

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი



კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე
მდინარეთა წყალმცირობის შეფასება და საადაპტაციო
დონისკიბებების შემუშავება (მდ.ალანის მაგალითზე)

დასკვნითი ანგარიში

2016

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შიშრი № IHM-16-29- GTU- CD-3392

“ვამტკიცებ”

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
დირექტორი

ტ.მ.ა.დ.

თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2016 წ.

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე
მდინარეთა წყალმცირობის შეფასება და საადაპტაციო
ღონისძიებების შემუშავება (მდ.ალანის მაბალითზე)
დასკვნითი ანგარიში

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
2016

რეზიუმე

ანგარიში შედგება: 74 გვ. ტექსტი; 9 გვ. ნახაზები; 29 გვ. ცხრილები.

გვაღვა, გაუდაბნობა, კლიმატური ფაქტორების მოსალოდნელი ტენდენციები, ჰიდროლოგიური პარამეტრები, წყლის ხარჯების დინამიკა და განვითარების მასშტაბები, წყალმთხონილება, წყალუზრუნველყოფა, წყალმომარების რეჟიმი, რეკომენდაციები.

განხილულია მდ. ალაზნის აუზის ბუნებრივი პირობები, წყლის ჩამონადენის მაფორმირებელი ფაქტორები, კლიმატური ელემენტები და მათი ცვლილებები, ჰიდროგრაფიული ქსელი, წყლის რეჟიმი და მათი გამოყენება მეურნეობაში.

დაზუსტებულია მდინარის წყლის საშუალო წლიური, სავეგეტაციო პერიოდის, კვარტლებისა და ცალკეული თვეების ხარჯების ნორმები, ექსტრემალური მნიშვნელობები, მათი მრავალწლიური დინამიკის საფუძველზე დადგენილია ცვლილების ტენდენციები და განვითარების მასშტაბები.

ამ მონაცემებს აქვთ პრაქტიკული დანიშნულება სამეცნიერო, სამეურნეო და საპროექტო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის სხვადასხვა ნაგებობათა საიმედო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მისაღებად.

დაზუსტებულია მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების მინიმალური წყლის ხარჯები და მათი ალბათური მნიშვნელობები, დადგენილია მათი მრავალწლიური დინამიკის გამომსახველი ტრენდების პარამეტრები.

აღწერილია მდ. ალაზნის აუზის აგროკლიმატური პარამეტრები, გვაღვიანობა, მისი ცვლილება და წყალმთხონილების პირობები. მდინარის ირიგაციული წყალუზრუნველყოფის შეფასების მიზნით ჩატარებულია ურთიერთდაკავშირება მდინარის წყლის ჩამონადენისა და წყალმომარების რეჟიმებისა. დადგენილია დეფიციტური წყლის რაოდენობა ცალკეული კალენდარული პერიოდებისათვის. წყალმომარების სწორი რეჟიმის განსაზღვრისათვის შედგენილია სათანადო რჩევები წყალმთხონილების უზრუნველსაყოფად, რეკომენდაციები და საადაპტაციო ღონისძიებათა კომპლექსი ნეგატიური პროცესების შერბილების მიზნით, რომელთა შორისაა: ზაფხულის პიკური წყალმთხონის დროს სარწყავი წყლის დეფიციტის პირობებში წყალმომარებელთა შორის წყლის გადანაწილება-გამოყენების ოპტიმალური სქემის შედგენა, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების დანერგვა, როდესაც წყლის რესურსების შევსების მიზნით ხდება დამატებითი ნალექების მიღება და სეტყვისაგან თავიდან აცილება, მდინარის წყლის ხარჯების ყოველწლიური გრძელვადიანი პროგნოზირება და სხვა.

მიღებული შედეგები უზრუნველყოფს გარემოს ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას, გვაღვებით გამოწვეული ზარალის შემცირებას, დაწყებული გაუდაბნობის პროცესის შენელება-შეჩერებას და მოსავლიანობის გაზრდას, რაც გამოიწვევს მოსახლეობის ცხოვრების დონისა და ქვეყნის ეკონომიკის ამაღლებას.

შინაარსი
შესავალი

		5
I	მდ. ალაზნის აუზში წყლის ჩამონადენის ფორმირების პირობები	7
	1.1. აუზის ფიზიკურ – გეოგრაფიული დახასიათება	7
	1.2. წყლის ჩამონადენის ძირითადი მაფორმირებელი ფაქტორები	7
	1.3. კლიმატური ფაქტორების დინამიკა	12
	1.4. კლიმატური ფაქტორების მოსალოდნელი ცვლილებები გლობალური დათბობის ფონზე	16
	1.4.1 ჰაერის ტემპერატურის მოსალოდნელი მნიშვნელობები	16
	1.4.2 ატმოსფერული ნალექების მოსალოდნელი მნიშვნელობები	18
II	მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსების გამოყენება	20
	2.1. ზედაპირული წყლის რესურსების გამოყენება	20
	2.2. მიწისქვეშა წყლების გამოყენება	22
III	მდ. ალაზნის აუზის ჰიდროლოგიური დახასიათება	25
	3.1. აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი	25
	3.2. მდ. ალაზნის წყლის რეჟიმი	28
	3.3. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჩამონადენის პარამეტრები	28
	3.4. მდინარეთა წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება	32
	3.5. მდ. ალაზნის წყლის სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენი	36
	3.6. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყალმცირობის ჩამონადენის შეფასება	39
IV	მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილება	45
	4.1. ზოგადი მიმოხილვა	45
	4.2. მდ. ალაზნის წყლის სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა	47
	4.3. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილება	54
V	მდ. ალაზნის აუზის აბროკლიმატური პირობები და ირიგაციული შესაძლებლობები	56
	5.1. აუზის აბროკლიმატური პარამეტრები	56
	5.2. გვალვიანობა და მისი ცვლილება	60
	5.3. მდ. ალაზნის აუზში ირიგაციული წყალმოთხოვნილება	64
	5.4. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ირიგაციული წყალუზრუნველყოფა	65
VI	რჩევები და რეკომენდაციები მდ. ალაზნის წყალმცირების პირობებში ნებატიური შედეგების შერბილებისათვის	68
	6.1. რჩევები მდ. ალაზნის წყალმოთხოვნილების უზრუნველსაყოფად	68
	6.2. რეკომენდაციები მოსალოდნელი გვალვებისა და წყალმცირობის უარყოფითი შედეგების შერბილებისათვის	69
	დასკვნები	71
	ლიტერატურა	73

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

წყალი დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის მთავარი ფაქტორია და ადამიანის საქმიანობის ყველა სფერო მეტნაკლებად დამოკიდებულია მასზე. ამიტომ ის ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების მნიშვნელოვანი ბერკეტია. დედამიწაზე არსებული მტკნარი წყლის ბუნებრივი რესურსების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს მდინარეები, რომლებიც როგორც ყველაზე ხელმისაწვდომი და განახლების უნარის მქონე რესურსი ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში.

გაეროს მონაცემების თანახმად მსოფლიოში 1 კმ² ფართობზე მოდის საშუალოდ 0,263 მ³ მდინარეული წყლის რესურსი, ხოლო 1 სულ მოსახლეზე 7056 მ³. ევროპაში ეს მაჩვენებელი შეადგენს 0,318მ³ და 3954 მ³ შესაბამისად. მაგრამ მოსახლეობისა და მეურნეობის ზრდის გამო არსებული წყლის რესურსები ვერ უზრუნველყოფენ მასზე გაზრდილ მოთხოვნილებებს, განსაკუთრებით XIX საუკუნიდან დაწყებული გლობალური დათბობის პირობებში. ამის გამო XX საუკუნის 80-იან წლებში დაახლოებით 80-მდე სახელმწიფო, სადაც მსოფლიოს მოსახლეობის 40% ცხოვრობს, უკვე განიცდიდა წყლის მწვავე ნაკლებობას. დღეს მთელი მოსახლეობის 1/3 ცხოვრობს იმ ქვეყნებში, სადაც წყალმომარება წყლის განახლებად მარაგს 10%-ით აღემატება. გაეროს ექსპერტთა პროგნოზების თანახმად, მსოფლიო წყალმომარება 2025 წლისათვის 40%-ით გაიზრდება და კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე მოსახლეობის 2/3 აღმოჩნდება მტკნარი წყლის დეფიციტის პირობებში.

საქართველოში 26060 მდინარის საერთო წლიური ჩამონადენი 1 კმ² ფართობზე შეადგენს 0,9მ³-ს. მტკნარი წყლის ასეთი დიდი რესურსები ჩვენი ქვეყნისათვის დიდი სიმდიდრეა, რომელიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ქვეყნის ეკონომიკის პოტენციალურ შესაძლებლობას. მაგრამ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური პირობები განსაზღვრავს დიდ ჰიდროლოგიურ მრავალფეროვნებას და მდინარეთა ჩამონადენის არაპროპორციულ განაწილებას ფართობითა და მოსახლეობით თითქმის თანაბარ დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს შორის: დასავლეთ საქართველოში 1340 ათასი მ³ (48%) და აღმოსავლეთ საქართველოში 370 ათასი მ³ (22%) წყალი მოდის. ერთ სულ მოსახლეზე წელიწადში 4-ჯერ მეტია წყალი (21600მ³) დასავლეთ საქართველოში, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში (5750 მ³) [1].

ამასთან ერთად საყურადღებოა, რომ სარწყავი მიწების ფონდიდან დასავლეთ საქართველოში, სადაც უხვი ნალექებია, ირწყვება მხოლოდ 65 ათასი ჰა მიწა, რაზეც იხარჯება წყლის რესურსული პოტენციალის 2 %, ამიტომ აქ მდინარეებს არც რესურსული და არც ხარისხობრივი გამოფიტვა არ ემუქრებათ. აღმოსავლეთ საქართველოში კი, სადაც მშრალი კლიმატია, არის მთელი საქართველოს სარწყავი მიწების 85%, რისთვისაც გამოიყენება აქ არსებული წყლის რესურსების 30%, რაც წყლის სარგებლობის დონის დაქვეითებას გამოიწვევს [2].

აღმოსავლეთ საქართველოში მცენარეთა მოსავლიანობის მისაღებად მოქმედებდა სარწყავი სისტემების ფართო ქსელი, რომლებიც 1992 წლიდან განადგურდა, გაიჩეხა ქარსაფარი ტყის ზოლები და გაძლიერდა ეროზია. კლიმატის დათბობის პირობებში სამხრეთ-აღმოსავლეთით უკვე გაუდაბნოებულია 3000 ჰა ფართობი. თუ დროულად არ ჩატარდა სათანადო ღონისძიებები, გაუდაბნოების შენელება-შეჩერება უფრო რთული და ძვირადღირებული იქნება.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მოცულობით არამარტო აღმოსავლეთ საქართველოში, არამედ მთელი საქართველოს მასშტაბით წამყვანი რეგიონია კახეთი, სადაც ყველაზე ნაყოფიერი ნიადაგების ფართო ველებია. აქ სოფლის მეურნეობა მრავალდარგოვანია (მევენახეობა, მეხილეობა, მებოსტნეობა,

მემარცვლეობა, მესაქონლეობა, მეფუტკრეობა), მაგრამ ისინი აქ მაღალი მოწყვლადობით გამოირჩევა ამინდისა და კლიმატის ცვლილების მიმართ.

თანამედროვე კლიმატური მოდელებით ჩატარებული გამოთვლებით დადგინდა, რომ 2100 წელთან შედარებით 2050 წლისათვის კახეთის უმეტეს ტერიტორიაზე საშუალო წლიური ტემპერატურე $1,1^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო 2100 წლისათვის $3,5^{\circ}\text{C}$ -ით მოიმატებს, ნალექები 2050 წლისათვის უმნიშვნელოდ ($\pm 5\%$) შეიცვლება, მაგრამ 2100 წლისათვის ყველგან დაიკლებს $10-20\%$ -ით, როცა მკვეთრად გაიზრდება სარწყავ წყალზე მოთხოვნა. ასეთი პროგნოზი სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის მეტად არახელსაყრელია [3].

კახეთში სარწყავი წყლით უზრუნველყოფა ხდება მდ. ალაზნის ჩამონადენით. აღსანიშნავია, რომ ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში ალაზნის ქვემო და ზემო სარწყავი სისტემები პრაქტიკულად არ ფუნქციონირებდა. სადღეისოდ ხდება მათი აღდგენითი სამუშაოები და დაგეგმილია კახეთის რეგიონში სოფლის მეურნეობის აღორძინება, რისთვისაც აუცილებელია მდ. ალაზნის ირიგაციული წყალუზრუნველ-ყოფის შეფასება. ამიტომ წარმოდგენილი ნაშრომის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს დადგინდეს მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის პარამეტრები და მათი მოსალოდნელი ცვლილებები, რათა მათი გათვალისწინებით შემუშავდეს გარკვეული რეკომენდაციები მდ. ალაზნის ჩამონადენის წყალმომარების რეჟიმის განსაზღვრისათვის. ამიტომ სადღეისოდ მეტად აქტუალურია მდინარის ირიგაციული წყალუზრუნველყოფის შეფასება, რომლის გაანგარიშების მეთოდოლოგია ნაკლებად არის შესწავლილი. ამ მიზნით ყველაზე დამაჯერებელი იქნება მდინარის ჩამონადენისა და წყალმომარების რეჟიმების ურთიერთშედარება და დეფიციტური წყლის რაოდენობისა და მათი კალენდარული პერიოდების დადგენა.

გაანგარიშებები შესრულებულია არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის სტანდარტულ დაკვირვებათა მრავალწლიური რიგების გამოყენებით 2010 წლამდე მდ. ალაზნის ორ ჰიდროლოგიურ კვეთზე: სოფ. ბირკიანთან, სადაც აღირიცხებოდა მდინარის წყლის ბუნებრივი ჩამონადენი და სათავეს იღებს ზემო ალაზნის მაგისტრალური არხი და მეორე – მდინარის შუა წელში სოფ. შაქრიანთან, სადაც სათავეს იღებს ქვემო ალაზნის მაგისტრალური არხი და სადაც კვლავ მოქმედებს ჰიდროლოგიური დაკვირვებების საგუშაგო.

თავი I მდ. ალაზნის აუზში წყლის ჩამონადენის ფორმირების პირობები

1. 1. აუზის ფიზიკურ – გეოგრაფიული დახასიათება

მდ. ალაზნის აუზი მდებარეობს საქართველოს უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში. ჩრდილოეთით ის გამოყოფილია პირიქითა და თუშეთის ალაზნის აუზებისაგან დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობებით. სამხრეთ – დასავლეთით ის გამოიყოფა კახეთისა და ცივ-გომბორის ქედებით მდ. იორის აუზისაგან, აუზის სამხრეთი და აღმოსავლეთის საზღვარი გასდევს აზერბაიჯანთან სახელმწიფო საზღვარს.

აუზის ტერიტორიაზე გამოიყოფა რელიეფის სამი ტიპი: 1 – მოსახლვრე ქედების ციცაბო ფერდობები, სადაც ჭარბობს ღრმა და ვიწრო ხეობები; 2 – მთისწინები, ვაკის დამრეცი ნაწილით აგებული მდ. ალაზნის შემდინარეთა მიერ ჩამოტანილი მასალის გამოზიდვის კონუსებით; 3 – ალაზნის ვაკის სწორი ნაწილი, რომელიც დაფარულია მდინარეული ნალექებითა და თიხნარებით.

აუზის მთიან ზონაში 2000 მ-ის ზევით გავრცელებულია მთა-მდელოს ნიადაგები ალპური მდელოებით, მის ქვევით 1200 მ სიმაღლემდე ტყის მურა გაწვერებული ნიადაგებია, რომელთაც სოფლის მეურნეობაში შედარებით მცირე გამოყენება აქვთ. 1200 მ-დან 800 მ სიმაღლემდე ნაყოფიერი ნიადაგებია, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ვენახების, ხეხილის ბაღებისა და მარცვლოვანი კულტურებისათვის. აუზის მთელი ფართობის 46% (სოფ. ზემო ქედის ზევით) ტყეებს უკავია. დაბლობებში ტყეები იშვიათადაა და ჭარბობს ბუჩქნარები. ალაზნის ვაკეზე ბუნებრივი მცენარეული საფარი თითქმის მოსპობილია, მის ნაცვლად გავრცელებულია კულტურული მცენარეები: მარცვლეული ნათესები და ყურძნის ვენახები [4].

მდ. ალაზნის აუზი შიდა კახეთის ტერიტორიაზეა, რომელშიც ადმინისტრაციულად შედის: ახმეტის, თელავის, გურჯაანის, ყვარლისა და ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტები, აგრეთვე სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტების აღმოსავლეთი ნაწილები. რეგიონის რელიეფი მრავალფეროვნებით ხასიათდება. უმაღლესი წერტილი (90 მ) არის მინგეჩაურის წყალსაცავთან, ხოლო უმაღლესი მწვერვალებია აღმოსავლეთით ლაგოდეხის წყლის სათავეებთან ხოჩალდაღი (3428 მ) და ჩრდილოეთით მდ. ალაზნის სათავესთან დიდი ბორბალო (3294 მ). აუზის აღმოსავლეთით კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებამდე 300-600 მ სიმაღლეთა შუალედში, გაშლილია ალაზნის ვაკე, რომელიც მდ. ილტოს შესართავთან იწყება და სამხრეთ-აღმოსავლეთით მიემართება 160 კმ სიგრძეზე. ვაკის სიგანე ჩრდილოეთით მის დასაწყისში 5 კმ-ის ტოლია, მდინარის ქვემო დინებისაკენ იგი განივრდება 38 კმ-მდე. მდ. ალაზნის ქვემო წელში 100-300 მ სიმაღლეზე მდინარეს ვიწრო ზოლად გასდევს ალაზნის ჭალა, რომელიც სპეციფიკური ლანდშაფტითა და კლიმატით გამოირჩევა.

1. 2. წყლის ჩამონადენის ძირითადი მაფორმირებელი ფაქტორები

მდინარის ჩამონადენის ფორმირება პირველ რიგში დამოკიდებულია აუზის კლიმატურ პირობებზე, რომელთა შორის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს კლიმატის ისეთ ელემენტებს, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები და თოვლის საფარი, რომელნიც არიან ჩამონადენის მთავარი წარმომქმნელი ფაქტორები. კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურა განსაზღვრავს მდინარის საზრდოობის პირობებს, თოვლისა და ყინულის დნობას, აორთქლებას და ამდენად განსაზღვრავს ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების ხასიათს. ატმოსფერული ნალექები არის მთავარი კლიმატური ელემენტი, რომელიც განაპირობებს მდინარის წყლიანობას.

ნაღებების მოსვლის ხასიათი, მათი განაწილება დროსა და სივრცეში განსაზღვრავს ჩამონადენის რეჟიმს. ზამთარში დაგროვილი თოვლის მარაგი სიმაღლითი ზონების მიხედვით არის მაჩვენებელი მდინარის გაზაფხულ – ზაფხულის პერიოდის ჩამონადენის ოდენობისა და მისი განაწილებისა ცალკეული თვეების მიხედვით.

მდ. ალაზნის აუზის ოროგრაფიული ხასიათი განაპირობებს მისი ჰავის თავისებურებას. აუზი სამი მხრიდან გარშემორტყმულია მაღალი და საშუალო სიმაღლის ქედებით, რაც შიდა კახეთის ვაკისა და მთისწინების ზონას იცავს ჰაერის ცივი მასების შემოჭრისაგან და ხელს უწყობს საკმაო რაოდენობით ატმოსფერული ნალექების მოსვლას. სამხრეთ – აღმოსავლეთიდან აუზს აქვს ღია მდებარეობა. ამ მხრიდან შემოჭრილი სამხრეთ – აღმოსავლეთის თბილი მასები სათანადო გავლენას ახდენს აქ თერმულ რეჟიმზე და საერთოდ კლიმატის ფორმირებაზე.

დასავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები აქ ტენით გადარიბებული მოდის. კახეთისა და ცივ – გომბორის ქედებიდან დაშვებული ჰაერის მასები თბება და შრება, რის გამოც აღნიშნული ქედების ჩრდილო – აღმოსავლეთ ფერდობებზე ნალექების გამოყოფა არ ხდება. ხეობაში შემოჭრილი გამშრალი ჰაერის მასების ნაწილი მიდის სამხრეთ – აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო ნაწილი კავკასიონის ქედისკენ, სადაც ციცაბო ფერდობებზე მაღლა ასვლის შედეგად ხდება მისი გაცივება და ჰაერის გაჟღენთვა კონდენსაციის წერტილამდე. ამის შედეგად გამოიყოფა მეტი ნალექი, ვიდრე კახეთისა და ცივ – გომბორის ქედების ჩრდილო – აღმოსავლეთ ფერდობებზე. აღმოსავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები განიცდიან იძულებით აღმავალ დენას, რის გამოც წარმოიშობა მნიშვნელოვანი ღრუბლიანობა, ჩნდება ნისლი და მოდის უხვი ატმოსფერული ნალექები.

ამრიგად, მდ. ალაზნის აუზში ორივე მხრიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები იწვევს არამარტო უხვი ნალექების მოსვლას, არამედ წლის თბილ პერიოდში ხშირ ელჭექებსა და სეტყვას, რაც დიდ ზიანს აყენებს კახეთის სოფლის მეურნეობას [6].

კლიმატური ელემენტების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა აუზში ადრე არსებული და ახლა მოქმედი მეტეოსადგურებისა და საგუშაგოების მრავალწლიური მონაცემებით მიღებული მნიშვნელობები. ცხრ. 1.2.1-დან ჩანს, რომ ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ჩვეულებრივ ადგილის სიმაღლის მატეხასთან ერთად კლებულობს 13°C-დან (223 მ) 8 °C-მდე (1085 მ). მაქსიმალური ტემპერატურა (40 °C) აღირიცხება დაბლობებში (წნორში და ალაზანზე), უფრო მაღლა ის მერყეობს 39-37°C ფარგლებში. აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა კი -23 -25 °C-ის ფარგლებშია. ძლიერმა უარყოფითმა ტემპერატურამ შეიძლება დაახიანოს ვაზი და სხვა კულტურები, განსაკუთრებით წნორის ტერიტორიაზე, სადაც ის -25°C-ს აღწევს. ზამთრის ყინვები და უთოვლობა ცუდად მოქმედებს საშემოდგომო ხორბლის ნათესებზე. ყველაზე ცივი თვეა იანვარი, როცა საშუალო თვიური ტემპერატურა 0,9 – 1,5 °C. ყველაზე ცხელი კი ივლისი და აგვისტოა, როცა თვიური ტემპერატურა 23 – 25 °C-ს აღწევს (ცხრ. 1.2.2).

ცხრ. 1.2.1-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ აუზის ვაკისა და მთისწინების ზონაში საკმაო რაოდენობის (620 – 1100 მმ) ატმოსფერული ნალექები მოდის. მათი რაოდენობა განპირობებულია ძირითადად ადგილმდებარეობით. ნალექების წლიური ჯამი მატულობს კავკასიონის ქედის მიმართულებით (ლაგოდეხი 1004 მმ) და ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით (ჯოყოლო 1100 მმ), ხოლო ცივ – გომბორის ქედისკენ და სამხრეთ - აღმოსავლეთის მიმართულებით კლებულობს (წნორი – 568 მმ, ალაზანი – 617 მმ). ნალექების შიდაწლიური განაწილება მეტად არათანაბარია. როგორც ცხრ. 1.2.3-დან ჩანს ყველაზე დიდი რაოდენობის ნალექები (93 – 172 მმ) მოდის ყველგან მაისში და ივნისში ზამთრის თვეებში კი ყველაზე ნაკლები ნალექებია (იანვარში 22 – 42 მმ). ზაფხულის თვეებში ნალექები ნაკლებია (აგვისტოში 39 – 92 მმ) გაზაფხულის თვეებთან შედარებით. ზოგადად თითქმის

ყველგან წელიწადის თბილ პერიოდში (IV– X) მოსული ნალექები (420 – 800 მმ) ორჯერ აღემატება ცივ პერიოდში (XI – III) მოსულ ნალექებს (148 – 297 მმ).

ცხრილი 1. 2. 1. წლიური ნალექების ჯამი (მმ) და ჰაერის ტემპერატურა (°C)

მეტეოპუნქტი	სიმაღლე (მ)	ნალექები (მმ)	ტემპერატურა (°C)	მაქსიმალ. ტემპ. (°C)	მინიმალ. ტემპ. (°C)	აქტიურ ტემპ.ჯამი
გომბორი	1085	730	8,1	–	–	–
სიღნაღი	795	735	11,1	37	–24	3471
ბირკიანი	758	1097	–	–	–	–
ჯოყოლო	663	1100	10,8	38	–26	3405
თელავი	568	770	12,1	39	–23	3730
ახმეტა	567	788	12,0	38	–23	3660
ყვარელი	448	760	12,6	38	–23	3960
ლაგოდეხი	437	1024	12,6	38	–23	3980
გურჯაანი	415	741	12,7	39	–22	3920
ალაზანი	290	617	13,3	40	–24	4253
წნორი	223	568	13,0	40	–25	4100

მდინარის ჩამონადენის ოდენობასა და მის განაწილებაზე დროის მიხედვით, ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის გარდა, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ზამთარში დაგროვილი თოვლში წყლის მარაგი სხვადასხვა სიმაღლით ზონაში. ჩვენ მიერ მდ. ალაზნის აუზში არსებული თოვლის საფარის მარშრუტული აგეგმვის მასალების მრავალწლიური მონაცემების დამუშავების შედეგები მოცემულია ცხრ. 1.2.4-ში. მათი მახასიათებლები აღწერენ თოვლის საფარის მდგომარეობას მარტის თვის დასაწყისისათვის, როდესაც იწყება მათი დნობა და მოქმედება მდინარის წყლის ჩამონადენზე მდ. ილტოსა და ლოპოტას ხეობებში. თოვლის წყალშემცველობა აქ იზრდება ჩვეულებრივ სიმაღლის მატებასთან ერთად მდ. ლოპოტას ხეობაში 42 მმ-დან (900 მ სიმაღლეზე) 152 მმ-მდე (2000 მ), უფრო მცირეთოვლიანია მდ. ილტოს ხეობა, სადაც თოვლის წყლიანობა იცვლება 25 მმ-დან 900 მ-ზე, 87 მმ-მდე 1600 მ-ზე. მათი ვარიაციის კოეფიციენტი იცვლება სიმაღლის მიხედვით მდ. ილტოს ხეობაში 0,85-დან 900 მ-ზე 0,53-მდე 1600 მ-ზე. მდ. ლოპოტას ხეობაში ვარიაცია უფრო მაღალია და მისი კოეფიციენტი იცვლება 1,06-დან 700 მ-ზე 0,66-მდე 2000 მ-ზე.

