების დროულად ჩატარებისათვის, რისთვისაც შედგენილია სათანადო რეკომენდაციები.

მიღებული პროგნოზები უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის, წყალ-მომარაგებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდას და წყალდიდობებისაგან მიყენებული ზარალის შემცირებას, რაც ქვეყანას მისცემს დიდ ეკონომიკურ ეფექტს.

**შ ი ნ ა ა რ ს ი**

<b>შესავალი</b> . . . . .	5
<b>თავი I. წყალდიდობების კატასტროფული გამოვლინებები</b> . . . . .	8-20
1.1. კატასტროფული წყალდიდობები დასავლეთ საქართველოში .	8
1.2. კატასტროფები აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეებზე . .	13
<b>თავი II. საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების დახასიათება</b>	21-32
2.1. მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირება . . . . .	21
2.2. წყალდიდობების მთავარი მახასიათებლები . . . . .	26
<b>თავი III. მდინარეთა წყალდიდობების წყლის ხარჯების დინამიკა     და მათი განვითარების მასშტაბები</b> . . . . .	33-45
3.1. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების სივრცულ-დროითი ცვლილების ტენდენციები . . . . .	33
3.2. უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების განვითარების მასშტაბები	39
<b>თავი IV. საპროგნოზო მეთოდოლოგია ინფორმაციის     შეგროვების პირობებში</b> . . . . .	46-54
4.1. მთის მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზირების თავისებურებანი . . . . .	46
4.2. საპროგნოზო მეთოდოლოგიის აღწერა . . . . .	50
<b>თავი V. საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის     ბრძელვადიანი პროგნოზირება</b> . . . . .	55-65
5.1. წყალდიდობების საშუალო ჩამონადენის პროგნოზირება . . .	55
5.2. წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება . .	60
<b>თავი VI. რეკომენდაციები მდინარეთა წყალდიდობების     შსაფრთხილებისათვის</b> . . . . .	66-71
<b>დასკვნები</b> . . . . .	72-74
<b>ლიტერატურა</b> . . . . .	75-78

## შ ე ს ა მ ა ლ ი

დედამიწაზე კლიმატის გლობალური დათბობის, ასევე ბუნების ანთროპოგენური დატვირთვის შედეგად, მოსალოდნელია კატასტროფული მოვლენების გამომწვევი ფაქტორების მკვეთრი ცვლილება, რაც ზეგავლენას მოახდენს ამ მოვლენების მასშტაბებსა და სიხშირეზე. შესაბამისად ზარალის შესამცირებლად საჭირო საიმედო ღონისძიებების ოპტიმალურად დაგეგმვასა და ღირებულებაზე. ამდენად მოსალოდნელი ცვლილებების სივრცულ – დროითი პროგნოზისა და საშიშროების შემცირების რეკომენდაციების პრობლემა მეტად აქტიალურია.

მდინარეთა ჩამონადენი, როგორც მეტად ხელმისაწვდომი და განახლების უნარის მქონე მტკნარი წყლის რესურსი, ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. ამის გამო საზოგადოებისა და ქვეყნის სოციალურ – ეკონომიკური განვითარება ბევრად არის დამოკიდებული წყლის რესურსების მართვის ეფექტურობაზე.

საქართველო, მიუხედავად მისი მცირე ფართობისა, წარმოადგენს საკმარისად მსხვილ წყალსამეურნეო და ჰიდროენერგეტიკულ რეგიონს. აქ აშენებულია მრავალი ჰიდროკვანძი, ელექტროსადგური, სარწყავი და წყალმომარაგების სისტემები. მაგრამ მათი წყლით უზრუნველყოფა და სწორი ექსპლუატაცია დაკავშირებულია მდინარეთა ჩამონადენის ფართო რეგულირებასთან, რაც საკმაოდ რთულია, რადგან აქ მდინარეთა ჩამონადენი არათანაბრადაა განაწილებული დროსა და სივრცეში. ხშირად წყალმოთხოვნა არ ეთანხმება წყალუზრუნველყოფას და წარმოიქმნება მწვავე დეფიციტური სიტუაციები. გარდა ამისა, ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში იმატა კატასტროფულმა წყალდიდობა – წყალმოვარდნებმა, რომელთაც მოსახლეობას და ქვეყნის ეკონომიკას დიდი ზარალი მიაყენეს.

წყალდიდობები მდინარეებზე ყოველ წელს აღირიცხება, მაგრამ ისინი ყოველთვის არ არიან დამანგრეველები, პირიქით მათ დიდი სარგებელიც მოაქვთ, რადგან სწორედ მათი წყლის ჩამონადენით ივსება საქართველოში არსებული 44 წყალსაცავი, რომელთა ბაზაზე მუშაობენ ენერგეტიკული და საირიგაციო სისტემები. წყალდიდობების რესურსების ხარჯზე ხდება ელექტროენერჯის გამომუშავება, მოსავლიანობის გაზრდა და მოსახლეობისა და საწარმო – სამეურნეო ობიექტების წყალმომარაგება.

ამრიგად წყალდიდობებს მოაქვთ როგორც დიდი ზიანი, ასევე დიდი სარგებელიც. წყალდიდობების წყლის რეგულირებისა და მათი ნეგატიური შედეგების თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა მათი ჩამონადენისა და მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლების სწორად გაანგარიშება და მათი ყოველწლიური მნიშვნელობების პროგნოზირება. აქედან გამომდინარე, პრაქტიკული დანიშნულების თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ჰიდროლოგიურ პროგნოზს, რომლის მომხმარებელს წარმოადგენს ენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა, წყალმომარაგება, სარკინიგზო და საავტომობილო გზები.

პროგნოზირება ასევე აქტუალურია მიმდინარე გლობალური დათბობისა და გაუდაბნობების პირობებში, როდესაც იზრდება გარემოს დატუჭყიანება და მცირდება სუფთა წყლის მარაგი. ამიტომ საჭიროა წყლის რესურსების მოხმარების მკაცრი კონტროლი, წყალსამეურნეო სისტემების რაციონალური მართვა და წყლის ხარჯვის ოპტიმალური დაგეგმვა მისი მომავალი ოდენობის გათვალისწინებით. ამრიგად საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის საპროგნოზო მეთოდების დამუშავება არის მნიშვნელოვანი სამეცნიერო პრობლემა, რომლის გადაწყვეტასაც დიდი ეკონომიკური და სოციალური ეფექტის მოტანა შეუძლია.

აღსანიშნავია, რომ ჰიდროლოგიაში მთის მდინარეთა ჩამონადენის პროგნოზირება ითვლება ყველაზე რთულ პრობლემად. განსაკუთრებით რთულია საქართველოს მდინარეთა პროგნოზირება, რადგან აქ ცალკეული მდინარის აუზში ჩამონადენის მაფორმირებელი ფაქტორების ცვალებადობა სხვადასხვა ხასიათს ატარებს, როგორც დროში, ისე სივრცეში. ამიტომ მდინარეთა წყალდიდობები და მათი პიკები არ არის იდენტური და ხასიათდება გარკვეული ინდივიდუალურობით. გარდა ამისა მდინარეთა აუზებში არ არის ინფორმაციული სადამკვირვებლო ქსელი, რომელთა მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელი იქნება იმ კანონზომირებათა დადგენა, რომლებიც საჭიროა თანამედროვე მათემატიკური საპროგნოზო მოდულების გამოყენებისათვის.

ვინაიდან გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან საქართველოს მდინარეებზე აღარ ხდება მდინარეთა წყლიანობის აღრიცხვა და აღარ იზომება მდინარეთა წყლის ხარჯები, ამიტომ წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენისა და მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლების, აგრეთვე მათი პროგნოზირებისათვის გამოყენებულ იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე 1990 წლამდე არსებული სადამკვირვებლო ქსელის სტანდარტულ დაკვირვებათა

მრავალწლიური მონაცემები 40-60 წლიანი რიგებით: მდინარეთა წყლის ხარჯებისა, ატმოსფერული ნალექებისა, ჰაერის ტემპერატურისა და თოვლის საფარისა. საკვლევ ობიექტებად შერჩეულ იქნა ჰიდროკვეთები მდინარეებზე, რომელთა ჰიდრორესურსები ფართოდ გამოიყენება ენერგეტიკაში და ირიგაციაში.

ყველა სახის გაანგარიშებისა და საპროგნოზო მეთოდების შესადგენად გამოყენებულ იქნა ავტორის მიერ შემუშავებული მრავალ-ფაქტორიანი სტატისტიკური საპროგნოზო მოდელი შესაბამისი ალგორითმებითა და კომპიუტერული პროგრამებით.

# თავი I. წყალდიდობების კატასტროფული გამოვლინებები

## 1.1. კატასტროფული წყალდიდობები დასავლეთ საქართველოში

საქართველოში ყველაზე ადრეული ინფორმაცია წყალდიდობაზე VIII საუკუნეში ისტორიულად დაღუპულთა რაოდენობითაა დაფიქსირებული. ისტორიაში ცნობილია, რომ ეს მოხდა 735 წელს, როცა მდ.ცხენისწყლის წყალდიდობამ იმსხვერპლა საქართველოში შემოსეული მტრის მურვან ყრუს 3500 მეომარი მათი ცხენებით, რისთვისაც მდინარეს უწოდეს ცხენისწყალი. აღნიშნულია, რომ მაშინ წყალდიდობა გამოწვეული იყო დასავლეთ საქართველოში ხანგრძლივი თავსება წვიმებით, რასაც მოჰყვა წყალდიდობები ამ რეგიონის სხვა მდინარეებზეც, მათ შორის მდ. ჭოროხზეც.

უფრო ძლიერმა წყალდიდობამ გაიარა დასავლეთ საქართველოში 1895 წლის 25 ოქტომბერს, როცა მდ. რიონის ადიდებამ გამოიწვია ქ. ფოთის დატბორვა 5-6 მ. სიღრმის წყლით. მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენა მდ. რიონის წყალდიდობამ 1902 წლის 2 იანვარს, როცა ქ. ფოთის მისადგომებთან მდინარეული ყინულებით და ნაზვავი თოვლით დაიტბორა საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, რომლებიც მთებიდან ჩამოიტანა მდ. ტეხურამ.

მდ. რიონზე კოლხეთის დაბლობის ფარგლებში, სადაც ხშირად აღინიშნება დიდი ინტენსივობის ნალექები, კატასტროფულ წყალმოვარდნებს ადგილი ჰქონდა აგრეთვე 735, 1444, 1895, 1902, 1910, 1920, 1982, 1987, 1996 წლებში. ცნობილია, რომ 1911 წლის იანვარში დაბალი ტემპერატურების პირობებში მოვიდა დიდი თოვლის საფარი, რომლის სიმაღლე ზოგან 4 მ. იყო, მდინარეები კი დაიფარა ყინულით, მაგრამ 4 თებერვალს დაიწყო დათბობა და უხვი წვიმები მოვიდა, მდინარეთა კალაპოტები აივსო წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლებით, გადმოვიდა ნაპირებიდან და 2-3 მ. სიმაღლის წყლით დაიტბორა მიმდებარე ტერიტორიები ქ.ფოთის, ჭალადიდისა და სენაკის მიდამოებში. მდინარეთა წყლის სიჩქარე 4 მ/წმ-ს შეადგენდა. მოსახლეობა სახლის სახურავებსა და ხეებზე აფარებდა თავს, მრავალი პირუტყვი კი დაიღუპა, შეწყდა სარკინიგზო მოძრაობა გზების დაზიანების გამო [1].

მდ. რიონზე უდიდესმა კატასტროფულმა წყალმოვარდნამ გაიარა 1922 წ. 25 ოქტომბერს, რომლის მაქსიმალური ხარჯი 1470 მ<sup>3</sup>/წმ. მის ზემო წელში სალპანასთან, დღემდე ითვლება უდიდეს მაქსიმუმად. ქვემო წელში ს.საქოჩაკიძესთან მაქსიმუმმა 5468 მ<sup>3</sup>/წმ შეადგინა. უფრო დიდი წყალდიდობა იყო მდ. რიონზე 1982წ. 2 აპრილს, სადაც მის ქვემო წელში გ. სვანიძის [2]



შეფასებით მაქსიმალურმა ხარჯმა 6000 მ<sup>3</sup>/წმ-ს მიაღწია, ხოლო მდ. ყვირილაზე ქ.ზესტაფონთან 1200 მ<sup>3</sup>/წმ იყო. მანამდე კი, დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით მაქსიმალური ხარჯები შეადგენდა მდ. რიონზე 4650 მ<sup>3</sup>/წმ და მდ. ყვირილაზე 883 მ<sup>3</sup>/წმ. ამ წყალმოვარდნის დროს მდ. რიონმა ქვემო წელში გაარღვია ნაპირსამაგრი დამბა, დატბორა დიდი ფართობის საძოვრები მდ. ფიხორის აუზში და პალიასტომის ტბის დონე 70 სმ-ით აიწია.

1987 წ. 1 თებერვლის წყალმოვარდნის დროს მდ. რიონის მაქსიმალური ხარჯმა 5000 მ<sup>3</sup>/წმ შეადგინა, მას დაემატა ვარციხის წყალსაცავის ერთდროული დაცლის შედეგად 1600 მ<sup>3</sup>/წმ წყალი, რის გამოც გაირღვა მარჯვენა სანაპიროს დამბა და დატბორა მიმდებარე ტერიტორიები (ნახ.1), დაიღუპა მრავალი პირუტყვი და ადამიანებიც. ზარალმა მაშინ 500-550 მლნ. ლარი შეადგინა [3]. მაღალი წყალმოვარდნა მდ. რიონზე იყო აგრეთვე 1996 წლის 30 დეკემბერს, როცა დამბის გარღვევის შედეგად წყლით დაიტბორა ტერიტორიები აბაშის მხარეზე (ს. სუჯუნა, ეწერი).

კატასტროფული წყალმოვარდნები განსაკუთრებით ხშირია შავიზღვისპირა მდინარეებზე, სადაც ხშირია მაღალი ინტენსივობის ნალექები. მაგ. ორდლიანი ნალექების ჯამმა შეადგინა 1942 წ. 14-15 სექტემბერს 264 მმ (მ/ს შრომა), 1962 წლის 11-12 სექტემბერს 342 მმ (მ/ს ჩარნალი). ასეთი დიდი ნალექები იწვევენ მდინარეთა უეცარ აღიდებას და ნგრევას. 1924 წ. 8 მაისს მდ. ჭოროხზე ს. ერგესთან 3840 მ<sup>3</sup>/წმ მაქსიმალურმა ხარჯმა გაიარა. 1927 წ. აჭარაში ხანგრძლივი ინტენსიური წვიმების შედეგად მდინარეთა დონეები აიწია 4 მ-მდე მდ. ქორულის წყალზე და 5 მ-მდე მდ. ნატანებზე ს. ნატანებთან. წყლის ნაკადის სიჩქარემ 4-4,7 მ/წმ შეადგინა რკინიგზის ხიდთან, რომელიც მნიშვნელოვნად დააზიანა და დაანგრია 8 საავტომობილო ტრასის ხიდი. 1979 წლის 31 აგვისტოს დამით წყალმოვარდნამ დაანგრია რამდენიმე საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობები, აგრეთვე რამდენიმე ხიდი, გზები, დაზიანდა წყალსადენის სათავე ნაგებობები, კავშირგაბმულობის და ელექტროგადამცემი ხაზები, ბადები, მრავალწლიანი ნარგავები [4].

ბოლო წლების წყალმოვარდნების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ისინი არ ცხრებიან და პირიქით ძლიერდებიან. განსაკუთრებით რთული სიტუაცია იყო 1996 წლის დეკემბერში, როცა 1400-2000 მეტრზე მაღლა მდებარე რაიონებში იდგა -8-10°C ყინვები, ხშირად თოვდა და მისმა სისქემ 3 მეტრს მიაღწია. 400-1800 მეტრის სიმაღლის ზონაში მდებარე ტერიტორიაზე ადგილი ჰქონდა თბილი და

ცივი დღეების, წვიმებისა და თოვის ხშირ მორიგეობას. 400 მეტრზე დაბლა იდგა თბილი დღეები, სუსტი და ძლიერი თავსხმა წვიმების ხშირი მორიგეობით.

1996 წლის 24-25 და 29-30 დეკემბერს თოვლ-წვიმის წყალმოვარდნებს მდ.მდ. ფრონეზე, ჩხერიმელაზე, ძირულაზე, ყვირილაზე, რიონზე, აჭარისწყალზე და მათ შენაკადებზე, მოჰყვა დიდი ნგრევა და ზარალი, დატბორა სოფლები, გაირღვა დამბები, დაზიანდა ხიდები, გზები, რამდენიმე ოჯახი წაიღო ნიაღვარმა, წყალმა წააღწია 173 ჰა სასოფლო დანიშნულების ფართობი. 1996 წელს მარტო აჭარაში წყალმოვარდნების შედეგად ზარალმა 5 მლნ. ლარს გადააჭარბა. ასეთი მოვლენები გაგრძელდა 1997 წლის იანვარ-თებერვალში, მარტში, აპრილში და მაის-ივნისში.

საქართველოში ყველაზე დიდი მასშტაბურობით გამოირჩეოდა 2005 წლის წყალდიდობა, რომლის დროსაც კატასტროფულმა წყალმოვარდნებმა მოიცვა ქვეყნის მრავალი რეგიონი. დიდი წყალდიდობა განპირობებული იყო ზამთარში დაგროვილი დიდი თოვლის საფარით. გაზაფხულზე აპრილიდან ივნისის ჩათვლით უხვი თოვლის საფარის დნობისა და მრავალჯერადი ინტენსიური ხასიათის წვიმების თანხვედრის შედეგად წაიღწია გზები, მრავალი საცხოვრებელი სახლი, ნათესი ფართობები, შინაური პირუტყვი და ფრინველი. მრავალ ოჯახს წყალმა წაუღო როგორც სახლი, ისე ყველაფერი და დარჩა სრულიად ხელცარიელი. ასეთ მდგომარეობაში დაახლოებით 500 ოჯახს შეექმნა ბინის პრობლემა. იყო რამდენიმე ადამიანის მსხვერპლიც. მთლიანად წყალდიდობით მიყენებულმა ზარალმა საქართველოს ფარგლებში დაახლოებით 300-500 მლნ. ლარი შეადგინა. დასავლეთ საქართველოში უკვე აპრილის თვეში მდინარეთა ადიდებამ გამოიწვია დიდი ზარალი (ცხრილი № 1).

საქართველოში კატასტროფული წყალმოვარდნები იყო აგრეთვე 2008 წლის სექტემბერ-ოქტომბერში ბათუმის, ხელვაჩაურის, ქობულეთის, ფოთის, დაიბორა ქ.ფოთი, რასაც ადგილი არ ჰქონდა 1895 წლის შემდეგ. დღე-ღამური მაქსიმალური ნალექების რაოდენობა ზოგან 160-180 მმ-ს აღემატებოდა. რაიონის ცენტრს მოწყვეტილი იყო 7 სოფელი, დაიბორა 6 სოფელი, ასობით ჰექტარი ნათესები, 100 სახლი, დაზიანდა 50 და დაინგრა 11 სახლი. დაიღუპა 8 ადამიანი, დაინგრა 3 ხიდი, წყლით დაიფარა ტერიტორიები, სადაც განლაგებული იყო ელექტროსადგურები, დაზიანდა ელექტროგადამცემი ხაზები და 39 ათას აბონენტს შეუწყდა ელექტროენერჯის მიწოდება. მატერიალურმა ზარალმა შეადგინა 3-4 მლნ. ლარი [3].

წყალმომარაგებმა გაიარეს 2009 და 2010 წლებშიც. 2011 წელს პირველი წყალმომარაგა აღინიშნა 8 თებერვალს, როცა წყალტუბოს რაიონში დაიტბორა სახნავ – სათესი მიწები, გზები და მოსახლეობის საკარმიდამოები.

შემზარავი კატასტროფა მოხდა 2011 წლის 15 ივნისს რიკოთის უღელტეხილზე, სადაც ძლიერი წვიმების გამო მდინარეთა წყალმომარაგებმა დააზიანა საავტომობილო გზა, დაანგრია კვების ობიექტები, დააზიანა დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს დამაკავშირებელ გვირაბთან მიმავალი გზები და რამდენიმე დღით მოძრაობა შეჩერდა. კატასტროფას 5 ადამიანის სიცოცხლე ემსხვერპლა. 18 ივნისს მდ. ჭანისწყლის ადიდებამ დააზიანა საგზაო მაგისტრალები და მოსახლეობის საკარმიდამოები, წალენჯიხაში კი მდინარემ დააზიანა გზები და ხიდები [5, 6].

მდინარის აუზი	მიყენებული ზარალი
ყვირილა	ქ.ზესტაფონთან ყვირილამ გაარღვია სანაპირო ჯებირები და დატბორა მიმდებარე სასოფლო-სამეურნეო მიწები.
რიონი	ქ.ქუთაისში რამდენიმე ადგილას რიონმა გაარღვია ნაპირდამცავი ჯებირები, დატბორა სახლები, დააზიანა გზები. წყალტუბოს რაიონში დაზარალდა 66 ოჯახი.
	ვანის რაიონში რიონი გადავარდა ს.ჭყვიშში და დატბორა საცხოვრებელი სახლები და ნათესები, წყალმა წაიღო პირუტყვი და ფრინველი. ნათესები დაიტბორა ქ.სამტრედიასა და ს.ჭალადიდშიც.
	ონის რაიონში დაიტბორა 100 სახლი, დაინგრა 8 ხიდი და საავტომობილო გზები, 18 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს. მოიშალა წყალმომარაგების სათავე ნაგებობები და წყლის მიწოდება შეუწყდა ქ.ონს.
ცხენისწყალი	რაჭა-ლეჩხუმში ცხენისწყალმა დაანგრია ჯებირები და ხიდები, დატბორა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, დაზიანდა წყლის სათავე ნაგებობები და კომუნიკაციები.
ენგური	მესტიის რაიონში წარმოიქმნა ღვარცოფული ნაკადები, დაზიანდა მრავალი საცხოვრებელი სახლი, დაინგრა ხიდები, გზები და 8 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს.
	ჯვრის წყალსაცავში ჭარბი წყლის (~500 მ <sup>3</sup> ) გაშვების შედეგად ქვემო ბიეფში ენგურის წყლის დონემ აიწია და დატბორა ზუგდიდის რაიონის სოფლების სავარგულები.
აჭარისწყალი	აჭარაში დაინგრა ხიდები და 17 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს. ს.თხინვანში და ს.ღურტასთან ჩამოწვა მეწყერები და დაზიანდა გზები.

## 1. 2. კატასტროფები აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეებზე

პირველად წყალდიდობის შესახებ ცნობა გამოქვეყნდა 1839 წელს გაზეთ „კავკაზში“, სადაც აღნიშნული იყო, რომ მტკვარმა დატბორა რიყის ტერიტორია. თითქმის ასეთივე დატბორვა განმეორდა 1853 წლის 25 ივლისს. 1858 წლის 29 აგვისტოს აღიდებულმა მტკვარმა წაიღო 13 ადამიანი, 10 კამეჩი, 38 ხარი, 23 ურემი, 16 აქლემი, მრავალი ცხენი, 4 წისქვილი და სხვა [7].

ქ. თბილისში მდ. მტკვრის 1896 წლის წყალმოვარდნა აღწერა მაშინდელმა გაზეთმა „ივერიამ“, როცა გადაუდებელი წვიმის შედეგად 5 მაისს მტკვრის დონემ ისე აიწია, რომ წაიღო მადათაფის კუნძულის ნაწილი, მარჯვენა სანაპიროზე კი წალეკა სახლები, შეწყდა კონკის მოძრაობა, ხალხი ქუჩებში ნაგებობით გადაადგილდებოდა, სახლების ქვედა სართულები წყლით იყო დაფარული. 10 მაისს დაიტბორა რიყე, ორთაჭალის ბაღები, წყალმა წაიღო მარცხენა სანაპიროზე არსებული ხის სახერხი ქარხანა და მთელი ხის მასალა. დიდი წყალდიდობა განმეორდა აგრეთვე 1915 წ. 6 მაისს [7].

მდ. მტკვარზე გავლილი წყალდიდობების შესახებ ინფორმაცია მოცემულია 12.1. ცხრილში, რომელიც შედგენილია საქართველოში გამოცემული გაზეთებისა და ჟურნალების, ჰიდრომეტცენტრში არსებული მასალებისა და გამოქვეყნებულ შრომებში [7, 8] მოძიებული ცნობებით.

XX საუკუნის 30-იან წლებში, მდ. მტკვრის სანაპიროზე, აიგო ნაპირსამაგრი ნაგებობები და შეწყდა რიყის დატბორვები. წყალდიდობების ზოგადი, ძირითადად, ვიზუალური დახასიათებები, შეიცვალა სპეციალიზებული სტაციონარული დაკვირვების მასალით. მაგ., მდ.მტკვარზე მოქმედებდა 29 ჰიდროლოგიური საგუშაგო. 1980 წლამდე არსებული დაკვირვების სისტემატიზირებული მონაცემები გამოქვეყნდა ყოველწლიურების, ცნობარების, წყლის კადასტრისა და კაპიტალური მონოგრაფიების სახით [2, 9–11], სადაც მითითებულია წყალდიდობების რიცხოვრივი მახასიათებლები.