აღსანიშნავია, რომ თოვლის საფარი იცავს ნაკლებად ყინვაგამძლე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ჰაერის უარყოფითი ტემპერატურებისაგან. ამიტომ მიწათმოქმედების სპეციალისტებისათვის მნიშვნელოვანია თოვლის საფარის გაჩენისა და გაქრობის თარიღები. ცხრ. 1.2.5-ის მონაცემებით ირკვევა, რომ თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვი არ არის დიდი, თუმცა შედარებით მეტი აღინიშნება თელავში (33 დღე), ყველაზე მცირე (10 დღე) კი დაიკვირვება წნორში. თოვლის საფარის გაჩენა ადრე იწყება და გვიან ხდება მისი დნობა ახმეტაში, ხოლო მისი გაჩენა გვიან იწყება და ადრე დნება ყვარელში, ლაგოდეხსა და წნორში.

ცხრილი 1. 2. 2. ჰაერის ტემპერატურა (°C) [5]

მეტეო-პუნქტი	სიმაღლე (მ)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშუალო წლიური	აბს. მაქს.	აბს. მინ.
თელავი	568	1,0	2,3	5,7	11,8	16,5	20,0	23,3	22,8	18,6	12,8	7,6	3,0	12,1	39	-23
ახმეტა	567	1,0	2,1	6,0	11,6	16,2	19,8	22,9	22,5	18,5	12,9	7,5	3,1	12,0	38	-23
ყვარელი	448	1,3	2,7	6,7	12,3	17,1	20,7	23,8	23,3	19,2	13,4	7,8	3,3	12,6	38	-23
ლაგოდეხი	437	1,5	3,2	6,6	12,7	17,6	21,2	24,5	23,9	19,8	13,6	8,1	3,3	13,0	38	-23
გურჯაანი	415	1,3	2,7	6,4	12,5	17,2	20,9	24,0	23,5	19,3	13,4	8,0	3,2	12,7	39	-22
წნორი	223	0,9	2,8	7,0	13,2	18,1	21,9	24,8	24,1	19,7	13,4	7,4	2,5	13,0	40	-25

ცხრილი 1. 2. 3. ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) [5]

მეტეო-პუნქტი	სიმაღლე (მ)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII	XI-III	IV-X
ბირკიანი	758	42	55	79	117	145	143	111	92	100	92	75	47	1097	297	800
თელავი	568	26	30	48	75	134	116	76	60	67	62	45	31	770	180	590
ახმეტა	567	36	42	58	80	115	110	68	57	62	70	56	40	788	226	562
ყვარელი	448	34	39	62	96	172	156	98	77	86	80	57	40	991	232	759
ლაგოდეხი	437	36	44	72	95	143	123	83	78	116	98	76	40	1024	268	736
გურჯაანი	415	28	37	58	74	117	94	65	52	73	68	46	29	741	198	543
წნორი	223	22	26	43	55	93	75	53	39	55	50	35	22	568	148	420

ცხრილი 1. 2. 4. თოვლის წყალშემცველობა (მმ) მარშრუტული აგეგმვებით

მარშრუტი	სოფ. ლაფანყური – მდ. ლოპოტას სათავე				სოფ. შპრახვეტილა – მდ. ილტოს სათავე			
	საშუალო	უდიდესი	უმცირესი	ვარიაც. კოეფიც.	საშუალო	უდიდესი	უმცირესი	ვარიაც. კოეფიც.
900-1000	42	144	0	1,06	25	91	0	0,85
1000-1100	48	155	0	0,99	30	111	0	0,81
1100-1200	57	202	0	0,97	36	117	0	0,72
1200-1300	65	211	0	0,94	40	130	0	0,67
1300-1400	73	237	0	0,93	45	133	2	0,60
1400-1500	78	240	0	0,91	52	143	5	0,56
1500-1600	89	265	0	0,86	57	147	8	0,53
1600-1700	104	313	0	0,83				
1700-1800	118	338	0	0,76				
1800-1900	138	369	24	0,68				
1900-2000	152	378	25	0,66				

ცხრილი 1. 2. 5. თოვლის საფრის გაჩენისა და გაქრობის თარიღები [5]

მეტეოპუნქტი	სიმაღლე მ.	თოვლის საფრის გაჩენა	თოვლის საფრის დნობა	თოვლის საფრის დნობის რიცხვი
ახმეტა	567	14. XII	21. III	29
თელავი	568	15. XII	18. III	33
ლაგოდეხი	437	29. XII	12. III	24
ყვარელი	448	25. XII	13. III	21
წნორი	223	3. I	22. II	10

თოვლის საფრის სიმაღლე ძლიერ ამცირებს ნიადაგის ზედაპირისა და მისი სიღრმის გაყინვის ტემპერატურებს. მაგრამ განხილული მეტეოსადგურების მონაცემებით აღრიცხული თოვლის საფრის საშუალო დეკადური სიმაღლე 2 – 5 სმ.

სასოფლო – სამეურნეო კულტურებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს რეგიონის ტერიტორიაზე მზის ნათების ხანგრძლივობას სავეგეტაციო პერიოდში. [7] შრომის თანახმად შიდა კახეთის ტერიტორიაზე მზის ნათების ხანგრძლივობა მაქსიმუმს აღწევს ივლისში. მაგალითად ახმეტაში იგი შეადგენს 289 სთ, თელავში 294 სთ, ხოლო გურჯაანში შედარებით დაბალია 264 სთ. დეკემბრის თვეში კი მზის ნათების ხანგრძლივობა მცირდება და შეადგენს ახმეტაში 112 სთ, თელავში 116 სთ და გურჯაანში მხოლოდ 97 სთ. მთლიანად წლის განმავლობაში მზის ნათების ხანგრძლივობა მდ. ალაზნის აუზში 2180 – 2460 სთ-ს შეადგენს [4].

ცხრ. 1.2.1-ის მონაცემების მიხედვით მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) ჯამი 34050 – 42530 $^{\circ}\text{C}$ -ს შორის ცვალებადობს. აქტიურ ტემპერატურის დღეობა რაოდენობა წლის განმავლობაში 365 დღიდან 196 – 217 დღეს შეადგენს. ამრიგად, მზის სხივოსნური ენერჯის რაოდენობა მდ. ალაზნის აუზში ხელსაყრელ პირობებს ქმნის სოფლის მეურნეობაში მრავალი სახის კულტურის ზრდა-განვითარებისათვის, ხილისა და ყურძნის დამწიფების, დაშაქრებისა და მაღალხარისხიანი პროდუქციის მიღებისათვის. აქ საშემოდგომო ხორბლის აღების შემდეგ კვლავ რჩება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 21880 $^{\circ}\text{C}$, რაც საკმარისია გარკვეული სასოფლო – სამეურნეო კულტურების განვითარებისა და დამწიფებისათვის.

სასოფლო – სამეურნეო კულტურებისათვის მეტად არახელსაყრელ მოვლენას წარმოადგენს გვალვა. იგი ცხელი ($>30^{\circ}\text{C}$) ზაფხულის პირობებში და მცირე დღე-ღამური ნალექებისას (5 მმ-მდე) ქმნის არასაკმარისი ტენიანობის პირობებს მცენარეთა განვითარებისათვის. სუსტი და საშუალო ინტენსივობის გვალვები რეგიონის ტერიტორიაზე ყოველწლიურადაა მოსალოდნელი. გვალვების შემთხვევები არ არის კატასტროფული, მაგრამ იგი მნიშვნელოვანია მოსავლის შენარჩუნებისათვის. ასეთ პირობებში უნდა განხორციელდეს ნიადაგის მორწყვა და კულტივაცია.

1. 3. კლიმატური ფაქტორების დინამიკა

სადღეისოდ დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის გლობალური დათბობა მრავალმხრივ აისახა მდ. ალაზნის აუზში არსებულ ბუნებრივ პირობებზე და შესაბამისად მის წყლიანობაზე. ეს პროცესები გამოვლენილ იქნა ჯერ კიდევ გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის საქართველოს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში 1999 წელს [8], სადაც აღნიშნული იყო, რომ ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანმა ნაზარდმა აღმოსავლეთ საქართველოში და კერძოდ კახეთში $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ს მიაღწია.

2009 წელს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში [9] გაერთიანებული სამეფოს ჰადლეის ცენტრში დამუშავებული კლიმატის ცვლილების რეგიონალური მოდელის მიხედვით პროგნოზირებულ იქნა ჰაერის ტემპერატურის, ნალექთა ჯამების, სინოტივისა და ქარის სიჩქარის მოსალოდნელი ცვლილება 2100 წლამდე დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატური ოლქისათვის როგორც წლიური ასევე სეზონების მიხედვით.

ცხრ. 1.3.1-ში მოცემულია აღმოსავლეთ საქართველოსთვის მიღებული საპროგნოზო მონაცემები, საიდანაც ჩანს, რომ 2100 წლისათვის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ით მატებას თან მოჰყვება ნალექების 14%-იანი კლება. პროცესები განსაკუთრებით მწვავე ხასიათსღებულობს ზაფხულში, როდესაც ტემპერატურის მატებისა და ნალექების კლების ტენდენცია გაცილებით მეტია ვიდრე სხვა სეზონებში.

2013 წელს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში შედგენილ [10] ნაშრომში განსაზღვრულია ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილების სიჩქარე ყოველ 10 წელიწადში 1936 – 2008 წლების პერიოდში საქართველოს ცალკეული მეტეოსადგურებისათვის, მათ შორის კახეთის ტერიტორიაზე.

ცხრ. 1.3.2-ში მოცემულია ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარეები, რომლის ანალიზიდან ირკვევა, რომ ჰაერის საშუალო წლიური და იანვრის თვის ტემპერატურის 10 წლიანი ცვლილების სიჩქარე ყველგან დადებითია ე.ი. იზრდება. საშუალო წლიური ტემპერატურის მატების სიჩქარე იცვლება $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ -დან (შირაქში) $0,11\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე (ნაფარეულში). აქ გამონაკლისია მ/ს ალაზანი, სადაც ტემპერატურის კლება აღინიშნება $-0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ სიჩქარით. ცივი – იანვრის თვის ტემპერატურის ზრდის სიჩქარე კი იცვლება $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ -დან (თელავში) $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე (გომბორზე). ცხელი – ივლისის თვის ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარე ზოგან უარყოფითია და მცირდება (შირაქში – $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, ალაზანი – $0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, დედოფლისწყარო – $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$), დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი აღინიშნება ტემპერატურის ზრდა $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ -დან (ლაგოდეხი) $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე (ნაფარეული).

აღსანიშნავია, რომ ინტენსიური გლობალური დათბობის პერიოდში (1975–2008წწ) წლიური და იანვრის ტემპერატურის ცვლილების სიჩქარე ყოველ 10 წელიწადში მაღალი იყო: ყვარელში $0,34 - 0,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ და თელავში $0,15 - 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, ივლისში კი ტემპერატურის მატება შედარებით ზომიერი იყო.

ცხრ. 1.3.3-ის მიხედვით კახეთის ტერიტორიაზე არსებულ მეტეოსადგურებზე ატმოსფერული ნალექების 10 წლიანი ცვლილების სიჩქარეები 1936 – 2008 წლებში უარყოფითი იყო, ე.ი. ნალექები მცირდებოდა, გარდა დედოფლისწყაროსა და შირაქისა. ნალექების წლიური ჯამების კლების სიჩქარე მერყეობს – 6 მმ-დან (გურჯაანში) – 50 მმ-მდე (თიანეთში), დედოფლისწყაროში კი ის + 10 მმ-მდე იზრდებოდა. თბილ პერიოდში ნალექები კლებულობს სიჩქარით $-0,5$ მმ-დან (შირაქი) -38 მმ-მდე (თიანეთი), დედოფლისწყაროში კი ის + 10 მმ-მდე იზრდებოდა. თბილ პერიოდში ნალექები კლებულობს სიჩქარით – $0,5$ მმ-დან (შირაქი) – 38 მმ-მდე (თიანეთი), დედოფლისწყაროში + 5 მმ-ის სიჩქარით, შირაქში კი + $0,8$ მმ-ით.

ცხრილი 1. 3. 1. 2100 წლისათვის პროგნოზირებული ჰაერის ტემპერატურის (T, °C) და ატმოსფერული ნალექების (R, მმ) მნიშვნელობები აღმოსავლეთ საქართველოში [9]

სეზონი	გაზაფხული		ზაფხული		შემოდგომა		ზამთარი		წლიური	
	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
საბაზისო პერიოდი	9,3	15,8	20,5	170	11,6	126	1,0	85	11,3	570
2100წ	13,9	93	26,4	98	15,7	81	5,5	56	15,4	487
სხვაობა	4,6	-65	5,9	-72	4,1	-45	4,5	-29	4,1	-83

ცხრილი 1. 3. 2. ჰაერის ტემპერატურის (°C) ცვლილების სიჩქარე ყოველ 10 წელიწადში 1936 – 2008 წლებში [10]

მეტეოპუნქტი	სიმაღლე მ	სიჩქარე °C		
		წელი	იანვარი	ივლისი
ომალო	1880	0,05	0,01	0,10
თიანეთი	1091	0,10	0,07	0,10
გომბორი	1085	0,08	0,18	0,09
საგარეჯო	802	0,06	0,14	0,10
დედოფლისწყარო	800	0,09	0,08	-0,05
იყალთო	700	0,03	0,02	0,04
ჯოყოლო	665	0,05	0,01	0,02
თელავი	568	0,05	0,03	0,05
1975 – 2008		0,23	0,15	0,02
ახმეტა	567	0,11	0,07	0,15
შირაქი	550	0,01	0,09	-0,15
ყვარელი	449	0,06	0,10	0,07
1975 – 2008		0,37	0,34	0,06
ლაგოდეხი	435	0,0	0,12	0,01
ნაფარეული	423	0,11	0,08	0,16
გურჯაანი	415	0,05	0,14	0,06
ალაზანი	290	-0,02	0,11	-0,09

ცხრილი 1. 3. 3. ატმოსფერული ნალექების (მმ) ცვლილების სიჩქარე ყოველ 10 წელიწადში 1936 – 2008 წლებში [10]

პუნქტი	სიმაღლე მ	წელიწადი		თბილი პერიოდი		ცივი პერიოდი	
		მმ	%	მმ	%	მმ	%
ახმეტა	567	-23	-2,9	-11	-2,3	-8,6	-4
დედოფლისწყარო	800	9,6	1,6	4	0,9	5,3	3,4
გომბორი	1085	-19	-2,5	-17	-3	-2,2	-1,3
გურჯაანი	415	-6	-0,7	-3,5	-0,6	-2,5	-1,1
ყვარელი	449	-10	-1	-7	-1	-3,6	-1,3
ლაგოდეხი	435	-23	-2,3	-16	-2,2	-8	-2,9
საგარეჯო	802	-31	-3,4	-21	-3,4	-11	-4,3
თელავი	568	-12	-1,4	-9	-1,6	-2,6	-1,3
თიანეთი	1099	-50	-4,6	-38	-4,7	-12	-4
შირაქი	550	0,5	0,1	-0,5	-0,1	0,8	0,6

2015 წელს გამოიცა კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება [11], რომელშიც კახეთის რეგიონის 8 მეტეოსადგურისათვის მოცემულია მეტეოელემენტების წლიური და სეზონური მნიშვნელობები დაკვირვებათა ორი 25 წლიანი: I – 1961 – 1985 წწ და II – 1986 – 2010 წწ პერიოდებისათვის და მათ შორის სხვაობები (ცვლილებები).

ცხრ. 1.3.4-დან ჩანს, რომ წლიური ტემპერატურებით ყველაზე ცხელი სადგური ლაგოდეხია, მას მოჰყვება წნორი, შემდეგ ყვარელი და გურჯაანი. ყველაზე გრილი კი დედოფლისწყაროა, ზაფხულის ტემპერატურით ყველაზე ცხელია წნორი, შემდეგ ლაგოდეხი, გრილი კი დედოფლისწყარო და საგარეჯოა.

ცხრილი 1. 3. 4. ჰაერის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობები (T, °C):

T₁ – 1960 წლამდე, T₂ – 1961 – 1985 წწ, T₃ – 1986 – 2010 წწ

და ცვლილებები (სხვაობები) მათ შორის: Δ₁ და Δ₂ [11]

სადგური	სიმაღლე მ	T ₁	T ₂	T ₃	Δ ₁	Δ ₂	T ₁	T ₂	T ₃	Δ ₁	Δ ₂	
		ზამთარი					ზაფხული					
	800	-0,1	0,6	1,0	0,7	0,4	20,6	20,7	22,1	0,1	1,4	
ყვარელი	448	2,2	2,6	3,1	0,4	0,5	22,6	22,6	23,4	0	0,8	
ლაგოდეხი	437	2,1	2,8	3,2	0,7	0,4	23,0	23,2	23,8	0,2	0,6	
გურჯაანი	415	2,0	2,5	2,8	0,5	0,3	22,6	22,7	23,3	0,1	0,6	
თელავი	568	1,6	2,1	2,4	0,5	0,3	21,8	21,9	22,7	0,1	0,8	
წნორი	223	1,4	1,9	2,6	0,5	0,7	23,3	23,5	24,1	0,2	0,6	
ახმეტა	567	1,6	2,4	2,8	0,8	0,4	21,4	21,9	22,9	0,5	1,0	
საგარეჯო	802	1,0	1,5	1,9	0,5	0,4	20,9	20,8	21,7	-0,1	0,9	
		გაზაფხული					შემოდგომა					
დედოფლისწყარო	800	8,9	9,8	9,9	0,9	0,1	11,1	11,4	12,2	0,3	0,8	
ყვარელი	448	11,8	12,2	12,4	0,4	0,2	13,5	13,5	14,0	0	0,5	
ლაგოდეხი	437	11,8	12,7	12,6	0,9	-0,1	13,6	13,9	14,3	0,3	0,4	
გურჯაანი	415	11,7	12,3	12,3	0,6	0	13,4	13,4	13,8	0	0,4	
თელავი	568	10,9	11,6	11,7	0,7	0,1	12,9	12,9	13,2	0	0,3	
წნორი	223	12,2	12,8	12,6	0,6	-0,2	13,6	13,5	14,2	-0,1	0,7	
ახმეტა	567	10,8	11,7	12,0	0,9	0,3	12,8	13,2	13,6	0,4	0,4	
საგარეჯო	802	10,0	10,3	10,6	0,3	0,3	11,9	12,0	12,5	0,1	0,5	
		წელიწადი										
დედოფლისწყარო	800	10,1	10,6	11,3	0,5	0,7						
ყვარელი	448	12,5	12,7	13,2	0,2	0,5						
ლაგოდეხი	437	12,6	13,1	13,5	0,5	0,4						
გურჯაანი	415	12,4	12,7	13,1	0,3	0,4						
თელავი	568	11,8	12,1	12,5	0,3	0,4						
წნორი	223	12,6	12,9	13,4	0,3	0,5						
ახმეტა	567	11,6	12,3	12,8	0,7	0,5						
საგარეჯო	802	11	11,2	11,7	0,2	0,5						

ცხრ. 1.3.5-ის მიხედვით წლიური ნალექებით ყველაზე მდიდარია ლაგოდეხი, მას მოყვება ყვარელი. ყველაზე ნაკლებ ნალექიანი წნორი და მერე დედოფლისწყაროა. სეზონებიდან ყველაზე უხვნალექიანია გაზაფხული, მცირე ნალექიანი კი ზამთარი.

გლობალური დათბობის გააქტიურების შედეგად 1986 – 2010 წლებში 1961 – 1985 წლებთან შედარებით გამოვლინდა მეტეოელემენტების შემდეგი ცვლილებები: ჰაერის საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ ყველგან მოიმატა საშუალოდ 0,5 °C-ით, მაქსიმალური მატება (+7 °C-ით) აღინიშნა დედოფლისწყაროში. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამები შემცირდა 5 მეტეოსადგურზე -4%-ით. შემცირების მაქსიმუმი (-10%) დაფიქსირდა საგარეჯოში. ნალექები გაიზარდა 2 მეტეოსადგურზე +4%-ით, ზრდის მაქსიმუმი (+8 %) იყო ლაგოდეხში, სადაც ნალექების მატება აღინიშნება ყველა სეზონში 6 – 18 %-ის ფარგლებში.

ცხრილი 1. 3. 5. ნალექების სეზონური და წლიური ჯამების მნიშვნელობები (P, მმ):
 P₁ – 1960 წლამდე, P₂ – 1961 – 1985 წწ, P₃ – 1986 – 2010 წწ
 და ცვლილებები (%) მათ შორის: Δ₁ და Δ₂ (%) [11]

სადგური	სიმაღლე მ	P ₁	P ₂	P ₃	Δ ₁	Δ ₂	P ₁	P ₂	P ₃	Δ ₁	Δ ₂		
		ზამთარი						ზაფხული					
დედოფლისწყარო	800	84	76	83	-9,6	9,5	206	212	166	2,7	-21,7		
ყვარელი	448	132	122	131	-7,9	7,4	343	311	290	-9,2	-7,0		
ლაგოდეხი	437	137	123	139	-9,9	12,6	297	299	312	3,6	6,6		
გურჯაანი	415	109	98	107	-10,3	8,9	224	259	206	15,8	-20,4		
თელავი	568	111	89	94	-19,9	5,5	270	282	233	4,5	-17,5		
წნორი	223	79	79	105	-0,5	14,1	176	188	160	7,1	-15,2		
ახმეტა	567	132	98	94	-26,1	17,2	249	261	213	4,9	-18,3		
საგარეჯო	802	126	103	66	-18,4	-8,7	241	266	198	10,2	-25,4		
		გაზაფხული						შემოდგომა					
დედოფლისწყარო	800	215	192	212	-10,9	10,4	143	128	153	-10,6	19,5		
ყვარელი	448	356	306	297	-14,0	-3,1	239	237	246	-0,8	3,8		
ლაგოდეხი	437	332	300	332	-9,6	10,6	310	257	273	-17,0	6,3		
გურჯაანი	415	270	253	262	-6,2	3,3	201	181	200	-9,8	10,5		
თელავი	568	288	245	251	-15,1	2,5	191	164	184	-14,3	12,5		
წნორი	223	207	201	199	-3,1	-0,8	149	133	148	-11,0	11,6		
ახმეტა	567	273	240	231	-11,9	-4,0	203	167	177	-17,7	6,1		
საგარეჯო	802	291	265	244	-9,0	-7,6	207	176	191	-15,2	9,0		
		წელიწადი											
დედოფლისწყარო	800	585	607	612	3,8	0,8							
ყვარელი	448	991	978	961	-1,3	-1,8							
ლაგოდეხი	437	1004	980	1060	-2,4	7,6							
გურჯაანი	415	741	792	774	6,9	-2,4							
თელავი	568	770	781	760	1,4	-2,8							
წნორი	223	568	600	595	5,7	-0,8							
ახმეტა	567	788	767	726	-2,6	-5,7							
საგარეჯო	802	768	809	727	5,3	-11,3							

წლის სეზონების მიხედვით მეტეოელემენტები ასე შეიცვალა: ზამთარში დათბობა დაფიქსირდა ყველა სადგურზე საშუალოდ +0,4°C-ით, მაქსიმალური (+7°C) აღინიშნა წნორში. ზამთრის ნალექებმა მოიმატა საშუალოდ 9 %-ით ყველა სადგურზე, გარდა საგარეჯოსი, სადაც ისინი შემცირდა - 8,7 %-ით. ქარის სიჩქარე შემცირდა ყველა სადგურზე.

გაზაფხულზე ტემპერატურა გაიზარდა 5 სადგურზე საშუალოდ 0,2°C-ით. უცვლელი დარჩა გურჯაანში. მაქსიმალური დათბობა არ აღემატება 0,3°C-ს. ნალექებმა იმატა 4 სადგურზე საშუალოდ +6 %-ით და დაიკლო 3 სადგურზე საშუალოდ -5 %-ით, ქარი ყველგან შემცირდა.

ზაფხულში დათბობა აღინიშნა ყველა სადგურზე საშუალოდ +0,8 °C-ით, მაქსიმალურად (+1,4°C-ით) მოიმატა დედოფლისწყაროში. ნალექებმა დაიკლო 7 სადგურზე საშუალოდ -18 %-ით, ხოლო მოიმატა მხოლოდ ლაგოდეხში +7 %-ით. მკვეთრად შემცირდა ნალექები: -25 %-ით საგარეჯოში, -22 %-ით დედოფლისწყაროში და -20%-ით გურჯაანში.

შემოდგომაზე დათბა ყველა სადგურზე საშუალოდ +0,5 °C-ით, მაქსიმალური მატება (0,8°C) აღინიშნა დედოფლისწყაროში. ნალექების ჯამი გაიზარდა ყველგან +10%-ით. უდიდესი ნაზრდი (20%) იყო დედოფლისწყაროში [3].

ამრიგად კახეთში კლიმატის ცვლილება 1986 – 2010 წლებში ყველაზე მეტად გამოვლინდა ზაფხულში, როდესაც ტემპერატურამ მოიმატა და ნალექები შემცირდა. ყველაზე სუსტია კლიმატის ცვლილება გაზაფხულზე. ყველაზე ხანგრძლივი

ვეგეტაციის პერიოდი და მაღალი აქტიურ ტემპერატურათა ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) ჯამი იყო და რჩება ლაგოდესში. ყველაზე მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი არის დედოფლისწყაროში და მერე საგარეჯოში. ნალექები ვეგეტაციის პერიოდში ყველაზე მაღალია ლაგოდესში, ყველაზე მცირე კი დედოფლისწყაროში. ნალექები მომატებულია ლაგოდესში, სხვაგან კი ყველგან დაკლებულია, ყველაზე მეტად კი ახმეტაში.

1. 4. კლიმატური ფაქტორების მოსალოდნელი ცვლილებები გლობალური დათბობის ფონზე

კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინების [11] ფარგლებში მოხდა კლიმატური ფაქტორების ცვლილების შეფასება საქართველოს 33 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების მონაცემებზე დაყრდნობით 1961 – 2010 წწ პერიოდში. ვინაიდან სადგურების უმრავლესობა ბარში მდებარეობს მთიანი ნაწილების დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა მთელი დედამიწის 50 კმ-იან ბადეზე დაკვირვების სადგურებიდან მიღებული ინფორმაციის სივრცულ დროითი ინტერპოლირების მეთოდი კლიმატური ელემენტის მნიშვნელობის გამოსათვლელად. მონაცემთა ბაზაზე კლიმატის რეგიონული მოდელის RegCM4-ის გამოყენებით კახეთის თითოეული 8 მეტეოსადგურისათვის ცალ-ცალკე შედგენილ იქნა საპროგნოზო სცენარები 2021 – 2050 და 2071 – 2100 წლების პერიოდისათვის.

1. 4. 1. ჰაერის ტემპერატურის მოსალოდნელი მნიშვნელობები

ცხრ. 1. 4. 1 -ის მონაცემების მიხედვით 2021 – 2050 წლებში 1986 – 2010 წლებთან შედარებით კახეთის ტერიტორიაზე ყველა სადგურზე მოსალოდნელია საშუალო წლიური ტემპერატურის მატება $1 - 1,2^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო სეზონური ტემპერატურის $0,7^{\circ}\text{C}$ -დან $1,4^{\circ}\text{C}$ -მდე. თუ 2010 წლამდე 1985 წელთან შედარებით ტემპერატურის ნაზრდმა მაქსიმუმს მიაღწია ზაფხულში $0,8^{\circ}\text{C}$ -მდე, ხოლო მინიმალური მატება იყო გაზაფხულზე $0,2^{\circ}\text{C}$ -მდე, 2050 წლისათვის კახეთში მოსალოდნელია საშუალო ტემპერატურის მატება ყველა სეზონზე $1,1 - 1,2^{\circ}\text{C}$ -ით. საშუალო წლიური ტემპერატურების მაღალი ნამატი ($1,2^{\circ}\text{C}$) მოსალოდნელია ლაგოდესში, გურჯაანში, თელავსა და წნორში, დაბალი ნამატი ($1,0^{\circ}\text{C}$) იქნება დედოფლისწყაროში. სეზონური ტემპერატურების დიდი ნამატი ($1,4^{\circ}\text{C}$) მოსალოდნელია გაზაფხულზე წნორში და შემოდგომაზე ლაგოდესში. ყველაზე მცირე ნამატი ($0,7^{\circ}\text{C}$) იქნება ზაფხულში დედოფლისწყაროში.

ყველაზე მაღალი საშუალო წლიური ტემპერატურები ($14,6 - 14,7^{\circ}\text{C}$) 2021 – 2050 წლებში მოსალოდნელია ლაგოდესში, თელავსა და წნორში, ყველაზე დაბალი ($12,3^{\circ}\text{C}$) კი იქნება დედოფლისწყაროში. რაც შეეხება სეზონურ ტემპერატურებს, ზამთარში მაღალი საშუალო ტემპერატურა ($4,4^{\circ}\text{C}$) იქნება ლაგოდესში, დაბალი ($2,1^{\circ}\text{C}$) კი დედოფლისწყაროში. გაზაფხულზე 14°C -იანი ტემპერატურა მოსალოდნელია წნორში, 11°C -იანი კი იქნება დედოფლისწყაროში. ზაფხულში მაღალი ($25,4^{\circ}\text{C}$) ტემპერატურა იქნება ასევე წნორში, დაბალი ($22,8^{\circ}\text{C}$) კი ისევ დედოფლისწყაროში. შემოდგომაზე მაღალი ტემპერატურა ($17,9^{\circ}\text{C}$) იქნება ლაგოდესში, დაბალი ($15,6$) კი ისევ დედოფლისწყაროშია მოსალოდნელი. 2071 – 2100 წლებში საშუალო წლიური +ტემპერატურის ნამატი 1986 – 2010 წლებთან შედარებით იქნება $3,3 - 3,6$ °C. მაღალი ნამატი ($3,6^{\circ}\text{C}$) მოსალოდნელია გურჯაანში. დაბალი ($3,3^{\circ}\text{C}$) კი იქნება დედოფლისწყაროში. მაღალი საშუალო წლიური ტემპერატურა 17°C მოსალოდნელია ლაგოდესში, შედარებით დაბალი (14°C) კი დედოფლისწყაროში.

სეზონური ტემპერატურების ნამატი 2021 – 2050 წლებთან შედარებით მერყეობს $2,3^{\circ}\text{C}$ -დან $4,2^{\circ}\text{C}$ -მდე. ზამთარში ყველაზე მაღალი ნამატი (3°C) იქნება ყვარელსა და თელავში, მცირე ნამატი კი ($2,3^{\circ}\text{C}$) იქნება წნორში. ზამთრის მაღალი ტემპერატურა

(6,1°C) იქნება ყვარელსა და ლაგოდეხში, მცირე (3,6°C) კი იქნება დედოფლისწყაროში. გაზაფხულზე ტემპერატურის მაღალი ნამატი (4°C) იქნება წნორში, დაბალი (3,3°C) კი ახმეტაში. გაზაფხულზე შედარებით მაღალი ტემპერატურები (16,6°C) იქნება წნორში, დაბალი (13,6°C) კი დედოფლისწყაროში. ზაფხულში ტემპერატურის მაღალი ნამატი (4,2°C) მოსალოდნელია გურჯაანში, წნორში, ზაფხულის მაღალი ტემპერატურები (28,3°C) იქნება წნორში, შედარებით დაბალი (25,6°C) იქნება დედოფლისწყაროში.

ცხრილი 1. 4. 1. ჰაერის საშუალო ტემპერატურის სეზონური და წლიური მნიშვნელობები (T, °C): T₃ – 1986-2010 წწ, T₄–2021-2050წწ, T₅–2071-2100წწ და მათ შორის ცვლილებები: Δ₃ და Δ₄ [11]

სადგური	სიმაღლე მ	T ₃	T ₄	T ₅	Δ ₃	Δ ₄	T ₃	T ₄	T ₅	Δ ₃	Δ ₄		
		ზამთარი						ზაფხული					
დედოფლისწყარო	800	1,0	2,1	3,6	1,1	2,6	22,1	22,8	25,6	0,7	3,5		
ყვარელი	448	3,1	4,2	6,1	1,1	3,0	23,4	24,5	27,2	1,1	3,8		
ლაგოდეხი	437	3,2	4,4	6,1	1,2	2,9	23,8	25,0	27,9	1,2	4,1		
გურჯაანი	415	2,8	4,1	5,7	1,3	2,9	23,3	24,6	27,5	1,3	4,2		
თელავი	568	2,4	3,7	5,5	1,3	3,1	22,7	23,8	26,6	1,1	3,9		
წნორი	223	2,6	3,5	4,9	0,9	2,3	24,1	25,4	28,3	1,3	4,2		
ახმეტა	567	2,8	3,9	5,7	1,1	2,9	22,9	23,8	26,7	0,9	3,8		
საგარეჯო	802	1,9	3,0	4,6	1,1	2,7	21,7	22,9	25,8	1,2	4,1		
საშუალო		2,5	3,6	6,3	1,1	2,8	23,0	24,1	27,0	1,0	4,0		
		გაზაფხული						შემოდგომა					
დედოფლისწყარო	800	9,9	11,1	13,6	1,2	3,7	12,2	13,2	15,6	1,0	3,4		
ყვარელი	448	12,4	13,5	15,9	1,1	3,5	14,0	15,1	17,5	1,1	3,5		
ლაგოდეხი	437	12,6	13,8	16,3	1,2	3,7	14,3	15,7	17,9	1,4	3,6		
გურჯაანი	415	12,3	13,6	16,0	1,3	3,7	13,8	15,1	17,6	1,3	3,8		
თელავი	568	11,7	12,9	15,2	1,2	3,5	13,2	14,5	16,9	1,3	3,7		
წნორი	223	12,6	14,0	16,6	1,4	4,0	14,2	15,5	17,7	1,3	3,5		
ახმეტა	567	12,0	13,0	15,3	1,0	3,3	13,6	14,8	17,3	1,2	3,7		
საგარეჯო	802	10,6	11,6	14,0	1,0	3,4	12,5	13,7	16,2	1,2	3,7		
საშუალო		11,8	13,0	15,3	1,2	3,6	13,8	14,7	17,1	1,2	3,6		
		წელიწადი											
დედოფლისწყარო	800	11,3	12,3	14,6	1,0	3,3							
ყვარელი	448	13,2	14,3	16,7	1,1	3,5							
ლაგოდეხი	437	13,5	14,7	17,0	1,2	3,5							
გურჯაანი	415	13,1	14,3	16,7	1,2	3,6							
თელავი	568	12,5	13,7	16,0	1,2	3,5							
წნორი	223	13,4,7	14,6	16,9	1,2	3,5							
ახმეტა	567	12,8	13,9	16,2	1,1	3,4							
საგარეჯო	802	11,7	12,8	15,2	1,1	3,5							
საშუალო		12,7	13,8	16,2	1,1	3,1							

შემოდგომაზე მაღალი ნამატი (3,8°C) იქნება გურჯაანში, დაბალი (3,4) კი ისევ დედოფლისწყაროში. შემოდგომის საშუალო სეზონური ტემპერატურის მაღალი მნიშვნელობა (17,9°C) იქნება ლაგოდეხში, დაბალი ტემპერატურები (15,6°C) კი კვლავ დედოფლისწყაროში.

ამრიგად, პროგნოზების თანახმად კახეთის მთელ ტერიტორიაზე მოსალოდნელია როგორც საშუალო წლიური, ასევე საშუალო სეზონური ტემპერატურების მნიშვნელოვანი მატება. 8 მეტეოსადგურის მონაცემებით, თუ კახეთში საშუალო წლიური ტემპერატურა 1986 – 2010 წლებში იყო 12,7°C, 2021 – 2050 წლებში იქნება 13,8°C, ხოლო 2071 – 2100 წლებში კი ის გაიზრდება 16,2°C-მდე. ე.ი. დღევანდელთან შედარებით 2021 – 2050 წლებში 1,1°C-ით, ხოლო 2071 – 2100 წლებში 3,5°C-ით მოიმატებს, რაც მეტად საყურადღებოა და საგულისხმოა სოფლის მეურნეობის

განვითარებისათვის, კერძოდ ის ფაქტი, რომ საკმაოდ გაიზრდება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა. ეს კი საშუალებას მოგვცემს ერთი მოსავლის მაგივრად ორი, ზოგიერთი მცენარისა კი სამი მოსავალი მივიღოთ, მაგრამ ამისათვის ასეთი მაღალი ტემპერატურების პირობებში უფრო გაიზრდება აორთქლება და აუცილებელი იქნება მცენარეთა წყლით უზრუნველყოფა, რაც დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასა და მდინარეთა წყლიანობაზე.

1. 4. 2. ატმოსფერული ნალექების მოსალოდნელი მნიშვნელობები

ცხრ. 1.4.2-ში მოცემულია ატმოსფერული ნალექების 1986 – 2010 წლებში აღრიცხული და მათი მოსალოდნელი მნიშვნელობები 2021 – 2050 და 2071 – 2100 წლებისათვის და მათი ცვლილებები %-ში. მათი ანალიზიდან ირკვევა, რომ 2021 – 2050 წლებში მოსალოდნელია ძირითადად ნალექების შემცირება -10 – 25%-მდე. ნალექების კლება კი მოხდება ზამთარში 6%-დან (წნორში) 44%-მდე (საგარეჯოში). ზაფხულში ნალექების კლება იქნება მხოლოდ ყვარელში (-5,8%) და ლაგოდეხში (-15,9%), დანარჩენ მეტეოსადგურებზე კი მოსალოდნელია ნალექების მატება 6,1%-დან (თელავში), 14,2%-მდე (გურჯაანში). შემოდგომაზე ნალექების კლება იქნება დედოფლისწყაროში (-4,6%), თელავში (-4,9%) და წნორში (-2,2%). დანარჩენ 5 მეტეოსადგურზე იქნება ნალექების მატება 0,4%-დან (გურჯაანში) 11,4%-მდე (ახმეტაში).

ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამები 2021 – 2050 წლებში შემცირდება დედოფლისწყაროში -4%-ით, ლაგოდეხში -6%-ით და წნორში -5%-ით, დანარჩენ 5 მეტეოსადგურზე კი მოსალოდნელია მათი მატება 0,9%-დან (ყვარელში) 7,5%-მდე (საგარეჯოში).

2071 – 2100 წლებში კახეთის ტერიტორიაზე წლიური ნალექების ჯამი საგრძნობლად შემცირდება -9,9%-დან (საგარეჯოში) -21,9%-მდე (ლაგოდეხში). ზამთარში სეზონური ნალექების ჯამი მოიმატებს მხოლოდ საგარეჯოში (10,5%-ით) და დედოფლისწყაროში (13,5%-ით), დანარჩენ ტერიტორიაზე კი მცირდება ნალექები -24%-დან (ყვარელი) -55%-მდე (დედოფლისწყაროში). ზაფხულის სეზონში ნალექები ყველგან დაიკლებს -5,5%-დან (დედოფლისწყაროში) -19,1%-მდე (წნორში).

ასეთი ცვლილებების შედეგად 2100 წლისათვის კახეთის ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი იქნება 501 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 595 მმ-სა), 829 მმ-მდე (ლაგოდეხში, ნაცვლად 1061 მმ-სა). ზამთარში ნალექების ჯამი მოსალოდნელია იცვლებოდეს 80 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 90 მმ-სა), 107 მმ-მდე (ყვარელში, ნაცვლად 131 მმ-სა). გაზაფხულზე ნალექების ჯამი იქნება 96 მმ-დან (დედოფლისწყაროში, ნაცვლად 212მმ-სა) 228მმ-მდე (ლაგოდეხში, ნაცვლად 332 მმ-სა). ზაფხულში ნალექების ჯამი იცვლება 161 მმ-დან (წნორში), 244 მმ-მდე (ლაგოდეხში, ნაცვლად 319 მმ-სა). შემოდგომაზე კი ნალექების ჯამი მერყეობს 120 მმ-დან (წნორში, ნაცვლად 148 მმ-სა), 242 მმ-მდე (ლაგოდეხში, ნაცვლად 273 მმ-სა).

რაც შეეხება გვაღვიანობის პროგნოზებს, მათი ცვლილებებიც რაოდენობრივად გამოთვლილ იქნა კლიმატის მესამე ეროვნული შეტყობინებების [11] ფარგლებში SPI-ს მეთოდით [12], რომლის მიხედვით გვაღვიები 2021 – 2050 წლებში ძირითადად მცირდება, რადგან მცირდება მკაცრი გვაღვიები, სიმშრალის რისკი კი იზრდება ლაგოდეხის ტერიტორიაზე. ერთთვიანი გვაღვი ყველაზე მეტად იმატებს საგარეჯოში, აქ ასევე იმატებს ექსტრემალური გვაღვიების რაოდენობა. ექსტრემალური გვაღვიები ყველაზე მეტად მოსალოდნელია დედოფლისწყაროში, თელავსა და ყვარელში, აგრეთვე ახმეტაში.

ამრიგად შეიძლება ითქვას, რომ სოფლის მეურნეობის რისკები 2021 – 2050 წლებში კახეთის უმეტეს ტერიტორიაზე მცირდება, რადგან მცირდება მკაცრი გვაღვიები. იზრდება სავეგეტაციო პერიოდი და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, თუმცა

სეტყვის პრობლემა (გურჯაანი, თელავი, ყვარელი) და გაზაფხულის ძლიერი ქარები (დედოფლისწყაროსა და სიღნაღში) კვლავ რჩება, რაც შეეხება 2071 – 2100 წლების პერიოდს, დროის ამ მონაკვეთში პროგნოზის თანახმად, ყველა ტიპის გვალვები მოიმატებს.

ცხრილი 1. 4. 2. ნალექების (P, მმ) სეზონური და წლიური ჯამების მნიშვნელობები: P₃ – 1986-2010 წწ, P₄–2021-2050წწ, P₅–2071-2100წწ და მათ შორის ცვლილებები (%): Δ₃, % და Δ₄, % [11]

სადგური	სიმაღლე მ	P ₃	P ₄	P ₅	Δ ₃	Δ ₄	P ₃	P ₄	P ₅	Δ ₃	Δ ₄	
		ზამთარი					ზაფხული					
დედოფლისწყარო	800	83	97	94	16,1	13,5	166	188	186	13,5	12,2	
ყვარელი	448	131	181	107	38,7	-17,9	290	273	235	-5,8	-19	
ლაგოდეხი	437	139	179	105	28,6	-24,7	319	268	240	-15,9	-24,7	
გურჯაანი	415	107	141	94	32,4	-11,4	207	236	197	14,2	-4,7	
თელავი	568	94	134	80	43,4	-14,6	233	247	211	6,1	-9,5	
წნორი	223	90	95	80	6,4	-10,7	160	174	161	8,9	0,8	
ახმეტა	567	105	137	90	31,2	-13,1	213	228	195	6,6	-8,7	
საგარეჯო	802	94	135	104	44,1	10,5	198	226	198	14,1	-0,1	
საშუალო		105	137	94	30,1	-8,7	223	230	203	5,2	-6,7	
		გაზაფხული					შემოდგომა					
დედოფლისწყარო	800	212	160	96	-24,6	-54,9	153	146	145	-4,6	-5,5	
ყვარელი	448	297	263	226	-11,4	-23,8	246	254	224	3,2	-8,9	
ლაგოდეხი	437	332	260	228	-21,7	-31,3	273	288	242	5,2	-11,5	
გურჯაანი	415	262	209	175	-20,3	-33,1	201	201	173	0,4	-13,7	
თელავი	568	251	216	178	-13,8	-28,9	184	175	159	-4,9	-13,7	
წნორი	223	199	152	136	-23,6	-31,8	148	145	120	-2,2	-19,1	
ახმეტა	567	231	200	166	-13,2	-28,2	177	198	163	11,4	-8,2	
საგარეჯო	802	245	221	169	-9,8	-31,0	191	201	171	4,8	-10,8	
საშუალო		254	210	172	-16,0	-32,9	197	201	175	1,5	-11,4	
		წელიწადი										
დედოფლისწყარო	800	612	589	525	-3,8	-14,2						
ყვარელი	448	961	970	804	0,9	-16,4						
ლაგოდეხი	437	1061	994	829	-6,3	-21,9						
გურჯაანი	415	774	786	647	1,6	-16,3						
თელავი	568	760	771	636	1,5	-16,2						
წნორი	223	595	586	501	-4,9	-15,8						
ახმეტა	567	726	762	606	5,0	-16,5						
საგარეჯო	802	427	781	655	7,5	-9,9						
საშუალო		777	771	650	0,3	-15,9						

თაზო II. მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსების გამოყენება

2.1. ზედაპირული წყლის რესურსების გამოყენება

ვინაიდან კახეთი წარმოადგენს მიწათმოქმედების ძირითად მხარეს საქართველოში, სადაც ჰავა სავეგეტაციო პერიოდში შედარებით მშრალია, ამიტომ მდ. ალაზნის წყლის რესურსები აქტიურად გამოიყენება აქ სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად და აგრეთვე სარწყავ არხებზე კომპლექსური მეთოდით ჰიდროენერჯის მისაღებად. მდ. ალაზანი და მისი შენაკადები, რომლებიც დიდი ვარდნითა და წყალუხვობით გამოირჩევიან, დიდ პოტენციურ ჰიდროენერგო მარაგს შეიცავენ, მაგრამ ისინი ჯერჯერობით მცირედ გამოიყენებიან. აქ ყველაზე მძლავრი ჰიდროელექტრო სადგურია ალაზან-ჰესი, რომელიც აგებულია ს. ვეჯინთან ალაზნის სარწყავი სისტემის მაგისტრალურ არხზე, ბაკურციხის წყალსაგდებზე 1942 წ. მისი სიმძლავერე 4800 კვტ, ხოლო გამომუშავებული წლიური ენერჯია 25 მლნ კვტ-ს შეადგენს. ის მიერთებული იქნა საქენერგოს სისტემასთან, რითაც გაუმჯობესდა შიდა კახეთის ელექტრო ენერჯით მომარაგება [30].

მდ. ლაგოდეხისწყალზე და მდ. კაბალაზე აგებულია მცირე სიმძლავრის ჰიდროელექტროსადგურები, რომლებიც ამარაგებენ ლაგოდეხის რაიონს ელექტრო ენერჯით. ამჟამად ჩინელების მიერ აგებულია ხადორის ჰიდროელექტროსადგური.

მომავლისათვის ალაზნის სარწყავ სისტემაზე გათვალისწინებულია უფრო მძლავრი კომპლექსური ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობები, რომლებიც ელექტროდენით უზრუნველყოფენ როგორც სარწყავი სისტემების მეურნეობას, ისე შიდა კახეთის სოფლის მეურნეობის და მრეწველობის ელექტროფიკაციას, რაც გაზრდის შრომის ნაყოფიერებას და შეამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას.

კახეთის ტერიტორიაზე ნიადაგის შედგენილობა და აგროკლიმატური პირობები, განსაკუთრებით მდ. ალაზნის მარჯვენა მხარეზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის აუცილებლობაზე მიუთითებს. ამიტომ ალაზნის ვაკეზე და მთისწინების ზოლში კახეთის მოსახლეობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რწყვას უძველესი დროიდან მისდევდა.

აღსანიშნავია, რომ 1937 წელს არქეოლოგიური გათხრების დროს, აღმოაჩინეს თამარ მეფისდროინდელი ალაზნის სარწყავი არხი, რომლის სიგრძე 119 კმ-ს უდრიდა და 53 ათას ჰექტარს რწყავდა [4]. მაგრამ შემდგომ გამუდმებული დაპყრობითი ომების შედეგად განადგურდა. მოსახლეობა იძულებული იყო მორწყვისათვის არასაინჟინრო ტიპის პრიმიტიულად მოწყობილი სარწყავი არხები გამოეყენებინა. 1912 წ. ინჟ. პ.ამარაძემ შეადგინა ალაზნის სარწყავი სისტემა. მაგრამ მხოლოდ 1924 წ. დაიწყო ალაზნის ქვემო სარწყავი სისტემის მაგისტრალური არხის მშენებლობა, რომელიც 1930 წელს დამთავრდა, ხოლო მთელი სისტემისა 1933 წ. დასრულდა.

ალაზნის ქვემო სარწყავი სისტემის სათავის ნაგებობა მოწყობილია მდ.ჩელთის შესართავის ქვევით ს. კონდოლთან. წყალმიმღებიდან 20 მ³წყალი მიედინება მდ.ალაზნის მარჯვენა მხარეზე ს. კატანისკენ, გაივლის სოფლებს: ბაკურციხეს, კარდანახს, ძველ ანაგას და ზემო ქედთან ერთვის მდ. ალაზანს. მაგისტრალური არხის სიგრძე 96 კმ. ალაზნის ქვემო სარწყავი სისტემის მომსახურების ზონაში შედის თელავის, გურჯაანის, სიღნაღის და წითელწყაროს რაიონების 34426 ჰა სარწყავი ფართობი. არხში წყალი მთელი წლის განმავლობაში მიედინება, რაც ზრდის არხის ფსკერის და ნაპირების დეფორმაციას და ხშირად მოითხოვს გაწმენდას. არხის რეკონსტრუქცია 1945 წლიდან დაიწყო და ჯერაც არ არის დამთავრებული. იზრდება მისი რწყვის უნარიანობა და სარწყავი ფართობები.

შიდა კახეთში გარდა ალაზნის ქვემო საინჟინრო ტიპის სარწყავი სისტემისა, მოსარწყავად მოწყობილია მრავალი არასაინჟინრო ან ნახევრადსაინჟინრო ტიპის სარწყავი არხები, რომლებიც მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადებიდან საზრდოობენ.

მაგ. ახმეტის რაიონში მდ. ალაზნის მარცხენა ნაპირიდან №1 და №2 სარწყავი არხებით ირწყვება 1290 ჰა ფართობის მიწები, თელავის რაიონში გარდა ლოპოტის არხისა მოსარწყავად იყენებენ წყაროებს და ნაკადულებს, ლაგოდეხის რაიონში კი გარდა ლაგოდეხის არხისა სარწყავად გამოიყენება დელეები, ხეხები და წყაროები.

ცხრილ 2.1.1.-ში მოცემულია შიდა კახეთის სარწყავი სისტემების არხები, საანგარიშო მიწის ფართობები, მორწყული და მოსარწყავი ფართობები. ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემის მშენებლობა დაიწყო 1965 წ. მაგისტრალური არხის ნაგებობა მოწყობილია მდ. ალაზნის ზემო წელში პანკისის ხეობაში მდ. ლოპოტას შესართავის ზევით ს. დუისთან. მაგისტრალური არხი მიედინება მდ. მარჯვენა მხარეზე. მისი სიგრძე ს. ფაფრისხევამდე 79 კმ მისი წყალგამტარიანობა 24 მ³/წმ. ამ არხით და გამანაწილებელი არხებით შიდა კახეთში მოირწყვება ახმეტის, თელავისა და გურჯაანის რაიონების 41 ათასი ჰექტარი ფართობი.

ზემო ალაზნის მაგისტრალური არხი ფაფრისხევს გადაკვეთს დიუკერის საშუალებით, შემდეგ იხრება მარჯვნივ და შედის ცივ-გომბორის ქედში გაჭრილ 15კმ გვირაბში და გადის გარე კახეთის ზეგანზე ს. არაშენდასთან. რამდენიმე კმ-ის შემდეგ დიუკერით გადაკვეთს მდ. ლაკებს ხეობას, გაჰყვება მდ. იორის მარჯვენა მხარეზე, შედის 8 კმ სიგრძის გვირაბში და მთავრდება ოლეს წყალსაცავთან, რომლის სასარგებლო წყლის მოცულობა 200 მლნ მ³ იქნება. მაგისტრალური არხის სიგრძე წყალსაცავამდე 107 კმ იქნება. ოლეს წყალსაცავიდან მაგისტრალური არხი 83 კმ სიგრძით მიემართება ტარიბანა-ელდარის მასივისაკენ და სულ ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემით მოირწყვება გარე კახეთის გვალვიანი მიწების 76 ათასი ჰექტარი ფართობი.

ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემის მშენებლობის გახანგრძლივება გამოიწვია არხის ტრასის, სარწყავი მასივების რთულმა რელიეფურმა და გეოლოგიურმა პირობებმა, რამაც მოითხოვა დიდი რაოდენობით ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, მიწისა და კლდეების სამუშაოები და სხვა. ნაგულისხმევია, რომ ზემო ალაზნის სისტემის დასრულების შემდეგ ყურძნის მოსავალი 2,5-ჯერ გაიზრდება. 1 ჰა ფართობიდან 40 ცენტნერის ნაცვლად მიიღება 100 ცენტნერი, ხილის მოსავალი 4-ჯერ გაიზრდება, ნაცვლად 20-ისა მიიღება 80 ცენტნერი, ხორბალი 12 ცენტნერის ნაცვლად 25 ცენტნერი იქნება, სიმინიდი 15-ის ნაცვლად 45 ცენტნერი. შედეგად სარწყავ სისტემაზე დაბანდებული თანხა 3-4 წელიწადში ანაზღაურდება [1].

ზემო ალაზნის სარწყავის მშენებლობის პარალელურად აშენდა ალაზნის მარჯვენა მხარეზე ჯოყოლო-მატანის სარწყავი არხი მდ. ალაზნის მარჯვენა ნაპირიდან ს. დუისთან და მორწყავს 1750 ჰა მიწას. მომავლისათვის გათვალისწინებულია მრავალი თვითდინებით არხების მშენებლობა. მორწყული და მოსარწყავად გათვალისწინებული სავარგულების ფართობები მოცემულია 2.1.1. ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ალაზნისა და მისი შენაკადების წლიური ჩამონადენი სავეგეტაციო პერიოდში მორწყავს შიდა კახეთის 150096 ჰა სავარგული მიწების ფართობს და გარე კახეთის 67 ათას ჰა. ე.ი. სულ 220 ათასი ჰა.