ცხრილი 1.2.1. კატასტროფული წყალმოვარდნები მდ.მტკვარზე

წელი თარიღი	მიყენებული ზარალი
1	2
1839 17.05	მდინარე გადმოვიდა ნაპირებიდან და ქ.თბილისში მთლიანად დაფარა რიყე
1853 25.07	მდინარის წყლით მთლიანად დაიტბორა რიყე
1858 29.08	რიყე დაიტბორა, დაიღუპა 13 ადამიანი, დაიხრჩო 38 ხარი, 10 კამეჩი, წყალმა წაიღო 16 აქლემი, ცხენები, 23 ურემი, 4 წისქვილი
1896 05.05	რიყეზე წაიღო სახლი, დაიტბორა სხვა სახლების ქვედა სართულები, კონკის მოძრაობა შეწყდა, ადამიანები ქუჩაში ნაგებით მოძრაობდნენ
1896 10.05	ქ.თბილისში მდინარემ მთლიანად დატბორა რიყე, ორთაჭალის ბაღები, წყალმა წაიღო ხის სამხერხაო და ხის მასალები
1897 23.03	მდინარე გადმოვიდა ნაპირებიდან, ქ.გორთან დაანგრია ხიდი
1897 29.05	მდინარემ გადმოხეთქა ნაპირები, იყო ადამიანთა მსხვერპლი
1898 28.03	მდინარეს მიჰქონდა ძირკვები, ხეები, დიდი ზარალი იყო ქ.გორში
1900 22.05	ქ.თბილისში მდინარემ წალეკა ავჭალისა და აგურხანის ბაღები
1900 3.06	მდინარე გადმოვიდა ნაპირებიდან და წალეკა ორთაჭალა
1900 19.06	მდინარემ ქ.თბილისში ჩაწყვიტა ვერის ბორნის ჯაჭვი და იყო ადამიანთა მსხვერპლი
1902 2.05	მდინარეს დიდი რაოდენობით მოჰქონდა ხეები და კუნძები
1903 22.07	მდ.ღელვთა ხევის აუზში, რომელიც გადის ბოტანიკურ ბაღზე, მთიდან დაშვებულმა წყალმა მთლიანად დაფარა დაბახანას რაიონი
1915 6.05	მდინარემ გადმოხეთქა ნაპირები, დატბორა რიყე, წალეკა ორთაჭალა
1922 24.10	გორსა და თბილისში დაზიანდა გზები, ხიდები, რკინიგზა
1924 24.09	მდინარემ ზაჰესთან გაგლიჯა ხიდის ოთხი ჯებირი
1926 9.05	მდინარის წყლის სიჩქარე 900 მ/წმ ზაჰესი – თბილისის მიმართულებით
1926 22.05	მდინარის დონემ საგრძნობლად აიწია ზაჰესთან
1928 25.04	მდინარის წყალმა დაფარა ორთაჭალის და ნაეთლუდის ბაღები, წყლის დონე 4-10 მ. სიჩქარე 900 მ/წმ.
1932 15.05	ქ.ქარელთან წყალმა გაიტაცა ბორანი სადაც 25 კაცი იყო, ღამის 11 საათზე თბილისში მდინარემ წალეკა ორთაჭალის ბაღები
1939	მდინარემ ქ.გორთან დაანგრია მცირე ნაგებობები

1955 5.10	თბილისში მთიდან წამოსულმა წყალმა წალეკა აბანო. წყლის ხარჯი იყო 100 მ <sup>3</sup> /წმ
1968 18.04	შეწყდა სარკინიგზო და საავტომობილო მიმოსვლა თბილისიდან ბორჯომის მიმართულებით, დაინგრა ხიდები და ჯებირები
1987 1.05	ქბორჯომთან მდინარის დონემ 1,5 მ-ით აიწია. ოჯახები გაიხიზნენ. ხაშურთან დაიტბორა რამდენიმე სოფელი
1990 5.05	ქ.ხაშურთან დაანგრია ნაპირები, დატბორა 30 ჰა ნათესები, საძოვრები, ფერმა, გაიტაცა საქონელი
1997 28.04	მდინარემ გადარეცხა ახალციხე – რუსთავის საავტომობილო გზა და მოძრაობა შეწყდა
2005 27.04	მდინარის დონე ქ.თბილისში 565 სმ. იყო და მხოლოდ 157 სმ-ით ჩამორჩებოდა 1968წ. 722სმ. დონეს
2005 7.06	ქ.თბილისში მდ.მტკვარზე 500სმ. სიმაღლის წყალმა გაიარა

მათგან ყველაზე აღსანიშნავია 1968 წლის 18-19 აპრილის წყალმოვარდნა, რომელსაც ადგილი ჰქონდა მდ.მტკვრის თითქმის მთელ სიგრძეზე. სოფ. ხერთვისიდან ქ.თბილისამდე მდინარემ დაანგრია ნაპირსამაგრი ნაგებობები, ხიდები, შეწყდა საავტომობილო და სარკინიგზო მიმოსვლა.

საქართველოში ხშირად მცირე ზომის მდინარეთა წყალმოვარდნებიც იწვევს დიდ ზარალს. მაგ., მდ. მტკვრის მცირე შენაკადმა ქ. თბილისში, მდ. ლეღვთახევმა, როგორც რუსულენოვანი გაზეთი „კავკაზი“ (№ №165) იტყობინებოდა, 1903 წ. 22 ივნისს დატბორა დაბახანის მთელი ტერიტორია. ანალოგიური მოხდა 1955 წლის 5 ოქტომბერს, როცა ადიდებული მდ.ლეღვთახევი შევარდა ჭრელ აბანოში [12].

მდ. ქსანი მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადია, რომელზეც ყველაზე დიდმა კატასტროფულმა წყალმოვარდნამ გაიარა 1952 წლის 24 ივლისს, როცა მის შუა წელში სოფ. კორინთასთან გავლილი მაქსიმალური ხარჯი – 262 მ<sup>3</sup>/წმ უდიდესია, დღემდე არსებულ დაკვირვებათა შორის. ამ წყალმოვარდნამ დიდი ზარალი მოუტანა ქსნის ხეობის მთელ მოსახლეობას, დაიტბორა სოფლები: ქსოვრისი, თეზი, ფერმა და სხვა. ამ წყალმოვარდნის შემდეგ მდინარეზე აიგო ნაპირსამაგრი ნაგებობები (მიწაყრილები, რკინა-ბეტონის ბლოკები, ქვის ხიმინჯები და სხვა). მიუხედავად ამისა, 1987 წლის 11 ივნისს გავლილმა წყალმოვარდნამ დააზიანა დაბა ახალგორთან არსებული ხიდი, გაარღვია სანაპირო დამბა და რამდენიმე წუთში დატბორა ახალგორის ტერიტორიაზე მდებარე სამეურნეო დანიშნულების ობიექტები: სკოლა-ინტერნატი, საბავშვო ბაღი, რაიონული საავადმყოფო, საშუალო სკოლა, სასოფლო საბჭო,

კომუნალური სახლები და სხვა. დიდი საფრთხე შექმნეს მდ. ქსნის შენაკადებმაც ქახალგორის ზევით. სოფ. ლარგვისში წყლის დონემ 3,5-4 მ-ით აიწია, შევარდა კლუბში და იქ სკამებზე მყარი ნატანი დატოვა. მოვარდნილმა წყალმა მთლიანად დაანგრია სოფ. წირქოლი და ამიტომ იქაური მოსახლეობა დაბა ახალგორში გადაასახლეს. წყალმა წალეკა აგრეთვე მდ. ქსნის სანაპიროებთან არსებული ნათესები, ბაღებში ძირფესვიანად მოგლიჯა ხეები [13].

1972 წლის 6 ივლისს, მდ. შულავერის წყალზე გაიარა წყალმოვარდნამ, რომლის მაქსიმუმმა 10-ჯერ გადააჭარბა წინა წლების მაქსიმუმს. კიდევ უფრო მეტი იყო მდ.იაღლუჯზე 1983 წლის 6 და 20 ივნისის წყალმოვარდნები, რომელთა დონემ 2 მეტრს გადააჭარბა, სიგანემ - 200 მეტრს. წყლის ხარჯები კი იყო 230 და 272 მ<sup>3</sup>/წმ, ანუ 3000 და 3417 ლ/წმ კმ<sup>2</sup>. აღსანიშნავია, რომ ასეთ კატასტროფულ წყალმოვარდნას ადგილი ჰქონდა ერთ წელიწადში ორჯერ და ისიც - ერთ თვეში. წყალმოვარდნას აქ ხელს უწყობდა რკინიგზის ხიდის ნაკლები წყალგამტარობა და სარწყავი არსებიდან მონადენი წყლები. აქ ადგილი ჰქონდა წყლის შეტბორვას, რომლის სიგანე 600 მეტრი იყო, ხოლო სიღრმე - 2-3 მეტრი. წყალმოვარდნამ დაანგრია ხიდი, დააზიანა რკინიგზა, დატბორა მარნეულის ქუჩები, საცხოვრებელი სახლები, ქალაქის ელექტროქვესადგური, რკინიგზის სადგური, მაღაზიები, პურის ქარხანა და სხვა. ასეთივე ვითარება შეიქმნა თელეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთის მდინარეებზე. წყალმოვარდნის შედეგად დაინგრა ხიდი მდ.ქცია-ხრამზე სოფ. არვანლოში.

1983 წლის 11 ივნისს მძლავრმა წყალმოვარდნამ გაიარა მდ. მეჯუდაზე, რომელმაც დატბორა ქ. გორის ქუჩები და სახლები (ფოტო - ნახ. 1.2.1).

მდ. მტკვრის აუზში ყველაზე დიდი მასშტაბურობით გამოირჩეოდა 2005 წლის წყალდიდობა, რომლის დროსაც კატასტროფულმა წყალმოვარდნებმა გაიარა მის მრავალ შენაკადზე - აპრილიდან ივნისის ჩათვლით. მაშინ აღრიცხული მდინარეთა დონეები ზოგან მიუახლოვდა მათ უდიდეს მნიშვნელობებს - ცხრ. 1.2.2. ამ წყალმოვარდნებით გამოწვეული ზარალი მოცემულია ცხრ. 1.2.3-ში [14].

აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ 2005 წლის 6-7 ივნისს ჟინვალის წყალსაცავში მოიმატა დონემ და წყლის მოცულობამ მაქსიმუმს მიაღწია, რის გამოც საჭირო გახდა ჭარბი წყლის გაშვება საგანგებო არხით. 600 მ<sup>3</sup> მოცულობის წყლის გაშვებამ კი გამოიწვია წყალსაცავის ქვედა ბიეფში მდ.არაგვსა და თვით მდ.მტკვარზეც წყლის დონის მკვეთრი მომატება. მას



მოჰყვა ახლომდებარე სახლებისა და ნაკვეთების დატბორვა. მაგრამ უნდა ითქვას, რომ ჟინვალის წყალსაცავმა მრავალჯერ შეაკავა აღილებული არაგვი და გადაარჩინა მიმდებარე გარემო უფრო დიდი დაზიანებისაგან.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ 2005 წლის მაის-ივნისში და სექტემბერშიც კოკისპირული წვიმების შედეგად აღიდა მდ. ალაზანი, რასაც მოჰყვა გზებისა და ხიდების ნგრევა, ნათესების დატბორვა; ზარალმა 20-25 მლნ. ლარს მიაღწია (ცხრ. 1.2.4.).

ამრიგად, მთელი საქართველოს ფარგლებში 2005 წლის გაზაფხულზე, აპრილიდან ივნისის ჩათვლით, უხვი თოვლის საფარის დნობისა და ინტენსიური წვიმების თანხვედრის შედეგად, წაილეკა გზები, საცხოვრებელი სახლები, განადგურდა ნათესი ფართობები, გაწყდა შინაური პირუტყვი და ფრინველი. მრავალი ოჯახი დარჩა უსახლკაროდ და უჭირნახულოდ. დაახლოებით 500 ოჯახს შეექმნა ბინის პრობლემა. იყო რამდენიმე ადამიანის მსხვერპლიც. მთლიანად წყალდიდობით მიყენებულმა ზარალმა, საქართველოს ფარგლებში დაახლოებით 300-500 მლნ. ლარი შეადგინა.

საქართველოში კატასტროფული წყალდიდობა იყო, აგრეთვე, 2008 წლის სექტემბერ-ოქტომბერში გარდაბნის, თბილისისა და კახეთის რეგიონებში, სადაც დაიტბორა: სოფლები, ასობით ჰექტარი ნათესი ფართობი, დაზიანდა და დაინგრა სახლები, განადგურდა ყურძნის მოსავლის 70% [3].

2009 წლის 30-31 ოქტომბრისა და 1 ნოემბრის კატასტროფულმა წყალმოვარდნამ კახეთის რეგიონს 7-8 მლნ. დოლარის ზარალი მიაყენა. 2010 წლის გაზაფხულზე საქართველოს მდინარეებზე კვლავ გაიარა კატასტროფულმა წყალმოვარდნებმა, განსაკუთრებით აღმოსავლეთ საქართველოში, რამაც დიდი ზარალი მიაყენა კვლავ კახეთის რეგიონს. ჭერემის წყალსაცავის არასწორმა ექსპლუატაციამ დიდი საშიშროება შეუქმნა სოფ. ველისციხეს.

2010 წლის 23 ივნისს ქ.თბილისში მდ.გლდანულაზე წყლის დონემ 6-7 მ-ით აიწია და სოფ.ცხვარიჭამიასთან ხიდს გამოუნგრია ბურჯები, რის შედეგადაც ჩაინგრა ხიდი და ჩაიყოლა მანქანა და ხალხი. ორი ადამიანი იქვე დაიღუპა, სხვები კი საავადმყოფოებში გადაიყვანეს.

2010 წლის 7 და 12 ივლისს თავსხმა წვიმის შედეგად, დაბა დუშეთში, მოვარდა მდ.დუშეთისხევი და დატბორა დასახლება, ნათესები, დაიღუპა შინაური ფრინველი და ცხოველი. ადგილობრივი მოსახლეობის გადმოცემით მატერიალური ზარალი 2010 წელს აქ უფრო დიდი იყო ვიდრე 2005 წელს. 2010

წლის 18 ივლისს თავსხმა წვიმის შედეგად დაიტბორა, აგრეთვე, დედოფლისწყაროს დასახლება, ნათესები, დაიღუპა ფრინველი და პირუტყვი.

**ცხრილი 1.2.2. მდინარეთა დონეები (სმ) 2005 წლის წყალდიდობების დროს**

მდინარე- პუნქტი	აუზის ფართობი კმ. კმ	მრავალ- წლიური მაქსიმუმი		2005 წ. დონეები (სმ)					
		სმ.	წელი	26IV	27IV	5VI	6VI	7VI	8VI
მტკვარი- ხერთვისი	4980	460	1968	250	217		106	117	112
მტკვარი- მინაძე	8010	362	1968	305	273		135	145	145
მტკვარი- ლიკანი	10540	516	1968	387	400	260	256		
მტკვარი- თბილისი	21120	722	1968	455	565	318	430	500	363
ფარავანი- ხერთვისი	2350	304	1968	270	251				
ფოცხოვი- სხვილისი	1730	605	1968	490	453		400	399	
თეთრი არაგვი- ფასანაური	335	250	1934	218	212	204			

ცხრილი 1.2.3. 2005 წლის წყალდიდობები მდ. მტკვრის აუზში

თარიღი	მდინარის აუზი	მიყენებული ზარალი
25-27 აპრილი	მტკვარი	ქ.თბილისთან მტკვრის დონე 237 სმ-ით აჭარბებდა მაქსიმუმების საშუალო დონეს (328 სმ). სამცხე-ჯავახეთში მდინარეთა დონეები გადასცილდა საშიშ ზღვარს, რამაც გამოიწვია ნაპირსამაგრი ჯებირების ნგრევა და 35 ჰექტარი ნათესების დატბორვა, ქვალეში მოიშალა წყალმომარაგების სათავე ნაგებობები.
4-5 მაისი	ქსანი	დაბა ახალგორში რამდენიმე ადგილას ქსანმა გაარღვია სანაპირო ჯებირები და დატბორა ნათესები.
	ფშავის არაგვი	ჩარგალში მდინარემ დააზიანა ვაჟა-ფშაველას სახლ-მუზეუმი.
6-7 ივნისი	მტკვარი	ქ.თბილისში მტკვრის წყლის ხარჯი 2250 მ <sup>3</sup> /წმ იყო, რაც 200 მ <sup>3</sup> /წმ ჩამორჩა 1968 წლის მაქსიმუმს (2450 მ <sup>3</sup> /წმ).
	არაგვი	ადიდებულმა არაგვმა წააქცია მაღალი ძაბვის ანძა, დაზიანდა ბულაჩაურის, საგურამოსა და ნატახტრის სასმელი წყლის წყალსაცავები, გაჩერდა საფილტრო სადგურები, რის გამოც ქ.თბილისს წყალი დიდი შეზღუდვით მიეწოდებოდა. უინვალის წყალსაცავიდან 600 მ <sup>3</sup> წყლის გაშვებამ ქვემო ბიეფში არაგვზეც და მტკვარზეც წყლის დონე მკვეთრად ასწია.
13-15 ივნისი	დუშეთის ხევი	ხევის ადიდების შედეგად, დაიღუპა 2 ადამიანი, დაინგრა 50 სახლი, წყალმა გაიტაცა პირუტყვი, ფრინველი, მსუბუქი და მძიმე ტექნიკა, დაინგრა სასმელი წყლის სათავე ნაგებობა, ქვადორღით აივსო სახლების პირველი სართულები.
2005 წ.	სულ	მიყენებული ზარალი მთლიანობაში 300-500 მლნ. ლარი იყო.

ცხრილი 1.2.4. 2005 წლის წყალდიდობები მდ. ალაზნის აუზში

თარიღი	მიყენებული ზარალი
7 მაისი	კოკისპირული წვიმის შედეგად აღიდდა მდ. კაბალა, დაიბორა ლაგოდეხის რაიონის სოფლები: ხაინდროვალი, კართუბანი, კაბალა. წყალმა გადარეცხა თბილის-ლაგოდეხის საავტომობილო გზა.
14-15 მაისი	წვიმამ დიდი წყალმოვარდნა გამოიწვია მდ. დიდხევზე, დატბორა სოფ. არტანა, წალეკა საკარმიდამო ნაკვეთები, დაიხოცა ფრინველი და წვრილფეხა საქონელი. აღიდდა, აგრეთვე, მდ. ილტო და რამდენიმე კილომეტრზე წალეკა საავტომობილო გზა და 4 სოფელი მოწყვიტა გარე სამყაროს, მოსახლეობა დარჩა სასმელი წყლის გარეშე. მდ. ალაზნის აღიდებამ პანკისის ხეობაში დაანგრია ჯებირები, ხიდები, დატბორა ნაკვეთები.
29 მაისი	კოკისპირული წვიმის შედეგად, მდ. ალაზანმა დატბორა საავტომობილო გზა და ჩაკეტა მოძრაობა.
5-6 ივნისი	მდ. ალაზნის წყალმოვარდნამ მთლიანად დატბორა სოფ. არტანა და ზემო ალვანი. ქ. თელავში დაინგრა სარწყავი სათავე ნაგებობა, დაიხოცა ფრინველი. მდ. ილტოს წყალი შეერია სასმელ წყალს და მოსახლეობა დარჩა წყლის გარეშე, დაზიანდა ელექტროტრანსფორმატორები და ელექტროგადამცემი ხაზები. სოფ. კოდასთან მოწყდა მთა, დაინგრა ხიდი, განადგურდა ვენახები და სახნავ-სათესი სავარგულები.
15 ივნისი	კოკისპირული წვიმის შედეგად თელავის რაიონში, სოფ. არტანასთან დაზიანდა რკინა-ბეტონის ხიდი, აღიდებულმა წყალმა დატბორა და ქვა-ღორღი შეიტანა მოსახლეობის საკარმიდამო ნაკვეთებში, სახლებსა და დამხმარე სათავსოებში. დაიბორა სოფ. აკურის ტერიტორია, ნათესები და საძოვრები. მდ. თურდოს ხეობაში მდინარემ გაარღვია ჯებირები, და დამბები. მდ. კისისხევი და ვანთისხევი კალაპოტიდან გადმოვიდა და წალეკა ვენახები, ნათესები და სხვა. სერიოზულად დაზარალდა ქ. თელავიც, სადაც კალაპოტიდან გადმოვიდა მდ. თელავისხევი და დატბორა მიმდებარე ტერიტორია.
26 სექტემბერი	კოკისპირული წვიმის შედეგად დაზარალდა სიღნაღის რაიონი, განსაკუთრებით სოფ. ძველი ანაგა, სადაც დაიბორა 150 სახლი, განადგურდა სურსათისა და ჭირნახულის ზამთრის მარაგი. ძლიერ დაზიანდა ძველი ანაგის საშუალო სკოლის შენობა და შეწყდა სწავლა. დატბორვებს დაემატა ძლიერი სეტყვა, რომელმაც დიდი ზიანი მიაყენა ვენახებს.
2005 წ.	მიყენებული ზარალი მთლიანობაში 20-25 მლნ. ლარი იყო

## თაზო II

### საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების მახასიათებლები

#### § 2. 1. მდინარეთა წყალდიდობების ფორმირება

კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე, წყალდიდობების შემდგომი განვითარების შესაფასებლად, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ამა თუ იმ მდინარის აუზში ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის არსებობას. აღსანიშნავია, რომ 90-იან წლებამდე საქართველოში მოქმედებდა 210 მეტეოროლოგიური, 153 ჰიდროლოგიური და 22 ჰიდროგლაციოლოგიური დაკვირვების პუნქტი, რომელთა მონაცემები იყო ხელმისაწვდომი. ამჟამად კი მოქმედებს 15 მეტეოროლოგიური სადგური, 26 მეტეოროლოგიური და 20 ჰიდროლოგიური საგუშაგო.

ცხრ. 2.1.1. და ნახ. 2.1.1-ში მოცემულია სადღეისოდ არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი, საიდანაც ირკვევა, რომ საქართველოში, სხვებთან შედარებით, უკეთ არის გაშუქებული მდ. მტკვრის აუზი, სადაც მოქმედებს 5 მეტეოსადგური და 7 ჰიდროლოგიური საგუშაგო. მდ.რიონის აუზში 2 მეტეოსადგურია და თითო მეტეოსადგურია მდინარეების: არაგვის, ქცია-ხრამისა და ალაზნის აუზში. აღარც ერთი სადგურია ისეთ მნიშვნელოვან სამეურნეო დანიშნულების მდინარეთა აუზებში, როგორცაა მდინარეები: ენგური, ცხენისწყალი, აჭარისწყალი, იორი და სხვა.

ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის შემცირების გარდა, მეტად სამწუხაროა ის ფაქტი, რომ მდინარეებზე აღარ იზომება მათი წყლიანობა – წყლის ხარჯები, რომლებიც ადრე დღეში ორჯერ იზომებოდა. ახლა 20 ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე მხოლოდ წყლის დონეები იზომება, რომლებიც მეტად ცვალებადია მდინარის წყლის რეჟიმის ცვლილებასთან დაკავშირებით. ამიტომ ისინი არ არიან საკმარისი მახასიათებლები მდინარეთათვის.

საქართველოს მთიანი რელიეფი სხვადასხვა წარმოშობისა და აგებულებისაა, ამიტომ აქ მდინარეთა ჩამონადენზე მუდმივმოქმედი აუზის ზედაპირული ფაქტორები: რელიეფი, ნიადაგ – მცენარეული საფარი, გეოლოგია, ჰიდროგეოლოგია და სხვა დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა.

მდინარეთა ჩამონადენზე მთავარი მოქმედი ფაქტორებია აუზის ცვალებადი კლიმატური ელემენტები: ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა, აორთქლება, ინფილტრაცია, კონდენსაცია, ტრანსპირაცია და სხვა, რომლებიც განსაზღვრავს მდინარეთა საზრდოობის წყაროებს. მათ შორის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს კლიმატის ისეთ ელემენტებს, როგორცაა ჰაერის

ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები და თოვლის საფარი, რაც ჩამონადენის მთავარი წარმომშობი ფაქტორებია.

ჰაერის ტემპერატურა განაპირობებს თოვლის საფარისა და ყინულის დაგროვებას, მის დნობასა და აორთქლებას. განსახილველ ტერიტორიაზე ყველაზე ცივი თვე იანვარია, თბილი კი ივლის - აგვისტოა. ტემპერატურული რეჟიმი აქ მკვეთრი ვერტიკალური ზონალობით ხასიათდება: სიმაღლის მომატებასთან ერთად, ტემპერატურა მცირდება და შესაბამისად, იზრდება ცივი პერიოდის ხანგრძლივობა. დაბლობში საშუალო წლიური ტემპერატურა 13 - 15 °C, ზამთრის ტემპერატურა მთისწინებში დადებითია, შედარებით მკაცრი ზამთარი აღინიშნება ჯავახეთის პლატოზე, სადაც იანვრის ტემპერატურა 2 - 3 °C-ით დაბალია, ვიდრე კავკასიონის იმავე სიმაღლის ფერდობებზე.

მდინარეთა წყლიანობის განმსაზღვრელი ძირითადად ატმოსფერული ნალექია, რომლის რაოდენობა, ინტენსივობა, განაწილება დროსა და სივრცეში განაპირობებს მდინარეთა ჩამონადენის ოდენობასა და მის რეჟიმს. ვინაიდან საქართველოში დასავლეთიდან შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასების ინტენსიური კონდენსაცია ხდება, ქედების ქარპირა დასავლეთ ფერდობებზე, ამიტომ, აღმოსავლეთ კალთებზე, უკვე შედარებით მშრალი ჰაერის მასები, დაღმავალი მოძრაობის გამო, ამცირებს ნალექების რაოდენობას. ამ მიზეზით დასავლეთ საქართველოში თუ ნალექების წლიური ჯამი საშუალოდ 1300-2700 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, აღმოსავლეთ საქართველოში იგი მხოლოდ 400-800 მმ-ია.

საქართველოში ყველაზე მშრალი პერიოდია ზამთარი. ცივი პერიოდის (ნოემბერი-მარტი) ნალექები შეადგენს წლიური ნალექების 20-30%-ს, ხოლო თბილ სეზონში მოსული ნალექები ორჯერ აღემატება მათ. მაქსიმალური ნალექები აღინიშნება მაის - ივნისში, ზაფხულში ნალექები მცირდება და შემდეგ - შემოდგომით იზრდება.

ნალექების რაოდენობის ცვალებადობა, წლიდან წლამდე საკმაოდ მაღალია ზამთრის თვეებში, როცა მათი ვარიაციის კოეფიციენტი  $C_v = 0,70-0,90$ , თბილი სეზონის თვეებში კი  $C_v = 0,30-0,60$ .

პროფ. ე. ელიზბარაშვილის მიერ, კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში, საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლენილია უკუკავშირი ნალექების ჯამსა და ჰაერის ტემპერატურას შორის. თბილი თვეების განმეორებადობის გაზრდასთან ერთად, მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების მკვეთრი შემცირება, განსაკუთრებით, წლის ცივ პერიოდში. წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში კი ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ანომალიის დროს (3°C და

ცხრილი 2.1.1. ჰიდროლოგიური სადამკვირვებლო ქსელი

კოლხეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია (1 კატეგორია)

1. მდ. ენგური – ს. ხაიში	
2. მდ. ხობი – ს. ლეგახარე	
3. მდ. რიონი – ს. ალაპანა	365,28
4. მდ. რიონი – ს. ჭალადიდი	
5. მდ. ყვირილა – ქ. საჩხერე	
6. მდ. ცხენისწყალი – ს. ლუჯი	
7. მდ. ტეხური – ს. ნაქალაქევი	
8. მდ. სუფსა – დ. ჩოხატაური	126,87

შავი ზღვის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია (1 კატეგორია)

1. მდ. ჭოროხი – ს. მირვეთი	44,00
2. მდ. აჭარისწყალი – დ. ქედა	171,64

სამცხე-ჯავახეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია

1. მდ. მტკვარი – ს. ხერთვისი	1122,83
2. მდ. მტკვარი – ქ. ბორჯომი	792,78
3. მდ. ფარავანი – ს. ხერთვისი	1119,40

ქართლის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია (1 კატეგორია)

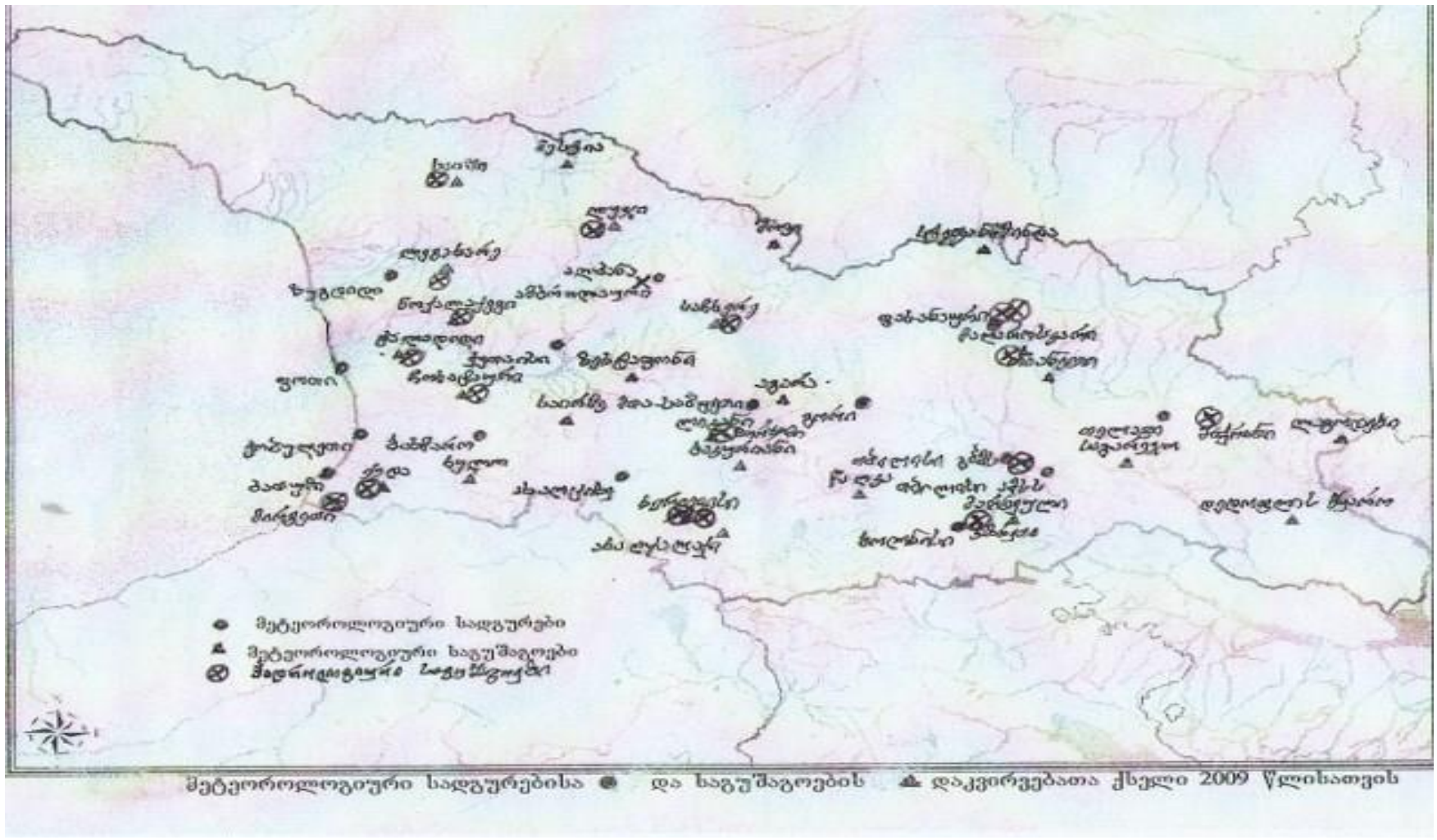
1. მდ. მტკვარი – ქ. თბილისი	390,00
2. მდ. მთიულეთის არაგვი – დ. ფასანაური	1047,30
3. მდ. გუდამაყრის არაგვი – შესართავთან	1070,08
4. მდ. ფშავის არაგვი – ს. მაღაროსკარი	921,38
5. მდ. მაშავერა – დ. კაზრეთი	
6. სიონის წყლსც – დ. სიონი	

კახეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია

1. მდ. ალაზანი – ს. შაქრიანი	340,00
------------------------------	--------

წყლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე დაკვირვების პუნქტი

1. გორი	609,0
2. ბოლნისი	534,0



ნახაზი 2.1.1. საქართველოში არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა ქსელი



მეტი) ნალექები იზრდება, რაც შეიძლება აიხსნას კონვექციური პროცესების გააქტიურებით და თავსება ნალექების მოსვლით [15].

ნალექების წლიურ ჯამში ჭარბობს თხევადი ნალექების წილი, რაც საშუალოდ 54%-ს შეადგენს [16]. დანარჩენი 46% მოდის მყარ ნალექებზე. თოვლის საფარის განლაგება და დნობის ხასიათი არის მთის მდინარეთა გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობის ჩამონადენისა და მისი მაქსიმალური ხარჯების ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორი. თოვლის მარაგის საშუალო მნიშვნელობა წლიდან წლამდე მეტად ცვალებადია, განსაკუთრებით 600-1200 მ. სიმაღლეთა დიაპაზონში, სადაც მათი ვარიაცია  $Cv = 0,90-0,70$  შეადგენს, სიმაღლის მატებასთან ერთად, ვარიაცია კლებულობს და 2000 მ-ზე ის 0,35-0,29-მდე მცირდება.

წყალდიდობა მთის მდინარეებზე იწყება მარტის ბოლოს, როცა იწყება თოვლის დნობა. წყალდიდობის ხანგრძლივობა განისაზღვრება მდინარეთა აუზის სიმაღლითი განვითარების დიაპაზონით, თოვლის მარაგის განაწილებით, სიმაღლის მიხედვით, და ტემპერატურული რეჟიმით. მდ. მტკვარზე ყველაზე უხვწყლიანი პერიოდია გაზაფხული (მარტი-მაისი), როცა გაედინება 50-60%-ზე მეტი წლიური ჩამონადენისა. წყალდიდობა მთავრდება ივლისის დასაწყისში. მაღალ წყალმოვარდნებს, ძირითადად, ადგილი აქვს აპრილ-მაისის თვეებში, როცა თოვლის ინტენსიურ დნობას თან ერთვის გაზაფხულის კოკისპირული წვიმები.

## § 2. 2. მდინარეთა წყალდიდობების მთავარი მახასიათებლები

გაზაფხულის წყალდიდობა არის მთავარი ფაზა მდინარეთა წყლის რეჟიმისა, რომლის დროსაც გაედინება მათი წლიური ჩამონადენის 50-70%. წლის დანარჩენი პერიოდები, განსაკუთრებით ზაფხული, ხასიათდება წყალმცირობით, სავეგეტაციო პერიოდში მშრალი ჰავის პირობებში, მორწყვის გარეშე შეუძლებელია მოსავლის მიღება. მაგალითად, აღმოსავლეთ საქართველოში 37 წელსაცავში აკუმულირდება მდინარეთა უხვწყლიანი წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი, მისი შემდგომი რაციონალური გამოყენების მიზნით, არა მარტო მელიორაციის, არამედ, აგრეთვე, სხვა მრავალი დანიშნულებით. აქ ფუნქციონირებს რამდენიმე კომპლექსური ჰიდროკვანძი (სიონის, სამგორის, უნგალისა და სხვა), სადაც შეთანხმებულია ენერგეტიკის, მელიორაციის, წყალმომარაგების, მეთევზეობის, სპორტულ-გამაჯანსაღებელი, ტურისტულ-რეკრეაციული და სხვა ინტერესები. წყალსაცავების ყოველწლიური შევსება და ექსპლუატაცია გათვლილია მდინარეთა წყალდიდობების პერიოდის ჩამონადენზე, მეორე წლის წყალდიდობამდე, ე.ი., წყალდიდობა არის წყალსამეურნეო ობიექტების მთავარი მკვებავი წყარო, რომლის წყლის რესურსების ხარჯზე ხდება ელექტროენერჯის გამომუშავება, მოსავლიანობის გაზრდა, მოსახლეობისა და საწარმოო-სამეურნეო ობიექტების წყალმომარაგება. ამრიგად, წყალდიდობებს მოაქვთ როგორც დიდი ზიანი, ასევე დიდი სარგებლობაც. ამიტომ საჭიროა მათი მრავალმხრივი შესწავლა. პირველ რიგში მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლები.

ამ მიზნით ცხრილი 2.2.1.-ში მოცემულია საქართველოს მთავარ ჰიდროკვანძებზე მდინარეთა ჰიდროგრაფების ანალიზით მიღებული წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების მთავარი მახასიათებლები (საშუალო, უდიდესი, უმცირესი, ამპლიტუდა) და პიკის გავლის საშუალო თარიღები [11].

2.2.2 ცხრილში კი მოცემულია მთავარ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობის სტატისტიკური მახასიათებლები: ვარიაციისა (Cv) და ასიმეტრიის (Cs) კოეფიციენტები, ექსტრემალური (უდიდესი და უმცირესი) და საშუალო კვადრატული გადახრის ( $\sigma$  მ<sup>3</sup>/წმ) მნიშვნელობები, განსაზღვრული 1937-1990 წლების მონაცემების მიხედვით [7].

სშირად გარემოსა და მოსახლეობას დიდ საშიშროებას უქმნიან შეუსწავლელი მდინარეები, მათ შორის მცირე ზომის მშრალი ხევიებიც,

რომლებიც წყალდიდობის დროს მძლავრ ნაკადებად მიედინებიან დაბლობებისაკენ. ამიტომ აუცილებელია მათი წყალდიდობის ჩამონადენის დადგენაც. ამისათვის გამოვიკვლიეთ კავშირები შესწავლილ მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენისა სხვადასხვა განზომილებებით (წყლის ხარჯი, ჩამონადენის მოდული, ფენა და მოცულობა) პირველ რიგში ტრადიციულად მდინარეთა აუზების საშუალო სიმაღლეებთან. მაგრამ წერტილთა დიდი გაფანტულობის გამო შეუძლებელი გახდა გარკვეული კანონზომიერებების დადგენა. ამიტომ გამოვიკვლიეთ წყალდიდობის საშუალო ხარჯების ( $Q$  მ<sup>3</sup>/წმ) კავშირები მდინარეთა აუზების ფართობებთან ( $F$  კმ<sup>2</sup>) ცალკეული რეგიონებისათვის. მათი მჭიდრო კავშირების წრფივი აპროქსიმაციით მიღებულ იქნა მარტივი გამოსახულებები შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის განსაზღვრისათვის:

$$Q = a F, \quad (2.2.1)$$

სადაც  $a$  = პარამეტრია, რომლის მნიშვნელობა დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე არის: ბზიფისა და კოდორის აუზებში 0,105, მდ. ენგურის აუზში 0,085, მდ. რიონის აუზში 0,062, მდ. ხობისა, ტეხურისა და ცხენისწყლის აუზებში 0,064, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში 0,046.

ამრიგად, შედარებით ერთნაირ ბუნებრივ პირობებში, მდინარეთა წყლიანობაზე ყველაზე სრულ ინფორმაციას იძლევა აუზის ფართობი, რომლის განსაზღვრა მეტად ადვილია არსებული ფიზიკური რუკების საშუალებით შეუსწავლელ მდინარეთა ჩამონადენის გასაანგარიშებლად. ე.ი. ერთ რეგიონში რაც მეტია მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, მით მეტია მისი ჩამონადენი. აქ ცდომილება შეიძლება გამოიწვიოს ისეთმა ფაქტორებმა, როგორცაა მაგალითად აუზის საშუალო სიმაღლე, აუზის დახრილობა და მდინარეთა ქსელის სიხშირე და სიგრძე.

შეუსწავლელ მდინარეთა წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის ჩვენს მიერ, შედგენილ იქნა აგრეთვე შესწავლილ ანალოგ მდინარეთა წყალდიდობისა და მათ საშუალო წლიურ ხარჯებს ( $Q_0$  მ<sup>3</sup>/წმ) შორის კავშირები, რომელიც აპროქსიმირდება ასევე მარტივი გამოსახულებით:

$$Q = b Q_0, \quad (2.2.2)$$

სადაც  $b$  – პარამეტრია, რომლის მნიშვნელობები აფხაზეთის მდინარეთათვის  $b = 1,97$ , ენგურის აუზში  $b = 1,95$ , მდ. ხობის, ტეხურისა და ცხენისწყლის აუზში

$b = 1,73$ , მდ. რიონის აუზის მდინარეთათვის  $b = 1,70$ , ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთათვის  $b = 2,0$ .

მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური ხარჯის ( $Q_0$  მ<sup>3</sup>/წმ) მნიშვნელობა შეუსწავლელ მდინარეთათვის შეიძლება ადვილად განისაზღვროს ჩამონადენის რუკით [6].

საყურადღებოა, რომ (2.2.1) და (2.2.2) ფორმულების ერთდროული გამოყენებით შეიძლება შემოწმდეს შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენის გაანგარიშების სისწორე.

აღსანიშნავია, რომ ჩვენ მიერ საქართველოს მდინარეთა წყლის ხარჯებზე 208 ჰიდროკვეთზე არსებული მრავალწლიანი დაკვირვების რიგების ანალიზის საფუძველზე შედგენილ იქნა წყალდიდობის ჩამონადენისა და მისი დაწყების თარიღების რუკები, რომლებიც 2012 წელს გამოქვეყნდა “საქართველოს ეროვნულ ატლასში” [18].

ამავე ატლასშია აგრეთვე ჩვენ მიერ შედგენილი რუკა საქართველოს ტერიტორიის დარაიონებისა მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით [19], სადაც თითოეული რაიონისათვის გამოყოფილია მდინარეთა უხვწლიანი პერიოდის (წყალდიდობის) ჩამონადენი და მისი წილი (%) წლიურ ჩამონადენში. ამ ატლასის 85 გვერდზე მოცემულია ფორმულები და ცხრილი მდინარეთა ნებისმიერი პერიოდის (მათ შორის წყალდიდობის) ჩამონადენის განსაზღვრისათვის [20].

წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენისა და მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ნორმები და ცვალებადობის მახასიათებლები, აუცილებელია საპროექტო ორგანიზაციებში ნაგებობათა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასადგენად, განსაკუთრებით ეხლა, როცა საქართველოს 26 ათასი მდინარიდან მხოლოდ რამდენიმეზე ხდება წყლის დონეების გაზომვა, ადრე კი 200-ზე მეტ ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე ხდებოდა არა მარტო დონეების, არამედ წყლის ხარჯების გაზომვაც.

ცხრილი 2.2.1.

მდინარეთა წყალდიდობის საშუალო მახასიათებლები

მდინარე-პუნქტი	აუზის ფართობი კმ <sup>2</sup>	საშუალო ჩამონადენი			მაქსიმალური ხარჯები (მ <sup>3</sup> /წმ)				საშუალო თარიღები			დღეთა რაოდენობა
		მმ	კმ <sup>3</sup>	%წლ. ჩამ.	საშუალო	უდიდესი	თარიღი	უმცირ.	დაწყება	პიკი	დამთავრება	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ბზიფი-ჯირხვა	1410	1365	1,91	65	416	750	31.03.70	286	16.03	22.05	02.08	141
კოდორი-ლათა	1420	1318	1,92	68	496	1040	09.05.77	274	21.03	26.06	23.08	157
გვანდრა-გვანდრა	197	2292	0,45	70	121	185	11.05.60	64,1	29.03	27.06	21.08	146
ჩხალთა-ჩხალთა	465	1668	0,78	67	213	616	04.04.79	95,0	30.03	15.06	18.08	142
ენგური-ივარი	362	825	0,30	76	58,5	107	09.05.71	37,0	15.04	03.07	15.09	153
მესტიკალა-მესტია	144	2264	0,33	82	75,6	351	06.06.69	32,5	20.04	22.07	29.09	164
ნაკრა-ნაკი	126	2064	0,26	78	39,1	62,0	14.05.69	26,2	13.04	25.06	13.09	154
თხეიში-ხაიში	222	762	0,18	63	43,8	102	19.04.57	12,7	30.03	07.06	16.08	140
ხობი-ლეგახარე	310	1078	0,33	51	120	277	13.04.75	71,5	20.03	07.06	21.07	123
რიონი-უწერა	707	1033	0,73	74	121	184	07.05.61	77,7	24,03	28.06	27.08	158
რიონი-ონი	1060	1021	1,08	76	193	338	30.04.72	134	20.03	13.06	30.08	165
რიონი-ხიდიკარი	2010	823	1,65	73	325	505	15.04.59	225	17.03	02.06	29.08	165
რიონი-ალპანა	2830	780	2,21	72	448	605	03.04.58	276	14.03	22.05	29.08	169
ჯოჯორა-პიპილეტი	408	690	0,28	67	61,4	159	05.04.79	36,2	18.03	16.05	11.08	147
შაორა-ქვედა თლული	29,4	569	0,02	54	10,9	17,3	06.04.70	3,30	18.03	27.04	12.06	87
ლაჯანური-ორბელი	231	676	0,16	56	40,1	88,3	04.04.79	24,4	17.03	16.05	13.07	120
ყვირილა-ხესტაფონი	2490	358	0,89	49	379	646	19.02.73	140	23.02	02.04	31.05	98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ძირულა-წვევა	1190	310	0,37	45	224	468	19.02.73	28,0	22.02	03.04	20.05	88
ჩხერიმელა-ხარაგაული	398	440	0,18	44	85,5	173	19.03.73	36,7	22.02	07.04	21.05	89
ხანისწყალი-ბაღდათი	655	431	0,28	58	86,3	209	22.02.60	42,0	24.02	18.04	30.06	127
წაბლარისწყალი-საირმე	102	540	0,06	58	14,2	22,1	03.04.77	6,50	04.03	21.04	08.07	127
ცხენისწყალი-ლუჯი	506	1001	0,51	70	104	188	15.04.59	60,4	02.04	01.06	23.08	144
ცხენისწყალი-რცხმელური	1450	957	1,39	67	325	656	27.04.65	174	26.03	11.06	21.08	149
ზესხო-ზესხო	44,8	1943	0,08	71	21,1	63,8	03.06.64	8,27	07.04	11.07	01.09	157
ჭოროხი-ერგე	22000	242	5,33	64	1150	2100	05.04.75	739	01.03	01.05	22.07	144
აჭარისწყალი-ქედა	1360	573	0,74	53	240	640	21.02.60	146	02.03	18.04	20.06	112
მტკვარი-ხერთვისი	4980	134	0,68	68	254	742	07.04.70	124	27.03	03.05	05.07	100
მტკვარი-მინაძე	8010	141	1,12	60	365	1110	06.04.64	213	29.03	01.05	05.07	100
მტკვარი-ლიკანი	10500	159	1,67	64	524	920	06.04.70	282	28.03	30.04	08.07	103
მტკვარი-გრაკალი	16700	170	2,78	65	799	1910	05.04.79	351	19.03	28.04	15.07	124
ფოცხოვი-სხვილისი	1730	259	0,45	67	165	581	05.04.79	71,2	26.03	02.05	05.07	102
ქობლიანი-მლაშე	468	523	0,24	70	76,1	144	04.04.77	38,2	25.03	28.04	06.07	104
აბასთუმანი-აბასთუმანი	99,0	266	0,03	68	11,3	37,6	04.04.77	4,72	25.03	24.04	01.07	99
ბოჯომულა-ბორჯომი	165	316	0,05	65	27,0	59,0	30.03.70	13,3	21.03	23.04	01.07	103
დიდი ლიახვი-ჯავა	646	625	0,40	69	97,1	185	18.04.57	46,5	25.03	21.05	09.08	138
თეთრი არაგვი-ფასანაური	335	615	0,21	54	66,2	166	10.04.80	34,0	28.03	26.05	02.08	128
ხადისხევი-ცკერე	18,8	722	0,01	48	5,56	11,4	02.05.68	2,08	03.04	11.06	18.07	107
ფშავ. არაგვი-მაღაროსკარი	736	433	0,37	62	109	338	26.04.65	50,1	30.03	01.06	31.07	124

ალგეთი-ფარცხისი	359	167	0,06	61	66,5	167	22.03.74	5,61	22.03	09.05	25.05	97
-----------------	-----	-----	------	----	------	-----	----------	------	-------	-------	-------	----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ქცია-ხრამი-ედიკილისა	544	263	0,14	55	69,5	105	10.04.80	30,6	25.03	05.05	30.06	98
მაშავერა-დიდი დმანისი	570	154	0,09	50	62,8	142	15.04.70	12,7	23.03	15.05	30.06	100
ბოლნისი-სამწვერისი	292	121	0,04	64	42,4	259	24.03.61	3,26	21.03	09.05	29.06	102
იორი-ღელღოვანი	494	434	0,21	58	148	324	01.04.70	68,4	23.03	27.05	21.07	121
ალაზანი-ბირკიანი	282	900	0,25	54	80,9	365	06.04.75	34,0	29.03	05.06	28.07	122
ალაზანი-შაქრიანი	2190	262	0,79	60	276	486	11.04.67	124	20.03	05.06	30.07	133
სტორი-ღეჭური	203	637	0,13	54	41,5	88,0	09.04.75	16,0	29.03	10.06	20.07	114
დიდხევი-არტანა	78,0	739	0,06	52	19,3	39,8	19.03.64	7,40	28.03	18.05	17.07	112

შენიშვნა: ცხრილი შედგენილია წყლის კადასტრის [11] მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი 2.2.2. აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის  
მაქსიმალური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები

№	მდინარე - პუნქტი	წყლის ხარჯები (მ <sup>3</sup> /წმ)					კოეფიციენტი		
		საშუალო	უდიდესი	უმცირესი	ამპლიტ	საშ. კვად. გად.	ვარიაც. C <sub>v</sub>	ასიმეტრ. C <sub>s</sub>	არამდგრ.
1	მტკვარი- ქ.თბილისი	1152	2450	448	2002	387	0.34	0.60	5.47
2	დ.ღიახვი- კეხვი	136	330	42.2	288	52.2	0.38	1.15	7.82
3	ქსანი- კორინთა	64.3	262	16.9	245	45.6	0.71	1.89	15.5
4	თ.არაგვი- ფასანაური	61.1	173	24.8	148	30.5	0.50	1.93	6.98
5	შ.არაგვი- შესართავი	47.1	156	21.6	134	24.5	0.52	2.43	7.22
6	ფშ.არაგვი- მაღაროსკ.	118	338	50.1	288	57.7	0.49	1.80	6.75
7	არაგვი- ჟინვალი	243	660	67.2	593	125	0.52	1.29	9.82
8	ალაზანი- ბირკიანი	75.4	365	30.0	335	54.7	0.72	3.69	12.2
9	ალაზანი- შაქრიანი	318	1160	94.3	1066	167	0.52	2.55	12.3



**თავი III. წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების დინამიკა  
და მათი ბანკითარების მასშტაბები**

**3. 1. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების სივრცულ-დროითი  
ცვლილების ტენდენციები**

თანამედროვე პირობებში მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების სიდიდეთა ცვალებადობის დინამიკის შესწავლა, მათზე ანთროპოგენური ფაქტორებისა და კლიმატის გლობალური ცვლილების ზეგავლენის ფონზე. ადამიანთა და სხვა ფაქტორთა ზემოქმედებით, ჰიდროლოგიურ პროცესებში, XX ს-ის დასასრულიდან შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები, რაც მათემატიკური სტატისტიკის ტერმინოლოგიით ტრენდებად იწოდება, რომელთაც აქვთ აღმავალი (მატების) ან დაღმავალი (კლების) ტენდენცია.

სადღეისოდ, მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის როგორც ხარისხობრივი, ისე რაოდენობრივი დინამიკის გამოვლენა, რაც გულისხმობს ტრენდის შეფასებას. ტრენდის გამოვლენის თვალსაჩინო ხერხია მისი წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული განტოლება:

$$T = c N + d , \quad (3.1.1.)$$

სადაც  $T$  – დინამიკის საკვლევი ელემენტია, რაც ჩვენ შემთხვევაში მდინარის ჩამონადენია მაქსიმალური ხარჯების ( $Q_{max}$  მ<sup>3</sup>/წმ) სახით;

$N$  – მონაცემთა რიგითი ნომერია დაწეებული გარკვეული (საწყისი) წლიდან, რომლისთვისაც  $N = 1$ , მისი შემდეგი მნიშვნელობა იანგარიშება მიყოლებით ყოველი შემდეგი ( $i$ ) წლისათვის:  $N = 1 + i$ ;

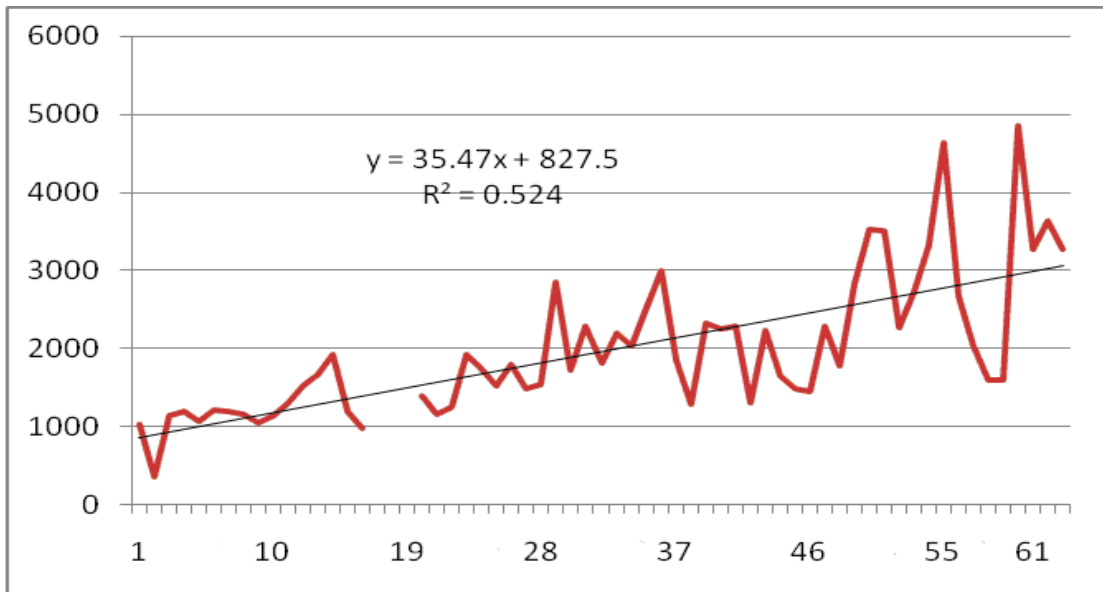
$d$  – განტოლების მუდმივაა;

$c$  – განტოლების კოეფიციენტი, რომლის ნიშანი (+ ან -) უჩვენებს საკვლევი  $T$  ელემენტის ცვლილების მიმართულებას, დადებითი (+) ნიშანი გამოხატავს მატებას, ანუ აღმავალ ტენდენციას, ხოლო უარყოფითი (-) ნიშანი მიუთითებს ელემენტის კლებაზე, ანუ დაღმავალ ტენდენციას.  $c$  პარამეტრის რაოდენობრივი მნიშვნელობა განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის ცვლილების ინტენსივობას.