მდ. ალაზანში და მის შენაკადებში მრავალი სახის თევზი გვხვდება. სარწყავი ხასიათის თევზის ჭერას ადგილი აქვს ალაზნის ქვემო წელში სადაც მინგეჩაურის წყალსაცავიდან სხვადასხვა სახის თევზის დიდი რაოდენობა შემოდის. მათ იჭერს მინგეჩაურის თევზსაჭერი მეურნეობა. თელავის რაიონის ს. კონდოლის სატბორე მეურნეობაში წლიურად რამდენიმე ათას ცენტნერ თევზს იჭერენ და ქ. თბილისს აწვდიან. თევზის ჭერას სარეწი ხასიათი ექნება მდ. ბურსას ხეობაში მოწყობილ წყალსატევეში, რომელსაც ყვარლის ზღვა ეწოდება. ეს წყალსატევი გარდა თევზის გამრავლებისა, წარმოადგენს დასასვენებელ ადგილს.

ანალოგიური წყალსაცავი ეწყობა მდ. ღურუჯის მარჯვენა მხარეზე, რომელსაც კუდიგორის ზღვას უწოდებენ, რომელიც გამოყენებულ იქნება არამარტო თევზჭერის, არამედ აგრეთვე 100 ჰა მიწის მოსარწყავად.

ცხრილი 2. 1. 1. შიდა კახეთის სარწყავი სისტემების არხები, საანგარიშო მიწის ფართობები, მორწყული და მოსარწყავი ფართობები [4]

№	სარწყავი სისტემებისა და სარწყავი არხების დასახელება	საზრდობის წყარო	საანგარიშო მიწის ფართობი ჰა	არსებული სარწყავი ფართობი ჰა	სარწყავი ფართობი	
					მშენებარე, ჰა	გათვალისწინებული
1	2	3	4	5	6	7
1	ალაზნის ქვემო სარწყავი სისტემა	მდ. ალაზანი	34416	34416		
2	ალაზნის მარცხენა არხი	მდ. ალაზანი	1290	1290		
3	ალაზნის ზემო სარწყავი სისტემა	მდ. ალაზანი	41000		41000	
4	ალაზნის მარჯვენა არხი	ზემო ალაზნის სისტემა	22000			22000
5	ჯოყოლო-მატანის არხი	მდ. ალაზანი	1750	1750		
6	აღვანის არხი	მდ. ალაზანი	960			960
7	წნორი-მილარის სარწყავი სისტემა	მდ. ალაზანი	6000			6000
8	ილტოს სარწყავი არხი	მდ. ილტო	480	480		
9	ახმეტის სარწყავი არხი	მდ. ილტო	1120	1120		
10	მატანის სარწყავი არხი	მდ. ილტო	680	680		
11	თურდოს სარწყავი არხი	მდ. თურდო	270	270		
12	ნაურდილის არხი	მდ. სტორი	11030	11030		9910
13	ლაღისყურის არხი		1060	1060		1060
14	დიდხევის სარწყავი არხი	მდ. დიდხევი	570	570		
15	სანიორეს სარწყავი არხი	მდ. დიდხევი	530	530		
16	ვედრების სარწყავი არხი	მდ. ლობოტა	1670	1670		
17	დურუჯის სარწყავი არხი	მდ. დურუჯი	820	820		
18	კაბალას სარწყავი არხი	მდ. კაბალა	2730	1730		1000
19	ბარსუბნის სარწყავი არხი	მდ. ბაისუბანი	660	660		
20	ბუდიონის სარწყავი არხი	მდ. ჩართლისხევი	1240	1240		
21	შრომა-კავშირის სარწყავი არხი	მდ. შრომისხევი	1140	1140		
22	ლაგოდების არხი	მდ. ლაგოდების წყალი	920	920		
23	ჩელთის სარწყავი არხი	მდ. ჩელთა	3000			3000
24	აფენის სარწყავი არხი	მდ. აფენისწყალი	530			530
25	თელავის, ყვარელის, ლაგოდების წვრილი არხები	წყაროები, ხეები და დელეები	14230	14230		
		სულ	150096	64636	41000	44430

2. 2. მიწისქვეშა წყლების გამოყენება

მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსებიდან აღსანიშნავია მიწისქვეშა წყლებიც, რომლებიც მოთავსებულია კავკასიონის ქედის სამხრეთი ფერდობისა და ცივ-

გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობს შორის და ცნობილია ალაზნის არტეზიული წყლების აუზის სახელწოდებით.

ალაზნის ვაკისათვის დამახასიათებელია მრავალრიცხოვანი გამოზიდვის კონუსები, რომლებიც ძირითადად აგებულია ქვიშნარ-რიყნარი ნაფენებით და წყალშემცველობით.

შიდა კახეთის მტკნარი მიწისქვეშა წყლები გამოყენებულია წყალმომარაგებისთვის, სარწყავად, სამეურნეო მოხმარებისთვის, ხოლო მინერალური წყაროების ნაწილი სამკურნალოდ.

შიდა კახეთის ქალაქებსა და მსხვილ დასახლებებში ცენტრალური წყალმომარაგება საქართველოში საბჭოთა ხელისუფლების დამყარებამდე ჰქონდათ. 1913-1914 წლებში წყალსადენები მოეწყო ქ. სიღნაღში, გურჯაანში და მათ მიმდებარე სოფლებში: ჩალაუბანი, მახხაანი, ვეჯინო, ჩუმლაყი, ველისციხე და სხვა. წყალსადენების ქსელის სიგრძე 3-4 კმ იყო. წყლის დღე-ღამური დებიტი 150-300 მ³-მდე ცვალებადობს. 1970 წ. დაბა წნორში შეიქმნა წყალსადენების ცენტრალური სამმართველო, რომლის დაქვემდებარებაში შედის სიღნაღის, ყვარლის და ლაგოდეხის რაიონების წყალსადენები, რამაც ხელი შეუწყო მოსახლეობის პიგიურად სუფთა წყლით მომარაგებას, წყალსადენების შეკეთებას და მშენებლობას [4].

მდ. ალაზნის აუზში მინერალური წყლების გამოსასვლელი არის კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, ასეთებია:

თორღვის აბანო – მაღალმთიანი ბალნეოლოგიური კლიმატური კურორტია თელავის რ-ში, თელავიდან 60 კმ-ს დაშორებით. მდ. სტორის შენაკადის – თორღვასხევის მარცხენა მხარეს 1850 მ სიმაღლეზე. აქ გამოედინება თერმული გოგირდოვანი წყლები დღე-ღამეში 600 ათასი ლიტრი. წყლის ტემპ. 36°C. 1950 წლიდან არის გზა, სააბაზანო შენობა, დამის სათევი დასასადილო. აქ მკურნალობენ გულ-სისხლძარღვებს, ნეფრიტს და სხვა დაავადებებს. სამკურნალო სეზონი 15 ივნისიდან 15 სექტემბრამდეა.

ზინობიანი (ოქტომბრიანი) – მდებარეობს ყვარლის რ-ში, ს. ზინობიანის ჩ.დ. 2,5 კმ-ზე ზღვის დონიდან 450 მ. აქ გამოედინება გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყალი რამდენიმე წყაროს სახით დღე-ღამეში 60 ათასი ლიტრი. მათი ტემპერატურა 16°C. 1930 წელს აქ შეიქმნა ბალნეოლოგიური კურორტი 8 ინდივიდუალური აბაზანით, სასადილო და სასტუმრო. მკურნალობენ სახსრებს, ნერვიულ სისტემას, ქალურ დაავადებებს და კანით დაავადებებს. სამკურნალო სეზონი 1 ივნისიდან 15 სექტემბრამდეა.

შაქრიანის (მუნისწყაროს) გოგირდოვანი მინერალური წყაროები გამოედინება ყვარლის რაიონში ს. შაქრიანის აღმოსავლეთით 2 კმ-ზე. აქ გამოედინება ოთხი წყარო, რომელთა საერთო დებიტი 70 ათასი ლ/დღ. ტემპ. 15-16°C. ადრე აქ ყოფილა აბანოები, რომლებიც შემდეგ დანგრეულა. 70-იან წლებშიააგეს სააბაზანო შენობა და დასასვენებელი სახლი. აქ მკურნალობენ ქალურ, რევმატულ, იშიახით და ეგზემით დაავადებულებებს. წინათ აქ მოდიოდნენ მუნით დაავადებულნი და ამიტომ მას მუნისწყაროს უწოდებდნენ.

ლაგოდეხის გოგირდოვანი მინერალური წყაროები მდებარეობს მდ. ლაგოდეხის წყლის ხეობაში. აქ წყაროების ორი ჯგუფი გამოედინება. პირველი 500-600 მ სიმაღლეზე, მეორე კი 1700-1800 მ სიმაღლეზე, რომელიც ჯერ გამოუყენებელია.

შიდა კახეთში არის სამკურნალო ტალახიც, რომელიც ბალნეოთერაპიაში გამოიყენება ქალური, რევმატულ და სხვა დაავადებების სამკურნალოდ.

ახტალა – მდებარეობს გურჯაანის რ-ში რკინიგზის სადგურიდან 0,5 კმ-ზე 412მ სიმაღლეზე. ახტალას ხალხი უძველესი დროიდან იცნობდა არამარტო საქართველოში, არამედ მთელ საბჭოთა კავშირში. ახტალის პატარა ვულკანები მოთავსებულია ერთი ჰექტარი ფართობის ქვაბულში, სადაც არის ცხრა ტალახის ვულკანი, რომელთა კრატერებიდან ხმაურით ამოდის ღია მუქი ნაცრისფერი

გოგირდწყალბადიანი და ნავთობიანი გაზით მდიდარი ტალახი. ტალახი ზევიდან ნავთობის თხელი აფსკით არის დაფარული. ტალახის ტემპერატურა 20-22°C ამოსული ტალახების მთლიანი მოცულობა 20-30 მ³ აღწევს.

კურორტ ახტალაში მოთავსებულია 75 ადგილიანი სანატორიუმი, 1932 წ. ააგეს სააბაზანო შენობა 60 აბაზანით, მოწყობილია პოლიკლინიკა, სადაც მუშაობს დიაგნოსტიკური ლაბორატორია, რენდგენის კაბინეტი და ფიზიოთერაპიული განყოფილება. კურორტის სეზონია 1 ივნისიდან - 19 ოქტომბრამდე [1].

ბოლო დროს ახტალის ტალახის დიდი რაოდენობა მიდის ქალაქებში: თბილისში, ბორჯომში, ქუთაისში და სხვა თერაპიულ დაწესებულებებში.

კახეთში გარდა ახტალისა, ტალახის ამოსასვლელებია ბაქანაში, ფხოველში, ჩერემში და სხვა.

ამგვარად მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსები და ტალახი ქვეყნის მეურნეობაში ფართოდ არის გამოყენებული ხალხის საკეთილდღეოდ.

თავი III. მდ. ალაზნის აუზის ჰიდროლოგიური მონიტორინგი

3. 1. აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი

მდ. ალაზანი იწყება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მთა ბორბალოს მახლობლად 3000 მ სიმაღლეზე. სათავიდან 24კმ სიგრძეზე მას მოსახლეობა წიფლოვანის ხევის წყალს უწოდებს, ხოლო სოფ. ხადორთან 825 მ სიმაღლეზე მდ.სამეურისწყალთან შეერთების შედეგად მას ალაზანს უწოდებენ. სოფ. ქორბუდესთან მდ. ალაზანი ვიწრო ხეობიდან გამოდის და 18კმ მანძილზე, მდ. ილტოს შესართავამდე მოედინება პანკისის ფართო ხეობაში. შემდეგ მიემართება სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ ალაზნის ვაკეზე, მდ. აგრიჩაის შესართავიდან ღებულობს სამხრეთულ მიმართულებას და ახერბაიჯანის ტერიტორიაზე მინგეჩაურის წყალსაცავს ერთვის.

მდ. ალაზნის მთლიანი სიგრძე 407კმ, წყალშემკრები აუზის ფართობი 11800კმ². აუზის ზემო წელი 20კმ სიგრძით ქ.ახმეტამდე მდებარეობს დიდი კავკასიონის მთიან სისტემაში, დანარჩენი ნაწილით შედის კახეთის მთათაშორის დაბლობში.

ნახ. 3.1.1.-დან ჩანს, რომ მდ. ალაზანს მრავალი შენაკადი ერთვის. სულ აუზში 1803 მდინარეა, რომელთა საერთო სიგრძე 6851კმ. მათგან 1701 მდინარის სიგრძე 10კმ-ზე ნაკლებია (4063კმ საერთო სიგრძით), დანარჩენი 64 მდინარის სიგრძე 10–25კმ-მდე იცვლება. 33 მდინარის სიგრძე 25-დან 50კმ-მდეა. 3 მდინარისა კი 50-დან 100კმ-მდე, მხოლოდ 2 მდინარის სიგრძეა 100კმ-ზე მეტი. უშუალოდ მდ. ალაზანს უერთდება 53 შენაკადი, რომელთა სიგრძე 10 კმ-ზე მეტია.

3.1.1. ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზში შესწავლილ მდინარეთა ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები და მათი დაკვირვების რიგები. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ყველა შესწავლილი ჰიდროგრაფიული არის მდ.ალაზნის მარცხენა შენაკადებზე და არც ერთ მარჯვენა შენაკადზე არ არის დაკვირვებათა მონაცემები.

მდ. ალაზნის აუზს აქვს ასიმეტრიული ფორმა, რადგან 65% მოდის მარცხენა მხარეზე და მხოლოდ 35% ფართობისა არის მარჯვენა მხარეზე. მარცხენა მხარის შენაკადებიდან საქართველოს ფარგლებში აღსანიშნავია სტორი, დიდხევი, ლოპოტა, ინწობა, ჩელთი, დურუჯი და სხვა. მარჯვენა მხარის შენაკადები: ილტო, თურდო, კისისხევი, ჩერემისხევი და სხვა. მარჯვენა მხარეზე სამხრეთ-აღმოსავლეთი მონაკვეთი მდინარეთა ქსელს მოკლებულია და აქ ალაზანს მხოლოდ მშრალი ხეობები ერთვის.

მდ. ალაზნის მარცხენა მხარის შენაკადები, რომლებიც კავკასიონის სამხრეთ ციცაბო ფერდობებზე ჩამოედინებიან, ხასიათდებიან უხვწყლიანობით, ვიწრო ღრმა ფერდობებით, ჭორომიანი და ჩანჩქერებიანი კალაპოტით. აწარმოებენ გაძლიერებულ სიღრმით ეროზიას, ქვემო წელში გამოაქვთ დიდი რაოდენობით ნატანი მასალა და გამოზიდვის კონუსებს ქმნიან. აქ ისინი იტოტებიან და შესართავის მახლობლად ვიწრო კალაპოტით ერთიან მდ. ალაზანს.

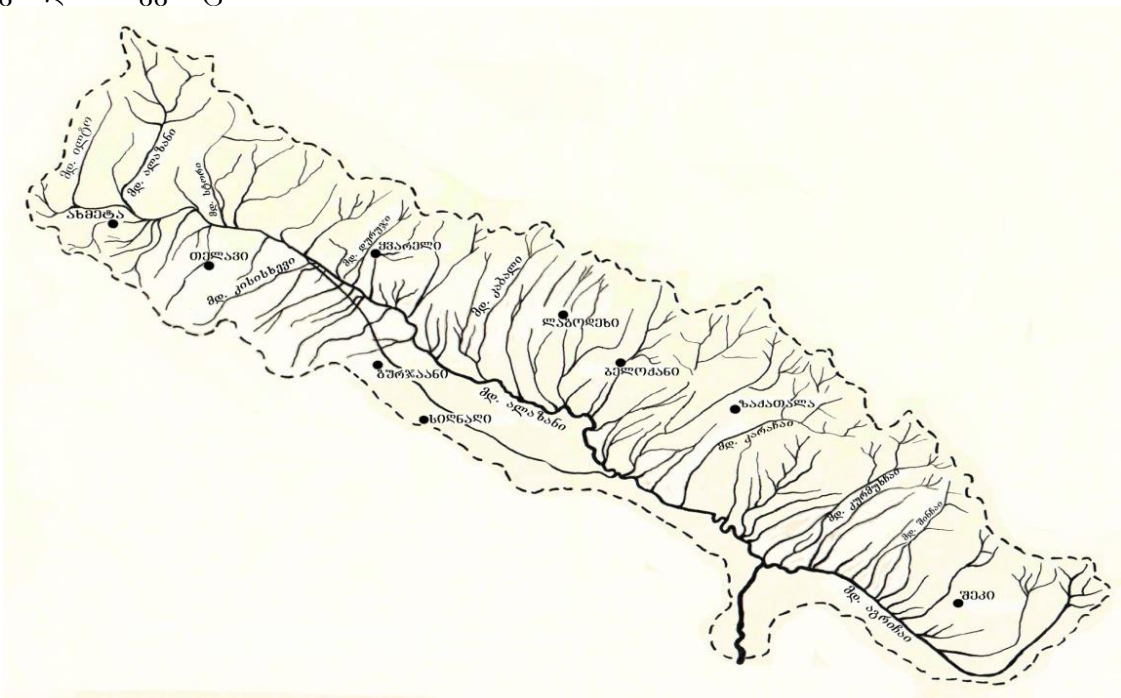
მარჯვენა მხარის შენაკადები შედარებით ნაკლები წყლიანობით ხასიათდებიან და აქვთ მცირე ვარდნა. მდ. ალაზნის ორივე მხარის შენაკადებისათვის დამახასიათებელია დვარცოფები, რომელთაც დიდი რაოდენობით ჩამოაქვთ ნატანი მასალა და შიდა კახეთის მოსახლეობის და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს დიდ ზიანს აყენებს [4].

მდ. ალაზნის ზემო წელი მდებარეობს დიდი კავკასიონის მთების სისტემაში და განეკუთვნება მაღალ მთიან რეგიონს. ამ ნაწილში მდინარეს აქვს ღრმა და ვიწრო კალაპოტი, გარშემორტყმული ძლიერ დაქანებული, ადგილ-ადგილ უფსკრულოვანი კლდეებით. წყალშემკრები აუზის 2000 – 2200 მ სიმაღლის ზემოთ ვრცელდება ალპური ბალახეულობით დაფარული მდელოები, მის ქვემოთ 400 მ სიმაღლემდე მუხნარი, წიფლნარი და რხცილნარი ტყეებია.

მდ. ალაზანს სათავიდან ბახტრიონამდე ჩქარი დინება ახასიათებს. ბახტრიონის ქვემოთ ალაზანი ვაკის მდინარედ იქცევა და ახასიათებს შედარებით წყნარი დინება.

ახმეტის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ალაზანი მიედინება პირდაპირი ხაზით 50კმ სიგრძეზე, სადაც მარჯვენა მხრიდან მას უერთდება მდ. იღტო (სიგრძე 43კმ), რომელიც სათავეს იღებს ქართლისა და კახეთის ქედების შესაყართან და მიედინება სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით, მაგრამ სოფ.ნადუქნართან იგი მკვეთრად უხვევს აღმოსავლეთისკენ და ერთვის მდ. ალაზანს ქ. ახმეტის ჩრდილოეთით.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ალაზნის სხვა მარჯვენა შენაკადები, რომლებიც მას ალაზნის ვაკეზე გავლით უერთდებიან, მშრალი კლიმატის პირობებში კარგავენ წყალს ინტენსიურ აორთქლებაზე და ალუვიურ დანალექებში ჩაქონებაზე, და დაშრობის გამო ვეღარ აღწვენ მდ. ალაზანს შესართავამდე. ცხელი ზაფხულის პირობებში ჩვეულებრივად შრებიან მდინარეები რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი 20–30 კმ²-ია, ზოგიერთ შემთხვევაში დიდი სიმშრალის გამო შრება 150 კმ², ზოგიერთ შემთხვევაში დიდი სიმშრალის გამო შრება 150კმ² ფართობიანი აუზის მქონე მდინარეებიც.



ნახ. 3. 1. მდ. ალაზნის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი

ცხრილი 3. 1. 1. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები და დაკვირვების რიგები

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართობი	აუზის საშუალო სიმაღლე	მდინარის სიგრძე	მდინარის ვარდნა	პუნქტის სიმაღლე	აუზის ტყიანობა	მდინარის დახრილობა	დაკვირვების წლები	წლების რაოდენობა
	F (კმ ²)	H (მ)	L (კმ)	Δ H (მ)	H (მ) აბს.	T (%)	U (‰)	წლები	რიგი
ალაზანი – ბირკიანი	282	2200	32	1234	758	42	62	1950 – 1996	41
ალაზანი – შაქრიანი	2190	1260	95	2410	340	61	26	1925 – 2010	79
ალაზანი – ჭიაური	4530	980	173	2550	195	56	15	1925 – 1990	59
ალაზანი – ზემო ქედი	7490	900	279	2575	175	46	9	1958 – 1983	26
სამყურისწყ. – ხადური	121	2590	18	2017	820	15	115	1950 – 1990	40
სტორი – ღეჩური	203	1850	22	1614	520	54	111	1940 – 1990	44
დიდხევი – არტანა	78	1650	14		545	54	126	1946 – 1990	45
ინწობა – საბუე	41	1620	12	2203	617	89	173	1952 – 1990	38
ჩელთი – შილდა	72	1784	15	1890	510	50	124	1937 – 1987	39
დურუჯი – ყვარელი	68	1630	13	1800	400	84	130	1960 – 1980	21
ავანისხევი – ახალსოფელი	86			1955	265			1971 – 1981	11
ლაგოდეხისწყ. – ნაკრძალი	46							1982 – 1990	9

3. 2. მდ. ალაზნის წყლის რეჟიმი

წყლის რეჟიმის მიხედვით მდ. ალაზანი ეკუთვნის იმ მდინარეთა ტიპს, რომლებიც ხასიათდებიან გაზაფხულის წყალდიდობით, ზაფხულ-შემოდგომის წყალმოვარდნებით და მდგრადი ზამთრის წყალმცირობით. გაზაფხულზე მდინარის დონეთა მომატება, გამოწვეული სეზონური თოვლის დნობით და წვიმებით, იწყება მარტში. მდინარის ქვემო წელში ის თებერვალში იწყება. მაქსიმალური დონეები აღირიცხება მაის-ივნისში და შეადგენს 1,5 – 3,5 მ-ს სოფ. შაქრიანთან. აპრილის თვეში წვიმების გავლენით აღირიცხება მცირე სიმაღლის წყალმოვარდნები 2-10 დღის ხანგრძლივობით, რომელთა სიმაღლე 0,2 – 0,4 მ-ით აღემატება წინა დონეებს.

წყალდიდობის დონეთა დაწვევა გრძელდება ივლისის ბოლომდე. ამ დროსაც 2 – 3 –ჯერ აღინიშნება მცირე ხანგრძლივობის წვიმით გამოწვეული პიკები, რომელთა სიმაღლე 0,5 – 2 მ-ით აღემატება წინა დონეებს. წვიმის წყალმოვარდნები ზაფხულ-შემოდგომაზე (აგვისტო-ნოემბერი) 2-6-ჯერ შეიძლება აღინიშნოს 2-12 დღის ხანგრძლივობით, სიმაღლის მიხედვით ეს მაქსიმუმები ზოგჯერ უტოლდებიან გაზაფხულის მაქსიმუმებს. წყალდიდობის პიკის დონეები სოფ. შაქრიანთან 3 მ აღწევს, ხოლო მის ქვევით ჭიაურთან 4,5 მ-ს.

მდინარეთა წყლის რეჟიმის მიხედვით მდ. ალაზნის აუზში გ. ხმალაძემ [18] გამოყო ორი მთავარი ზონა: პირველი ზონა მოიცავს თვით მდ. ალაზანს და მის მარცხენა მხარის შენაკადებს, რომლებიც სათავეს იღებენ კავკასიონის სამხრეთის ფერდობებზე და ხასიათდებიან ხანგრძლივი გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობებით აპრილიდან აგვისტომდე, როდესაც გაედინება წლიური ჩამონადენის 25-40 % (15-50 ლ/წმ, კმ²), მეორე ზონა მოიცავს მდ. ალაზნის მარჯვენა შენაკადებს, რომლებიც ხასიათდებიან გაზაფხულის (მარტი - ივნისის) წყალდიდობებით და ზოგჯერ შემოდგომის წყალმოვარდნებით. გაზაფხულის წყალდიდობის ჩამონადენის წილი წლიურ ჩამონადენში 40 %-ზე მეტია, რომელიც რაოდენობრივად შეადგენს 4-16 ლ/წმ, კმ²-ს.

წყალდიდობის დროს მდინარეს მოაქვს დიდი ოდენობის მყარი ნატანი, რომლის საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 3,9 კგ/წმ-ს სოფ. ბირკიანთან და 59 კგ/წმ სოფ. ჭიაურთან. მყარი ნატანი მცირეა (0,20-0,60 კგ/წმ) ზამთარში. მყარი ჩამონადენის წლიური ოდენობა სოფ. ბირკიანთან შეადგენს 120 ათას ტონას, სოფ. შაქრიანთან 100 ათას ტონას და სოფ. ჭიაურთან 1900 ათას ტონას.

მდინარის წყალი მცირედ მინერალიზებულია, მისი სიმკვრივე სოფ. ბირკიანთან შეადგენს 250 გ/მ³, სოფ. ჭიაურთან კი 930 გ/მ³. მდინარის წყლის ტემპერატურა ზამთარში მცირდება და შეადგენს სოფ. ბირკიანთან 1,1°C და სოფ. შაქრიანთან 5,6°C, აგვისტოში კი ის იზრდება შესაბამისად 12-21°C-მდე. მდინარეზე ყინულოვანი მოვლენები არამდგრადია დეკემბრიდან თებერვლამდე.

3. 3. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის პარამეტრები

II თავში აღწერილი მონაცემების თანახმად მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის რესურსებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სამეურნეო საქმიანობაში მოსახლეობის კეთილდღეობისა და ქვეყნის ეკონომიკის ამაღლებისათვის. ამის გამო საჭიროა მათი ყოველმხრივი შესწავლა და დაზუსტება როგორც არსებული წყლის მარაგისა, ისე მისი მოსალოდნელი ცვლილებებისა კლიმატის მიმდინარე დათბობის პირობებში. როგორც ცნობილია, ყველა სამეურნეო ნაგებობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისათვის აუცილებელია ყველა არსებული დაკვირვებების მასალების სათანადო ანალიზის საფუძველზე საანგარიშო პარამეტრების დადგენა.

მდ. ალაზნის წყლის რესურსების გამოყენების მიზნით, მათი შესწავლა დაიწყო გასული XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან, როდესაც დაიწყო მდინარეებზე სარწყავი

სისტემების მაგისტრალური არხის მშენებლობა. ცხრ. 3.1.1-ში მოცემულია მდ. ალაზანზე და მის შენაკადებზე არსებული დაკვირვების პუნქტების მახასიათებლები და დაკვირვების რიგები, რომლებიც 1992 წლამდე მიმდინარეობდა წყლის ხარჯებისა და სხვა ელემენტების გაზომვები სათანადო გასაზომი ხელსაწყოებით. აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ყველა შესწავლილი ჰიდროკვეთი არის მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადებზე და არცერთ მარჯვენა შენაკადზე არ არის დაკვირვებათა მონაცემები. სადღეისოდ მდ. ალაზანზე მოქმედებს მხოლოდ ერთი ჰიდროლოგიური საგუშაგო სოფ. შაქრიანთან. როგორც ცხრილიდან ჩანს დაკვირვებათა რიგების სიგრძე (20-60წელი), მდ. ავანისხევისა და ლაგოდხის წყლის გარდა საკმარისია იმისათვის, რომ დამაჯერებელი სიზუსტით დადგინდეს მდინარის წყლიანობის პარამეტრები.