შესწავლილი იქნა მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილების დინამიკა. ნახ. 3.1.1 – 3.1.3-ზე მოცემულია მაგალითები ამ დინამიკის ამსახველი გრაფიკებისა და მათი შესაბამისი ტრენდებისა. ცხრ. 3.1.1-ში კი მოცემულია ამ ტრენდების ამსახველი განტოლებების პარამეტრები ( $c$  და  $d$ ).

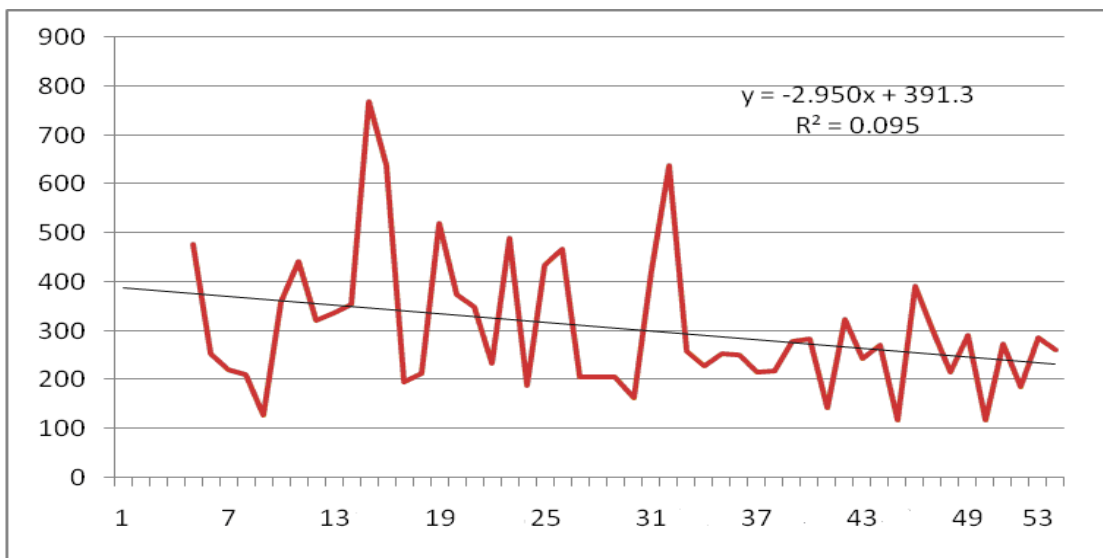
Q, მ<sup>3</sup>/წმ

A



Q, მ<sup>3</sup>/წმ

B



ნახ. 3.1.1. მაქსიმალური წყლის ხარჯების დინამიკა მდ.რონზე (A) და აჭარისწყალზე (B)

ცხრილი 3.1.1. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ტრენდების  
პარამეტრები c და d ფორმულაში  $Q_{max} = c N + d$

მდინარე-პუნქტი	აუზის ფართი კმ <sup>2</sup>	პარამეტრები	
		c	d
კოდორი - ლათა	1420	5,923	310
ენგური - ხაიში	2780	8,500	319
რიონი - საქონაკიძე	13300	35,47	827
ყვირილა - ზესტაფონი	2490	0,832	504
ჭოროხი - ერგე	22000	- 0,800	1369
აჭარისწყალი - ქედა	1360	- 2,95	391
მტკვარი - თბილისი	21100	- 0,759	1181
დიდი ლიახვი - კეხვი	924	0,848	115
პატარა ლიახვი - ვანათი	422	- 0,431	62,1
ქსანი - კორინთა	461	- 0,498	72,2
თეთრი არაგვი - ფასანაური	335	0,562	45,61
ალაზანი - ბირკიანი	282	- 1,079	98,48
ალაზანი - შაქრიანი	2190	- 1,184	348

მდ. მტკვრის მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა ქ.თბილისთან შედგენილია 1924 წლიდან უწყვეტი დაკვირვების 67 წლიანი რიგით, რომლის მიხედვითაც შედგენილი ტრენდის წრფივი აპროქსიმაციით მიღებულია შემდეგი განტოლება:

$$Q_{max} = - 0,759 N + 1181, \quad (3.1.2)$$

სადაც N წლის რიგითი ნომერი იწყება 1924 წლიდან, როცა  $N = 1$ .

ამ ფორმულიდან გამომდინარე, მდ. მტკვარზე აღინიშნება მაქსიმალური ხარჯების დადამავალი ტენდენცია, ანუ კლება.

ნახ 3.1.1 – 3.1.3 და ცხრ. 3.1.1 მონაცემებიდან ირკვევა, რომ როგორც მდ.მტკვარზე, ასევე მის შენაკადებზე, დროთა განმავლობაში, მიმდინარეობს მაქსიმალური წყლის ხარჯების შემცირება და მხოლოდ ორ მდინარეზე – დიდ ლიახვსა და თეთრ არაგვზე ფიქსირდება მათი მატება, ანუ აღმავალი ტენდენცია. მათი ტრენდების აპროქსიმაციით მიღებულია შემდეგი სახის განტოლებები:

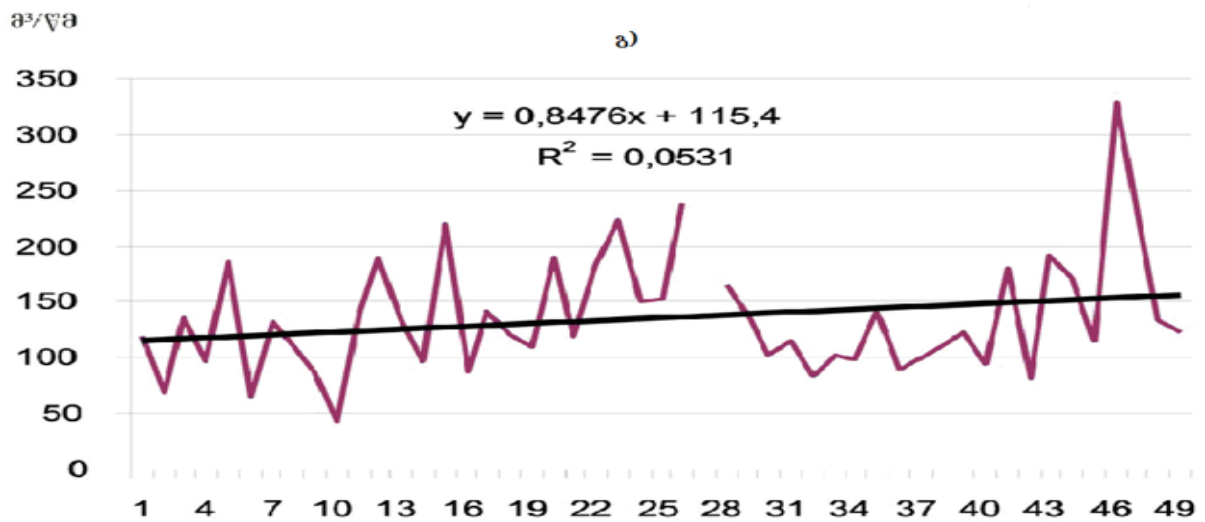
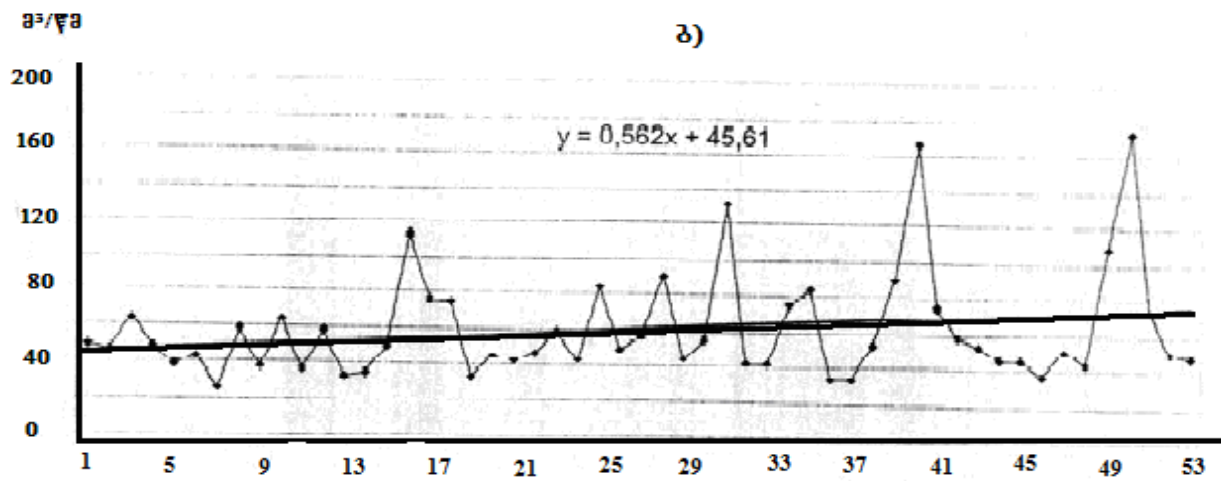
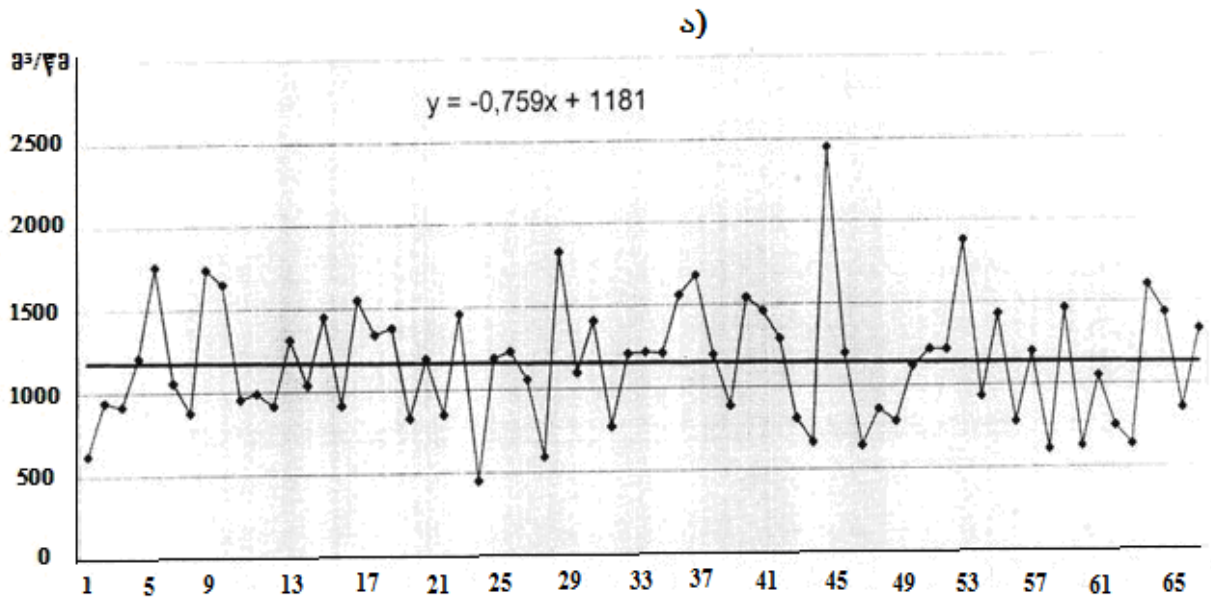
მდ. ლიახვზე – სოფ. კეხეთან 1942 წლიდან ( $N = 1$ ):

$$Q_{max} = 0,848 N + 115,4 \quad (3.1.3)$$

მდ. თეთრ არაგვზე – სოფ. ფასანაურთან 1937 წლიდან ( $N = 1$ ):

$$Q_{max} = 0,562 N + 45,61 \quad (3.1.4)$$

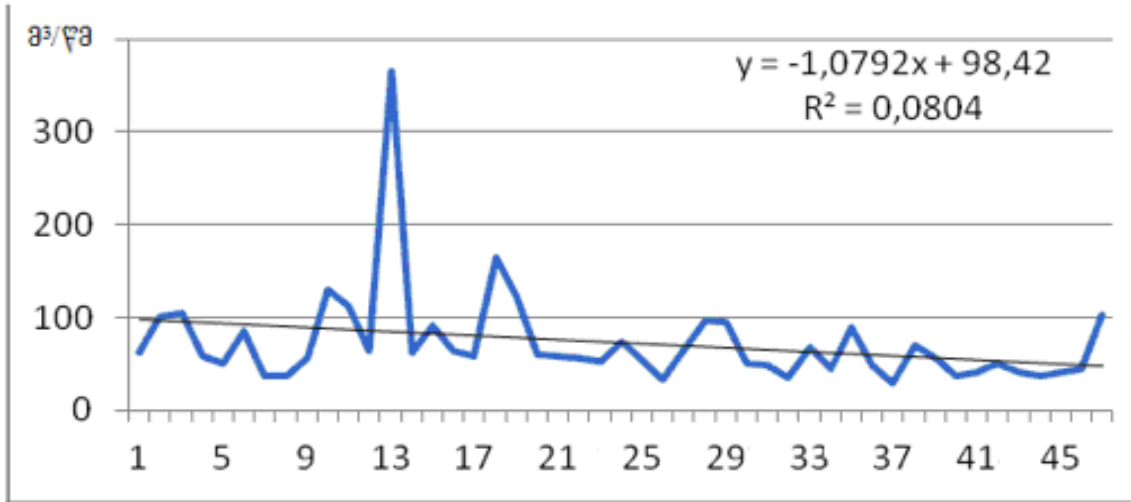
ამ ორ მდინარეზე მაქსიმალური ხარჯების მატების ტენდენციები გამოწვეულია იმით, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად, ინტენსიურად ღნება



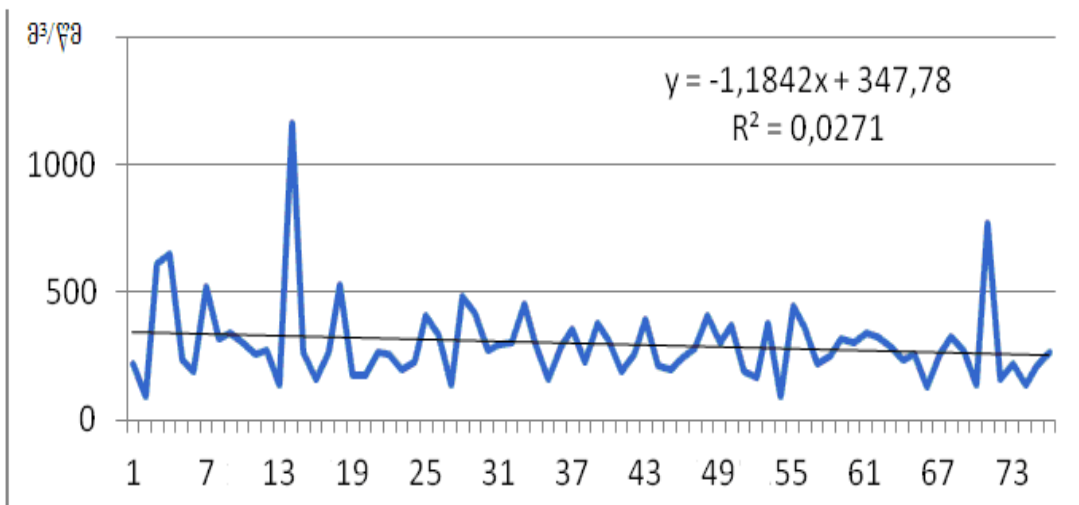
ნახ. 3.1.2. მდინარეთა წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიანი დინამიკა:

- ა) მტკვარზე – ქობილისთან (1924-1990 წწ.),
- ბ) თეთრ არაგვზე – სოფ.ფასანაურთან (1937-1990 წწ.),
- გ) დიდ ლიახვზე – სოფ.კეხეთან (1942-1990 წწ.).

ა)



ბ)



ნახ. 3.1.3. მდ. ალაზნის წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიანი დინამიკა:  
ა) – სოფ. ბირკიანთან (1950 – 1996 წწ.),  
ბ) – სოფ. შაქრიანთან (1933 – 2010 წწ.).

მათ აუზებში მდებარე მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი, რის შედეგადაც იზრდება მდინარეთა ჩამონადენი, გახშირდა წყალდიდობები და მათი მაქსიმალური ხარჯები. ასეთი პროცესი გამორიცხულია სხვა მდინარეებზე, სადაც არ არის მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი. აქ მაღალი ტემპერატურის შედეგად, პირიქით, აუზის ზედაპირიდან იზრდება აორთქლება და მცირდება მდინარის წყლის ხარჯები.

სადღეისოდ, გრძელდება რა, გლობალური დათბობა, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება, რაც გამოიწვევს მყინვარებისა და მარადი თოვლის დნობის გაძლიერებას და შესაბამისად, ამ ზონის მდინარეთა წყალდიდობის ჩამონადენის მატებას, ხოლო იქ, სადაც არ არის მყინვარები, იქ გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება მდინარეთა ჩამონადენი.

ამრიგად, მდ. დიდ ლიახესა და თეთრ არაგვზე მოსალოდნელია წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების მატება, მანამ მათ სათავეებში კავკასიონზე იარსებებს მყინვარები. მდ. მტკვარსა და მის დანარჩენ შენაკადებზე პირიქით, შემცირდება წყალდიდობები და მათი მაქსიმუმებიც. ამის დასტურია არა მარტო წარმოდგენილი მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების დინამიკა, არამედ აგრეთვე ცხრ. 3.1.2-ში მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ამსახველი ტრენდების პარამეტრები. როგორც ირკვევა, ყველგან მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის გაზრდა და ნალექების შემცირება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მოსალოდნელია მდინარეთა წყლის ჩამონადენის შემცირება.

**ცხრილი 3.1.2. ატმოსფერული ნალექებისა და ტემპერატურის ცვლილების პარამეტრები c და d ფორმულაში  $T = c N + d$**

მეტეო- სადგური	სიმა- ღლე მ.	ატმოსფერული ნალექები			ტემპერატურა		
		პარამეტრები		დისპერსია	პარამეტრები		დისპერსია
		c	d	R2	c	d	R2
სტეფანწმ.	3656	- 4,613	1865	0,080			
გუდაური	2194	- 1,934	1578	0,030	0,012	2,138	0,118
ბარისახო	1325	- 2,466	1150	0,076	0,001	6,96	0,001
ფასანაური	1070	- 1,358	928	0,034	0,007	7,95	0,035
თელავი	568	- 1,182	831	0,036	0,005	12,08	0,022
ლაგოდესი	362	- 2,318	1086	0,059	0,767	301	0,052

### 3. 2. უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების განვითარების მასშტაბები

მდინარეთა ჩამონადენის მდგრადობა მოცემული ლანდშაფტისათვის არ არის უცვლელი. მდინარეთა დონეები განსაკუთრებით დიდი რყევადობით გამოირჩევა გაზაფხულზე, წყალდიდობის პერიოდში, როცა ადგილი აქვს ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრ ცვალებადობას. ხშირად თავსხმა წვიმებს თანხვდება თოვლის ინტენსიური დნობაც, რომლის დროსაც მდინარეებზე წარმოიქმნება დიდი წყალმოვარდნები და უდიდესი ექსტრემალური წყლის ხარჯები.

3.2.1. ცხრილში მოცემულია აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა ყველა (68) შესწავლილ ჰიდროკვეთზე არსებული მრავალწლიან დაკვირვებათა წლების რაოდენობა, მდინარეთა წყლის ჩამონადენის საშუალო მრავალწლიური და უდიდესი ხარჯები, აგრეთვე მათი გავლის თარიღები. აქვე გაანგარიშებულია უდიდესი მაქსიმალური და საშუალო წლიური ხარჯების შეფარდებები, რომლებიც ცნობილია ე.წ. წყალმოვარდნების აქტივობის კოეფიციენტებად და ლიტერატურაში გამოყენებულია კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობის შესაფასებლად, რომელიც დღემდე გრძელდება. ამას ადასტურებს ის ფაქტი, რომ ჩვენ მიერ სადღეისოდ გამოთვლილი ეს შეფარდებები რამდენადმე აჭარბებს ადრე გ.ხმალაძის მიერ 1975 წლამდე არსებული მონაცემებით გამოთვლილ შეფარდებებს [7]. მაგალითად მდ. ჩხერზე, დაბა ყაზბეგთან ადრე ეს შეფარდება იყო 18,8. შემდგომ პერიოდში გავლილი დიდი მაქსიმუმების გამო, ის გაიზარდა 174-მდე, მდ. ვერეზე კ. თბილისთან ადრე შეფარდება იყო 61,2, 1982 წელს გავლილმა მაქსიმუმმა (105 მ<sup>3</sup>/წმ) გაზარდა შეფარდება 107-მდე. განსაკუთრებით დიდია ეს შეფარდება მდ. შულავერის წყალზე სოფ. შაუმიანთან, რაც 260-ს შეადგენს.

შეფარდებათა ასეთი დიდი მნიშვნელობები განსაკუთრებით მცირე მდინარეებზე გამოწვეულია ძირითადად თავსხმა წვიმებით გამოწვეული უეცარი წყალმოვარდნებით წყალდიდობის დროს. ეს შეფარდებები, ანუ წყალმოვარდნების აქტივობის კოეფიციენტები, კარგად არის შესწავლილი პროფ. გ. ხმალაძის, გ. სვანიძისა და ვ. ცომაიას მიერ [2, 7]. დადგენილია, რომ ეს კოეფიციენტები გაცილებით მეტია მცირე მდინარეებზე, ვიდრე დიდ მდინარეებზე. ნოტიო ჰავის პირობებში ეს კოეფიციენტები ნაკლებია, ვიდრე მშრალი ჰავის პირობებში.

ცხრილი 3.2.1. აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური და უდიდესი მაქსიმალური ხარჯები მ<sup>3</sup>/წმ, მათი გავლის თარიღები

მდინარე პუნქტი	ფართობი კმ <sup>2</sup>	წლებ. რაოდ.	საშ. წლ.	მაქს. ხარჯი	მაქს.		თარიღი	
					საშ.	თვე	წ.	
1	2	3	4	5	6	7	8	
თერგი - ყაზბეგი	778	53	24.7	481	19.5	6VIII	1967	
ჩხერი - ყაზბეგი	27.3	44	1.32	230	174	6VIII	1967	
მტკვარი - ხერთვისი	4980	55	32.4	742	22.9	18IV	1968	
მტკვარი - მინაძე	8010	58	57.6	1110	19.3	18IV	1968	
მტკვარი - ჩითახევი	10400	35	69.6	667	9.58	IV	1969	
მტკვარი - ლიკანი	10500	58	85.9	1520	17.7	18IV	1968	
მტკვარი - გრაკალი	16700	41	131	1910	14.6	19IV	1968	
მტკვარი - ძეგვი	18000	34	179	1930	10.8	19IV	1968	
მტკვარი - ზაჰესი	20800	48	160	2170	13.6	19IV	1968	
მტკვარი - თბილისი	21100	75	203	2450	12.1	19IV	1968	
ფარავანი - არაქიალი	584	42	7.58	104	13.7	8VII	1972	
ფარავანი - ოროჯოლარი	1010	44	9.89	77.4	7.83	28VI	1969	
ფარავანი - ხერთვისი	2350	55	18.8	437	23.2	18IV	1968	
კორხი - არაქვა	380	54	2.89	71	24.6	18IV	1968	
ფოცხოვი - სხვილისი	1730	62	22.1	581	26.3	18IV	1968	
ქობლიანი - მლაშე	462	50	11	164	14.9	27IV	1990	
ურაველი - ოხერა	331	36	3.77	76	20.2	12VI	1987	
აბასთუმანი - აბასთუმანი	99	55	1.27	37.6	29.6	18IV	1968	
წინუბნ. წყ. - წინუბანი	112	26	1.09	24.2	22.2	30IV	1968	
ბორჯომულა - ბაკურიანი	71	56	1.65	36.1	21.9	29IV	1972	
ბორჯომულა - ბორჯომი	165	59	2.56	99.1	38.7	20VI	1946	
გუჯარ. წყ. - წაღვერი	238	37	3.03	83.3	27.5	27IV	1969	
ბანისხევი - რველი	48	28	1.35	24	17.8	25III	1975	
დ.ლიახვი - ჯაგა	646	56	17.5	190	10.9	1VI	1948	
დ.ლიახვი - კეხვი	924	55	27.0	330	12.2	1VI	1987	
პ.ლიახვი - ვანათი	422	55	8.86	191	21.6	20VI	1946	
მეჯუდა - ღრომი	183	57	2.42	86.1	35.6	11VI	1987	
ტანა - ატენი	283	54	1.77	-	-	11VI	1951	
ლესურა - იგოეთი	220	26	1.85	160	86.5	11VI	1987	
ქსანი - კორინთა	461	55	9.39	262	27.9	24VI	1952	
ქსანი - ახალგორი	612	17	9.51	93.9	9.87	6VI	1977	
ქსანი - ქსოვრისი	736	20	5.60	-	-	11VI	1987	
თ.არაგვი - მღეთა	107	51	5.48	68	12.4	6VIII	1967	
თ.არაგვი - ფასანაური	335	54	12.1	173	14.3	11VI	1987	
ხოდისხევი - ცკერე	18.8	28	1.01	12	11.9	17VIII	1967	
შ.არაგვი - შესართავი	235	52	7.76	156	20.1	25VI	1952	
ფშ.არაგვი - მაღაროსკ.	736	32	19.5	338	17.3	1VI	1977	
ვერე - თბილისი	178	15	0.98	105	107	5VII	1982	
აღგეთი - ფარცხისი	359	52	8.76	246	89.1	17VI	1977	
ქცია ხრამი - კუში	408	43	7.19	83.5	11.6	18IV	1968	
ქცია ხრამი - ელიკილისა	544	44	8.36	105	12.6	2IV	1964	
ქცია ხრამი - გენშენობა	1140	36	4.99	194	38.9	4VII	1972	
ქცია ხრამი - ჩათახი	1420	31	4.0	350	87.5	4VII	1972	
ქცია ხრამი - დაგეთხაჩ.	2150	52	18.6	427	23.0	5V	1952	
ხრამი - იმირი	3840	47	20.9	572	27.4	5V	1952	



1	2	3	4	5	6	7	
ქცია სრამი - წით. ხიდი	8260	60	51.4	1260	24.5	16V	1966
თიქილისა - თიქილისა	39.2	18	0.15	15.3	102	20VII	1960
აღრი - ბეშთაშენი	184	52	1.24	99.8	80.5	26V	1976
ჯუჯიანი - თრიალეთი	126	39	0.71	151	213	4VII	1972
შავწყარო - ეიზილაჯ.	328	32	4.35	236	54.3	29VI	1972
მაშავერა - დმანისი	570	50	5.14	314	61.1	26VII	1963
მაშავერა - კაზრეთი	690	13	5.27	305	57.9	7VII	1981
ბოლნისი - სამწევრის	292	51	1.68	259	154	6VII	1972
შულავერჩ. - შაუმიანი	116	55	0.53	138	260	6VII	1972
დებედა - სადახლო	3790	43	29.3	479	16.3	19V	1959
იორი - ლელოვანი	494	27	11.3	380	33.6	3VII	1982
იორი - ორხევი	587	43	12.0	427	35.6	25VI	1952
ალაზანი - ბირკიანი	282	41	13.9	365	26.3	12VII	1962
ალაზანი - შაქრიანი	2190	59	43.4	1160	26.7	5VI	1948
ალაზანი - ჭიაურა	4530	59	61.8	685	11.1	21V	1936
ალაზანი - ზემო ქელი	7450	26	98.8	744	7.53	28V	1963
სამეურის - ხაღორი	121	40	5.64	112	19.9	11VII	1962
სტორი - ლეხური	203	44	7.72	-	-	2X	1951
დიდხევი - არტანა	780	45	3.97	103	25.9	30IX	1990
ინწობა - საბუე	41.4	38	1.54	37.2	24.2	30IX	1970
ჩელთი - შილდა	72.2	39	2.14	41.5	19.4	7VII	1968
ავანისხევი - ახალსოფელ.	86	11	2.64	54.8	20.8	24VII	1986
ლაგოდეს.წყ. - ნაკრძალი	46	9	2.57	9.12	3.54	-	-

მთებში, სიმაღლის მატებასთან ერთად, მცირდება მათი მნიშვნელობა. მიღებულია მაქსიმალური ხარჯების ზღვრული მნიშვნელობა მდინარეთა აუზების საშუალო სიმაღლის (მ) ორი გრადაციისათვის:  $H < 2000$  და  $H > 2000$ , მათი საშუალო წლიური ხარჯების მიხედვით – ცხრილი 3.2.2. ეს მონაცემები მეტად მნიშვნელოვანია შეუსწავლელ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ზღვრული მნიშვნელობების გასაანგარიშებლად.

დღემდე არ არსებობს მეთოდი, რომელიც სრულყოფილად აღწერდეს მდინარის ჩამონადენის ცვალებადობას, რადგან ეს ცვლილება განპირობებულია არა მარტო ადგილობრივი ფაქტორებით, არამედ, აგრეთვე, ჰელიოსინოპტიკური პროცესებითაც, რომელთა გათვალისწინება დიდ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

დაკვირვებათა რიგის რყევადობის დასახასიათებლად, ჰიდროლოგიაში გამოიყენება სტატისტიკური მათემატიკის მეთოდები. მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების დაკვირვებათა რიგის წევრები შემთხვევით სიდიდეებს წარმოადგენს და საშუალო არითმეტიკული სიდიდიდან ვარირებას განიცდის. ვარიაციული რიგის მთავარი მახასიათებლებია: საშუალო არითმეტიკული, მისი საშუალო კვადრატული გადახრა, ექსტრემალური მნიშვნელობები და სხვა.

**ცხრილი 3.2.2. მდინარეთა წყლის უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები**

წლიური წყლის ხარჯის ნორმა, მ <sup>3</sup> /წმ	წყლის უდიდესი ხარჯი			
	აქტივობის კოეფიციენტი		წყლის ხარჯი, მ <sup>3</sup> /წმ	
	აუზებისათვის, რომელთა საშუალო სიმაღლეა			
	< 2000 მ	> 2000 მ	< 2000 მ	> 2000 მ
1	180	50	180	50
5	140	40	700	200
10	90	35	900	350
20	47	26	940	520
30	35	21	1050	630
40	30	20	1200	800
60	23	15	1380	900
100	21	13	2100	1300
150	19	13	2850	1950
200	16		3200	
300	14		3600	
400	13		5200	
500	12		6000	

სამეურნეო ორგანიზაციებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილების გაანგარიშება, რისთვისაც გამოიყენება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდები, რომლებიც ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა წყალდიდობა-წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯების მოსალოდნელი განვითარების მასშტაბის განსაზღვრის მიზნით.

უზრუნველყოფის მრუდის ასაგებად მაქსიმალურ ხარჯებს ვალაგებთ კლებად რიგზე უდიდესიდან უმცირესობისაკენ. ეს არის განაწილების უმარტივესი სახე, რომელიც გვიჩვენებს, რომ მაქსიმალურ ხარჯს შეიძლება იმდენჯერ ჰქონდეს ადგილი დაკვირვებათა პერიოდის განმავლობაში, რამდენი წევრიცაა ამ მაქსიმალური ხარჯის ზევით კლებად რიგში. რიგის თითოეული წევრის უზრუნველყოფა გამოანგარიშებულია ცნობილი ფორმულით:

$$P\% = m' / (m + 1) \cdot 100 \quad (3.2.1)$$

სადაც  $m$  – რიგის წევრთა საერთო რაოდენობაა, ხოლო  $m'$  – თითოეული წევრის რიგითი ნომერია კლებად რიგში.

უზრუნველყოფის მრუდის ძირითადი პარამეტრებია: საშუალო არითმეტიკული სიდიდე, ცვალებადობის კოეფიციენტები – ვარიაციისა ( $C_v$ ) და ასიმეტრიის ( $C_s$ ). ვარიაციის კოეფიციენტი გამოითვლება შეფარდებით:

$$C_v = \sigma / Q_0 \max , \quad (3.2.2)$$

სადაც  $\sigma$  – მაქსიმალური ხარჯების საშუალო კვადრატული გადახრაა მათი საშუალო არითმეტიკულიდან ( $Q_0 \max$ ).

დიდი ვარიაციის კოეფიციენტის დროს იზრდება მაქსიმალური ხარჯების გადახრა ნორმებიდან და – პირიქით, მცირე ვარიაციის დროს მცირდება.

მაქსიმალური ხარჯების ცვალებადობას წლიდან წლამდე იწვევს, ძირითადად, კლიმატური პირობების ცვალებადობა. რეგულირებულ მდინარეებზე ვარიაციის კოეფიციენტი მცირე მაჩვენებლით ხასიათდება. ვარიაციის დიდი მაჩვენებლები აქვს პატარა აუზის მდინარეებს.

უზრუნველყოფის მრუდების გასაანგარიშებლად, გამოყენებული იქნა გალექსევის გრაფო-ანალიტიკური მეთოდი, რომლის შედეგები მოცემულია 3.2.3 და 3.2.4 ცხრილში. მიღებულია მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების 28 ჰიდროკვეთისათვის წყალდიდობა-წყალმოვარდნების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები 0.01, 0.1, 1, 5 და 10%-იანი უზრუნველყოფით და მათი შესაბამისი 10000, 1000, 100, 20 და 10 წლიანი განმეორებადობით.

ამასთან ერთად, მდ. მტკვრის მაქსიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის მნიშვნელობებისათვის ქ.თბილისთან, პროფ. ვ. ცომაიამ შეადგინა ცხრილი 3.2.4, სადაც 1%-იანი ხარჯის (3222 მ<sup>3</sup>/წმ) შესახებ აღნიშნავს, რომ „მიღებულ იქნა იგივე, რაც დადგენილი იყო ი.ხერხეულიძის მიერ 1950-1960 წლებში და ადასტურებს მის რეალობას და ობიექტურობას”.

აღსანიშნავია, რომ 1980-იან წლებში, მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების სპეციალისტის გ. როსტომოვის მიერ, მდ. მტკვრისათვის ქ. თბილისთან, მიღებული 1%-იანი მაქსიმუმი შეადგენდა 2370 მ<sup>3</sup>/წმ [2]. 3.2.3 ცხრილში კი, 90-იანი წლების მონაცემების გათვალისწინებით, ჩვენ მიერ კი მიღებულია 2550 მ<sup>3</sup>/წმ. (ცხრილი 3.2.3.)

ცხრილი 3.2.3 მდინარეთა წყალდიდობების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ( $Q$  მ<sup>3</sup>/წმ) ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით (%) და განმეორებადობით (წლები) დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართი (კმ <sup>2</sup> )	აუზის საშ. სიმაღლე (მ)	წლები	საშ.უ-ალო წლიური ხარჯი $Q_0$	საშ. მაქს. ხარჯი $Q_{max}$	$C_v$	$C_s$	უდიდ. ხარჯი $Q_{max}$	$\frac{Q_{max}}{Q_0}$	უზრუნველყოფა %			
										1	2	5	10
										ძლი-ერი	მაღა-ლი	წყალ უხვი	საშ. წყალ.
										განმეორებადობა (წელი)			
100	80	20	10										
ბზიფი-ჯირხვა	1410	1690	1932-1990	98.2	502	0.37	4.4	1890	19.2	1315	1100	844	669
კოდორი-ლათა	1420	1920	1931-1990	92.5	467	0.4	4.9	1240	13.4	1310	1084	804	617
ენგური-ხაიში	2780	2320	1938-1990	118	507	0.54	4.5	1190	10.1	1590	1299	984	783
ნენსკრა-ლახამი	468	2300	1930-1990	30.4	141	0.25	2.0	196	6.45	273	248	216	188
სობი-ლეგახარე	310	1640	1947-1990	21.6	202	0.64	4.2	536	24.8	773	623	446	323
რიონი-ონი	1060	2260	1935-1990	44.8	178	0.34	0.6	382	8.93	319	300	277	255
რიონი-ალპანა	2830	1810	1919-1990	103	630	0.43	4.2	1470	14.3	1808	1506	1134	880
რიონი-საქოჩაკიძე	13300		1928-1990	399	1805	0.4	1.5	5500	13.8	4236	3805	3236	2776
ყვირილა-ხესტაფონ	2490	960	1930-1990	60.7	513	0.34	0.5	1100	18.1	1070	896	807	732
ძირულა-წევა	1190	880	1932-1990	26	300	0.3	2.7	595	22.9	655	581	481	408
ჩხერიძელა-ხარაგ.	398	1100	1941-1990	12.1	93.0	0.50	1.8	215	17.8	255	225	186	154
ხანისწყ-ბაღდათი	655	1230	1937-1990	15.9	118	0.48	1.2	209	13.1	294	264	226	193
ცხენისწყ-ლუჯი	506	2240	1933-1975	24.4	115	1.03	5.2	188	7.70	657	508	320	201
ცხენისწყალი-ხიდი	1950	1800	1930-1990	42.1	361	0.6	2.2	721	17.01	1156	998	797	650
ტეხური-ნაქალაქევი	558	1160	1938-1990	33.6	291	0.46	3.2	574	15.2	804	680	529	418
სუფსა-ხიდმაღალა	1100	970	1940-1990	50.8	484	0.39	3.2	692	13.6	1219	1043	839	702
ნატანაები-ნატანები	469	880	1930-1990	24.8	301	0.62	1.7	708	28.5	948	831	673	549
ჭოროხი-ერგე	22000		1930-1990	324	1382	0.56	4	3840	11.9	4803	3965	3000	2392
აჭარისწყ-ხულო	251	1500	1941-1990	8.28	81.9	0.48	4.8	189	22.8	259	212	153	114
აჭარისწყ-ქედა	1360	1470	1941-1990	46.1	342	0.49	1.6	770	16.7	905	805	671	564

**ცხრილი 3.2.4 მდინარეთა წყალდიდობების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების (Q მ<sup>3</sup>/წმ) ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფით (%) და განმეორებადობით (წლები) აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეებზე**

უზრუნველყოფა %	0.01	0.1	1	2	10
განმეორებადობა (წლები)	10000	1000	100	20	10
წყალმოვარდნის დახასიათება	კატასტროფული	ძლიერი	მაღალი	საშუალო	
მტკვარი - ხერთვისი	3650	1820	950	565	450
მტკვარი - ლიკანი	4250	2530	1560	1060	880
მტკვარი - თბილისი	5560	3820	2550	1910	1760
ფოცხოვი - სხვილისი	1250	860	550	370	300
აბასთუმანი - აბასთუმანი	94	73	40	26	21
დიდი ლიახვი - კეხვი	2800	1200	470	200	134
პატარა ლიახვი - კეხვი	660	500	350	260	220
ქსანი - კორინთა	960	560	293	165	124
არაგვი - ჟინვალის	1500	1000	700	500	420
ფშავის არაგვი - მალაროსკარი	740	530	340	245	200
თეთრი არაგვი - ფასანაური	500	324	200	130	80
შავი არაგვი - შესართავი	420	266	160	104	85
იორი - ლელოვანი	1450	900	520	315	248
ალაზანი - ბირკიანი	2300	1000	350	170	122
ალაზანი - შაქრიანი	2650	1730	1080	700	550
ღურუჯი - ყვარელი	5.00	3.80	2.70	2.00	1.70
ფარავანი - ხერთვისი	355	264	188	140	120
ბორჯომულა - ბორჯომი	305	178	100	58	46
გუჯარეთისწყალი - წაღვერი	180	128	91	64	53
ვერე - თბილისი	330	192	100	56	42
ალგეთი - ფარცხისი	1200	630	300	144	100
ქცია-ხრამი - ედიკილისა	170	140	120	104	97
ხრამი - იმირი	1700	1080	650	400	325
ხრამი - წითელი ხიდი	2840	1900	1200	800	650
მაშავერა - დიდი დმანისი	1500	700	315	160	115
ბოლნისი - სამწვერისი	2070	840	310	115	70
ღებედა - სადახლო	2550	1600	970	600	355

## თავი IV. საპროგნოზო მეთოდოლოგია ინფორმაციის

### უპყარისობის პირობებში

#### 4.1. მთის მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირებისა

##### და პროგნოზირების თავისებურებანი

მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირება განსაკუთრებით მთის მდინარეებზე წარმოადგენს ყველაზე რთულ პრობლემას ჰიდროლოგიაში. საქართველოს მდინარეთა რეჟიმი და ჩამონადენის თავისებურება განისაზღვრება მდინარეთა აუზების ზედაპირის ხასიათისა (სიდიდე, კონფიგურაცია, დახრილობა, მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვე, ზედაპირის მდგომარეობა და სხვა) და კლიმატური პირობების სხვადასხვაობით.

რთული მთიანი რელიეფის პირობებში, მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირებაში დიდ როლს თამაშობს აუზის ზედაპირის ვერტიკალური ზონალობა, რომელიც თითოეული მდინარის აუზში გარკვეული თავისებურებებით გამოირჩევა. ამიტომ მათი ჩამონადენის განაწილება სივრცესა და დროში სხვადასხვა იქნება. ამის გამო ყოველი მდინარის აუზისათვის შექმნილებულ უნდა იქნეს ინდივიდუალური საპროგნოზო მეთოდი.

განსაკუთრებით დიდ სირთულეს ქმნის მთებში მოსული ნალექების არათანაბარი განაწილება. წყლის ხარჯები მდინარეებზე ფორმირდება როგორც წვიმისა და თოვლის დნობის ერთობლივი მოქმედებით, ასევე მხოლოდ წვიმის წყლებით დაბლობ რაიონებში. მაღალ მთებში კი მნიშვნელოვანია ნადნობი წყლების როლი წყლის ხარჯების ფორმირებაში.

მდინარის საზრდობაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის გრუნტის წყლებსაც, ამიტომ პროგნოზირების დროს აუცილებელია მათი გათვალისწინება წინა საპროგნოზო პერიოდის მდინარის ჩამონადენის სახით. აღსანიშნავია, რომ ზამთარში დათბობის, ე.წ. ლედების დროს დაბლობ ადგილებში ხდება თოვლის ნაადრევი დნობა წყალდიდობის დაწყებამდე, რაც ამზადებს აუზის ზედაპირს და ხელს უწყობს ნიადაგის დატენიანებას, რათა წყალდიდობის დროს თოვლის დნობისას ზედაპირული ჩამონადენი დანაკარგების გარეშე სწრაფად ჩავიდეს მდინარის კალაპოტში. თუ დათბობის დროს მოხდა თოვლის წყლის დანაკარგები, ის აისახება ზამთრის პერიოდის მდინარის ჩამონადენში და ამიტომ პროგნო-

ზირებისას აუცილებელია როგორც ზამთრის პერიოდის ჰაერის ტემპერატურების, ისე მდინარის წყლის ხარჯების გათვალისწინება.

აღსანიშნავია, რომ ზამთრის დათბობების დროს თოვლის დანაკარგები არ აღირიცხება ზამთრის ნალექების ჯამში, რომელიც ხშირად გამოიყენება თოვლის მარაგის შესაფასებლად. ამ მიზნით უმჯობესია გამოვიყენოთ თოვლში წყლის მარაგის მნიშვნელობა, რომელსაც ჩვენ თოვლის წყალშემცველობას ვუწოდებთ. ვინაიდან მაღალმთიანი მეტეოსადგურები აღარ მოქმედებენ, ამიტომ მდინარის ჩამონადენის პროგნოზირებისათვის გამოვიყენებულ უნდა იქნეს თოვლ - აგეგმვის, კერძოდ კი მარშრუტული თოვლ - აგეგმვის მონაცემები, რომლებიც ასე თუ ისე ყოველ წელს ტარდება მარტის თვეში, როდესაც ფიქსირდება მათი მაქსიმალური ოდენობა მდინარეთა აუზების სხვადასხვა სიმაღლეებზე. მაგრამ მდინარეთა აუზების რთული რელიეფი ზღუდავს, თოვლ - აგეგმვის ზედა საზღვარს, რაც არ იძლევა საშუალებას, განისაზღვროს მდინარის აუზში თოვლის წყალ-შემცველობის საშუალო მნიშვნელობა.

გაზაფხულზე მდინარეთა ჩამონადენი ფორმირდება თოვლისა და წვიმის წყლების შერეული საზრდოობით, სადაც ჭარბობს თოვლის წყლები, უფრო გვიან მაის - ივნისში კი ჩამონადენის ფორმირებაში წვიმის წყლები დომინირებენ. უკვე არსებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ თოვლის ნაღობი წყლების ჩამონადენის კოეფიციენტი წყალდიდობის დროს შეადგენს 0.30 - 0.65, ხოლო წვიმის წყლებით მიღებული ჩამონადენის კოეფიციენტი 0.15 - 0.25, ე.ი. თოვლის ნაღობი წყლები ხვდება მდინარეში 1.5-ჯერ ნაკლები დანაკარგებით, ვიდრე წვიმის წყლები. ეს გამოწვეულია იმით, რომ თოვლისაგან გათავისუფლებულ დაბლობ რაიონებში მოსული წვიმის დიდი ნაწილი ჩაიჭონება ნიადაგში, ნაწილი კი უკვე მაღალი ჰაერის ტემპერატურის გამო ჰაერში ოროქლდება. ამიტომ წყალდიდობის ჩამონადენში თოვლის ნაღობი წყლების წილი დაახლოებით 60%-ია. მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირებისათვის უკეთესი იქნება თოვლის მარაგის მანახიათებლების გამოყენება, რაც მეტად ხელსაყრელია ოპერატიული პროგნოზების გაცემისათვის მარტში, როდესაც უკვე არსებობს თოვლის წყალშემცველობის მაქსიმალური მნიშვნელობები.

მდინარის ჩამონადენის პროგნოზირების საკითხი პირველ რიგში დამოკიდებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის დაკვირვების პუნქტების

რაოდენობაზე, მათ განლაგებაზე, დაკვირვების რიგზე, მის სისწორეზე და, რაც მთავარია, მათ ინფორმაციულობაზე. საპროგნოზოდ შეიძლება მხოლოდ იმ პუნქტების გამოყენება, რომლებიდანაც რეგულარულად მიიღება შესაბამისი ოპერატიული ინფორმაცია.

ვინაიდან ჰიდროლოგიური დაკვირვების მონაცემები წყლის ხარჯებზე არსებობს მხოლოდ 1990 წლამდე, ამიტომ მოქმედი პუნქტებიდან აღებულია ყველა მასალა, არსებული დაკვირვების მთელი რიგები 1990 წლის ჩათვლით. ამისდა შესაბამისად არსებული დაკვირვების რიგები შეადგენს, მაგალითად, მდ. მტკვარზე – 75 წელს, მდ. თეთრ არაგვზე – 54 წელს, მდ. ქცია - ნრამზე – 47 წელს.

ჰიდროლოგიური მონაცემები მდინარეთა წყლის ხარჯების შესახებ აღებულია „წყლის კადასტრიდან“, რომელთა ხარისხი დამაკმაყოფილებელია. მეტეოროლოგიური მონაცემები ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის შესახებ აღებულია მეტეოსადგურების მონაცემებიდან.

მონაცემები მდინარეთა აუზებში მდებარე თოვლ - აგეგმვის მარშრუტების მრავალწლიური დაკვირვების მასალები თოვლის წყალშემცველობის შესახებ სიმაღლითი ზონების მიხედვით არსებობს ძირითადად გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან. საპროგნოზოდ დამოკიდებულებათა შემუშავების დროს, იხილებოდა რა ერთიანი პარალელური რიგები ყველა მონაცემებისა, მდინარის ხარჯების გრძელი რიგები ზოგჯერ მოკლდებოდა თოვლის, ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურების რიგების შესაბამისად.

აღსანიშნავია, რომ არსებული საინფორმაციო მეტეოპუნქტების მონაცემები არ ახასიათებს მაღალმთიან პირობებს 2000 მ-ის ზევით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ განსახილველ მდინარეთა აუზები მოიცავს უფრო მაღალი სიმაღლითი ზონების ვრცელ ტერიტორიებს, ინფორმაცია მეტეოროლოგიური ფაქტორებისა აღნიშნული მეტეოპუნქტებიდან არ იქნება მახასიათებელი მდინარეთა აუზებში არსებული პირობებისა და ამიტომ რთული იქნება მათი გამოყენებით კარგი შეფასების პროგნოზების მიღება.

მაგალითად მდ. ენგურზე, სოფ. საიშთან, წყალშემკრები აუზის 700 მ-დან 5026 მ-მდე სიმაღლით დიაპაზონში მხოლოდ ერთი მეტეოროლოგიური სადგურის (მესტიას) მონაცემებია, რომელიც 1441 მ. სიმაღლეზე მდებარეობს, მაშინ



ცხრილი 4.1.1.

საპროგნოზო ჰიდროლოგიური კვეთები, მათი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები და გამოყენებული დაკვირვების რიგები

მდინარე-პუნქტი	აუზის ფართობი	მდინარის სიგრძე	აუზის საშუალო სიმაღლე	კვეთის ნიშნულის სიმაღლე	აუზის საშუალო დახრილობა	მდინარის საშუალო დახრილობა	აუზის ტყიანობა	დაკვირვების რიგი	რიგის სიგრძე
	კმ <sup>2</sup>	კმ	მ	მ	%	%	%	წლები	n წელი
აღმ.გუმისთა-სოხუმჰესი	114	20	1700	417	497	74	65	1937-1980	39
ენგური-ს.ხაიში	2780	97	2320	529	424	18	46	1938-1985	46
რიონი-ს.აღპანა	2830	102	1810	363	322	20	43	1936-1985	50
ყვირილა-ქ.ზესტაფონი	2490	98	960	150	224	12	52	1937-1990	54
ხანისწყალი-ს.ბაღდათი	655	38	1230	198	319	44	91	1937-1990	54
აჭარისწყალი-ს.ქედა	1360	68	1470	172	346	20	67	1942-1980	39
დიდი ლიახვი-ს.კეხვი	924	59	2100	960	373	26	25	1942-1990	47
ქსანი-ს.კორინთა	461	46	1830	910	260	29	50	1941-1990	50
თეთრი არაგვი-ს.ფასანაური	335	41	2140	1047	362	37	22	1937-1990	54
შავი არაგვი-შესართავი	235	29	2030	1070	416	57	27	1939-1990	52
ფშავ. არაგვი-მაღაროსკარი	736	38	2060	921	452	25	40	1959-1990	32
არაგვი-ს.ჩინთი	1900	28	1890	718	388	19	45	1936-1985	50
ალაზანი-ს.ბირკიანი	282	9	2200	758	469	59	42	1950-1990	41
ალაზანი-ს.შაქრიანი	2190	72	1260	342	270	14	61	1936-1990	54

როდესაც აუზის საშუალო სიმაღლე 2320 მ-ს შეადგენს. აქ თოვლ - აგეგმვის მარშრუტებიც არ აშუქებს ამ საშუალო სიმაღლეს.

მდ. არაგვის აუზის 79% მდებარეობს 1000 მ-ზე მაღლა. ინფორმაცია კი მიიღება მხოლოდ 1070 მ-ზე მდებარე ფასანაურიდან, სადაც განთავსებულია საპროგნოზო ჰიდროკვთი თეთრი არაგვისათვის.

აღსანიშნავია, რომ არაგვის აუზში ადრე მოქმედი მეტეოსადგურები იყო: ყაზბეგი – 3653 მ, ჯვრის უღ. – 2400 მ, გუდაური – 2194 მ და სხვა, რომელთა ინფორმაცია იყო რეპრეზენტატიული როგორც თვით არაგვის, ისე მეზობელი სხვა მდინარეების (ლიახვი, ქსანი, იორი) ჩამონადენის საპროგნოზოდ. მათ შორის იყო აგრეთვე მდ. მტკვარიც.

ამრიგად, არსებული შეზღუდული ინფორმაციული მონაცემები არ ასახავს მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირების რეალურ სურათს და ამიტომ არ არის სელსაყრელი პროგნოზირებისათვის.

#### 4.2. საპროგნოზო მეთოდოლოგიის აღწერა

საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის მაფორმირებელი ფაქტორები ცალკეული მდინარის აუზში სხვადასხვა ნასიათს ატარებს, როგორც დროში, ისე სივრცეში და ამიტომ ისინი არ წარმოიქმნებიან და არ მიმდინარეობენ ერთდროულად, არ არიან იდენტურები და ამრიგად, გამოირჩევიან ინდივიდუალური თავისებურებებით. ამის გამო ცალკეული მდინარისათვის საჭიროა შექმუშავდეს სხვადასხვა საპროგნოზო მეთოდიკა.