თავდაპირველად აღსანიშნავია მდ. ალაზნის აუზში არსებული წყლის ბალანსის ელემენტების მნიშვნელობები, რომლებიც დაზუსტებულია [14] ნაშრომის საფუძველზე. მათი მოცულობის (კმ³) განზომილებით: აუზის ზედაპირზე მოსული წლიური ნალექების მთლიანი რაოდენობა შეადგენს 5,96კმ³, რომლის 47,8 % ანუ 2,85 კმ³ იხარჯება აორთქლებაზე, დანარჩენი 52,2 % ანუ 3,11 კმ³ ჩაედინება მდინარეებში. მდინარეთა ამ მთლიანი ჩამონადენის 58,8 % ანუ 1,83 კმ³ წყალი აუზის ზედაპირზე მდინარეთა კალაპოტებში ზედაპირული ჩამონადენის სახით ჩაედინება. დანარჩენი 41,2 % ანუ 1,28 კმ³ წყალი კი მიწისქვეშა გზით ჩაედინება.

[14] ნაშრომში მოცემულია აგრეთვე მდ. ალაზნის წლიური ჩამონადენის საზრდოობის წყაროები, რომლის თანახმად სოფ. შაქრიანთან მდინარის მასაზრდოებელი წყაროები ასეა გადანაწილებული: 43% მიწისქვეშა გრუნტის წყლებია, 30 % - წვიმის წყლებია და 27 % კი თოვლის ნაღობი წყლებია.

გრუნტის წყლებით მდინარე საზრდოობს ძირითადად ზამთრისა და ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში, როდესაც აუზის ტერიტორიაზე არ მოდის ატმოსფერული ნალექები.

მდინარეთა საზრდოობის წყაროების მიხედვით აუზის ტერიტორია ჰაერის თერმული რეჟიმის შესაბამისად შეიძლება დაყვით სამ ძირითად ზონად:

I – 1800მ-ის ქვევით, სადაც ხანგრძლივადაა ჰაერის დადებითი ტემპერატურები, მდინარეთა მასაზრდოებელი შეიძლება იყოს ძირითადად თხევადი ნალექები, რადგან დაბლობ რაიონებში თოვლის საფარი არამდგრადია.

II – 1800-2800 მ-ის სიმაღლის ფარგლებში, სადაც ერთნაირია მდგრადი უარყოფითი და დადებითი ტემპერატურების ხანგრძლივობა, მდინარეთა კვებაში თანაბრად მონაწილეობენ, როგორც თხევადი, ისე მყარი ნალექები, მაგრამ დიდი წილი ეკუთვნის თოვლის ნაღობს წყლებს.

III ზონა 2800 მ-ის ზევით, სადაც ხანგრძლივი ცივი პერიოდია, მდინარეთა მასაზრდოებელი ძირითადად თოვლის საფარია, რის გამოც მდინარის ჩამონადენი მტკიცე კავშირშია ჰაერის ტემპერატურის მსვლელობასთან.

აღსანიშნავია, რომ საზრდოობის წყაროების შეფარდებითი მნიშვნელობები საგრძნობლად იცვლება წლიდან წლამდე. მართალია მათი მნიშვნელობები იცვლება მდინარის სიგრძისა და აუზის სიმაღლის მიხედვით, მაგრამ წყაროთა სხვადასხვაობა აღინიშნება ერთიდაიგივე სიმაღლით ზონებშიც. ყველა მდინარის აუზში კანონზომიერია ის, რომ თოვლისა და მიწისქვეშა წყლების როლი ჩამონადენში იზრდება მდინარის აუზის სიმაღლის მატებასთან ერთად.

მდინარეთა წყლის პოტენციალური რესურსების შესახებ ფუნდამენტალური გამოყენებითი ცნობარი [18], შედგენილი პროფ. გრიგოლ ხმალაძის ხელმძღვანელობით, გამოიცა 1969 წელს, სადაც განზოგადებულია ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები 1960-იანი წლების ჩათვლით. ამ ნაშრომში მდ. ალაზნის აუზის მდინარეები საზრდოობის წყაროებისა და წყლის ჩამონადენის ოდენობის მიხედვით შედის (II) რაიონში, სადაც მდინარეები თოვლის, წვიმისა და მიწისქვეშა წყლებით იკვებებიან და ჩამონადენის მოდული 10-დან 50 ლ/წმ, კმ-მდე იცვლება.

1988 წელს აკადემიკოს გივი სვანიძის ხელმძღვანელობით გამოიცა მეორე მსგავსი ფუნდამენტალური ნაშრომი [16], სადაც 1980 წლამდე არსებულ დაკვირვებათა მონაცემებით დაზუსტებულია მდინარეთა ჰიდროლოგიური მახასიათებლები. ცხრ. 3.3.1-ში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა მახასიათებლები ამ [16] ნაშრომის მიხედვით. როგორც ირკვევა მათი ცვალებადობა წლიდან წლამდე დაბალი ვარიაციის კოეფიციენტებით (0,20 – 0,26) ხასიათდება. ამავე (3.3.1) ცხრილში მდინარეთა წყლის საშუალო წლიური პარამეტრების გარდა მოცემულია მათი 50, 75 და 95 %-იანი უზრუნველყოფის ხარჯები.

ვინაიდან მრავალწლიური მონაცემები ბოლო წლებში აღარ გამოიცემა ცნობარების სახით, ამიტომ საგულისხმოა 3.3.2 ცხრილში წარმოდგენილი მდ.ალაზნისა და მისი შენაკადების ჰიდროკვითებზე ჩამონადენი მრავალწლიური მახასიათებლები, რომლებიც გაანგარიშებულია ჩვენს მიერ 1990-იან წლებამდე არსებული მონაცემებით. აქვეა მოცემული წყლის ხარჯების ექსტრემალური მნიშვნელობებით. 40 – 60 (უდიდესი და უმცირესი) წლიანი დაკვირვებათა რიგებით მიღებული ეს მონაცემები დამაჯერებელი სიზუსტით განსაზღვრავენ წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის საჭირო მდინარეთა წყლის პოტენციალურ რესურსებს.

მდინარეთა ჩამონადენის მთავარ პარამეტრად მიღებულია ჩამონადენის ფენა, როგორც ამას მოითხოვს მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ გამოცემული სახელმძღვანელო [28]. როგორც ცხრ. 3.3.1 და 3.3.2-ის მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ 10 წლის განმავლობაში მდინარეთა წყლიანობა ერთეული შემთხვევის გარდა დიდად არ შეცვლილა.

ცხრილების ანალიზიდან ირკვევა, რომ მდ. ალაზნის აუზში დიდი ჩამონადენით (1560 – 1180 მმ) გამოირჩევიან მდინარეები ალაზანი – ბირკიანთან, სამეურისწყალი – ხაღორთან, დიდხევი – არტანასთან, სტორი – ლეჩურთან და სხვა. სოფ. შაქრიანთან მდ. ალაზნის ჩამონადენის ფენა 624 მმ, წლიური საშ. ხარჯი 43,4 მ³/წმ, რომლის მოდული 19,8 ლ/წმ, კმ², მისი მოცულობა კი 1,35 კმ³. ცხრ. 3.3.3-ში მოცემულია [15] ცნობარის მიხედვით მდინარეთა ჩამონადენის მნიშვნელობები სიმაღლითი ზონების მიხედვით.

ცხრილი 3. 3. 1 მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა წყლის ჩამონადენის მახასიათებლები [16]

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართობი F კმ ²	აუზის სიმაღლე H მ	საშუალო წლიური ხარჯი Q მ ³ /წმ	ჩამონადენ. მოცულობა W კმ ³	ჩამონადენ. მოდული ლ/წმ, კმ ²	ჩამონადენ. ფენა მმ	ვარიაციის კოეფიცი. C _v	წლიური ჩამონადენი სხვადასხვა უზრუნველყოფით, %		
								50	75	95
ალაზანი–ბირკიანი	282	2200	14,5	0,456	51,4	1621	0,19	14,3	12,5	10,3
ალაზანი–შაქრიანი	2190	1260	43,5	1,370	19,9	627	0,25	42,5	35,7	27,4
ალაზანი–ჭიაური	4530	980	63,3	1,993	14,0	441	0,26	61,8	51,5	39,0
ალაზანი–ხემოქედა	7450	900	97,5	3,076	13,1	413	0,26	95,2	79,4	60,2
წყალაღება			102	3,226	13,7	433				
ალაზანი – აგრიხაის შეს.	11600		107	3,370	9,22	290	0,25	105	87,8	67,4
სამყურისწყალი – ხადორი	121	2590	5,60	0,176	46,3	1458	0,15	5,96	5,00	4,31
სტორი – ლეჩური	203	1850	7,90	0,248	38,9	1225	0,20	7,79	6,78	5,50
ინწობა – საბუე	41,4	1620	1,60	0,050	38,6	1216	0,22	1,57	1,35	1,07
ჩელთი – შიღდა	72,2	1784	2,10	0,066	29,1	917	0,28	2,04	1,68	1,24
ტურიანჩაი – სავალანი	1340	1280	13,8	0,435	10,3	324	0,23	15,8	13,4	10,6
წყალაღება			15,8	0,408	11,3	371				

ცხრილი 3. 3. 2. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჩამონადენის პარამეტრები 1990-იან წლებამდე დაკვირვებათა მონაცემებით

მდინარე – პუნქტი	საშუალო წლიური ჩამონადენი				მაქსიმალური ხარჯი		მინიმალური ხარჯი	
	ხარჯი (მ ³ /წმ)	მოღული (ლ/წმ, კმ ²)	ფენა (მმ)	მოცულობა (კმ ³)	(მ ³ /წმ)	წელი	(მ ³ /წმ)	წელი
ალაზანი – ბირკიანი	13,9	49,3	1555	0,44	365	1962	1,0	1958
ალაზანი – შაქრიანი	43,4	19,8	624	1,35	1160	1948	3,8	1977
ალაზანი – ჭიაური	61,8	13,6	429	1,95	685	1936	4,0	1987
ალაზანი – ზემო ქელი	98,8	13,3	419	3,12	753	1953	17,0	1986
სამყურისწყ. – ხადური	5,04	46,8	1476	0,18	112	1962	–	–
სტორი – ლეჩური	7,72	38,0	1190	0,24	–	–	–	–
დიდხევი – არტანა	3,97	41,9	1321	0,10	103	1950	0,55	1951
ინწობა – საბუე	1,54	37,2	1176	0,05	37,2	1970	0,04	1965
ჩელთი – შილდა	2,14	29,6	933	0,07	41,5	1968	–	–
დურუჯი – ყვარელი	0,77	11,4	359	0,02	1,24	–	0,44	–
ავანისხევი – ახალსოფელი	2,64	30,7	968	0,08	54,8	1986	0,50	1984
ლაგოდებისწყალი – ნაკრძალი	2,57	55,9	1763	0,08	9,12	–	1,16	–

ცხრ. 3.3.3. მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ფენა (მმ) სიმაღლითი ზონების მიხედვით

მდინარეთა აუზი	სიმაღლე, მ.					
	1000	1500	2000	2500	3000	3500
მდ. ალაზანი და მარცხენა შენაკადები მდ. ჩელთის აუზამდე	330	510	920	1460	1780	1930
მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადები	580	940	1280	1600	1840	2000
მდ. ალაზნის მარჯვენა შენაკადები	260	350	560			

3. 4. მდინარეთა წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება

მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება და რეჟიმი ფორმირდება აუზის ტერიტორიაზე ფიზიკურ – გეოგრაფიული ფაქტორების მოქმედებით, რომელთა შორის განმსაზღვრელია კლიმატური ფაქტორები: ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტემპერატურა და აორთქლება. მაგრამ მათ გარდა დიდ როლს თამაშობს მდინარეთა აუზების გეოლოგიური აგებულება, ნიადაგ – მცენარეული საფარი და ისეთი აზონალური ფაქტორები, როგორცაა კარსტი, ტბიანობა, მყინვარები და სხვა.

ვინაიდან მდ. ალაზნის აუზი ხასიათდება მეტად მრავალფეროვანი ფიზიკურ – გეოგრაფიული პირობებით, ამიტომ მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება ტერიტორიულად მეტად განსხვავებულია და სხვადასხვა ადგილას ის იცვლება იმის მიხედვით, თუ ესა თუ ის მდინარე, რომელ სეზონში რომელი საზრდოობის წყაროთი იკვებება.

აღსანიშნავია, რომ საზრდოობის წყაროების შეფარდებითი მნიშვნელობები საგრძობლად იცვლება წლიდან წლამდე. მართალია მათი მნიშვნელობები იცვლება მდინარის სიგრძისა და აუზის სიმაღლის მიხედვით, მაგრამ წყაროთა სხვადასხვაობა აღინიშნება ერთიდაიგივე სიმაღლით ზონებშიც. ამასთან ერთად ყველა მდინარის აუზში კანონზომიერია ის, რომ თოვლისა და მიწისქვეშა წყლების როლი ჩამონადენში იზრდება მდინარის აუზის სიმაღლის მატებასთან ერთად.

მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე ფიზიკურ – გეოგრაფიული პირობების შესაბამისად მდინარეთა წყლის რეჟიმი მრავალფეროვანია. მდინარეთა აუზების სიმაღლის მოქმედება ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებაზე კლიმატური ელემენტების გავლენით ატარებს ლოკალურ ხასიათს.

კვების წყაროების (წვიმის, თოვლის, მიწისქვეშა წყლების) თანაფარდობა ცალკეული შენაკადების აუზებში დიდ ფარგლებში მერყეობს როგორც ტერიტორიულად, ისე დროის მიხედვით, შესაბამისად სხვადასხვაა მდინარეთა წყლის რეჟიმი და ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება.

3.4.1. ცხრილში მოცემულია 1990 წლამდე არსებული ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა მასალების საფუძველზე ჩვენ მიერ გაანგარიშებული მონაცემები მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის ყოველწლიური მნიშვნელობებისა და მათი პროცენტული წილებისა წლიურ ჩამონადენში. მათი განზოგადების საფუძველზე ამ ტერიტორიაზე მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით, ჩვენ მიერ გამოიყო ორი ტიპის მდინარეთა რაიონები, რომლებიც აღრიცხულ იქნა 28-ე და 29-ე ნომრით შესაბამის რუკაზე 2012 წელს გამოცემულ “საქართველოს ეროვნულ ატლასში” [29], სადაც მოცემულია საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის განაწილების ტიპური გრაფიკები ყოველი თვის პროცენტული წილის გათვალისწინებით. ამ გრაფიკებისა და რუკის გამოყენებით შესაძლებელია განისაზღვროს ნებისმიერი მდინარის ჩამონადენის მნიშვნელობა წლის გარკვეული პერიოდისათვის სხვადასხვა განზომილებით (წყლის ფენა (მმ); ხარჯი (მ³/წმ), მოდული (ლ/წმ, კმ²) ან მოცულობა (კმ³)).

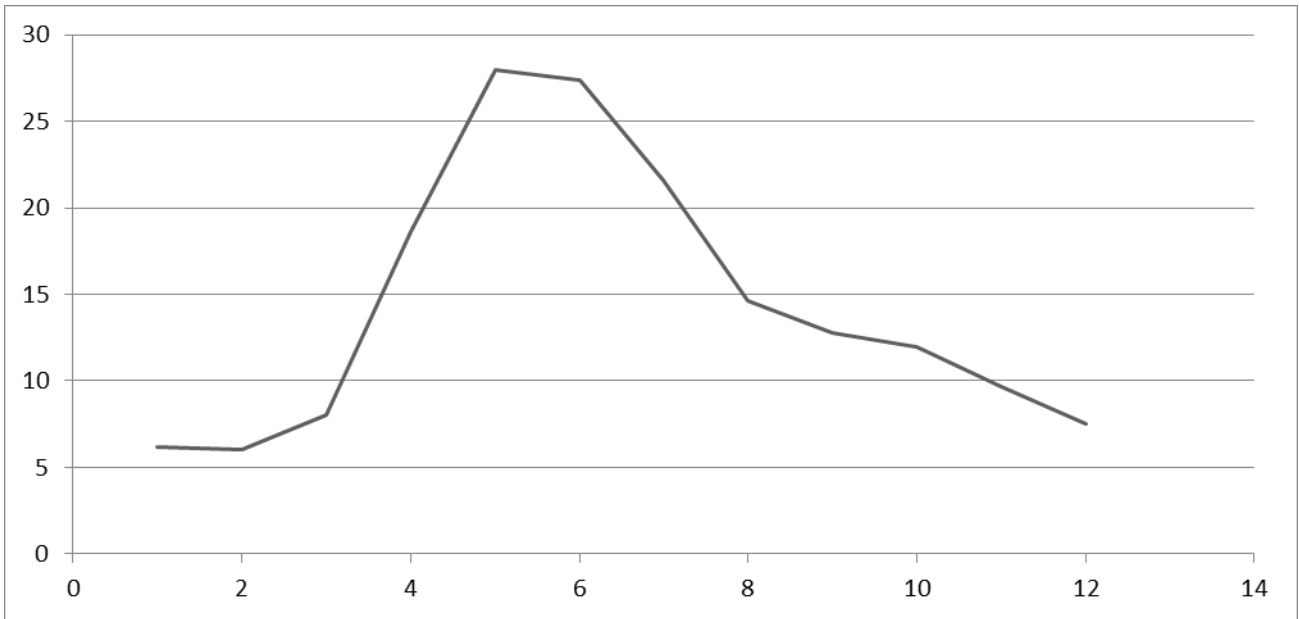
აღსანიშნავია, რომ მდ. ალაზანზე, მის ზემო წელისა და მარცხენა მხარის შენაკადებზე (მდ. ხელთის ჩათვლით) წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება თითქმის ერთნაირია (28-ე რაიონი). აქ წყალუხვი პერიოდი აღირიცხება აპრილიდან ივლისის თვის ჩათვლით, რომლის წილი წლიურ ჩამონადენში 55 %-ს შეადგენს. ამ რაიონში მდინარეთა მცირეწყლიანი პერიოდი არის დეკემბრიდან – თებერვლის თვის ჩათვლით, რომლის ჩამონადენი მხოლოდ 12 %-ს შეადგენს წლიური ჩამონადენიდან.

ნახ. 3.4.1. და 3.4.2-ზე მოცემულია მდ. ალაზნის წყლის საშუალო თვიური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება სოფ. ბირკიანთან (1950 – 2010 წწ) და სოფ. შაქრიანთან (1933 – 2010 წწ).

ცხრილი 3. 4. 1. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა წყლის ხარჯები (მ³/წმ) და მისი შიდაწლიური განაწილება (%)

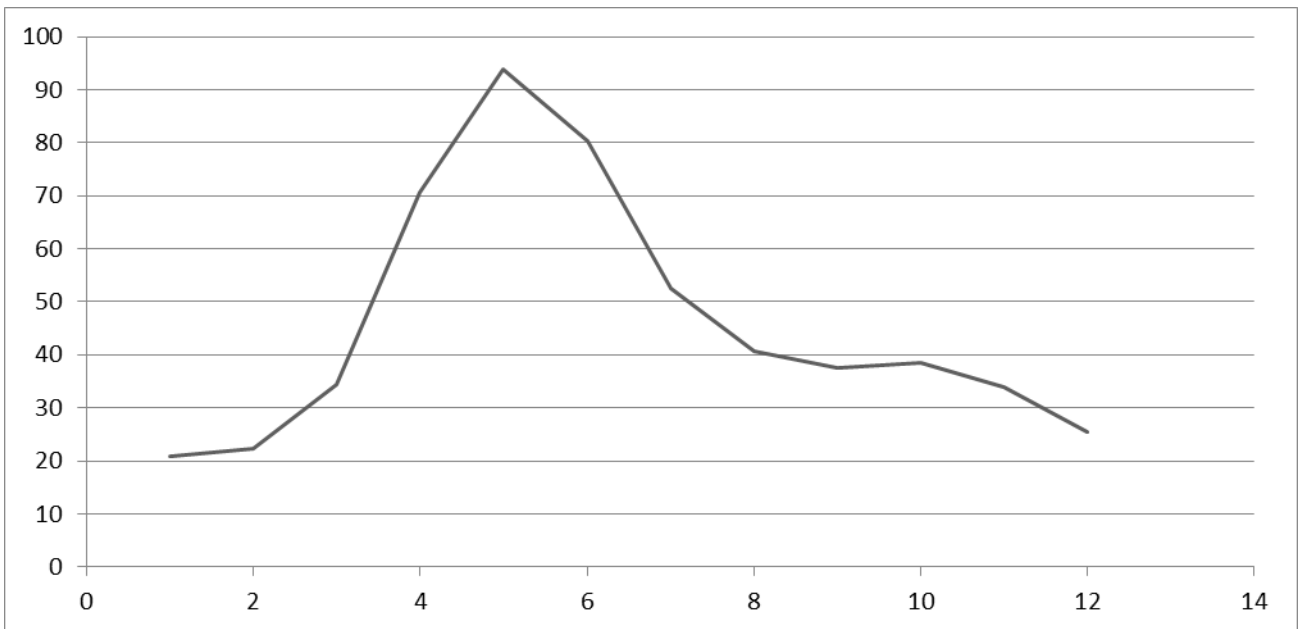
მდინარე – პუნქტი	მდინარეთა წყლის ხარჯები (მ ³ /წმ) / (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ალაზანი – ბირკიანი	5,53	5,38	7,03	16,7	27,2	27,3	22,3	15,1	12,3	11,4	8,76	6,90
	3,33	3,24	4,24	10,1	16,4	16,5	13,4	9,10	7,41	6,87	5,28	4,16
ალაზანი – შაქრიანი	19,0	20,8	33,4	68,5	91,2	78,0	51,3	36,3	37,2	37,0	31,7	29,5
	3,56	3,89	6,25	12,8	17,1	14,6	9,60	6,82	6,96	6,95	6,94	5,52
ალაზანი – ჭიაური	29,8	33,6	52,1	101	136	109	62,6	41,1	46,8	55,3	46,0	35,7
	3,98	4,48	6,96	13,8	18,2	14,6	8,36	5,49	6,25	7,38	6,14	4,77
ალაზანი – ზემო ქედი	49,0	51,3	71,0	145	178	16,7	115	86,0	90,8	92,1	73,6	60,6
	4,13	4,32	6,65	12,3	15,0	14,1	9,69	7,24	7,65	7,76	6,20	5,10
სამყურისწყალი – ხადორი	2,08	1,84	2,24	5,73	11,4	12,6	9,61	6,39	5,12	4,59	3,37	2,60
	3,08	2,72	3,31	8,48	16,8	18,7	14,2	9,46	7,58	6,79	4,99	3,85
სტორი – ლეჩური	3,04	3,24	4,99	10,6	15,0	14,9	11,3	7,50	7,06	6,37	4,35	3,76
	3,28	3,49	5,38	11,4	16,2	16,1	12,2	8,09	7,62	6,87	5,34	4,06
დიდხევი – არტანა	1,58	1,79	2,92	5,80	6,48	4,95	3,46	2,69	2,83	2,89	2,29	1,83
	4,0	4,53	7,39	14,7	16,4	12,5	8,76	6,81	7,16	7,31	5,80	4,63
ინწობა – საბუე	0,63	0,76	1,28	2,87	3,37	2,53	1,43	1,09	1,31	1,36	1,06	0,72
	3,41	4,11	6,93	15,5	18,2	13,7	7,74	5,90	7,09	7,36	5,74	4,27
ჩელთი – შილდა	1,01	0,96	1,37	3,53	4,80	4,03	2,53	1,70	1,64	1,86	1,48	1,17
	3,87	3,68	5,25	13,5	18,4	15,4	9,70	6,52	6,29	7,13	5,67	4,49
დურუჯი – ყვარელი	0,64	0,63	0,77	0,84	0,92	0,88	0,79	0,73	0,75	0,75	0,74	0,67
	7,03	6,98	8,45	9,22	10,1	9,66	8,67	8,01	8,23	9,23	8,12	7,35
ავანისხევი – ახალსოფელი	1,17	1,57	2,63	5,25	4,88	4,38	2,61	1,97	1,75	1,85	1,83	1,35
	3,75	5,03	8,43	16,7	15,6	14,0	8,36	6,31	5,61	5,93	5,86	4,33
ლაგოდესწყალი – ნაკრძალი	1,76	1,95	2,29	3,18	3,58	3,75	2,43	2,06	2,39	2,75	2,58	2,15
	5,70	6,32	7,42	10,3	11,6	12,2	7,87	6,67	7,74	8,91	8,36	6,96

მ³/წმ



ნახ. 3.4.1. მდ. ალაზნის (სოფ. ბირკიანთან) წყლის საშუალო თვიური ხარჯების (მ³/წმ) შიდაწლიური განაწილება (1950 – 2010 წწ)

მ³/წმ



ნახ. 3.4.2. მდ. ალაზნის (სოფ. შაქრიანთან) წყლის საშუალო თვიური ხარჯების (მ³/წმ) შიდაწლიური განაწილება (1933 – 2010 წწ)

წყლის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების განსაკუთრებულობით გამოირჩევიან მდ. ალაზნის აუზის უკიდურეს სამხრეთ – აღმოსავლეთის შენაკადები, სადაც ჩამოედინებიან მდინარეები: დურუჯი, ბურსა, კაბალი, ჩართლისხევი, შრომის ხევი და ლაგოდების წყალი. ისინი არ დაექვემდებარენ მდ. ალაზნისა და მისი სხვა შენაკადების დაკომპლექტებას და ამიტომ ცალკე რაიონად იქნენ გამოყოფილნი 29-ე ნომრით. აქ წყალუხვობით გამოირჩევა აპრილ – მაისის თვეები, რომელთა ჯამური ჩამონადენის წილი მხოლოდ 25 % წლიური ჩამონადენიდან, წყალმცირობა კი აღირიცხება იანვარ – თებერვალში, რომლის დროსაც წყლის ჩამონადენის წილი მხოლოდ 11 % წლიური ჩამონადენიდან. დანარჩენი ცალკეული თვეების ჩამონადენის წილი მერყეობს 7 – 9 %-მდე წლიური ჩამონადენიდან.

3.4.2. ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე მდინარეთა სეზონური ჩამონადენის წილი მათი აუზის საშუალო სიმაღლის მიხედვით. როგორც ირკვევა, ზამთრის პერიოდის ჩამონადენის წილი ყველა სიმაღლით ზონაში 11–12%-ს შეადგენს ყველაზე მაღალი ჩამონადენის წილით (32 – 46 %) ხასიათდება გაზაფხულის პერიოდი, განსაკუთრებით 1600–1000მ სიმაღლით ზონებში, სადაც ეს წილი 36-47%-ს შეადგენს. ზაფხულის პერიოდის ჩამონადენის წილი უფრო მაღალია (34 – 36 %) 2200 – 1800 მ სიმაღლეებზე, ხოლო უფრო დაბალ სიმაღლეებზე წყლის ჩამონადენის წილი 25 – 33 %-მდე მცირდება. შემოდგომის ჩამონადენის წილი ყველა სიმაღლით ზონაში საშუალოდ 16 – 21 %-ს არ აღემატება.