თანამედროვე ჰიდროლოგიურ საპროგნოზო მოდელების ზოგად ფიზიკურ საფუძველს წარმოადგენს წყლის ბალანსის განტოლების ამოხსნა საპროგნოზო პერიოდისათვის, რომელშიც მრავალი სხვადასხვა ელემენტი (ჩამონადენი, ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა, აორთქლება, კონდენსაცია, ინფილტრაცია, ტრანსპირაცია და სხვა) შედის. ამ მოდელების გამოყენება შესაძლებელია იქ, სადაც კარგად არის განვითარებული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი და რეგულარულად მიიღება სათანადო ინფორმაცია მდინარის აუზის სხვადასხვა სიმაღლითი ზონიდან, რითაც ხდება მდინარის ჩამონადენის ფორმირების რეალური პირობების აღრიცხვა.

ჩვენ შემთხვევაში მცირე, მეტად შეზღუდული ინფორმაციის გამო, ვერ სერხდება განხილულ მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირების კანონზომიერებათა დადგენა ობიექტურად და მათ მიხედვით საპროგნოზოდ თანამედროვე რთული გენეტიკური სახის მოდელების გამოყენება.

საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენი ძირითადად, ფორმირდება მაღალმთიან ზონებში, სადაც რთული ბუნებრივი პირობების გამო, ჰიდრომეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვება შეუძლებელია, რის გამოც პროგნოზირებისათვის საჭირო მასალების დეფიციტთან გვაქვს საქმე. ზოგიერთი მდინარის აუზში სულ არ არის დაკვირვების პუნქტი, ზოგიერთში კი მხოლოდ ერთია და ისიც ისეთ ზონაში, რომელიც არ აღწერს მდინარის ჩამონადენის რეალურ სურათს.

ამრიგად, მთის მდინარეთა აუზებში ჰიდროლოგიური პროცესების არათანაბრობა, გამოწვეული გეოგრაფიული გარემოს არაერთგვაროვნებით, და უკიდურესად შეზღუდული საწყისი ინფორმაცია ქმნის დიდ სირთულეებს მრავალრიცხოვანი მოქმედი ფაქტორების ურთიერთკავშირის რთული პროცესების გარკვევაში და გვაიძულებს, გვქებთთ მიახლოებითი დამოკიდებულებები, რომლებიც მხოლოდ ძირითად ფაქტორებს ითვალისწინებენ.

იმისათვის, რომ გამოვავლინოთ ჩვენს ხელთ არსებული საინფორმაციო მასალებიდან პროგნოზირებისათვის რეპრეზენტატიული ფაქტორები, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მათ დამოკიდებულებათა შესწავლას საპროგნოზო ჩამონადენზე. ამისათვის ვიყენებთ კორელაციური ანალიზის მეთოდს საპროგნოზო მდინარის მაქსიმალურ ხარჯებსა და წინა პერიოდის ჩამონადენს, ატმოსფერულ ნალექებს, თოვლის წყალშემცველობასა და ჰაერის ტემპერატურასთან. ასეთი ანალიზის საფუძველზე, ცალკეული მდინარის ჩამონადენის ფორმირების ფიზიკური არსის გათვალისწინებით, ვადგენთ პირველდაწყებით გაფართოებულ საპროგნოზო მოდელს ყველა შესაძლებელი მოქმედი ფაქტორის გათვალისწინებით.

ამრიგად, მდინარეთა წყლის ხარჯების პროგნოზირებისათვის ვიყენებთ მრავალფაქტორიან სტატისტიკურ მოდელს [21, 22], რომელიც შეიცავს სტანდარტული ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების ობერატიულ ინფორმაციულ მონაცემებს მდინარეთა ჩამონადენის ( $Q_{m}^{7}$ წმ), ატმოსფერული ნალექების

(P მმ), ჰაერის ტემპერატურისა ( $\Theta$  °C) და თოვლის წყალშემცველობის (W მმ) შესახებ გარკვეულ სიმაღლით ზონაში, რომელთა ინფორმაცია არსებობს პროგნოზების გაცემის წინ:

$$Q_{t+T} = f(P_{t_0}, \Theta_{t_0}, Q_{t_0}, P_{t_0+1}, \Theta_{t_0+1}, Q_{t_0+1}, \dots, P_{t-1}, \Theta_{t-1}, W_{t-1}, Q_{t-1}, P_t, \Theta_t, W_t, Q_t, \Theta_T, P_T), \quad (4.2.1)$$

სადაც  $t_0$  ფაქტორების ათვლის საწყისი დროა,  $T$  – საპროგნოზო პერიოდის ხანგრძლივობა (დროულობა-წინსწრება),  $Q_{t+T}$  – მდინარის წყლის ხარჯის პროგნოზი გაცემული  $t$  დროის მომენტში.

საპროგნოზო (4.2.1) მოდელში, ფაქტორების დანაწევრებით ცალკეული პერიოდის მაჩვენებლებად, გათვალისწინებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების დინამიკის მოქმედება მდინარის მომავალ ჩამონადენზე. მაგალითად, წყალდიდობის პერიოდის წყლის ხარჯზე სხვადასხვანაირად მოქმედებს შემოდგომაზე, ზამთარში და გაზაფხულზე მოსული ნალექები.

(4.2.1) მოდელში, ფაქტორების კომპლექსური მოქმედების განხილვას მართალია ბევრი დადებითი მხარე აქვს, მაგრამ საპროგნოზო დამოკიდებულებაში ბევრი ცვლადების შეყვანა არ არის გამართლებული არც თეორიულად, რადგან ამით მცირდება შესაბამისი საპროგნოზო განტოლების მდგრადობა, და არც მისი პრაქტიკული მოხმარების თვალსაზრისით ოპერატიული ინფორმაციის უკმარისობის გამო.

ამრიგად, საპროგნოზო დამოკიდებულების შედგენისათვის საჭიროა პრედიქტორების ოდენობისა და მათი ხარისხის შერჩევა. ყველა სავარაუდო ფაქტორებიდან უნდა შეირჩეს ყველაზე ოპტიმალური ნაერთი საპროგნოზო პრედიქტორებისა. პრაქტიკული მოხმარების თვალსაზრისით უმჯობესია მინიმალური რაოდენობის პრედიქტორების გამოყენებით მივიღოთ მაქსიმალური სიზუსტე და დროულობა საპროგნოზო ( $T$ ) პერიოდში მოქმედი ფაქტორების გარეშე, რომელთა გრძელვადიანი პროგნოზირება ჯერჯერობით ვერ ხერხდება.

ამის განსახორციელებლად ვიყენებთ გარკვეულ მათემატიკურ კრიტერიუმებს [23, 24]. პირველ რიგში მრავალფაქტორიანი მოდელიდან (4.2.1) გამოვრიცხავთ ნაკლებად ეფექტურ და დუბლირებულ ფაქტორებს. შემდეგ დარჩენილი ფაქტორებიდან მრავალბიჯიანი გამორიცხვის მეთოდის [25] გამოყენებით ვადგენთ ოპტიმალურ საპროგნოზო მოდელს.

პრედიქტორების ასეთი ობიექტური შერჩევის შემდეგ ვსაზღვრავთ ამ კავშირის რიცხობრივ ხარისხს. საპროგნოზო დამოკიდებულებათა ყველა შესაძლებელი ვარიანტების გამოსაკვლევადად ვიყენებთ მრავალფაქტორიან დამოკიდებულებათა პირდაპირ და შებრუნებულ გაშლას, როდესაც გამოიანგარიშება განტოლებათა ორი სისტემა ცალკეული პრედიქტორების დამატებით:

$$\begin{aligned}
 Y^I &= a_0^I + a_1^I X_1; \\
 Y^{II} &= a_0^{II} + a_1^{II} X_1 + a_2^{II} X_2; \\
 Y^{III} &= a_0^{III} + a_1^{III} X_1 + a_2^{III} X_2 + a_3^{III} X_3; \\
 &\dots \\
 Y^{(m)} &= a_0^{(m)} + a_1^{(m)} X_1 + a_2^{(m)} X_2 + a_3^{(m)} X_3 \dots + a_m^{(m)} X_m.
 \end{aligned}
 \tag{4.2.2}$$

$$\begin{aligned}
 Y^I &= b_0^I + b_1^I X_m; \\
 Y^{II} &= b_0^{II} + b_1^{II} X_m + b_2^{II} X_{m-1}; \\
 Y^{III} &= b_0^{III} + b_1^{III} X_m + b_2^{III} X_{m-1} + b_3^{III} X_{m-2}; \\
 &\dots \\
 Y^{(m)} &= b_0^{(m)} + b_1^{(m)} X_m + b_2^{(m)} X_{m-1} + b_3^{(m)} X_{m-2} \dots + b_m^{(m)} X_1.
 \end{aligned}
 \tag{4.2.3}$$

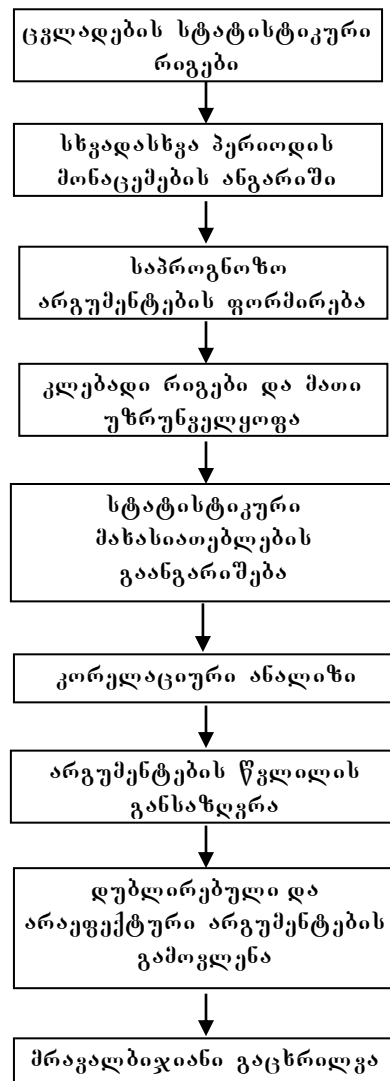
საპროგნოზო განტოლებათა ასეთი წარმოდგენა საშუალებას გვაძლევს ერთდროულად გამოვიკვლიოთ პრედიქტორების შექცირება, საპროგნოზო დროულობის გაზრდა, სიზუსტის ამაღლება და საპროგნოზო პერიოდში მოქმედი ფაქტორების გამოირიცხვა. შედეგად მიიღება სხვადასხვა ფაქტორების შემცველი საპროგნოზო ფორმულები სხვადასხვა ინფორმაციით, სიზუსტითა და დროულობით.

საპროგნოზო განტოლებათა განსაზღვრის შემდეგ სათანადო დარიგების [26] შესაბამისად ვითვლით პროგნოზების შეფასებათა ყველა კრიტერიუმებს, რომელთა მიხედვით შეირჩევა პრაქტიკულად მისაღები საუკეთესო საპროგნოზო ვარიანტები ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად.

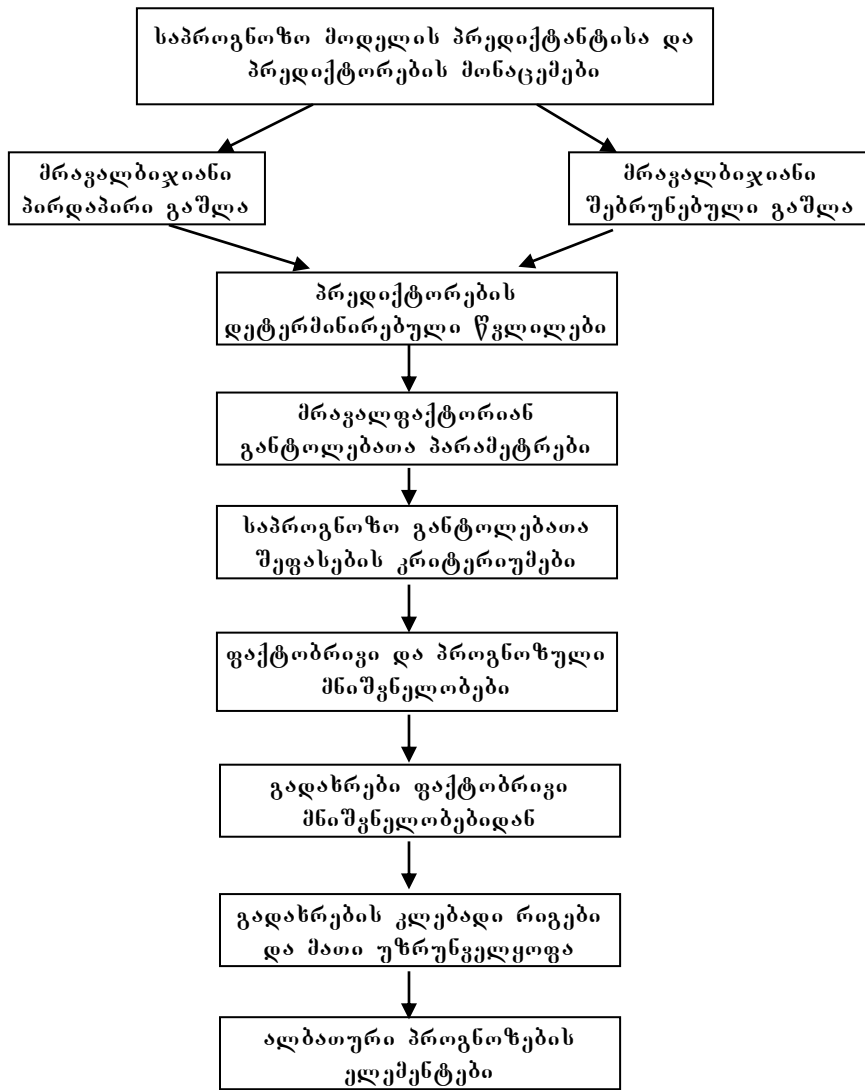
საპროგნოზო მოდელის კვლევის ყველა ეტაპის რეალიზაციას, დაწყებული ჩამონადენის სტატისტიკური ანალიზიდან, დამთავრებული საპროგნოზო განტოლებათა შეფასებებით, ვახდენთ ერთიანი გაანგარიშებათა სისტემით (ნახ. 4.2.1. და 4.2.2.) ჩვენ მიერ შედგენილი პროგრამების [27, 28] საშუალებით პერსონალურ კომპიუტერზე.

საპროგნოზო მეთოდოლოგია ყველა შესაბამისი კრიტერიუმებით აღწერილია ავტორის მონოგრაფიაში „მრავალფაქტორიანი სტატისტიკური

მეთოდოლოგია წყალდიდობა-წყალმოვარდნების პროგნოზირებისათვის”, სადაც მიღებულია საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის გრძელვადიანი და წყალმოვარდნის მოკლევადიანი საპროგნოზო მეთოდები.



ნახ. 4.2.1 ცვლადების სტატისტიკური ანალიზისა და ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელის შესადგენი ალგორითმის საერთო სქემა



ნახ. 4.2.2 საპროგნოზო დამოკიდებულებათა განსაზღვრისა და შეფასების ალგორითმის საერთო სქემა

თაზი V. საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობის  
ჩამონადენის ბრძელვადიანი პროგნოზირება

5.1. წყალდიდობის საშუალო ჩამონადენის პროგნოზირება

ზემოთ აღწერილი მეთოდოლოგიის მიხედვით ჩატარებული კვლევის შედეგად წყალდიდობის საშუალო ჩამონადენის საპროგნოზო განტოლებები შესაბამისი შეფასებათა კრიტერიუმებით მოცემულია 5.1.1. ცხრილში.

როგორც 5.1.1 ცხრილიდან ჩანს, პროგნოზების შეფასების მთავარი კრიტერიუმის ( $S/\sigma$ ) მიხედვით, ყველა შემუშავებული საპროგნოზო განტოლებებით შეიძლება გაიცეს დაპაკმაყოფილებელი და ზოგჯერ (როდესაც  $S/\sigma < 0,50$ ) კარგი შეფასების პროგნოზები. საპროგნოზო პერიოდის ხანგრძლივობა (დროულობა) 3 - 4 - 5 თვეა. საპროგნოზო განტოლებებში, ძირითადად, მონაწილეობენ მეტეოროლოგიური ფაქტორები – ატმოსფერული ნალექებისა და თოვლის საფარის მონაცემები. მხოლოდ მდ. ენგურზე პროგნოზების დასაზუსტებლად არის გამოყენებული წინა წლის სექტემბრისა და მიმდინარე წლის თებერვლის თვის წყლის ხარჯები. აღსანიშნავია, რომ ყველა განტოლებით პროგნოზი შეიძლება გაიცეს ამინდის პროგნოზის გარეშე, რაც მათი პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია.

ამრიგად შემუშავებულია საქართველოს მთავარ მდინარეთა წყალდიდობის პერიოდის წყლის ხარჯების პროგნოზები სხვადასხვა ინტერვალებში. ეს პროგნოზები აუცილებელია ჰიდროელექტროსადგურების, წყალსაცავების, წყალმომარაგებისა და სარწყავი სისტემების ეფექტური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის, მათი მუშაობის საფუძვლიანი დაგეგმარებისათვის, რათა არსებული წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებით რამდენადმე გაიზარდოს ელექტროენერჯიის გამომუშავება. მაღალი წყალდიდობის შემთხვევაში კი შეიძლება მოხდეს მდინარეთა სანაპირო ზოლის დატბორვა. ასეთ დროს ზარალის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ნაპირდაცვითი სამუშაოების ჩატარება, ნათესებისა და სახალხო მეურნეობის ობიექტების დატბორვისაგან დასაცავად. მეორე მხრივ, მაღალი წყალდიდობის პროგნოზი მიუთითებს მდინარეთა წყლის გამოყენების ფართო შესაძლებლობებზე სავეგეტაციო პერიოდში ნათესების მოსარწყავად.



მოსალოდნელი მცირე წყლიანობის (ნორმაზე ნაკლები) პირობებში საჭიროა წყლის დაგროვება წყალსაცავებში და წყალსატევებში მათი მომავალი გამოყენების თვალსაზრისით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად და ჰიდროელექტროსადგურების ნორმალური ექსპლუატაციისათვის.

ასეთი ანალიზი ყოველ წელს ყველა მდინარისათვის უნდა გაკეთდეს მარტში, როდესაც გაიცემა წყალდიდობის პროგნოზები, რათა დროულად მომზადდეს სიტუაცია მოსალოდნელი საშიშროების დასაძლევად [29].

**ცხრილი 5.1.1 წყალდიდობის პერიოდის საშუალო ხარჯების  
(Q მ<sup>3</sup>/წმ) საპროგნოზო განტოლებები და მათი შეფასებები**

№	დასაშვ. ცდომ. მ <sup>3</sup> /წმ	საპროგნოზო განტოლებები	შეფასებათა კრიტერიუმები		
			S/δ	P%	r
1	2	3	4	5	6
<b>მდ. ენგური - სოფ. საიში</b>					
1	30,2	$Q_{IV-VIII} = 0,41P_{II} + 175$	0,72	66	0,71
2	30,2	$Q_{IV-VIII} = 0,36P_{II} + 0,39Q_{IX.2} + 136$	0,60	81	0,82
3	30,2	$Q_{IV-VIII} = 0,36P_{II} + 0,35Q_{IX.2} + 0,12P_{XI-I} + 111$	0,52	86	0,87
4	30,2	$Q_{IV-VIII} = 0,23P_{II} + 0,44Q_{IX.2} + 1,27Q_{II.2} + 110$	0,48	94	0,89
<b>მდ. რიონი - სოფ. აღბანა</b>					
5	17,1	$Q_{IV-VIII} = 0,15W_{1850} + 104$	0,65	69	0,70
6	20,4	$Q_{IV-VII} = 0,18WP_{1850} + 100$	0,62	72	0,76
7	30,6	$Q_{IV-V} = 0,25W_{1350} + 109$	0,50	82	0,86
<b>მდ. ყვირილა - ქ. ზესტაფონი</b>					
8	17,1	$Q_{III-VI} = 0,17P_{XII-II} + 36,1$	0,64	75	0,76
9	17,1	$Q_{III-VI} = 0,15W_{1750} + 51,9$	0,62	76	0,79
10	17,1	$Q_{III-VI} = 0,24d_{max} + 31,8$	0,62	71	0,78
11	17,1	$Q_{III-VI} = 0,46d_{max} + 47,9$	0,57	79	0,82
<b>მდ. ხანისწყალი - დაბა ბაღდათი</b>					
12	5,55	$Q_{III-VI} = 0,09d_{max} + 6,13$	0,61	68	0,79
13	5,55	$Q_{III-VI} = 0,09P_{XII-II} + 1,43$	0,57	71	0,82
14	5,55	$Q_{III-VI} = 0,08P_{XII-I} + 9,46MP_{III} + 1,40$	0,55	73	0,84
15	5,55	$Q_{III-VI} = 0,03W_{1650} + 5,06$	0,44	93	0,90
<b>მდ. აჭარისწყალი - სოფ. ქედა</b>					
16	13,0	$Q_{III-VI} = 0,05W_{28/II} + 34,16$	0,59	81	0,80
17	13,0	$Q_{III-VI} = 0,12P_{XII-II} + 14,75$	0,61	73	0,78
18	13,0	$Q_{III-VI} = 0,08W_{1650} + 39,63$	0,57	79	0,81
<b>მდ. მტკვარი - ქ. თბილისი</b>					
19	152	$Q_{IV-VI} = 0,92P_{XI-III} + 1,27Q_{XII-III} + 9,0$	0,62	78	0,80
<b>მდ. დიდი ლიხვი - სოფ. კენვი</b>					
20	10,1	$Q_{IV-VII} = 0,078W_{2250} - 1,9\theta_{III} + 0,5P_{III} + 41,5$	0,90	58	0,52
<b>მდ. პატარა ლიხვი - სოფ. ვანათი</b>					
21	5,33	$Q_{IV-VI} = 0,07P_{XII-II} + 9,25$	0,76	70	0,66
22	5,33	$Q_{IV-VI} = 0,07P_{XII-II} + 0,16\theta_{XII-II} + 0,07P_{III} + 3,07$	0,65	73	0,78
<b>მდ. თეთრი არაგვი - დაბა ფასანაური</b>					
23	3,03	$Q_{IV-VI} = 0,02P_{XII-II} + 0,02P_{III} + 13,0$	0,76	64	0,66
24	3,03	$Q_{IV-VI} = 0,02P_{XII-II} + 0,02P_{III} + 1,0Q_I + 6,65$	0,69	65	0,74

1	2	3	4	5	6
<b>მდ. შავი არაგვი – უესართავთან</b>					
25	2,51	$Q_{IV-VI} = 0,025W_{1650} + 0,09P_{III} - 8,88$	0,60	69	0,81
26	2,51	$Q_{IV-VI} = 0,02W_{1650} - 0,09P_{III} + 0,01P_{XII-II} + 8,89$	0,52	77	0,83
<b>მდ. ფშავის არაგვი – სოფ. მაღაროსკარი</b>					
27	6,70	$Q_{IV-VI} = 0,08W_{1550} + 2,64Q_{II} + 8,91$	0,72	66	0,72
28	6,70	$Q_{IV-VI} = 0,09W_{1550} + 2,82Q_{II} + 0,12P_{III} + 4,56$	0,69	81	0,76
<b>მდ. იორი – სოფ. ლელოვანი</b>					
29	4,89	$Q_{IV-VI} = 2,48Q_{XII-III} + 7,35$	0,68	66	0,74
30	4,89	$Q_{IV-VI} = 2,46Q_{XII-III} + 0,02P_{XI-III} - 2,46$	0,59	74	0,83
<b>მდ. ალაზანი – სოფ. ბირკიანი</b>					
31	4,38	$Q_{IV-VI} = 0,04P_I + 1,18Q_{III} + 11,8$	0,71	70	0,72
32	4,38	$Q_{IV-VI} = 0,03P_I + 1,13Q_{III} + 0,1P_{II} + 11,1$	0,65	73	0,78
<b>მდ. ალაზანი – სოფ. შაქრიანი</b>					
33	12,9	$Q_{IV-VI} = 0,36P_{III} - 5,19\theta_{III} + 69,2$	0,79	63	0,65
34	12,9	$Q_{IV-VI} = 0,34P_{III} - 3,36\theta_{III} + 0,12W_{1250} - 58,4$	0,73	71	0,72
<b>მდ. ქცია-ხრაძი – წითელი ხიდი</b>					
35	10,8	$Q_{IV-VI} = 0,79Q_X + 0,10P_{VIII-III} - 0,66Q_{III} + 9,5$	0,79	62	0,64

## 5. 2. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები

წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გავლა საქართველოს მდინარეებზე, ძირითადად, მაის-ივნისში, ზოგან კი ივლისშიც (მდ. ენგურზე) ხდება. მისი თპერატული პროგნოზი გაიცემა 23-24 მარტს, როდესაც ცნობილი ხდება მხოლოდ შემოდგომა-ზამთრის მონაცემები. მაქსიმალური ხარჯები კი ფორმირდება 2 - 3 თვის შემდეგ, ინტენსიური თოვლის დნობისა და დიდი თავსხმა წვიმების თანხვედრისას. საპროგნოზო პერიოდის განმავლობაში მოქმედი ფაქტორების გავლენა მნიშვნელოვანი და გადამწყვეტია, მაგრამ შეუძლებელია მათი წინასწარი განსაზღვრა, რის გამოც გრძელვადიანი პროგნოზის შედგენა გართულებულია.

საპროგნოზო მოდელის შედგენის მიზნით, ცალკეული მდინარისათვის, ჩატარდა მაქსიმალური ხარჯებსა და არსებულ მაფორმირებელ ფაქტორებს შორის კორელაციური კავშირების ანალიზი, რომლის საფუძველზე შედგა გაფართოებული საპროგნოზო მოდელები. მათი სათანადო კვლევის შედეგად მიღებული საპროგნოზო განტოლებები მოცემულია ცხრ. 5. 2. 1-ში.

მდ. ენგურის (სოფ. ნაიშთან) მაქსიმალური ხარჯების საპროგნოზო დროულობა ყველაზე დიდია და 3 - 4 თვეს შეადგენს. ამ აუზში დაკვირვების მასალები მეტად მწირია და მდინარის ჩამონადენის ფორმირების პირობებიც სხვებისაგან განსხვავებული. ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვების ყველა არსებული მონაცემი გაანგარიშდა სხვადასხვა წინა პერიოდისათვის, დაწყებული წინა წლის წყალდიდობიდან. ჩატარებული ანალიზით ცხადი გახდა, რომ ძალზე დაბალია კორელაციური კავშირი მაქსიმალური ხარჯებისა წინა პერიოდის მდინარის წყლიანობასთან ( $r = 0,10$ ), ატმოსფერულ ნალექებთან ( $r = 0,30$ ), ჰაერის ტემპერატურასთან ( $r = 0,04 - 0,12$ ) და თოვლის მარაგთან ( $r < 0,20$ ). ასეთ კავშირზე დაყრდნობით, რა თქმა უნდა, ძნელია რეალური საპროგნოზო მოდელის შედგენა. აპრილის თვის ნალექებისა და ტემპერატურის ვათვალისწინებაც არ იძლევა დადებით შედეგს. ასევე უშედეგო აღმოჩნდა წინა პერიოდის ფაქტორების დამატება. ამიტომ მიღებული განტოლებების შეფასება  $s/\sigma > 0,80$  და პროგნოზები გაიცემა მხოლოდ კონსულტაციების სახით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ აქ მაქსიმალური ხარჯების განმსაზღვრელია ძირითადად მათი გავლის დროს მოხული თავსხმა წვიმებისა და თოვლის დნობის ინტენსივობა, რომელთა

მონაცემები პროგნოზების შედგენის დროს (3 - 4 თვით ადრე მაქსიმუმამდე) არ მოგვეპოვება.

მდ. რიონის აუზი, სხვა აუზებთან შედარებით, უკეთ იყო გაშუქებული როგორც მეტეოროლოგიური, ასევე თოვლის აგეგმვის მასალებით, მაგრამ იმის გამო, რომ მაქსიმალური ხარჯების ამ ფაქტორებთან კავშირი დაბალია ( $r = 0,16 \div 0,40$ ). სათანადო გაანგარიშებების შედეგად საპროგნოზო განტოლებების შეფასებების (ცნრ. 5.2.1) მიხედვით, ისევე როგორც მდ. ენგურზე, მდ. რიონზე – სოფ. ალპანასთან შეიძლება შედგეს წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები კონსულტაციების სახით [30].

მდ. ყვირილაზე – ქ. ზესტაფონთან - მაქსიმალური ხარჯები გადის აპრილის თვეში, ამიტომ მარტის თვეში შედგენილი პროგნოზის ხანგრძლივობა (წინსწრება) მცირეა. მიუხედავად ამისა, ანალიზმა დაგვანახა, რომ მაქსიმალური ხარჯების კავშირი წინა პერიოდის ფაქტორებთან ძალიან დაბალია ( $r \leq 0,20$ ), მხოლოდ ზამთრის ნალექებთან კავშირი აღწევს  $r = 0,36 - 0,40$ -მდე. ასეთ პირობებში მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით (ცნრ. 3.3.1) შეიძლება გაიცეს კონსულტაციები [31].

მდ. ხანისწყალზე – დაბა ბაღდადთან - მარშრუტ ნაბეღლავ - ბახმაროს მონაცემებით 2000 - 2100 სიმაღლის ზონაში, მაქსიმალური ხარჯებისა და თოვლის წყალშემცველობის კავშირის სიზუსტე  $r = 0,68$ . არსებულ მონაცემთა მრავალბიჯიანი გაცხრილვის შედეგად შედგენილია ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელი:

$$Q_m = f(W_{2100}^{2000}, Q_{II}, \theta_{III}), \quad (5.2.1)$$

$$R - 0,68, 0,70, 0,72,$$

რომლის ამოხსნის შედეგად მიღებულ იქნა საპროგნოზო განტოლებები:

	<u>s/σ</u>	
$Q_m = 18,9 + 0,078 W_{2100}^{2000},$	0,75	
$Q_m = 28,1 + 0,093 W_{2100}^{2000} + 1,73Q_{II},$	0,74	(5.2.2)
$Q_m = 37,6 + 0,089 W_{2100}^{2000} + 1,57Q_{II} + 2,39 \theta_{III}.$	0,73	

ამრიგად, მდ. ხანისწყალზე, დასავლეთ საქართველოს ყველა სხვა მდინარისგან განსხვავებით, მაქსი-მალური ხარჯების პროგნოზები შეიძლება გაიცეს მარტის შუა რიცხვებში, მარშრუტული თოვლ - აგეგმვის შემდეგ.

მდ. მტკვარზე წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების საპროგნოზოდ ქ.თბილისთან გამოყენებულ იქნა მის აუზში მდებარე ხუთი ინფორმაციული მეტეოროლოგიური სადგურის (ახალქალაქი - 1716 მ., ახალციხე - 982 მ., გორი - 588 მ., ფასანაური - 1070 მ. და თბილისი - 403 მ.) გასაშუალოებული მნიშვნელობები ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურისა 1937 - 1990 წლების მონაცემებით, 54 წლის რიგით, აგრეთვე თოვლის წყალშემცველობის მნიშვნელობები ცალკეული სიმაღლითი ზონებისთვის თოვლ-აგეგმვის მარშრუტებზე: სოფ.ქვეშეთი-ჯვრის უღ. და სოფ. ბენარა-ზეკარის უღ. 1955-1990 წლების მონაცემებით, 35 წლის რიგით.

სათანადო კვლევის შედეგად მიღებული საპროგნოზო განტოლებების (ცხრ. 5.2.1) მიხედვით, მდ. მტკვარზე წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯის ოპერატიული პროგნოზი ქ. თბილისისათვის ყოველ წელს შეიძლება გაიცეს თებერვლის ბოლოს ზამთრის პერიოდის ნალექების ჯამით. შემდეგ, მარტის თვეში, ჰაერის ტემპერატურის, ნალექებისა და წყლის ხარჯების თანდათანობით დამატებით ეტაპობრივად მოხდება პროგნოზების დაზუსტება.

მდ. ლიახვზე წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯებისათვის, თებერვალში ჯვრის უღელტეხილზე და მარტში გუბთა - ერწოს მარშრუტის 1200 - 1300 სიმაღლით ზონაში გაზომილი თოვლის წყალშემცველობის ერთობლივი მოქმედებით, სოფ. კენვთან საპროგნოზო განტოლების სიზუსტე ( $s/\sigma$ ) იზრდება 0,74-დან 0,66-მდე ( $r = 0,77$ ), ხოლო თუ თოვლთან ერთად გავითვალისწინებთ შემოდგომის წყლის ხარჯებს, სიზუსტე იქნება  $s/\sigma = 0,63$ ,  $r = 0,80$ .

მდ. ქსნის აუზში არ არსებობს მეტეოელემენტების დაკვირვების პუნქტები. მეზობლად მდებარე მდ. ლიახვისა და მდ. არაგვის აუზის მონაცემებით სოფ. კორინთასთან მიღებული საპროგნოზო განტოლებებისათვის (ცხრ. 5.2.1)  $s/\sigma = 0,69 - 0,76$ ,  $r = 0,65 - 0,70$ , ხოლო მათი გამართლება  $P = 68-73\%$ .

მდ. თეთრი, შავი და ფშავის არაგვის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირებისათვის გამოკვლეულ იქნა თითქმის ყველა არსებული მონაცემი, როგორც სხვადასხვა სიმაღლით ზონაში, ისე სხვადასხვა პერიოდისათვის, მაგრამ

მიუხედავად მრავალმხრივი ძიებისა, არც ცალკეულმა ფაქტორებმა და არც მათმა ერთობლიობამ არ მოგვცა ისეთი ეფექტი, რომ მიგვეღო დადებითი შეფასების პროგნოზები, ამიტომ მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით (ცნრ. 5.2.1) შესაძლებელია მხოლოდ კონსულტაციების გაცემა მომავალი პიკების ოდენობაზე, რომელთა შეფასება  $s/\sigma = 0,84 - 0,92$ , მაგრამ ვინაიდან მათი გამართლება (P) დამაკმაყოფილებელია 74 - 76%-ით, ამიტომ მათი გამოყენება პრაქტიკაში დადებით შედეგს მოგვცემს.

მდ. ალაზანზე სოფ. ბირკიანთან აუზში მდებარე სამი თოვლ - აგეგმვის მარშრუტის არცერთი სიმაღლითი ზონის მაჩვენებელი არ აღმოჩნდა მანასიათებელი მაქსიმალური პიკებისა ( $r = 0,17- 0,23$ ), ამიტომ, პროგნოზის შესადგენად გამოყენებულია ზამთრის პერიოდში მდინარის წყლიანობა და ჰაერის ტემპერატურა (ცნრ. 5.2.1), რომლის კრიტერიუმი ( $s/\sigma = 0,81$ ) ახლოსაა დასაშვებ შეფასებასთან, ხოლო გამართლება (P = 68%) დამაკმაყოფილებელია.

მდ. ალაზანზე სოფ. შაქრიანთან, ისევე როგორც სოფ. ბირკიანთან, მაქსიმალურ ხარჯებზე თოვლის საფარის მოქმედება ძალიან სუსტია. ამიტომ საანგარიშო ფორმულაში (ცნრილი 5.2.1) თოვლის წყალშემცველობასთან ერთად მოქმედებს ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები და მარტის თვის II დეკადის წყლის ხარჯები. ამ დამოკიდებულებისათვის  $s/\sigma = 0,80$ , P = 65%.

ამრიგად, შექმნილია წყალდიდობის მაქსიმალური წყლის ხარჯების გრძელვადიანი (2 - 4 თვის დროულობით) პროგნოზები საქართველოს თითქმის ყველა მთავარი მდინარისათვის როგორც დასავლეთში, ისე აღმოსავლეთში. მათ შორის ბევრი მათგანისათვის პირველად შექმნილია საპროგნოზო მეთოდიკა.

აღნიშნული პროგნოზებით მოსალოდნელი საშიშროების ადრეული შეტყობინება საშუალებას იძლევა დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცულ იქნეს ყველა მნიშვნელოვანი ობიექტი და მოსახლეობა მოსალოდნელი კატასტროფისაგან და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი ჰიდროობიექტებისათვის, როგორიცაა ენგურის, რიონისა და სრაშის ჰესების კასკადები, ჟინვალის წყალსაცავი, ალაზნის სარწყავი სისტემა, საქართველოს დედაქალაქი და სხვა დასახლებები.

ცხრილი 5.2.1 წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების ( $Q_m$  მ<sup>3</sup>/წმ) საპროგნოზო განტოლებები და მათი შეფასებები

№	დასაშ. ცდომ. მმ <sup>3</sup> /წმ	საპროგნოზო განტოლებები	შეფასებათა კრიტერიუმები			
			S/δ	P%	r	ჟ%
1	2	3	4	5	6	7
<b>მდ. ენგური - ს. ხაიში</b>						
1	144	$Q_m = 3,01P_{II.1} + 0,73d_{max} + 353$	0,92	62	0,45	57
2	144	$Q_m = 16,5\theta_{XII-II} + 1,35d_{max} + 250$	0,90	60	0,48	62
3	144	$Q_m = 13,3\theta_{XII-II} + 1,96P_{II.1} + 1,11d_{max} + 265$	0,90	62	0,51	65
4	144	$Q_m = 14,0\theta_{XII-II} + 0,95d_{max} + 1,5Q_{IV.2} + 173$	0,87	60	0,56	62
<b>მდ. რიონი - ს. ალბანა</b>						
5	75,4	$Q_m = 0,401P_{XI-II} + 307$	0,90	51	0,47	57
6	75,4	$Q_m = 0,285P_{XI-II} + 1,678Q_{II.1} + 291$	0,88	50	0,52	56
7	75,4	$Q_m = 0,009P_{XI-II} + 2,737Q_{II.1} + 0,337W_{30/III} + 309$	0,85	54	0,59	66
<b>მდ. ყვირილა - ქ. ზესტაფონი</b>						
8	116	$Q_m = 0,476P_{XI-II} + 121$	0,93	63	0,40	46
9	116	$Q_m = 0,360P_{XI-II} + 1,06P_{III} + 104$	0,91	67	0,46	50
10	116	$Q_m = 0,170P_{XI-II} + 0,50P_{III} + 1,17Q_{IV.1} + 95,7$	0,84	67	0,58	61
<b>მდ. ხანისწყალი - ს. ბაღდათი</b>						
11	28,2	$Q_m = 0,078W_{2050} + 19,93$	0,75	69	0,68	65
12	28,2	$Q_m = 0,093W_{2050} - 1,732Q_{II} + 28,1$	0,74	77	0,71	66
13	28,2	$Q_m = 0,089W_{2050} - 1,570Q_{II} - 2,39\theta_{III} + 37,6$	0,73	77	0,72	68
14	28,2	$Q_m = 0,29W_{2050} + 1,756Q_{IV} - 0,783$	0,68	73	0,76	69
<b>მდ. ცხენისწყალი - ს. რცხმელურა</b>						
15	73,9	$Q_m = 5,2Q_{XII-III} - 0,17P_{VIII-XI} - 0,15P_{XII-III} - 5,8\Sigma\theta_{XII-III} + 345$	0,96	70	0,54	
16	73,9	$Q_m = 6,6Q_{XII-III} - 0,1P_{VIII-XI} - 0,1P_{XII-III} - 10,2\Sigma\theta_{XII-III} + 0,58P_{IV-VIII} - 198$	0,84	71	0,60	
<b>მდ. აჭარისწყალი - ს. ქედა</b>						
17	83,6	$Q_m = 2,37Q_{IX-XI} - 0,35P_{VIII-XI} + 0,18P_{XII-II} + 217$	0,91	64	0,59	
18	83,6	$Q_m = 2,34Q_{IX-XI} - 0,34P_{VIII-XI} + 0,16P_{XII-II} + 0,23P_{IV-VIII} + 184$	0,89	71	0,60	
<b>მდ. მტკვარი - ქ. ხერთვისი</b>						
19		$Q_m = 0,11Q_{IX-XI} + 1,15P_{VIII-III} + 9,6Q_{XII-III} - 214$		74	0,70	
20		$Q_m = 0,36Q_{IX-XI} + 1,26P_{VIII-III} + 12,9Q_{XII-III} - 2,34\Sigma\theta_{XII-II} - 358$		74	0,77	
<b>მდ. მტკვარი - ქ. თბილისი (1937-1990)</b>						
21	261	$Q_m = 6,16P_{XII-II} + 551$	0,78	59	0,63	62
22	261	$Q_m = 5,65P_{XII-II} - 57,7\theta_{III} + 745$	0,73	62	0,70	66
23	261	$Q_m = 4,76P_{XII-II} - 84,6\theta_{III} + 2,21Q_{III} + 538$	0,68	66	0,75	64
24	261	$Q_m = 4,62P_{XII-II} - 82,4\theta_{III} + 2,13Q_{III} + 4,43P_{III} + 404$	0,67	70	0,76	64
<b>მდ. მტკვარი - ქ. თბილისი (1955-1990)</b>						
25	277	$Q_m = 1,409 W_{\substack{\text{მმ}^3 \\ 2300-2400}} + 463$	0,77	49	0,65	60



1	2	3	4	5	6	7
26	277	$Q_m = 1,233 W_{2300-2400}^{\text{ქს-ზკ}} - 690_{III} + 760$	0,73	63	0,71	69
27	277	$Q_m = 0,930 W_{2300-2400}^{\text{ქს-ზკ}} - 1100_{III} + 2,39Q_{III} + 636$	0,69	66	0,75	74
28	277	$Q_m = 1,131 W_{2300-2400}^{\text{ქს-ზკ}} - 1230_{III} + 2,73Q_{III} - 1,21 W_{1800-1900}^{\text{დენ-ზკ}} + 785$	0,65	66	0,79	74
29	277	$Q_m = 0,629 W_{2300-2400}^{\text{ქს-ზკ}} - 1170_{III} + 2,78Q_{III} - 1,26 W_{1800-1900}^{\text{დენ-ზკ}} + 2,6P_{XII-II} + 752$	0,64	63	0,80	74
<b>მდ. თეთრი არაგვი - ს. ფასანაური (1937-1990)</b>						
30	23,1	$Q_m = 0,16 W_{1900-2000}^{\text{ფას-ვულ}} + 7,870_{III} + 14,1$	0,87	69	0,54	57
31	23,1	$Q_m = 0,162 W_{1900-2000}^{\text{ფას-ვულ}} + 10,100_{III} - 5,5Q_{III} + 52$	0,84	63	0,60	54
32	23,1	$Q_m = 0,156 W_{1900-2000}^{\text{ფას-ვულ}} + 9,3900_{III} - 4,0Q_{III} - 3,27Q_{XII-II} + 64,8$	0,85	57	0,60	49
33	23,1	$Q_m = 0,086 W_{1900-2000}^{\text{ფას-ვულ}} + 9,920_{III} - 3,78Q_{III} - 4,92Q_{XII-II} + W_{1700-1800} + 71$	0,85	63	0,62	57
<b>მდ. ფშავის არაგვი - ს. მაღაროსკარი (1959-1990)</b>						
34	38,9	$Q_m = 0,89P_{III} + 11,30_{III} + 46,5$	0,85	56	0,57	44
35	38,9	$Q_m = 1,01P_{III} + 8,970_{III} - 0,14P_{XII-II} + 69$	0,83	56	0,61	50
36	38,9	$Q_m = 0,98P_{III} + 8,80_{III} - 0,16P_{XII-II} + 7,19Q_{XII-II} + 21,4$	0,81	59	0,65	53
37	38,9	$Q_m = 0,91P_{III} + 8,400_{III} - 0,16P_{XII-II} + 6,0Q_{XII-II} + 0,07P_{IX-XI} + 20,1$	0,82	59	0,66	56
<b>მდ. დიდი ლიხვი - ს. კეხვი</b>						
38	36,0	$Q_m = 0,244W_{1650} + 92,53$	0,76	60	0,66	53
39	36,0	$Q_m = 0,342W_{1250} + 101$	0,74	67	0,69	63
40	36,0	$Q_m = 0,232W_{1250} + 0,127W_{28/II} + 53,54$	0,65	67	0,77	63
41	36,0	$Q_m = 0,220W_{1250} + 0,130W_{28/II} - 2,30Q_{IX-XI} + 99,64$	0,63	70	0,80	63
<b>მდ. ქსანი - ს. კორინთა</b>						
42	30,7	$Q_m = 7,790_{XII-II} + 5,78 Q_{XI-I} + 12,20_{III} + 71,1$	0,76	68	0,65	65
43	30,7	$Q_m = 7,650_{XII-II} + 0,07W_{28/II} + 11,60_{III} + 57,5$	0,74	69	0,68	73
44	30,7	$Q_m = 7,540_{XII-II} + 0,06W_{28/II} + 11,60_{III} + 4,07Q_{XI-I} + 48,2$	0,69	73	0,70	73
<b>მდ. შავი არაგვი - შესართავთან</b>						
45	8,55	$Q_m = 0,040W_{1650} - 2,76Q_{3,II} + 1,520_{III} + 51,58$	0,88	64	0,50	67
46	8,55	$Q_m = 0,024W_{2050} - 3,28Q_{3,II} - 0,022P_{XII-II} + 41,84$	0,88	64	0,51	76
<b>მდ. ალაზანი - ს. ბირკიანი</b>						
47	41,4	$Q_m = 4,88Q_{IX-XI} + 5,10_{XII-II} - 22,14Q_{II,2} + 15,5Q_{III,2} + 59,8$	0,81	68	0,59	63
<b>მდ. ალაზანი - ს. შაქრიანი</b>						
48	68,2	$Q_m = 0,28P_{XI-I} - 1,003W_{1050} + 1,18P_{III} - 2,54Q_{III,2} + 287$	0,76	73	0,71	73
49	68,2	$Q_m = 0,30P_{XI-I} - 1,059W_{1050} + 1,30P_{III} - 2,30Q_{III,2} + 6,340_{IV} + 227$	0,76	76	0,73	76
<b>მდ. ქცია-ხრამი - წითელი ხედი</b>						
50		$Q_m = 7,4Q_{IX-XI} + 0,65P_{VIII-III} - 0,64Q_{XII-III} + 10,220_{XII-II} - 63$	0,86	63	0,55	
51		$Q_m = 8,4Q_{IX-XI} + 0,91P_{VIII-III} - 1,2Q_{XII-III} + 1,440_{XII-II} + 0,97W_{28/II} - 21,3$	0,80	69	0,72	

## თავი VI. რეკომენდაციები მდინარეთა კატასტროფული წყალდიდობების უსაფრთხოებისათვის

გლობალური დატბობის ფონზე, საქართველოში იმატა რა წყალდიდობა-წყალმოვარდნებმა, ბოლო 20 წლის განმავლობაში, იმატა მათგან მიყენებულმა ზარალმაც. განსაკუთრებით ხშირად ინგრევა მდინარეებზე ხიდები, ბოგირები, საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, კომუნიკაციები, არხები, შენობა-ნაგებობები, იტბორება გარემო, ნადგურდება ნათესები, იღუპება პირუტყვი, ფრინველი და ადამიანებიც. ზარალის საერთო რაოდენობამ 1,5 მილიარდ ლარზე მეტი შეადგინა. ასეთი დიდი ზარალის მიზეზი, გარდა ბუნებრივი სტიქიისა არის ის, რომ ხშირად ხდება მდინარეთა კალაპოტებისა და მდინარისპირა ტერიტორიების ათვისება მდინარეთა წყლის რეჟიმთან დაკავშირებული მოსალოდნელი საშიში მოვლენების სრული უგულებელყოფით. გარდა ამისა, გასულ წლებში, მდინარეთა აუზებში, ინტენსიურად მიმდინარეობდა ტყის ჩეხვა, რომელიც არის მარეგულირებელი და შემამცირებელი წყალდიდობების მაქსიმალური პიკისა. აგრეთვე, მდინარეთა კალაპოტები გადაქცეული იყო ნაგავსაყრელად, რაც იწვევს წყლის მასის შეკავებას და გარემოს დატბორვა-დაზიანებას.

მიმდინარე XXI საუკუნეში, კლიმატის გლობალურ დატბობასთან დაკავშირებით, გაიზრდება რა ჰაერის ტემპერატურა, გაიზრდება ასევე აორთქლება, მოიმატებს თხევადი ნალექები და შემცირდება თოვლის საფარის გავრცელება, ინტენსიური გახდება მყინვარების დნობა, შემცირდება მიწისქვეშა წყლის დონეები და შესაბამისად, შემცირდება მდინარეთა წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენი, გაიზრდება უხვწყლიანი პერიოდის ჩამონადენი და მაშასადამე, მოიმატებს წყალდიდობები. ამრიგად, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება გამოიწვევს გვალებსაც და წყალდიდობებსაც, რის გამოც ადგილი ექნება წყლის დეფიციტს გვალების დროს, ერთი მხრივ და წყალდიდობებით მიყენებული ზარალის ზრდას, მეორე მხრივ.

მიუხედავად იმისა, რომ კაცობრიობა, მთელი თავისი არსებობის მანძილზე, იბრძოდა ბუნებრივი სტიქიის პრობლემის გადასაწყვეტად, საიმედო ხერხები დღემდე მიუღწეველია. ამის დადასტურებაა მთელ მსოფლიოში და საქართველოში მომხდარი წყალდიდობები და მისი ტრაგიკული შედეგები. მეცნიერებას და ტექნიკას არ ძალუძს ებრძოდოს იმ მოვლენების გამომწვევ მიზეზებს, რომლებიც ბუნებაში მიმდინარე გლობალურ კლიმატურ პროცესებთან

არის დაკავშირებული და იძულებულია, შემოიფარგლოს მოსალოდნელი შედეგების წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა ხერხების ძიებით.

წყალდიდობა-წყალმოვარდნებმა, რომ უმტკივნეულოდ ჩაიაროს, საჭიროა, პირველ რიგში, მდინარეთა წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების პარამეტრებისა და ცვალებადობის მახასიათებლების დაზუსტება და სხვადასხვა უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯების დადგენა, რაც უკვე შესრულდა ჩვენ მიერ შესწავლილ მდინარეთათვის (თავი II და თავი III). ვინაიდან საქართველოში მრავალი შეუსწავლელი მდინარე და ნაკადულია, რომელთაც წყალდიდობების დროს ხშირად მოაქვთ დიდი მატერიალური ზარალი და მსხვერპლი, ამიტომ გარკვეული კვლევის შედეგად, მიღებული იქნა მარტივი ემპირიული ფორმულები მათი ჩამონადენის გასაანგარიშებლად (§ 2.2).

ყველა ამ მონაცემის გათვალისწინება წყალსამეურნეო გაანგარიშებებში იძლევა ნაგებობათა და სამეურნეო ობიექტების უსაფრთხოების გარკვეულ გარანტიას. ეს მახასიათებლები გარკვეული წლების გავლის შემდეგ უნდა განახლდეს, მაგრამ სამწუხაროდ, XX საუკუნის 90-იან წლებიდან ჩვენს ქვეყანაში მდინარეთა წყლიანობის აღრიცხვა აღარ მიმდინარეობს და მხოლოდ რამდენიმე ჰიდროკვეთზე იზომება წყლის დონეები, ამიტომ მიღებული მახასიათებლების განახლება ჯერჯერობით ვეღარ მოხდება.

რაც შეეხება წყალდიდობა-წყალმოვარდნებით გამოწვეული ზარალის თავიდან აცილებას ან მათი ნეგატიური ზეგავლენის შემცირებას, საჭიროა, ჩატარდეს გარკვეულ დონისძიებათა კომპლექსი. მათ შესახებ ინფორმაცია მოცემულია ლიტერატურულ წყაროებში [32 – 41], რომელთა შესაბამისი ანალიზის შედეგად, მიღებულია გარკვეული სახის დონისძიებათა ჩატარების რეკომენდაციები.

პირველ რიგში, ყოველ წელს, წყალდიდობის დამთავრებისთანავე, მომავალი წლის წყალდიდობის უმტკივნეულოდ ჩავლის მიზნით, მდინარეთა ხეობებში უნდა მოხდეს კალაპოტების გამტარუნარიანობისა და დასაშვები სიღრმეების უზრუნველყოფა. ამისათვის უნდა განხორციელდეს: მდინარეთა კალაპოტების გაწმენდა, ნაპირების კაპიტალური დაცვა დამბების, ჯებირების ან მიწაყრილების აშენებით. უნდა მოეწიოს გარშემოვლითი (განმტვირთავი) წყალსაგდები არხები. გარდა ამისა, უნდა მოხდეს მდინარეთა ხეობების ფერდობების დატერასება და მათზე სხვადასხვა აგრომელიორაციული ღონისძიებების ჩატარება: გარდი-გარდმო ხენა-თესვა, მცენარეთა ჯიშების შერჩევა და სხვა.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მდინარეთა აუზების ტერიტორიაზე ტყის საფარის განახლებასა და გაფართოებას, რადგან ტყე მთის ფერდობებზე იცავს და ამაგრებს ნიადაგს, რითაც ხელს უშლის ეროზიას, ღვარცოფების, მეწყერისა და თოვლის ზვავების ფორმირებას. ამიტომ, რაც მეტი იქნება ტყე, მით ნაკლები იქნება უარყოფითი პროცესები. ტყე არის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების რეგულირებისა. ტყე აუმჯობესებს მიწისქვეშა წყლების ხარისხს, ზრდის მათ გამოსავალ ადგილებს (წყაროებს) და მათ დებიტს. რაც მთავარია, ტყე არის მდინარეთა წყლის რეჟიმის სტაბილიზაციისა და მათი მაქსიმალური პიკის შემცირების განმაპირობებელი.