ცხრილი 3. 4. 2. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა სეზონური ჩამონადენის წილი (%) სიმაღლის მიხედვით [15]

სიმაღლე	მდინარე	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
2200		11,8	31,8	35,8	20,6
2000		11,9	32,7	34,6	20,8
1800	ალაზანი	11,7	33,5	34,0	20,8
	მარცხენა შენაკადები	11,7	35,3	33,1	19,9
1600	ალაზანი	11,6	34,2	33,3	20,9
	მარცხენა შენაკადები	11,8	39,1	31,0	18,1
1400	ალაზანი	11,6	35,2	32,3	20,9
	მარცხენა შენაკადები	12,0	43,0	28,5	16,5
1200	ალაზანი	11,7	36,3	31,1	20,9
	მარცხენა შენაკადები	12,2	46,8	25,9	15,1
1000	ალაზანი	11,8	37,6	29,7	20,9

3. 5. მდ. ალაზნის წყლის სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენი

მდ. ალაზნის წყლის ბუნებრივი ჩამონადენი იზომებოდა მის ზემო წელში ს.ბირკიანთან, რომელიც იყო საანგარიშო ჰიდროკვეთი ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემისათვის, რადგან მის ქვევით სოფ. დუისთან არის ამ სისტემის სათავე ნაგებობა. ქვემოთ ალაზნის სარწყავი სისტემის საანგარიშო ჰიდროკვეთს კი წარმოადგენს დაკვირვების პუნქტი სოფ. შაქრიანთან. ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია მდ. ალაზნის ჩამონადენის კვლევა ამ ჰიდროკვეთებისათვის.

3.5.1. ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური მონაცემების დამუშავებით მიღებული სტატისტიკური მახასიათებლები, როგორც მთლიანი (IV-IX) სავეგეტაციო პერიოდის, ასევე მისი ცალკეული თვეებისა და კვარტლებისათვის. თითოეული პერიოდისათვის მიღებულია მდინარის წყლის ხარჯების მრავალწლიური ნორმა, მისი პროცენტული წილი წლიურ ჩამონადენში, აგრეთვე მათი ექსტრემალური მნიშვნელობები (უდიდესი და უმცირესი) მრავალწლიურ რიგში, რყევის ამპლიტუდა, საშუალო კვადრატული გადახრა და ცვალებადობის კოეფიციენტები: ვარიაციის, ასიმეტრიისა და არამდგრადობის (უდიდესის შეფარდება უმცირესთან).

ცხრილი 3.5. 1. მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების ($Q_{მ/წმ}$) სტატისტიკური მახასიათებლები

საანგარიშო პერიოდი	განზომილება	თ ვ ე ე ბ ი								
		IV- IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-VI	VII-IX
მდ. ალაზანი – ს. ბირკიანი $F = 282 \text{ კმ}^2, H = 2200 \text{ მ}$										
საშუალო ხარჯი	$მ^3/წმ$	20.4	16.7	26.8	27.7	22.3	15.4	12.7	23.7	16.8
წილი წლიურიდან	%	73.0	10.1	16.4	16.4	13.6	9.0	7.58	43.1	30.2
უდიდესი	$მ^3/წმ$	32.0	27.6	42.7	57.2	51.1	31.0	26.2	39.4	27.1
უმცირესი	$მ^3/წმ$	13.4	8.16	17.8	13.5	12.4	7.98	5.98	15.7	9.48
ამპლიტუდა	$მ^3/წმ$	18.6	19.4	24.9	43.7	38.7	23.0	20.2	23.7	17.6
საშ.კვ გადახრა	$მ^3/წმ$	4.50	4.1	6.37	8.51	9.08	5.45	4.82	5.35	4.97
ვარიაცია	C_v	0.22	0.24	0.23	0.31	0.40	0.36	0.38	0.22	0.30
ასიმეტრია	C_s	0.94	0.42	0.50	1.24	1.34	1.05	0.71	0.86	0.57
არამდგრადობა	უდ/უმც	2.39	3.38	2.10	4.24	4.12	3.88	4.38	2.51	2.86
მდ. ალაზანი – ს. შაქრიანი $F = 2190 \text{ კმ}^2, H = 1260 \text{ მ}$										
საშუალო ხარჯი	$მ^3/წმ$	62.0	70.3	94.0	80.2	52.4	37.0	37.6	81.5	42.3
წილი წლიურიდან	%	69.4	12.9	17.3	15.1	9.9	6.9	7.0	45.4	24.0
უდიდესი	$მ^3/წმ$	128	120	246	223	112	109	117	176	91.3
უმცირესი	$მ^3/წმ$	36.5	25.0	32.4	31.3	15.8	5.72	9.25	40.4	14.4
ამპლიტუდა	$მ^3/წმ$	91.5	95.0	214	192	96.2	103	108	136	76.9
საშ.კვ გადახრა	$მ^3/წმ$	18.5	23.1	37.9	31.1	24.1	20.2	21.3	26.3	16.3
ვარიაცია	C_v	0.30	0.33	0.41	0.38	0.46	0.54	0.57	0.32	0.38
ასიმეტრია	C_s	1.54	0.29	1.74	1.86	0.77	1.25	1.44	1.46	0.60
არამდგრადობა	უდ/უმც	3.51	4.80	7.59	7.12	7.09	19.1	12.7	4.36	6.34

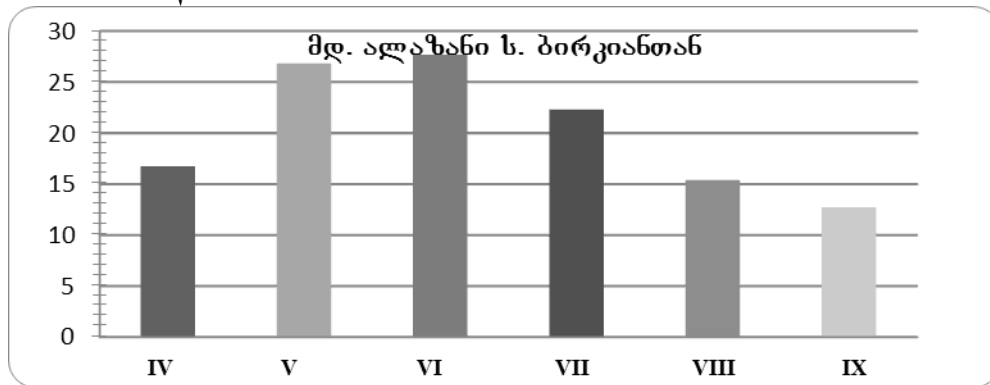
როგორც ცხრილი 3.5.1-დან ჩანს, ს. ბირკიანთან მდ. ალაზნის საშუალო წლიური ხარჯის ნორმა შეადგენს $13,9 \text{ მ}^3/წმ$ -ს, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდის ხარჯი $20,4 \text{ მ}^3/წმ$, რომელიც წლიური ჩამონადენის ჯამის 73% -ს შეადგენს. სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების მნიშვნელობები მერყეობს $32 \text{ მ}^3/წმ$ -დან $13,4 \text{ მ}^3/წმ$ -მდე,

რომლის ცვალებადობის კოეფიციენტი წლიდან წლამდე (ვარიაცია) დაბალია და შეადგენს 0,22-ს. სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენიდან 59% მოდის გაზაფხულზე II კვარტალში (IV-VI), ხოლო ზაფხულში მდინარეზე გაედინება მისი 41%. მაღალი წყლის ხარჯები (27-28 მ³/წმ) გაედინება მაის-ივნისში, ხოლო მინიმალური ხარჯებით (2,7 მ³/წმ) ხასიათდება სექტემბერი.

ს. შაქრიანთან მდ. ალაზნის წყლის საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 45,7 მ³/წმ, რომლის 69% გაედინება სავეგეტაციო პერიოდში. მისი საშუალო ხარჯი 62 მ³/წმ, რომლის უდიდესი მნიშვნელობა 128 მ³/წმ, უმცირესი კი 36,5 მ³/წმ-ს შეადგენს. მათი ვარიაციის კოეფიციენტი 0,30. სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენის 66% გაედინება მის პირველ ნახევარში (IV-VI), ხოლო დანარჩენი 34% ივლისიდან სექტემბრამდეა. მაქსიმალური ხარჯებით გამოირჩევა მაისის თვე, როცა უდიდესი ხარჯი 246 მ³/წმ-ს აღწევს, ხოლო მინიმალური წყლის ხარჯებით ხასიათდება აგვისტო და სექტემბერი, როცა წყლის ხარჯები მცირდება 5-9 მ³/წმ-მდე და ხდება წყლის მწვავე დეფიციტი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად.

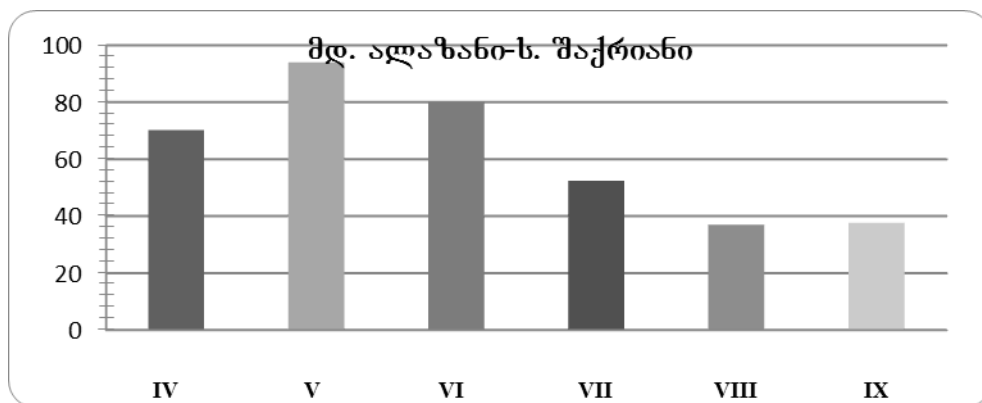
ნახ. 3.5.1. და 3.5.2. მოცემულია მდ. ალაზნის სავეგეტაციო პერიოდის საშუალო მრავალწლიური წყლის ხარჯები ს. ბირკიანთან და ს. შაქრიანთან. მდ. ალაზნის სავეგეტაციო პერიოდის მახასიათებლების დაზუსტებულ მნიშვნელობებს დიდი პრაქტიკული დანიშნულება აქვს წყალსამეურნეო გაანგარიშებისათვის ენერგეტიკის, სოფლის მეურნეობისა და წყალმომარაგების მომსახურებისათვის.

მ³/წმ



ნახ. 3.5.1. მდ. ალაზნის სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების საშუალო თვიური მნიშვნელობები სოფ. ბირკიანთან

მ³/წმ



ნახ. 3.5.2. მდ. ალაზნის სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ხარჯების საშუალო თვიური მნიშვნელობები სოფ. შაქრიანთან

აღსანიშნავია, რომ როგორც ჰიდროელექტროსადგურების, ისე წყალმომარაგებისა და განსაკუთრებით სარწყავი სისტემების ექსპლუატაციისათვის გადამწყვეტი

მნიშვნელობა აქვს მდინარის წყლის მახასიათებლებს დეკადურ ჭრილში, რადგან მიწების მორწყვის დაგეგმარება ხდება დეკადური წყლის ხარჯების მნიშვნელობებით. ამის გამო 3.6.6. ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის დეკადური წყლის ხარჯების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების სათანადო ანალიზით მიღებული სტატისტიკური მახასიათებლები.

3. 6. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყალმცირობის ჩამონადენის შეფასება

მდინარის წყალმცირობის პერიოდის ჩამონადენი ჰიდროლოგიური რეჟიმის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ექსტრემუმს წარმოადგენს და ამ ექსტრემალური სიტუაციის წარმოქმნის მიზეზი ბუნებრივ პროცესებთან ერთად ადამიანის ზემოქმედებაცაა. წყალმცირობის პერიოდი მდინარეზე მყარდება მაშინ, როდესაც აუზის ზედაპირზე არ მოდის ან ძალიან მცირეა ატმოსფერული ნალექები და მდინარე საზრდოობს ძირითადად მიწისქვეშა გრუნტის წყლებით. მაგრამ სადღეისოდ ბუნებრივ ფაქტორებთან (გლობალური დათბობა, გვალვა) ერთად, ადამიანის ზემოქმედებით (ტყის გაჩეხვა, ნიადაგის დეგრადაცია) გამოწვეულმა უკუპროცესებმა (ტემპერატურის, აორთქლებისა და ინფილტრაციის მატება) საგრძნობლად დაწია გრუნტის წყლების დონე, რამაც შეამცირა წყალმცირობის ჩამონადენი, ხოლო ზოგიერთი მდინარე საერთოდ დაშრა. ამ მოვლენების სწორი შეფასება მეტად მნიშვნელოვანია წყალსამეურნეო სისტემების დაგეგმარებისა და მართვისათვის.

აღსანიშნავია, რომ ბოლო დროს გლობალური დათბობის გააქტიურების შედეგად მდ. ალაზნის აუზში ხშირია მდინარეთა დაშრობის პროცესები, განსაკუთრებით მის მარჯვენა შენაკადებზე ზაფხულის მაღალი ტემპერატურების დროს, როდესაც ალაზნის ვაკეზე იზრდება აორთქლება, ატმოსფერული ნალექებიც არ მოდის და შედეგად ეს შენაკადები ვეღარ აღწევენ შესართავამდე მდ. ალაზანს და ამის შესაბამისად მცირდება მისი წყლის ჩამონადენი.

3.6.1 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზში ნალექებისა და აორთქლების რაოდენობრივი მნიშვნელობები სხვადასხვა სიმაღლით ზონებში მიღებული [14] ნაშრომის მიხედვით, საიდანაც ჩანს, რომ მდ. ალაზნის ხეობაში 500 მ სიმაღლიდან 3000 მ-მდე ნალექების რაოდენობა იზრდება 900 მმ-დან 2200 მმ-მდე, აორთქლება კი მცირდება 600 მმ-დან 400 მმ-მდე ჰაერის ტემპერატურის შემცირების შესაბამისად სიმაღლის მატებასთან ერთად. ამ ანალიზიდან ირკვევა, რომ ნალექებისა და აორთქლების უფრო მეტი რაოდენობრივი მნიშვნელობებია მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადებზე – ჩელთზე, რომელიც კავკასიონის ქედის 3000 მ სიმაღლეებიდან იღებს სათავეს. აქ ნალექები 1200 მმ-დან (500 მ სიმაღლეზე) იზრდება 2300 მმ-მდე (3000 მ სიმაღლეზე), აორთქლება კი 700 მმ-დან 400 მმ-მდე მცირდება.

ცხრილი 3. 6. 1. ატმოსფერული ნალექების (P, მმ) და აორთქლების (V, მმ) წლიური ჯამები სიმაღლითი ზონების მიხედვით მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე [14]

მდინარის აუზი	ელემენტი	500	1000	1500	2000	2500	3000
ალაზანი	P	900	1100	1550	2000	2180	2200
ალაზანი	V	600	640	630	560	500	400
ჩელთი	P	1200	1640	1860	2060	2260	2300
ჩელთი	V	700	700	660	560	520	400
კისისხევი	P	800	950	1300			
კისისხევი	V	540	600	620			

3.6.2 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების საზრდოობის წყაროები [14] ნაშრომის მიხედვით, რომლის თანახმად მდ. ალაზანზე სოფ. შაქრიანთან მდინარის წყლის მთლიანი მოცულობის (1988 მლნ მ³) 42,8 % ანუ 594,1 მლნ მ³ მიწისქვეშა გრუნტის წყლებია, 30,5 % ანუ 423,3 მლნ მ³ წვიმის წყლებია და მხოლოდ 26,7 % ანუ 370,6 მლნ მ³ არის თოვლის ნადნობი წყლები. ამავე ცხრილიდან

ირკვევა, რომ საზრდოობის წყაროების თითქმის ასეთივე შეფარდებაა მდ. ალაზნის შენაკადებზეც, იმ განსხვავებით, რომ მათ საზრდოობაში უფრო მეტი წილი (50 – 52 %) მოდის მიწისქვეშა გრუნტის წყლებზე, ვიდრე თვით მდ. ალაზანზე.

ცხრილი 3. 6. 2. მდინარეთა ჩამონადენი (მლნ მ³) და საზრდოობის წყაროები (%) მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე [14]

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართობი კმ ²	საშუალო სიმაღლე მ	ჩამონადენი მლნ. მ ³	მიწის ქვეშა	თოვლის	წვიმის
ალაზანი – შაქრიანი	2200	1250	1388	42,8	26,7	30,5
სტორი – ლეჩხური	212	1840	243	48,0	28,0	24,0
დიდხევი – არტანა	86	1560	102	52,0	24,8	23,2
ჩელთი – ბოგინის	60	1990	68	50,2	20,8	29,0
ჩართლისხევი – ხიზაბავრა	38	1730	47	49,5	16,4	34,1

საყურადღებოა აგრეთვე მდ. ალაზნის აუზში არსებული წყლის ბალანსის ელემენტების მნიშვნელობები [15] ცნობარის მიხედვით: საქართველოს ფარგლებში მდ. ალაზნის წყალშემკრები აუზის 5462 კმ² ფართობის ზედაპირზე მოსული წლიური ნალექების მთლიანი რაოდენობა 5957 მლნ მ³-ს შეადგენს, საიდანაც 2848 მლნ მ³ იხარჯება აორთქლებაზე, დანარჩენი 3109 მლნ მ³ წყალი კი ჩაედინება მდინარეებში, რომლიდანაც 1284 მლნ მ³ წარმოადგენს მიწისქვეშა გრუნტის წყლებს, ე.ი. ზედაპირული ჩამონადენი შეადგენს მხოლოდ 1825 მლნ მ³-ს.

პროცენტული განზომილებით ეს მონაცემები ასე ნაწილდება მდ. ალაზნის აუზის ზედაპირზე მოსული ნალექების 47,8 % ჰაერში ორთქლდება, 52,2 % ჩადის მდინარეებში, რომლის 58,8 % წყალი ჩაედინება მდინარეთა კალაპოტებში ზედაპირული ჩამონადენის სახით, დანარჩენი 41,2 % კი მიწისქვეშა ჩამონადენის სახით ხვდება მდინარეთა კალაპოტებში.

ამრიგად მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის ფორმირებაში აღინიშნება გრუნტის წყლების დიდი უპირატესობა, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ალაზნის აუზში მიწისქვეშა წყალშემცველი ჰორიზონტის 3000 კმ²-იანი ფართობი უდიდესია აღმოსავლეთ საქართველოში, სადაც ბუნებრივი მტკნარი წყლის რესურსი 24,4 მ³/წმ-ს შეადგენს, რომლის საექსპლუატაციო მარაგი 19 მ³/წმ-ს შეადგენს.

3.6.3 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზანზე და მის შენაკადებზე არსებული წყლის რესურსები და მათ შორის მიწისქვეშა გრუნტის წყლების ჩამონადენი და მისი წილი წლიურ ჩამონადენში [15] ცნობარის მიხედვით. ალაზნის არტეზიული აუზის მაღალი წყალშემცველობა განპირობებულია აქ მდებარე წყალშემცველი ჰორიზონტის ჰიფსომეტრიული ზედაპირის დიდი დახრილობით და მისი მაღალი ფილტრაციული თვისებებით. აქ არსებული ბუნებრივი არტეზიული წყლის რესურსების მოდულია 10 ლ/წმ კმ² ფართობზე ანუ მისი ფენა 315 მმ-ია.

მიწისქვეშა გრუნტის წყლების ასეთი დიდი მარაგი მდ. ალაზნის აუზში მეტად მნიშვნელოვანია მდინარის ჩამონადენის რეგულირებისათვის, განსაკუთრებით მშრალი კლიმატის პირობებში, როდესაც ატმოსფერული ნალექები არ მოდის და მდინარეში წყდება წყლის ზედაპირული ჩამონადენი და ამ დროს მდინარე საზრდოობს მხოლოდ გრუნტის წყლებით.

ცხრილი 3. 6. 3. მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსები [15]

მდინარე	ფართობი კმ ²	სიმაღლე მ	სიგრძე კმ	წლების რაოდენობა	საშუალო წლიური ჩამონადენი			Q _{min} თვის	მიწისქვეშა ჩამონადენი	
					ხარჯი მ ³ /წმ	მოცულ. მლნ მ ³ .	ფენა მმ.	Q წლ.	მლნ მ ³	(%) წლ.
ალაზანი საქ.ფარგ.	12000									
ალაზანი მახიმჩაი	5546	940	168		98,2	3110	547		12,84	41,2
ალაზანი ჯოყოლო	276	2220	36,5	35	14,5	456	1660			
შაქრიანი	2203	1250	91,6	49	43,1	1360	620	0,38	642	47,4
იღტო	337	1250	45		7,49	236	700			
სტორი	281	1610	41		9,15	288	1025			
სტორი ღეჩური	212	1840	25	34	7,71	243	1150	0,33	121	50,0
ლოპოტა დიდხევი	263	1400	32,5		7,10	224	850			
დიდხევი არტანა	86	1560			3,17	100	1160	0,34	423	42,3
კაბალი	394	850	49	35	10,3	325	820			

ცხრილი 3. 6. 4. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების 30 დღიანი და დღე-ღამური მინიმალური წყლის ხარჯები (მ³/წმ) [7]

მდინარე – პუნქტი	დაკვირვების პერიოდი	წლების რაოდენობა	30 დღიანი		დღე-ღამური	
			საშუალო	მინიმალური	საშუალო	მინიმალური
ალაზანი – ბირკიანი	1951 – 1980	30	5,23	3,48	4,17	1,00
ალაზანი – შაქრიანი	1936 – 1980	45	15,8	5,66	13,7	3,80
ალაზანი – ჭიაური	1936 – 1980	45	20,8	8,52	17,3	5,33
ალაზანი – ხემო ქედი	1958 – 1980	22	38,8	18,8	34,0	17,4
სამყურისწყ-ხადორი	1951 – 1980	30	1,72	1,12	1,32	0,36
სტორი – ლეჩური	1946 – 1980	35	2,72	1,89	2,44	1,40
დიდხევი – არტანა	1946 – 1980	35	1,10	0,63	0,97	0,58
ინწობა – საბუე	1958 – 1980	22	0,40	0,11	0,27	0,03
ჩელთი – შილდა	1951 – 1980	31	0,54	0,21	0,41	0,01
დურუჯი – ყვარელი	1961 – 1980	20	0,54	0,28	0,45	1,23

ცხრილი 3. 6. 5. მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა მეუენის სეზონის 10 დღიანი მინიმალური ჩამონადენი სხვადასხვა უზრუნველყოფით [18]

მდინარე-პუნქტი	მეუენის სეზონი	საშუალო		10 დღიანი მინიმალური ჩამონადენის მოდული (ლ/წმ, კმ ²) % უზრუნველყოფით						
		ხარჯი მ ³ /წმ	მოდული ლ/წმ,კმ ²	75	80	85	90	95	97	99
ალაზანი-ბირკიანი	ზამთარი	4,66	16,5	13,5	13,1	12,4	11,3	10,3	9,57	8,51
ალაზანი-შაქრიანი	ზაფხულ – შემოდგომა	21,6	9,86	7,67	7,26	6,76	6,21	5,43	4,98	4,16
	ზამთარი	16,3	7,44	5,66	5,34	4,93	4,47	3,93	3,56	2,92
ალაზანი-ჭიაური	ზაფხულ – შემოდგომა	20,9	4,61	2,74	2,43	2,16	1,81	1,39	1,12	0,77
	ზამთარი	25,4	5,61	4,26	4,02	3,73	3,40	2,96	2,69	2,21
სამყურისწყ-ხადორი	ზამთარი	1,25	10,3	8,84	8,60	8,26	7,77	7,19	6,78	6,12
სტორი – ლეჩური	ზაფხულ – შემოდგომა	3,22	15,2	11,9	11,3	10,1	9,70	8,58	7,85	6,63
	ზამთარი	2,40	11,8	9,85	9,60	9,16	8,62	7,88	7,54	6,65
დიდხევი – არტანა	ზაფხულ – შემოდგომა	1,07	13,7	10,4	9,87	9,10	8,33	7,31	6,54	5,38
	ზამთარი	0,90	11,5	8,85	8,46	7,82	7,18	6,28	5,64	4,74
ინწობა – საბუე	ზამთარი	9,18	0,38	7,00	6,52	6,28	5,80	5,07	4,59	3,86

ჰიდროლოგიაში გრუნტის წყლების ჩამონადენის პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის იყენებენ მექენის (წყალმცირობის) პერიოდის მინიმალურ დღე-ღამურს 10 დღიან (დეკადურ) ან 30 დღიან ხანგრძლივობის უმცირეს თვიურ წყლის ხარჯებს. 3.6.4 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა მინიმალური 30 დღიანი და დღე-ღამური წყლის ხარჯები მიღებული [17] ნაშრომში 1980-იან წლებამდე არსებული ყოველდღიურ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე.

3.6.5 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზანზე და მის შენაკადებზე მექენის სეზონის 10 დღიანი მინიმალური ჩამონადენი სხვადასხვა (75%-დან 99%-მდე) უზრუნველყოფით, [18] ცნობარის მიხედვით. მაღალმთიან მდინარეთა აუზებში მექენის სეზონი ზამთრის თვეებში აღინიშნება, დაბალმთიან აუზებში კი ზაფხულობით და შემოდგომაზეც ყველა მდინარეზე უმცირესი ჩამონადენით ხასიათდება ზამთრის თვეები.

3.6.6 ცხრილში მოცემულია ჩვენ მიერ გაანგარიშებული მდ. ალაზნის დეკადური წყლის ხარჯების საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები, მათი წილი წლიურ ჩამონადენში, მათი ცვალებადობა (ვარიაციის კოეფიციენტი) და ექსტრემალური (უდიდესი და უმცირესი) სიდიდეები. როგორც ირკვევა მდ. ალაზანზე უმცირესი წყლის ხარჯები სოფ. ბირკიანთან (2,6–2,9 მ³/წმ) აღირიცხება თებერვლის I დეკადიდან მარტის I დეკადამდე, ხოლო სოფ. შაქრიანთან უმცირესი დეკადური ხარჯი (4,5 მ³/წმ) აღრიცხულია ზაფხულშიც (აგვისტოს III დეკადაში) და ზამთარშიც (დეკემბრის III დეკადაში).

დღე-ღამური წყლის ხარჯების მიხედვით კი, ყველაზე უმცირესი მინიმალური წყლის ხარჯების მნიშვნელობები მდ. ალაზანზე სოფ. ბირკიანთან არის 1 მ³/წმ, რომელიც აღირიცხა 1958 წელს, სოფ. შაქრიანთან კი არის 3,8 მ³/წმ აღრიცხული 1977 წელს.

აღსანიშნავია, რომ ბოლო პერიოდში ავტორთა კოლექტივის მიერ წარმოდგენილ [19] ნაშრომში მდინარის ჩამონადენში გრუნტის წყლების მარაგის შეფასებისათვის რეკომენდირებულია გამოყენებულ იქნეს ზამთრის პერიოდის მინიმალური თვიური წყლის ხარჯი. ამასთან დაკავშირებით, მდ. ალაზანზე თუ შევადარებთ მდინარის წყლის საშუალო თვიურ და დღე-ღამურ ხარჯებს, ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან მინიმალური თვის ხარჯი აღირიცხება თებერვალში, რომელიც შეადგენს 5,38 მ³/წმ-ს, რაც 4,38 მ³/წმ-ით ანუ 4-ჯერ აღემატება მინიმალურ დღე-ღამურ (1 მ³/წმ) ხარჯს. სოფ. შაქრიანთან კი, სადაც მინიმალური დღე-ღამური წყლის ხარჯი იყო 3,8 მ³/წმ, მინიმალური თვიური ხარჯი იანვარში 19 მ³/წმ-ს შეადგენს, რაც 15,2 მ³/წმ-ით, ე.ი. 4-ჯერ აღემატება მის მინიმალურ ხარჯს.

ამ მხრივ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ მდ. ალაზანზე აღრიცხული მინიმალური დეკადური წყლის ხარჯები (სოფ. ბირკიანთან 2,6 მ³/წმ და სოფ. შაქრიანთან 4,5 მ³/წმ) უფრო ახლოსაა მის მინიმალურ დღე-ღამურ ხარჯებთან (1 მ³/წმ და 3,8 მ³/წმ).

ამრიგად დასკვნის სახით შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ ვინაიდან სოფლის მეურნეობაში მდინარეთა საირიგაციო სისტემების მომსახურებისა და სარწყავი წყლის რაოდენობის შეფასებისათვის ტრადიციულად გამოიყენება მდინარეთა წყლის დეკადური ხარჯების მნიშვნელობები, ამიტომ მდ. ალაზანზე მინიმალური ჩამონადენის შეფასებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მათი დეკადური წყლის ხარჯების მნიშვნელობები სოფ. ბირკიანთან 2,6 მ³/წმ და სოფ. შაქრიანთან 4,5 მ³/წმ.

ცხრილი 6. 6. მდ. ალაზნის წყლის დეკადური ხარჯები ($Q_{\text{მ}^3/\text{წმ}}$), მათი წილი % წლიურ ჩამონადენში, ვარიაცია (C_v) დაექსტრემალური მნიშვნელობები (Q_{max} , Q_{min})

დეკადა	სოფ. ბირკიანთან 1950 – 1986 წწ, (37 წელი)					სოფ. შაქრიანთან 1936 – 1986 წწ, (50 წელი)				
	Q	%	Q_{max}	Q_{min}	C_v	Q	%	Q_{max}	Q_{min}	C_v
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I 1	5,90	1,2	9,9	3,5	0,26	20,0	1,2	36,9	5,6	0,29
I 2	5,53	1,1	8,7	3,3	0,24	18,7	1,2	34,8	6,2	0,29
I 3	5,36	1,1	8,3	3,0	0,26	17,9	1,1	33,6	6,7	0,30
II 1	5,23	1,0	8,3	2,9	0,25	18,0	1,1	36,0	7,1	0,33
II 2	5,54	1,1	10,9	2,9	0,31	20,5	1,3	42,5	10,3	0,38
II 3	5,69	1,1	9,9	2,6	0,32	23,8	1,5	49,2	9,8	0,45
III 1	6,02	1,2	10,5	2,9	0,33	26,5	1,6	62,6	11,7	0,45
III 2	6,60	1,3	12,5	3,5	0,35	31,7	2,0	76,9	15,8	0,43
III 3	8,61	1,7	16,4	4,1	0,32	41,0	2,5	80,1	13,2	0,41
IV1	13,3	2,7	25,8	4,0	0,35	57,7	3,5	110	19,8	0,39
IV2	16,8	3,4	27,4	6,1	0,30	73,5	4,5	184	18,0	0,42
IV3	20,9	4,2	35,9	9,8	0,31	79,4	4,9	184	35,4	0,40
V1	24,4	4,9	38,2	12,3	0,28	89,1	5,5	128	38,4	0,42
V2	28,7	5,7	59,4	16,8	0,28	99,3	6,1	227	43,0	0,40
V 3	29,2	5,8	45,2	17,9	0,27	94,3	5,6	248	40,9	0,46
VI 1	28,5	5,7	57,7	14,7	0,32	92,4	5,7	284	32,0	0,45
VI 2	27,9	5,6	56,8	13,0	0,35	77,7	4,8	164	31,4	0,35
VI 3	25,6	5,1	57,2	12,8	0,37	72,7	4,5	221	13,0	0,53
VII 1	24,3	4,9	54,2	12,8	0,38	65,0	4,0	170	17,2	0,50
VII 2	21,6	4,3	57,7	9,9	0,46	53,2	3,3	149	11,5	0,53
VII 3	19,7	3,9	42,1	10,0	0,43	42,2	2,6	114	11,9	0,58
VIII 1	16,7	3,3	33,3	8,6	0,35	39,8	2,5	135	8,1	0,66
VIII 2	15,1	3,0	33,0	7,6	0,45	36,1	2,2	126	4,7	0,58
IVIII 3	13,6	2,7	27,0	6,3	0,42	36,1	2,2	94,7	4,5	0,57
IX 1	12,7	2,5	30,4	5,7	0,47	36,0	2,2	78,8	7,6	0,58
IX 2	12,6	2,5	26,8	5,5	0,41	39,0	2,4	151	6,9	0,67
IX 3	12,9	2,6	28,5	6,1	0,45	38,1	2,3	127	13,2	0,63
X 1	13,0	2,6	30,2	6,5	0,43	35,9	2,2	77,6	12,1	0,44
X 2	11,4	2,3	24,4	4,6	0,41	39,9	2,5	113	16,4	0,53
X 3	10,5	2,1	20,0	5,4	0,34	35,8	2,2	88,1	15,6	0,50
XI 1	9,35	1,9	15,8	4,9	0,27	33,1	2,0	80,4	14,8	0,46
XI 2	8,62	1,7	14,2	4,9	0,24	31,6	2,0	63,2	9,8	0,46
XI 3	7,99	1,6	12,8	4,9	0,26	30,6	1,9	15,2	6,8	0,69
XII 1	7,35	1,5	11,8	4,3	0,25	27,0	1,7	92,8	8,2	0,50
XII 2	6,83	1,4	9,7	4,2	0,22	23,1	1,4	52,2	5,4	0,34
XII 3	6,26	1,3	8,8	4,0	0,22	21,6	1,3	49,7	4,5	0,38

თაზო IV. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილება

4. 1. ზოგადი მიმოხილვა

წინა თავში აღწერილი მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჰიდროლოგიური პარამეტრები მეტად მნიშვნელოვანია სამეცნიერო, საპროექტო და სამეურნეო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის საიმედო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მისაღებად. მაგრამ სამყაროში ყველაფერი ცვალებადია. დედამიწაც თავისი არსებობის 4,5 მილიარდი წლის განმავლობაში მუდმივად განიცდის ცვლილებას.

XXI საუკუნეს დედამიწაზე კაცობრიობა შეხვდა ძლიერ გართულებული ეკოლოგიური მდგომარეობით. თანამედროვე ტექნიკურმა სიახლეებმა მრავალსიკეთესთან ერთად შექმნა ცოცხალი ბუნების თვითგანადგურების ალბათობა. დღეს მსოფლიო შემფოთებულია გლობალური დათბობით გამოწვეული კლიმატის ცვლილებით.

დედამიწაზე ტემპერატურის მომატებას ხელი შეუწყო არამარტო ტექნიკური პროგრესის შედეგად ანთროპოგენურმა ფაქტორმა ატმოსფეროში გაფრქვეული ნახშირორჟანგიანი გაზების სახით, არამედ აგრეთვე მზის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესების გააქტიურებამ, ოზონის შრის დარღვევამ, რომელიც წარმოადგენს მზის მაგნეტოსფეროს დაზიანების საფრთხის დაზიანების აფსკს და აგრეთვე საქონლის ფარების მიერ გამოყოფილმა მეთანის აირებმა. ასეთი სათბურის ეფექტით გამოწვეული კლიმატის შეცვლა მსოფლიო მასშტაბის პრობლემაა და გარემოსათვის უმნიშვნელოვანესი პოტენციური საშიშროებაა.

კლიმატის მიმდინარე ფლუქტუაციები ხელს უწყობს ისეთი პროცესის განვითარებას, როგორც არის კლიმატის კონტრასტულობის გაძლიერება, ხმელეთზე ტენიანობის განაწილების არსებული მდგომარეობის დარღვევა. თანამედროვეობის ყველაზე რთული პრობლემაა მტკნარი წყლის რესურსების საკითხი, რომელიც სათანადო ყურადღებას იმსახურებს, რადგან ის არის მთავარი ფაქტორი სიცოცხლისა, ქვეყნის ეკონომიკისა და მისი განვითარებისა, მისი რესურსების რაციონალური გამოყენება და კვლავწარმოება ნებისმიერი ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი განვითარების საფუძველია.

გლობალური დათბობის შედეგად დედამიწაზე სივრცესა და დროში მიმდინარე კლიმატური კრიზისული ანომალიები გაველენას ახდენენ ბუნებრივ და განსაკუთრებით წყლისა და მიწის რესურსებზე. ამ ფონზე იზრდება ქვეყნის განვითარების რისკი, რაც განპირობებულია ძირითადად წყლის რესურსების მოცულობის შემცირებით, მათი ხარისხის გაუარესებით და გახშირებული კატასტროფული ბუნებრივი მოვლენებით.

მდინარეთა ჩამონადენის ნორმისა და სხვა პარამეტრების მდგრადობა გარკვეული ლანდშაფტისათვის არ არის უცვლელი. ნებისმიერი პერიოდის ჩამონადენი წლიდან წლამდე განიცდის რყევადობას, რომლის მახასიათებელია მისი ვარიაციის კოეფიციენტი. დიდი ვარიაციის დროს იზრდება მისი გადახრა ნორმიდან და პირიქით მცირე ვარიაციის დროს ეს გადახრა მცირდება. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის წლიური ჩამონადენის ვარიაციის კოეფიციენტები მოცემულია 3.3.2 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ მათი მნიშვნელობა მცირეა და მერყეობს 0,19-დან (მდ. ალაზანზე სოფ. ბირკიანთან) 0,28-მდე (მდ. ჩელთზე სოფ. შილდასთან).

3.6.6 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის წყლის დეკადური ხარჯების ვარიაციის კოეფიციენტები ორ ჰიდროკვეთზე სოფ. ბირკიანთან, სადაც აღირიცხება მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენი წყალაღებისა და წყალჩაშვების გარეშე და მდინარის შუა წელში სოფ. შაქრიანთან. ამ ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ მდ. ალაზნის ზემო წელში წყლის ჩამონადენი შედარებით მდგრადია ($C_v = 0,25 - 0,45$) მის ქვემო

წელთან შედარებით, სადაც $C_v = 0,40 - 0,60$ ფარგლებშია. აქ მაღალი ვარიაციით ($C_v = 0,50 - 0,67$) გამოირჩევა წყლის ხარჯები ივლისიდან ნოემბრამდე, როდესაც გააქტიურებულია მდინარიდან წყალადებები და წყალჩაშვებები.

სამეურნეო ორგანიზაციებისათვის და განსაკუთრებით სარწყავი სისტემების მომსახურებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილების გაანგარიშება, რისთვისაც გამოიყენება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდები, ისინი უშუალოდ პასუხობენ კითხვას: როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის წყლის ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს.

მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წლიური ხარჯების 50, 75 და 95 %-იანი უზრუნველყოფის მნიშვნელობები მოცემულია 3.3.2 ცხრილში. 3.6.5 ცხრილში კი მოცემულია 10 დღიანი მინიმალური წყლის ჩამონადენის მოდულის 75, 80, 85, 90, 95, 97 და 99 %-იანი უზრუნველყოფის მნიშვნელობები.

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

კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობის ზეგავლენის შესწავლის მიზნით მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების სიდიდეთა ცვალებადობის დინამიკის კვლევა. ადამიანის ანთროპოგენური ფაქტორებისა და სხვა ფაქტორთა ზემოქმედებით ჰიდროლოგიურ პროცესებში XX საუკუნის დასასრულიდან შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები, რაც მათემატიკური სტატისტიკის ტერმინოლოგიით ტრენდებად იწოდება, რომელთაც აქვთ აღმავალი (მატების) ან დაღმავალი (კლების) მიმართულებები.

სადღეისოდ მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის როგორც ხარისხობრივი, ისე რაოდენობრივი დინამიკის გამოვლენა, რაც გულისხმობს ტრენდის შეფასებას, რომელიც შესაძლებელია მათი ტრენდის აპროქსიმაციის ამსახველი წრფივი რეგრესიის განტოლების განსაზღვრით:

$$T = aN + b, \quad (4.1.1)$$

სადაც T – ტრენდია – საკვლევი ელემენტის მრავალწლიური ცვლილების ტენდენციის ამსახველი გასაშუალებული წრფეა; N – ამ ელემენტის დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერია მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც $N = 1$, ყოველი შემდეგი (i) წლისათვის $N = 1 + i$; a – განტოლების კოეფიციენტი, რომლის ნიშანი (+ ან $-$) უჩვენებს საკვლევი ელემენტის ცვლილების მიმართულებას: დადებითი (+) ნიშანი გამოხატავს მის მატებას ანუ ელემენტის აღმავალ ტენდენციას, ხოლო უარყოფითი ($-$) ნიშანი მიუთითებს საკვლევი ელემენტის კვლევას ანუ დაღმავალ ტენდენციას; თვით a პარამეტრის რაოდენობრივი მნიშვნელობა კი განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის ცვლილების ინტენსიურობას ანუ სიჩქარეს; b – განტოლების მუდმივაა, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის ტრენდის ხაზის მინიმალურ მნიშვნელობას აღმავალი ტენდენციის შემთხვევაში ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას დაღმავალი ტენდენციის დროს.

ჩვენ მიერ განხილულ იქნა მდ. ალაზნის აუზის ტერიტორიაზე არსებულ ჰიდრომეტეოროლოგიურ ქსელში განხორციელებულ მრავალწლიან დაკვირვებათა რიგების ანალიზი 2010 წლამდე. 4.1.1 ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზის მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე მდებარე თელავისა და ლავოდხის მეტეოსადგურებზე ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის ყოველწლიური ცვლილების ამსახველი ტრენდების a და b პარამეტრების მნიშვნელობები და მათი შესაბამისი დისპერსიები.

ცხრილი 4.1.1. ატმოსფერული ნალექებისა და ტემპერატურების ტრენდების პარამეტრები (a და b)

მეტეოსადგური	სიმაღლე მ	ატმოსფერული ნალექები			ჰაერის ტემპერატურა		
		a	b	R ²	a	b	R ²
თელავი	568	- 1,182	831	0,036	0,005	12,1	0,022
ლაგოდეხი	362	- 2,318	1086	0,059	0,767	30,1	0,052

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა მდ. ალაზნის აუზის ორივე მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის გაზრდა და ნალექების მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მოსალოდნელია მდ. ალაზნის აუზში მდინარეთა წყლის ჩამონადენის შემცირება. აღსანიშნავია, რომ ტემპერატურის მატებისა და ნალექების შემცირების მაღალი ინტენსიურობით გამოირჩევა მდინარის მარცხენა მხარე.

4. 2. მდ. ალაზნის სხვადასხვა პერიოდის წყლის ჩამონადენის მრავალწლიური დინამიკა

მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილების შესწავლა ჩვენ მიერ შესრულდა ორი ჰიდროკვეთისათვის: სოფ. ბირკიანთან, სადაც აღრიცხულია მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენი 1950-დან 1996 წლამდე 47 წლიანი წყლის ხარჯების რიგით და სოფ. შაქრიანთან 1933-დან 2010 წლამდე 76 წლიანი წყლის ხარჯების მთლიანი რიგით.

ვინაიდან კლიმატის გლობალური დათბობის ინტენსიურობა განსაკუთრებით გაიზარდა გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან, ამიტომაც მდინარის წყლიანობის დინამიკა შესწავლილ იქნა როგორც არსებულ დაკვირვებათა მთლიანი რიგებით, ასევე წლების ცალკეული გრადაციებით 1980 წლამდე და 1981 წლიდან ჩვენ ხელთ არსებულ 2010 წლამდე დაკვირვებებით. ვინაიდან სოფ. ბირკიანთან 1981 წლიდან 1996 წლამდე არის მხოლოდ 16 წელი, ამიტომ მოვახდინეთ მათი აღდგენა 1997 წლიდან 2010 წლამდე სოფ. შაქრიანთან მოქმედი ჰიდროლოგიური საგუშაგოს მიხედვით მათი შესაბამისი შეფარდებების ანუ გადამყვანი კოეფიციენტების მიხედვით (ინტერპოლაციის მეთოდი).

ნახ. 4.2.1. – 4.2.2. მოცემულია ამ რიგებით მიღებული წყლის ხარჯების დინამიკა როგორც წლიური და სავეგეტაციო პერიოდის, ასევე მისი ცალკეული თვეებისათვის. გრაფიკებზე მოცემულია მათი ტრენდების წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული რეგრესიის განტოლებები და მათი შესაბამისი დისპერსიები (R²). მათი რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია 4.2.1. ცხრილში.

მიღებული ტრენდების პარამეტრების სათანადო ანალიზით ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან ბუნებრივი ჩამონადენის წლიური ხარჯების ნატურალური დაკვირვებების 1950 – 1996 წლების მონაცემებით მიღებული ტრენდი დადებითი მიმართულებისაა ე.ი. ხდება წყლის ხარჯების კლება. წლიური წყლის ხარჯების აღდგენილი (1997–2000წწ) მონაცემებით მიღებულ ტრენდზე კი აღინიშნება მათი მატების ტენდენცია. მატების მაღალი ინტენსიურობა აღინიშნება განსაკუთრებით 1981 – 2010 წლებისათვის, რომლის 14 მონაცემი აღდგენილია სოფ. შაქრიანთან დაკვირვების მიხედვით.

სოფ. შაქრიანთან მიღებულია წყლის წლიური ხარჯების მატების ტენდენცია წლების ყველა გრადაციებისათვის, გარდა 1933 – 1980 წლების რიგებისათვის, როდესაც აღინიშნა მათი კლების ტენდენცია, რომლის ინტენსიურობა შეადგენდა a =

-0,242, 1981 – 2010 წლებში ეს სიჩქარე შეიცვალა მის საპირისპიროდ და შეადგინა $a = 0,509$.

ანალოგიური ტენდენციები აღინიშნება ორივე ჰიდროკვეთზე სავეგეტაციო პერიოდის (აპრილიდან – სექტემბრამდე) საშუალო წყლის ხარჯებზე. აქაც 1933 – 1980 წლებში სავეგეტაციო პერიოდის ხარჯის დადებითი ტრენდის სიჩქარე $a = -0,243$, ხოლო 1981 – 2010 წლებისათვის კი ტრენდი აღმავალი ტენდენციისაა, რომლის სიჩქარე $a = 0,531$ -ს შეადგენს.

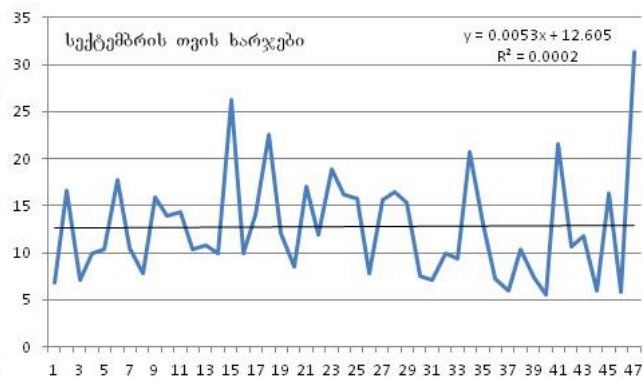
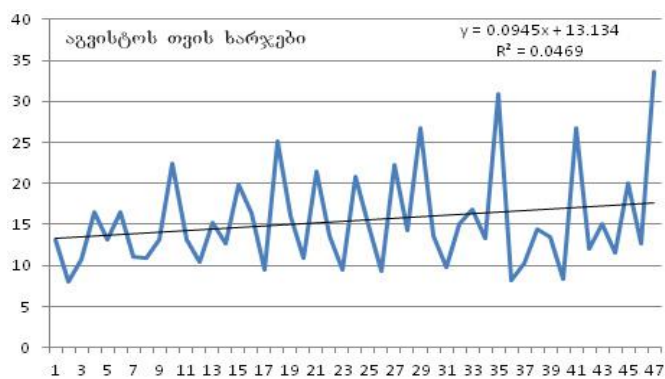
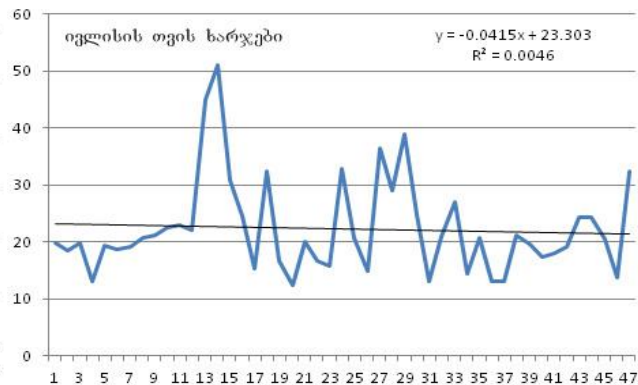
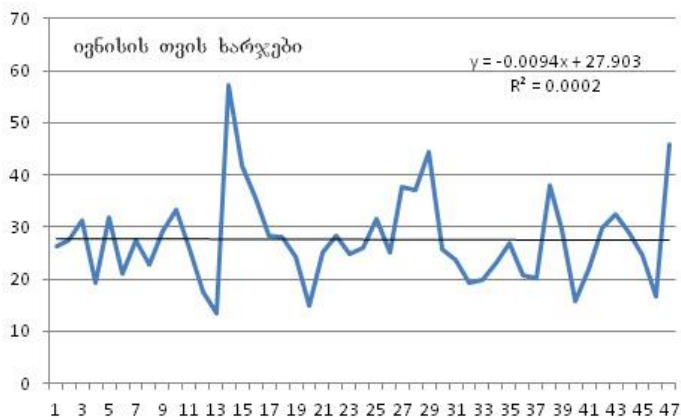
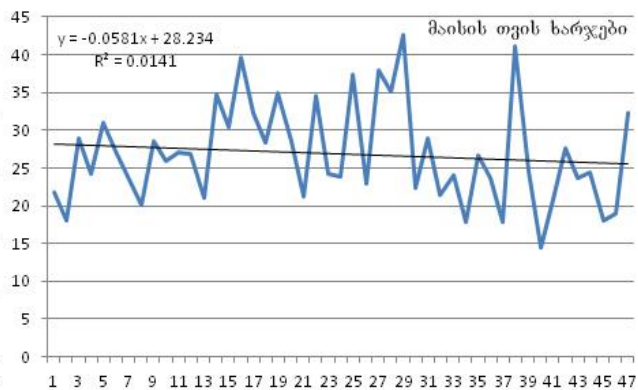
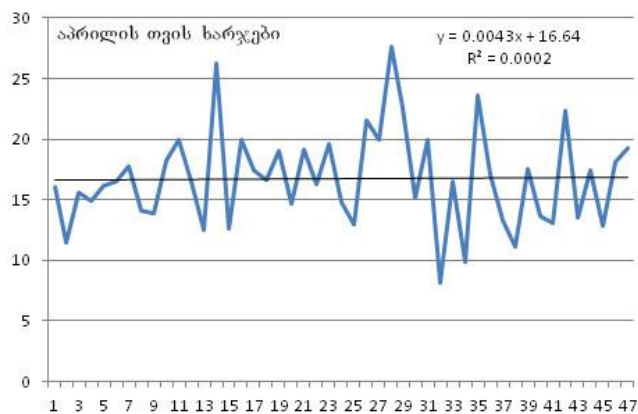
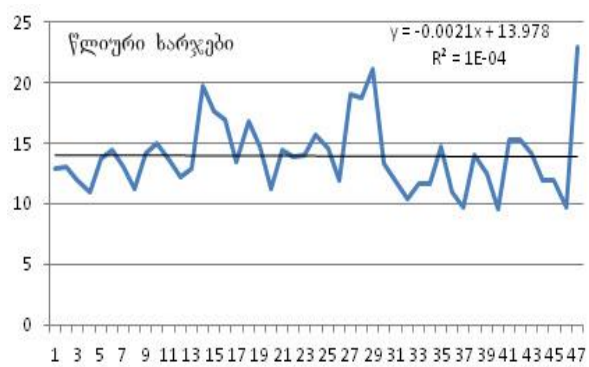
სოფ. ბირკიანთან მდ. ალაზნის წყლის სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენი ნატურალური დაკვირვებების მიხედვით ხასიათდება დადებითი ტრენდით, რომლის კლების სიჩქარე $a = -0,008$ -ს შეადგენს. 1997 – 2010 წლების აღდგენილი ხარჯებით კი მიიღება აღმავალი ტრენდი $a = 0,012$ სიჩქარით.

სავეგეტაციო პერიოდის ცალკეული თვეების წყლის ხარჯების დინამიკის (ნახ. 4.2.1. და 4.2.2.) კვლევის შედეგების (ცხრ. 4.2.1.) ანალიზიდან ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან აღმავალი (მატების) ტენდენციით ხასიათდებიან აპრილის, აგვისტოსა და სექტემბრის თვის წყლის ხარჯები. დანარჩენი მაისის, ივნისისა და ივლისის თვეებში აღინიშნება წყლის ხარჯების კლება ანუ მათი ტრენდები დადებითი ტენდენციით ხასიათდებიან.