წყალდიდობის დროს მოსული თავსხმა წვიმის წყლები მდინარის ტყიან ფერდობებზე უხვად ჩაიჟონება ტყის ყომრალ ნიადაგებში, ხეობა ფოთლები და მერქანიც წვიმის დიდ ნაწილს აკაეებს და ამრიგად, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ტყე ინარჩუნებს მიღებულ ტენს, რითაც ხელს უშლის მდინარეში დიდი წყალმოვარდნის განვითარებას. ტყის საფარი დიდხანს ინახავს, აგრეთვე, ზამთარში დაგროვილ თოვლის საფარს და მას თანდათანობით გასცემს. რადგან ტყეში თოვლის საფარის დნობა გახანგრძლივებულია, ამიტომ მდინარეთა წყლის მაქსიმალური პიკები მცირდება. ამრიგად, ტყე მდინარის წყლის რესურსების დამარეგულირებელ როლს თამაშობს. გარდა ამისა, ტყე მეტად მნიშვნელოვანია ჰაერის გასუფთავებისა და გაჯანსაღებისათვის. ის ჟანგბადის მთავარი წყაროა. ტყე არის მნიშვნელოვანი ხელშემწყობი ფაქტორი ქვეყანაში სამონადირეო, საკურორტო-რეკრეაციული და ეკოტურიზმის განვითარებისათვის.

ამრიგად, ტყის გაშენება ხელს შეუწყობს საკურორტო და ტურისტული ზონების გაფართოებას, ადამიანთა გაჯანსაღებას, გაიზრდება, აგრეთვე, ცხოველთა და ფრინველთა სამყარო. ტყის ასეთი ფართო დანიშნულების გამო, ყველა დასახლებაში მოსახლეობამ და ადმინისტრაციამ უნდა იზრუნოს მათ რეგიონში ტყის საფარის დაცვასა და გაფართოებაზე. მათ ექნებათ არჩევანის საშუალება, შეარჩიონ მათთვის სასარგებლო მცენარეთა ჯიშები და საჭიროების შემთხვევაში, მოახდინონ მათი შერჩევითი ჭრა. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნათესებიან მინდვრებში კი უნდა გაშენდეს ქარსაცავი ტყის ზოლები, რომლებიც იცავს მცენარეებსა და ნიადაგს ტენის დაკარგვისაგან, რითაც ხელს უშლის ნიადაგის გამოშრობას და მის დეფლაციას დიდი ქარების დროს.

გარდა ამისა, მდინარეთა წყლის დარეგულირებისათვის ყველაზე ეფექტური საშუალება არის წყალსაცავები, რადგან მათი საშუალებით შესაძლოა, წყალდიდობის დროს დიდი წყლის ნაკადის შეკავება და კატასტროფული პროცესების შერბილება, ხოლო წყალმცირობის დროს ისინი წარმოადგენს წყლის რესურსების ძირითად წყაროს, რომელიც შეიძლება ერთდროულად გამოყენებული იყოს მოსახლეობისა და მეურნეობის წყალმომარაგებისათვის, ელექტროენერჯის მისაღებად, მეთევზეობის მეურნეობის განვითარებისათვის და, რაც მთავარია, ჰიდრომელეორაციისათვის, ურომლისოდაც, განსაკუთრებით კლიმატის დათბობის პირობებში, აღმოსავლეთ საქართველოს ნაყოფიერ მიწებზე შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა.

გარდა ამისა, წყალსაცავი არის მთავარი ბაზა ქვეყანაში სპორტულ-გამაჯანსაღებელი და ტურისტულ-რეკრეაციული ზონების გაზრდისათვის. წყალსაცავების საშუალებით, მთის პირობებში, დაიძლევა ენერგეტიკული პრობლემები და აუცილებლად გაუმჯობესდება მთის მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური პირობები, რაც მათი ადგილზე დამაგრების ერთ-ერთი ძირითადი არგუმენტი გახდება. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ისიც, რომ ელექტროენერჯის მოგვარებით შენელებული ტყეების ინტენსიური ჩეხვის პროცესი. ყველა ამის გათვალისწინებით, მთის მდინარეთა ხეობების ხელსაყრელ და გეოლოგიურად მდგრადი რელიეფის პირობებში, მეტად სასარგებლო იქნება მცირე ზომისა და არა დიდი წყალსაცავების აგება, როგორც წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნებისაგან დაცვის ყველაზე საიმედო და ეფექტიანი საშუალება. ამისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს მდინარეთა ხეობების ჩაღრმავებები ან დამშრალი ტბის ქვაბულები.

წყალსაცავის აშენებასთან ერთად, აუცილებელია ზუსტი ჰიდროლოგიური გაანგარიშების საფუძველზე, შედგეს მისი აგარიული დაცლის სადისპეტჩერო გრაფიკები, ისე, რომ წყალდიდობის დროს მისი დაცლა მოხდეს წინასწარ, პიკის დადგომამდე თანდათანობით და არა ერთდროულად, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მის ქვევით წყალმოვარდნის გაძლიერება. წყალსაცავის დროული დაცლა და მოდინებული წყალდიდობის დიდი მასის შეკავება თავიდან აგვაცილებს დიდ ზარალსა და მსხვერპლს. ამიტომ მცირე წყალსაცავების ქსელი პერსპექტივაში უნდა გაიზარდოს. მართალია მათი აშენება დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, მაგრამ მთის მცირე მდინარის ერთჯერადმა აღიდებამ შეიძლება უფრო დიდი დანაკარგი გამოიწვიოს, ვიდრე წყალსაცავის აშენებაზე ერთხელ დახარჯული სახსრებია, რომელიც შემდეგ მრავალჯე-

რადღაც, წლების განმავლობაში, მისი სწორი ექსპლუატაციის პირობებში, დაიცავს გარემოსა და მოსახლეობას წყლის სტიქიისაგან. თვით წყალსაცავი კი მრავალმხრივ შეიძლება გამოყენებული იყოს ქვეყნის ეკონომიკის გასაუმჯობესებლად.

ვინაიდან საქართველოში ვერც ახალი წყალსაცავების აშენება და ვერც ტყეების გაშენება ვერ მოხერხდება მოკლე დროში, ამიტომ წყალდიდობებისაგან თავდაცვის მიზნით, აუცილებელია, ტარდებოდეს შემდეგი ღონისძიებები: რეგულარულად იწმინდებოდეს და ღრმავდებოდეს მდინარეთა კალაპოტები, ამოღებული ქვა-ღორღით კი დაშენდეს ნაპირსამაგრი ნაგებობები; გაყვანილი უნდა იყოს წყალგადამგდები არხები, რომლებიდანაც მოხდება წყლის გადადინება უსაფრთხო ადგილებში.

მდინარის პირას დასახლებულ ადგილებზე, წყლის სტიქიისაგან თავდაცვის მიზნით, ყველაზე მისაღები და ადვილად მისაწვდომი მეთოდია წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დატბორვის საზღვრების დადგენა და ამ ტერიტორიის საშიშ ზონად გამოცხადება, სადაც აიკრძალება სამოსახლო და სხვა ნაგებობების მშენებლობა და ყოველგვარი სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო საქმიანობა.

გარემოს ეკოლოგიური მდგრადობის, მოსახლეობის უსაფრთხოების, წყალსამეურნეო ობიექტების (ჰიდროელექტროსადგურები, წყალმომარაგებისა და სარწყავი სისტემები), სარკინიგზო და საავტომობილო გზების, სასოფლო-სამეურნეო ნათესების დატბორვისა და სხვა საშიშროებისაგან თავდაცვისა და ზარალის შემცირების მიზნით, ყველაზე მნიშვნელოვანია წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება. ჩვენ მიერ შემუშავებულია მდინარეთა წყალდიდობებისა და მათი მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდები, რომლებიც აუცილებელია, აგრეთვე, წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების დაგეგმარებისა და წყალსაცავების ეფექტური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.

პროგნოზების შედგენით მართალია სტიქია ვერ აღიკვეთება, მაგრამ შეიძლება მისი ნეგატიური ზეგავლენის შემცირება. წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზის წინსწრება (1-3 თვე) საშუალებას იძლევა, მოსალოდნელი წყლის უდიდესი მაღალი პიკის შემთხვევაში, დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცული იყოს ყველა ობიექტი და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი. ამიტომ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზი, თუნდაც

საორინტაციოდ კონსულტაციის სახით, სასწრაფოდ უნდა გადაეცეს შესაბამის ორგანიზაციებს, რათა დროულად მოხდეს მოსახლეობის გაფრთხილება და, საჭიროების შემთხვევაში, ოპერატიულად ჩატარდეს მათი ევაკუაცია და მატერიალური ფასეულობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ამასთან ერთად, უნდა მოხდეს წყალსაცავების თანდათანობითი დაცლა წყლის მაღალი ნაკადის მისაღებად.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ უპირველეს ცნობას მდინარეთა ხეობებში საშიში მოვლენების შესახებ იძლევა მთის მოსახლეობა, როცა ხდება ისეთი უჩვეულო მოვლენების განვითარება, როგორცაა გამაყრუებელი და შემზარავი გუგუნი, ან მტვრის კორიანტელი, ან მდინარის დონეების შეწყვეტა ხეობის ჩახერგვის შემთხვევაში და სხვა. ასეთი ცნობების მიღებისთანავე, სასწრაფოდ უნდა გამოცხადდეს განგაში და მობილიზებული იქნეს ყველა შესაბამისი ორგანიზაცია საჭირო პრევენციული ღონისძიებების ჩასატარებლად.

სადღეისოდ, გლობალური დათბობის ფონზე, კავკასიონის მყინვარულ რეგიონებში, ზაფხულობით, მასობრივად ხდება მყინვარებისა და მარადი თოვლის დნობა და წვიმის საზღვარმა (4000 მ.) მაღლა აიწია. იქ, სადაც ადრე მხოლოდ თოვლი მოდიოდა, ახლა წვიმს და ამიტომ მყინვარები შეთხელებულია. ამ მიზეზით 2002 წელს მდ.კარმადონის ხეობაში მყინვარი „კოლკა“ უეცრად მოწყდა და იქ მყოფი მრავალი ტურისტი ადგილზე ჩამარხა.

ასეთი მოულოდნელი კატასტროფებისაგან დაზღვევის მიზნით, აუცილებელია ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელთან ერთად შეიქმნას რადიოლოკაციური და დისტანციური ზონდირების ქსელი, რეგულარულად უნდა დამუშავდეს, აგრეთვე, დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებისა და აეროფოტოგადაღების სურათებიც. მათი სათანადო მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი იქნება ანომალური პროცესების პროგნოზის შედგენა.

## დასკვნები

1. შესწავლილია საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობები და მათი მაქსიმალური ხარჯები. დაზუსტებულია მათი ნორმები, ექსტრემალური მნიშვნელობები, ცვალებადობის კოეფიციენტები და სხვა სტატისტიკური მახასიათებლები. დადგენილია წყალდიდობების დაწყების, დამთავრების თარიღები და ხანგრძლივობა, აგრეთვე პიკების დადგომის თარიღები.

შეუსწავლელ მდინარეთა წყალდიდობების ჩამონადენის განსაზღვრისათვის გარკვეულ ტერიტორიაზე მიღებულია მარტივი ემპირიული ფორმულები მათი აუზების ფართობისა ან საშუალო წლიური ჩამონადენის გათვალისწინებით.

2. 47 მნიშვნელოვანი ჰიდროკვეთისათვის გარკვეული კვლევის შედეგად გაანგარიშებულია მდინარეთა წყალდიდობების უდიდესი მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა (0.01; 0.1; 1; 2; 10) %-იანი უზრუნველყოფით და შესაბამისი (1000, 100, 20, 10, 5) წლიანი განმეორებადობით.

3. წყალდიდობის ჩამონადენისა და უხვწყლიანი თვის პროცენტული წილის გათვალისწინებით წლიური ჩამონადენიდან მოხდა ტერიტორიის დარაიონება და შედგენილია რუკა, რომლის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ნებისმიერი მდინარის წყალდიდობისა და მაქსიმალური წყლიანობის თვის ჩამონადენის მნიშვნელობა. რუკა გამოქვეყნებულია “საქართველოს ეროვნულ ატლასში”.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ მონაცემებს აქვთ დიდი პრაქტიკული დანიშნულება საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის, განსაკუთრებით ეხლა, როცა საქართველოში რამდენიმე ჰიდროკვეთზე-და ხდება მხოლოდ წყლის დონეების გაზომვა.

4. კლიმატის გლობალური დათბობის მოქმედების შესაფასებლად მდინარეთა ჩამონადენზე, გაანგარიშებულია წყალმოვარდნის აქტივობის კოეფიციენტები, რომლებიც რამდენჯერმე აჭარბებს ადრე 1975 წლამდე არსებულ მონაცემებით გამოთვლილ მნიშვნელობებს. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ იზრდება წყალდიდობებით გამოწვეული სტიქიის ალბათობები.

გამოკვლეულია აგრეთვე მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილების დინამიკა. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით ჰიდროლოგიურ პროცესებში XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან უკვე კარგად იკვეთება გარკვეული ტენდენციები, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში დაკვირვებათა მონაცემები მხოლოდ 1990 წლამდეა. მიუხედავად ამისა, მდინარეებზე მდინარეთა



ჩამონადენის ცვლილების ტენდენციებით მიღებულია ტრენდები და მათი შესაბამისი ანალიტიკური გამოსახულებები.

5. მოსალოდნელი სტიქიისაგან თავდაცვის მიზნით ყველაზე მნიშვნელოვანი არის წყალდიდობების გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდების შემუშავება, რომლებიც აუცილებელია აგრეთვე წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და წყალსაცავების ეფექტური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის. ნაშრომში აღწერილია ავტორის მიერ შემუშავებული პროგნოზირების მეთოდოლოგია, რომელიც ეყრდნობა ჩამონადენის მრავალფაქტორიან სტატისტიკურ მოდელს.

6. მდინარეთა მაქსიმალურ ხარჯებზე ფაქტორთა კომპლექსური მოქმედების სათანადო ანალიზით შედგენილ იქნა ოპტიმალური საპროგნოზო მოდელები, რომელთა განსაზღვრის შედეგად მიღებულია სხვადასხვა მონაცემების შემცველი საპროგნოზო განტოლებები, რაც საშუალებას იძლევა ოპერატიული პროგნოზების შედგენის დროს შეირჩეს ისინი არსებული ინფორმაციის, საჭირო წინსწრების ან სიზუსტის მიხედვით.

7. პროგნოზების შემუშავებით მართალია სტიქია არ აღიკვეთება, მაგრამ შეიძლება მისი ნეგატიური ზეგავლენის შერბილება. პროგნოზების წინსწრება (1 - 2 - 3 თვე) საშუალებას იძლევა მოსალოდნელი მაღალი პიკების შემთხვევაში დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცულ იქნეს ყველა ობიექტი და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი. ამიტომ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზი, თუნდაც საორიენტაციოდ კონსულტაციის სახით, სასწრაფოდ უნდა გადაეცეს შესაბამის ორგანიზაციებს, რათა დროულად მოხდეს მოსახლეობის გაფრთხილება და საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად ჩატარდეს მათი ევაკუაცია და მატერიალური ფასეულობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ამასთან ერთად უნდა მოხდეს წყალსაცავების თანდათანობითი დაცლა შემდგომში წყლის დიდი ნაკადის მისაღებად.

8. განხილულია წყალდიდობებით მიყენებული დიდი ზარალის მიზეზები და დასახულია მომავალში წყლის სტიქიის საშიშროების შერბილების გზები: მდინარეთა აუზებში ტყის საფარის გაფართოება, მცირე წყალსაცავების აშენება, მდინარეთა კალაპოტების გაწმენდა – გაღრმავება, ამოღებული მასალით კი ნაპირდამცავი ნაგებობების გამაგრება – დაშენება, მთისძირა წყალგადამგდები არხების გაყვანა და წყალდიდობების დატბორვის საზღვრების

დადგენა, სადაც აიკრძალება სამოსახლო და სხვა ნაგებობების მშენებლობა და სამეურნეო საქმიანობა.

9. პერსპექტივაში სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური საპროგნოზო მეთოდების სრულყოფისათვის აუცილებელია ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელთან ერთად შეიქმნას რადიოლოკაციურ და დისტანციური ზონდირების ქსელი. აგრეთვე რეგულარულად უნდა შემუშავდეს თანამგზავრებისა და აეროფოტოგადაღების სურათებიც, რომელთა ანალიზით შესაძლებელი იქნება ანომალური პროცესების პროგნოზების შემუშავება. მაგრამ ახალი სახის ინფორმაციის საფუძველზე ჰიდროლოგიური პროგნოზების შესამუშავებლად მთის პირობებში საჭირო იქნება მონაცემების დაგროვება წლების განმავლობაში. მანამდე კი უნდა იმოქმედოს საპროგნოზო მეთოდებმა, რომლებიც ეყრდნობიან არსებულ სტანდარტულ დაკვირვების მონაცემს.

1. ცომაია ვ., კატასტროფული წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯი მდინარე რიონზე, წიგნში: ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები და ზოგიერთი მომიჯნავე პრობლემები. თბილისი, საერთაშორისო კონფერენციის სამეცნიერო შრომათა კრებული. 2001, 224-228.
2. Водные Ресурсы Закавказья, Под редакцией Сванидзе Г.Г., Цомаია В.Ш., Ленинград, Гидрометеиздат, 1988, 264.
3. გაჩეჩილაძე გ., ცომაია ვ., ქიტიაშვილი ლ., გორგიჯანიძე ს., ბეგალიშვილი ნ.ნ. კატასტროფული წყალმოვარდნების წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისა და პროგნოზირების შესაძლებლობა ტენზონების პარამეტრების გამოყენების საფუძველზე დაკვირვების პუნქტების დახურვის პირობებში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2008, ტ. 115, 417-425.
4. Цомаია В.Ш. Исследование условий формирования и статистический анализ ливневых паводков рек черноморского побережья Аджарии. Тр. ЗакНИГМИ, 1986, вып. 85 (92), Москва, Гидрометеиздат, 31-46.
5. ბასილაშვილი ც., ტაბატაძე ჯ., ჯანელიძე მ., წყალდიდობა-წყალმოვარდნების კატასტროფული გამოვლინებები დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მასალები, თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2011, ტ.117, 53-56.
6. ბასილაშვილი ც., სალუქვაძე მ., ცომაია ვ., ხერხეულიძე გ. კატასტროფული წყალდიდობები, ღვარცოფები და თოვლის ზვავები საქართველოში და მათი უსაფრთხოება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2012, 244.
7. Сванидзе Г.Г., Хмаладзе Г.Н. Паводки и наводнения, в кн. Опасные Гидрометеорологические явления на Кавказе. Ленинград, Гидрометеиздат, 1983, 194-210.
8. ცანავა ლ., კატასტროფული წყალდიდობები მდინარე მტკვარზე, წიგნში: ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები და ზოგიერთი მომიჯნავე პრობლემები. თბილისი, საერთაშორისო კონფერენციის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2001, 220-223.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, вып. 1, под редакцией Г.Н. Хмаладзе, Ленинград, Гидрометеиздат, 1969, 313 с.

10. Ресурсы поверхностных вод СССР (Гидрографические описания рек, озёр и водохранилищ). Том 9, вып. 1. Под редакцией В.Ш. Цомая, Ленинград, Гидрометеиздат, 1974, 577.
11. Государственный водный кадастр, Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 6, Грузинская ССР, Ленинград, Гидрометеиздат, 1987, 416.
12. Хмаладзе Г.Н. Гидрология внутренних вод г. Тбилиси. Труды ТбНИГМИ, Москва, Гидрометеиздат, 1959, вып.6, 88-128.
13. Цомая В.Ш., Сресели С.С., Пицхелаури З.С. Наводнение на р. Ксани в пределах сел Ксовриси и Мухрани. Тр. ЗакНИГМИ, Москва, Гидрометеиздат, 1992, вып. 84 (91), 57-74.
14. ბასილაშვილი ც., ტაბატაძე ჯ., ჯანელიძე მ., კატასტროფული წყალდიდობები აღმოსავლეთ საქართველოში. საერთაშორისო კონფერენციის მასალები „გარემო და გლობალური დათბობა“, თბილისი, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი, შრომათა კრებული, 2011, ახალი სერია 3 (82), 241-246.
15. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები, თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2007, 328.
16. Климат и климатические ресурсы Грузии, Ленинград, Гидрометеиздат, Труды ЗакНИГМИ, 1971, вып. 44(50), 383.
17. ბასილაშვილი ც., 2008: საქართველოს მდინარეთა წყალდიდობების მახასიათებლები და კატასტროფების თავიდან აცილების საკითხები, საერთაშორისო კონფერენციის მასალები „კლიმატი, ბუნებრივი რესურსები, სტიქიური კატასტროფები სამხრეთ კავკასიაში“, თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 115, 313-321.
18. ბასილაშვილი ც. – წყალდიდობის ჩამონადენი (რუკა), წყალდიდობის დაწყების თარიღები (რუკა). საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 86.
19. ბასილაშვილი ც. – ტერიტორიის დარაიონება ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით (რუკა). საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 84.
20. ბასილაშვილი ც. – მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება. საქართველოს ეროვნული ატლასი, თბილისი, 2012, გვ. 85.
21. Basilashvili Ts.Z. Method of mountainous river water flow forecasts. Annals of Agrarian Science. 2006, vol. 4, № 1, 75-80.

22. Basilashvili Ts.Z. The method of Working - out Hydrological Prognosis in Conditions of limited Information. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. vol.162, № 1, 2000, Tbilisi, 110-112.
23. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., Гидрометеиздат, 1971, 363с.
24. Езекиел М., Фокс К. Методы анализа корреляции и регрессий. М., Статистика, 1966, 557 с.
25. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М., Статистика, 1973, 392с.
26. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, часть 1, Гидрометеиздат, Л., 1962.
27. Басилашвили Ц.З. Статистический анализ переменных и выбор предикторов для прогностических зависимостей. В книге: Аннотированный указатель алгоритмов и программ. Обнинск, ВНИИГМИ - МЦД, 1977, с. 43.
28. Басилашвили Ц.З., Плоткина И.Г. Определение многофакторных зависимостей с развёртыванием уравнения, оценка их качества и расчёт вероятностных прогнозов. В книге: Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП Госкомгидромета. Обнинск, ВНИИГМИ - МЦД, 1985, вып. 4, с. 21.
29. ბასილაშვილი ც. მრავალფაქტორიანი სტატისტიკური მეთოდოლოგია წყალდიდობა – წყალმოვარდნების პროგნოზირებისათვის. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2013, 180.
30. ბასილაშვილი ც., მამასახლისი უ., ფანჩულიძე ჯ. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების გრძელვადიანი პროგნოზირება რთული ჰიდროლოგიური რეჟიმის პირობებში (მდ. რიონის მაგალითზე). წგ: აგრარული მეცნიერების პრობლემები, თბილისი – ერევანი, 1999, 293 – 297.
31. ბასილაშვილი ც. წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზირება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 101, თბილისი, 1996, 93 – 98.
32. სვანიძე გ., ცომაია ვ., მესხია რ. საქართველოს წყლის რესურსების მოწვევადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები, თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2001, ტ. 106, 11-30.
33. Basilashvili Ts., Bolashvili N., Tabatadze D., Janelidze M., Floods on the mountain rivers and their safety 10<sup>th</sup> Baku International Congress “Energy, Ecology, Economy”, Baku, 2009, 214-217.
34. Basilashvili Ts.Z., Tabatadze J.G., Janelidze M.G., Ways of alleviating disasters caused by mountainous rivers flooding. Annals of Agrarian Science. 2010, Vol. № 4, 54-56.

35. Басилашвили Ц.З., Табатадзе Д.Г., Джanelidze М.Г., Мероприятия по устранению опасности водной стихии в горных условиях. В книге: География: Проблемы науки и образования. Санкт-Петербург, 2011, 74-76.
36. Tsisana Basilashvili, Jarji Tabatadze, Magda Janelidze, Prevention of High Water Floods of the Mountainous Rivers. The 2<sup>nd</sup> international geography symposium. GEOMED 2010, [http://www.elsevier.com/wps/find/electronicproductdescription.cws\\_home/](http://www.elsevier.com/wps/find/electronicproductdescription.cws_home/).
37. Basilashvili Tsisana, Tabatadze Jarji, Janelidze Magdana. River Water regulation under Modern Climate Change Conditions. Environment and Ecology in the Mediterranean Region. Book chapter by Cambridge Scholars Publishing. U.K. Editor Prof. Dr.Recep Efe, 2011, 347-352.
38. გობეჩია გ., ინჟინრულ-ეკოლოგიური მიდგომა წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისა და დაცვის პრობლემებისადმი. თბილისი, “ენერჯია”, 1996, № 2.
39. Колесников В.И., Экология и водные отношения Грузии. Тбилиси, Мецნიერება, 1992, 182.
40. მირცხულავა ც., წყალდიდობა და მასთან ბრძოლა. თბილისი, “ცოდნა”, 1987, 31.
41. სვანიძე გ., ცომაია, მესხია რ. და სხვა, წყლის რესურსების მოწყვლადობა. წიგნში: საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ხარისხ კონვენციაზე. თბილისი, 1999, 93-100.
42. ბასილაშვილი ც. წყალსაცავებში ჩამდინარე წყლების პროგნოზირება შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში. თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 2001, ტ.106, 170-176.
43. Basilashvili Ts., Forecasting of the river run-off under the lack of current hydrological information. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, Vol. 163, 2001, № 3, 498-500.
44. Басилашвили Ц.З., Половодья на р.Куре и их прогнозирование в целях рационального использования водных ресурсов и обеспечения безопасности природно-хозяйственных систем. Баку, Труды Географического общества Азербайджана, 2009, Том. XIV, 242-246.
45. Basilashvili Ts., Bolashvili N., Maximum discharges of the Mtkvari river and their forecasting for security of Tbilisi, Georgia. International Symposium on “Floods and Modern Methods of Control Measures”, Tbilisi, 2009, 37-45.