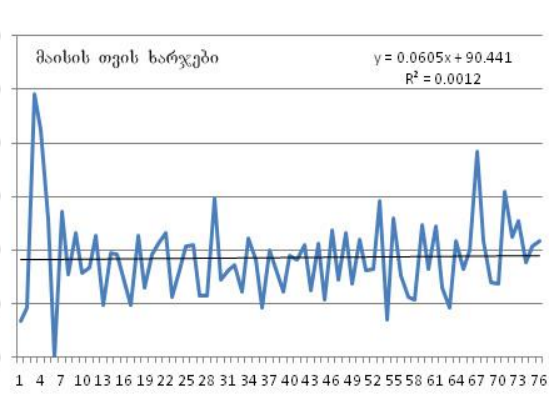
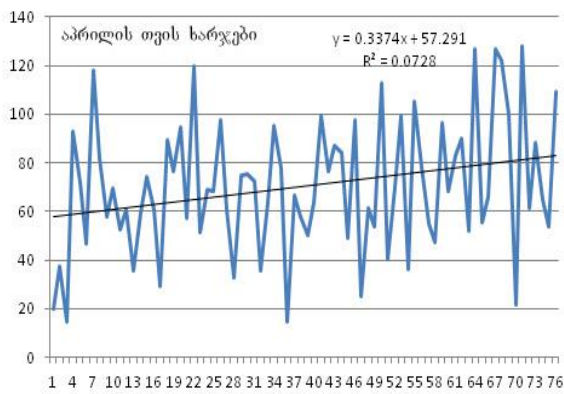
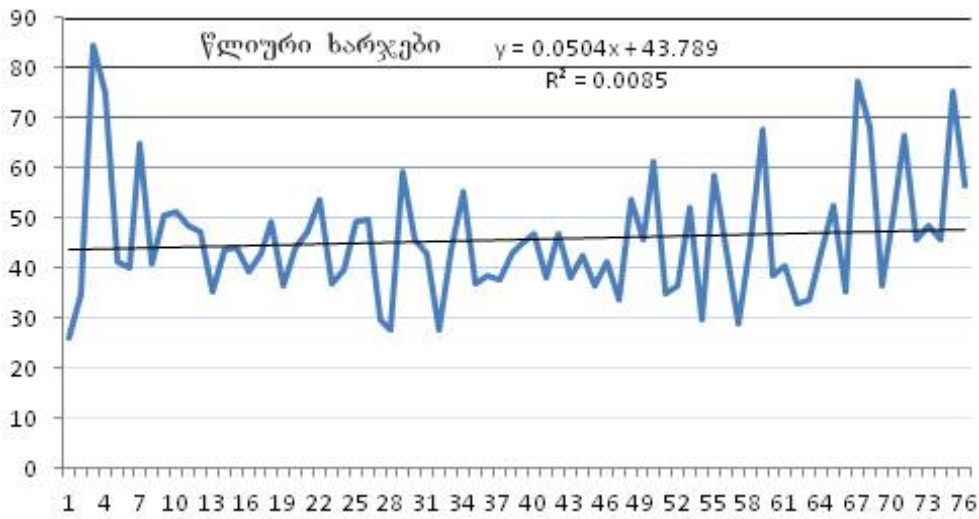
სოფ. შაქრიანთან წყლის ხარჯების მატების ტენდენცია აღინიშნება აპრილისა და მაისის თვეებში, ხოლო ივნისში, ივლისში, აგვისტოსა და სექტემბერში ფიქსირდება წყლის ხარჯების კლება, რაც გამოწვეულია აქ როგორც ჰავის სიმშრალით, ასევე წყალაღებების მაღალი მნიშვნელობებით.

საკვლევი თემის დანიშნულებასთან დაკავშირებით მეტად მნიშვნელოვანია მდ. ალაზნის წყლის მინიმალური ჩამონადენის მრავალწლიური ცვლილება. ნახ. 4.2.3. და 4.2.4.-ის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან მინიმალური წყლის ხარჯების ტრენდები წლების სხვადასხვა გრადაციებში ხასიათდება აღმავალი ტენდენციით, რომლის ინტენსიურობა (a) იცვლება კოეფიციენტებით 0,019-დან 0,079-მდე მნიშვნელობებით. ამისგან განსხვავებულია მინიმალური წყლის ხარჯების დინამიკა სოფ. შაქრიანთან, სადაც 1933 – 1980 წლებში აღრიცხული მინიმალური წყლის ხარჯების კლების ტენდენცია, წლების სხვა პერიოდებში იცვლება მათი მატების ტენდენციით.

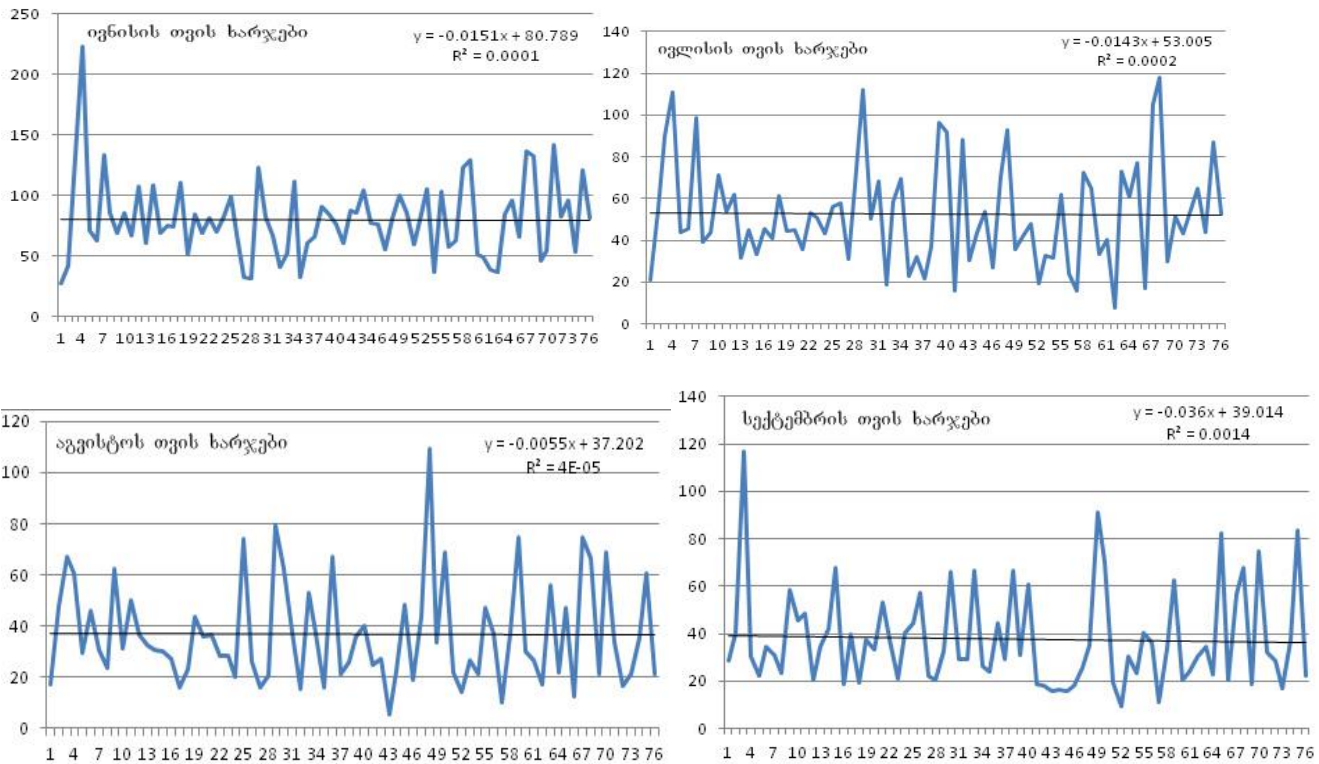
ამ ფაქტთან დაკავშირებით აღსანიშნავია ის, რომ სოფ. ბირკიანამდე მდ. ალაზნიდან არ ხდება წყალაღებები და არც წყალჩაშებები, მის ქვემოთ კი აქტიურად ხდება წყალაღებები სავეგეტაციო პერიოდში, როგორც ზემო და ქვემო სარწყავი მაგისტრალური არხების სისტემებით, ასევე მრავალი არასაინჟინრო წყალგადამგდები არხებით. მაგრამ წყალაღებების გარდა მდ. ალაზანში ხდება წყალჩაშებებიც, რომლებიც იწვევენ წყლის ხარჯების ხელოვნურ მატებას სოფ. შაქრიანთან. წყალჩაშებები ხდება იმ საწარმოებიდან, რომლებიც წყალს იღებენ მიწისქვეშა წყლებიდან ჰაბურღილების მეშვეობით და გამოყენებულ წყალს უშვებენ მდ. ალაზანში. ამ საწარმოების ჩამონათვალი და წყალჩაშებების წლიური რაოდენობა 2006 წლის მაგალითზე მოცემულია 4.2.2. ცხრილში.



ნახ. 4. 2. 1. მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა სოფ. ბირკიანთან



ნახ. 4. 2. 2. მდ. აღაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა სოფ. შაქრიანთან



ნახ. 4. 2. 2. მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა სოფ. შაქრიანთან

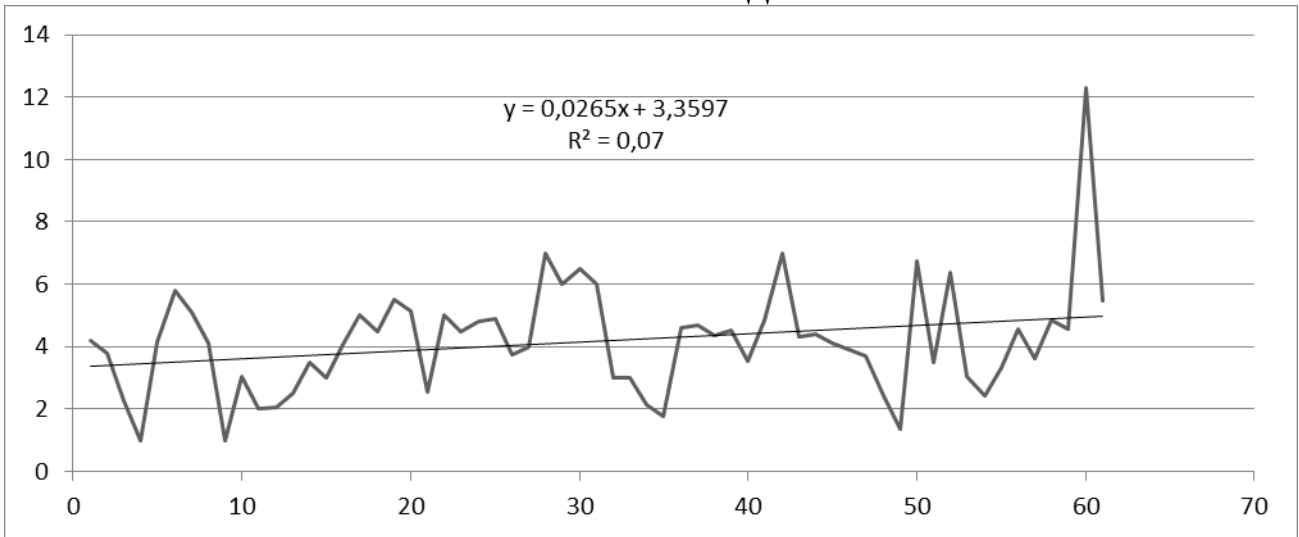
ცხრილი 4. 2. 1. მდ. ალაზნის სხვადასხვა პერიოდის წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკის ტრენდებისამსახველი განტოლებების ($y=ax+b$) პარამეტრები (a და b) და მათი დისპერსია (R^2)

პერიოდი	თვეები	ს. ბორჯიანთან			ს. შაქრიანთან		
		წლები	a	b	წლები	a	b
წლიური	I-XII	1950-1996	-0,002	13,98	1933-2010	0,050	43,79
		1950-1980	0,109	12,67	1933-1980	- 0,242	50,72
		1981-2010	0,230	10,73	1981-2010	0,509	40,04
მაქსიმალური	max		-1,079	98,42		-1,184	347,8
მინიმალური	min	1950-1996	0,019	3,731	1933-2010	-0,126	20,44
		1950-1980	0,089	2,63	1933-1980	- 0,088	14,93
		1981-2010	0,079	3,04	1981-2010	0,189	11,36
სავეგეტაციო	IV-IX	1950-1996	-0,008	20,642	1933-2010	0,031	60,80
		1950-1980	0,103	18,64	1933-1980	- 0,243	66,87
		1981-2010	0,177	17,26	1981-2010	0,531	56,34
აპრილი	IV		0,004	16,64		0,337	57,29
მაისი	V		-0,058	28,23		0,060	90,44
ივნისი	VI		-0,009	27,90		-0,015	80,79
ივლისი	VII		-0,041	23,30		-0,014	53,00
აგვისტო	VIII		0,094	13,13		-0,005	37,20
სექტემბერი	IX		0,005	12,60		-0,036	39,01

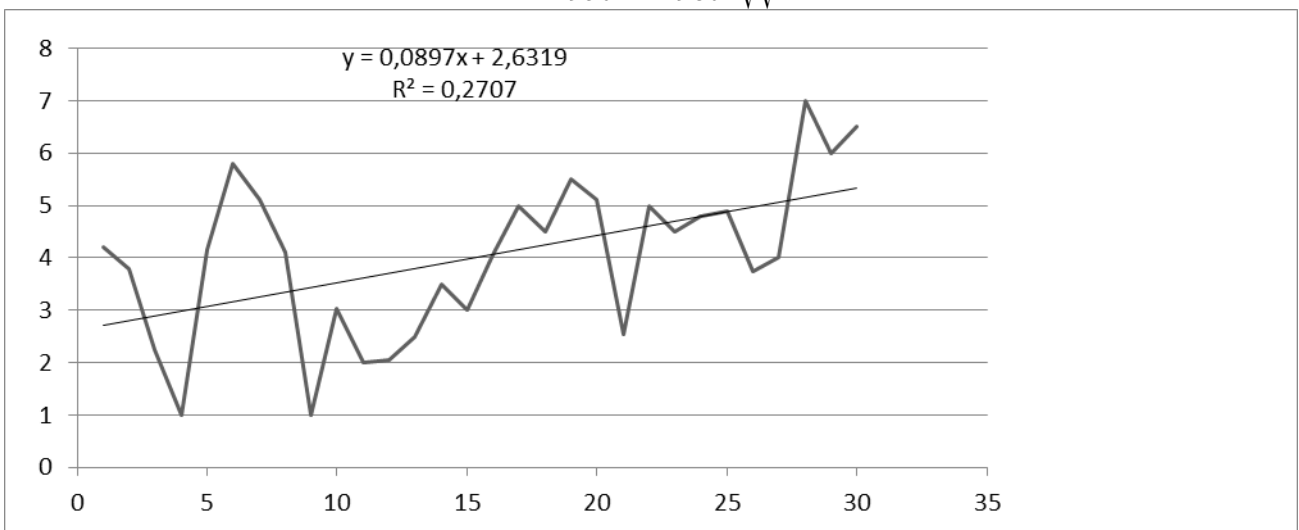
ცხრილი 4. 2. 2. მდ. ალაზანში საწარმოებიდან განხორციელებული წყალჩაშვების მახვევებლები 2006 წლის მონაცემებით [9]

საწარმოს დასახელება, მისამართი	წყალჩაშვება ათასი მ ³	მანძილი შესართავიდან კმ
ს.ს. თელავწყალკანალი, ქ.თელავი	629	220
შ.პ.ს. ყვარლის წყალკანალი, ქ.ყვარელი	1100	217
შ.პ.ს. გურჯაანის წყალკანალი, ქ.გურჯაანი	430	150
ს.ს. ახმეტის ღვინის ქარხანა	1,5	250
შ.პ.ს. ქინძმარაულის მარანი, ყვარლის რ-ნი, სოფ. გაგაზი	1,2	200
შ.პ.ს.კახეთის ღვინისსახლი,თელავის რ-ნი, სოფ. სანიორე	2	220

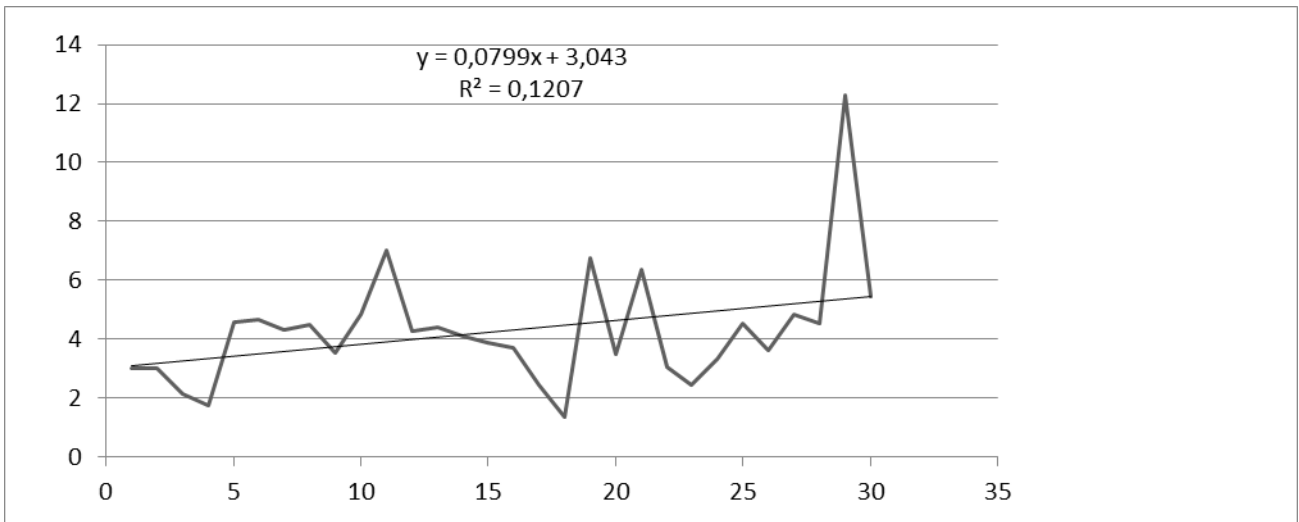
1950 – 2010 წწ



1950 – 1980 წწ

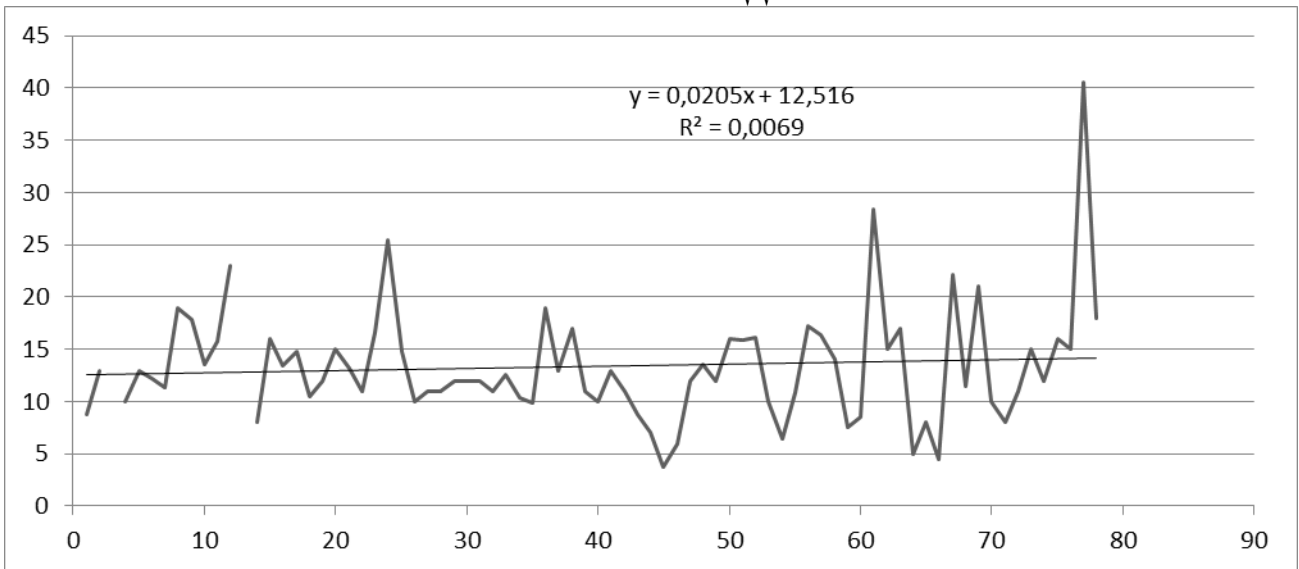


1981 – 2010 წწ

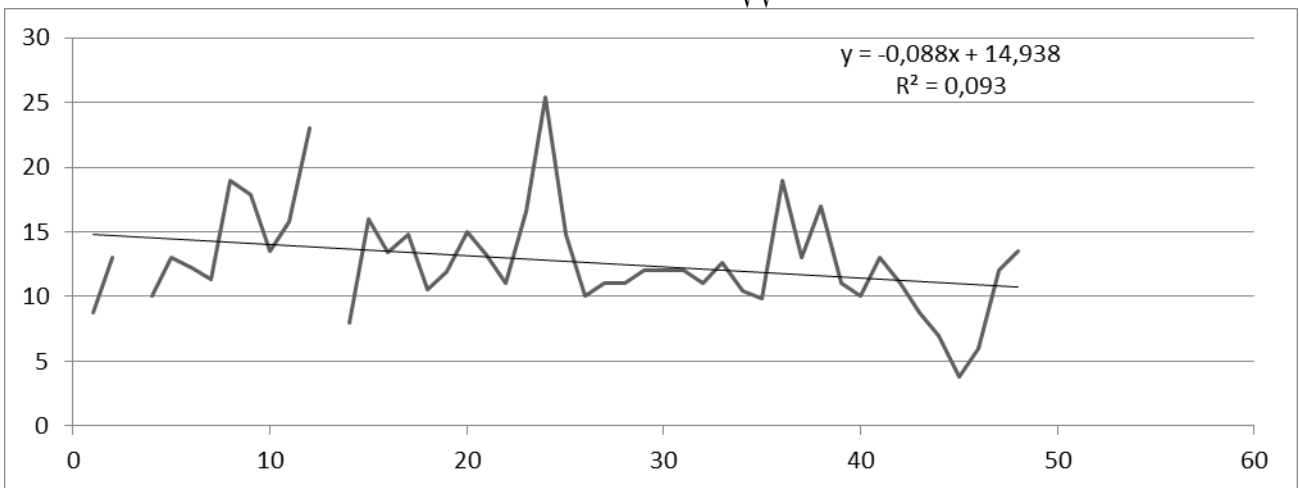


ნახ. 4.2.3. მდ. ალაზნის წყლის მინიმალური ხარჯების (მ³/წმ) მრავალწლიური დინამიკა სოფ. ბირკიანთან.

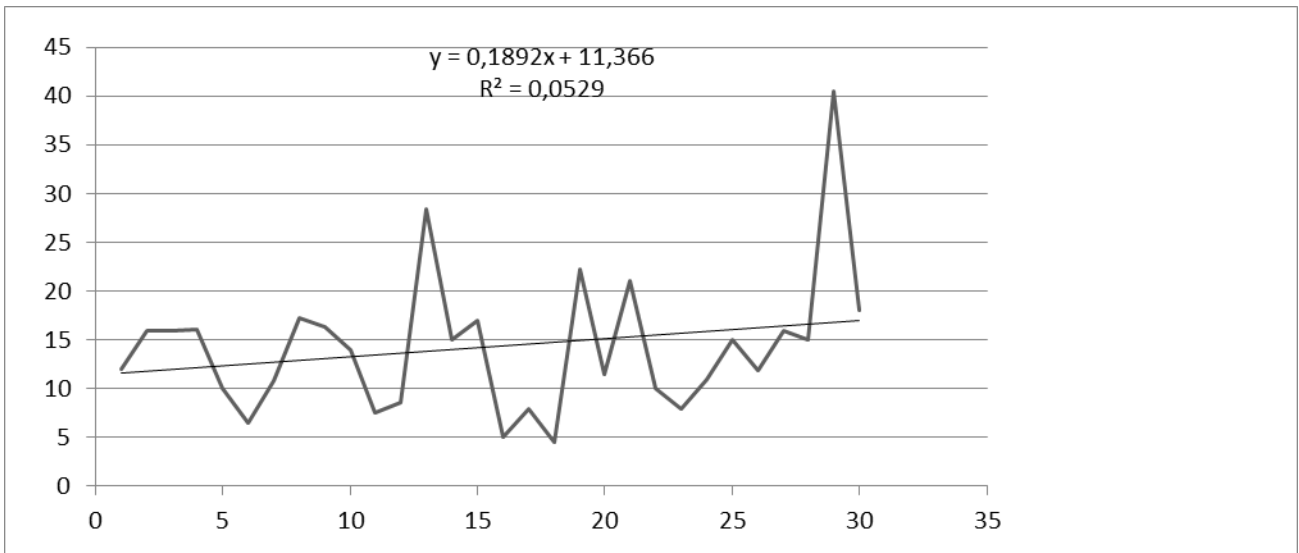
1933 – 2010 წწ



1933 – 1980 წწ



1981 – 2010 წწ



ნახ. 4.2.4. მდ. ალაზნის წყლის მინიმალური ხარჯების (მ³/წმ) მრავალწლიური დინამიკა სოფ. შაქრიანთან.

4. 3. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილება

კლიმატის მიმდინარე და მოსალოდნელი ცვლილების გავლენის შესწავლა მდინარის წყლის ჩამონადენზე ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა ქვეყნის ნებისმიერი რეგიონისათვის, მდ. ალაზნის შემთხვევაში კი მთელი ჩვენი ქვეყნისათვის, რადგან ეს მდინარე არის მთავარი წყარო სასოფლო – სამეურნეო კულტურების მისაღებად კახეთის ნაყოფიერი ნიადაგების ფართო ველებზე. მაგრამ კლიმატური ელემენტების ცვლილების შედეგად მდინარის წყლის ჩამონადენის ცვლილების შეფასება რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

დასმული საკითხის შესასწავლად კლიმატის ცვლილების საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში გამოყენებულ იქნა ორი კომპიუტერული რეგიონალური კლიმატის მოდელი PRECIS და ჰიდროლოგიური WEAP მოდელი [9]. განხილულ იქნა 15 წლიანი და 30 წლიანი პერიოდები. მდ. ალაზნის ზემო წელში არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემებით საპროგნოზო გამოთვლების შედეგად მიღებული ტემპერატურის, ნალექებისა და მდინარის ჩამონადენის ცვლილება მოცემულია 4.3.1. ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ნალექების რაოდენობა შედარებით მცირედ იცვლება ტემპერატურის არსებითი მატების ფონზე, რომელიც XXI საუკუნის ბოლოსთვის აღემატება 5°C-ს. შესაბამისად გაიზრდება რა აუზის ზედაპირზე აორთქლება, შემცირდება მდინარის ჩამონადენი XX საუკუნის მეორე ნახევართან შედარებით.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს 15 წლიანი პერიოდების განხილვის დროს ატმოსფერული ნალექები თითქმის უცვლელი რჩება, თუმცა მცირედით ვარირებს, ხოლო ტემპერატურა 5°C-ით იზრდება XXI საუკუნის ბოლოსთვის. ეს ფაქტი შესაბამისად აისახება მდინარის ჩამონადენზეც და მიღებული პროგნოზის თანახმად 2100 წლისთვის მოსალოდნელია მდ. ალაზნის ჩამონადენის კლება, მაგრამ პერიოდული ვარიაციებით.

30 წლიანი პერიოდების გასაშუალების შემთხვევაში მდინარის ჩამონადენის ტრენდი მცირე კლების ტენდენციას აჩვენებს. შესაბამისად XXI საუკუნის ბოლოსთვის 1951 – 1980 წლებთან შედარებით ჩამონადენის 8,6 %-იანი კლებაა მოსალოდნელი პერიოდული ვარიაციებით.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ალაზნის ჩამონადენი მის ქვემო წელში დაახლოებით 13%-ით აღემატება შესაბამის მნიშვნელობას შუა წელში და მისი ცვალებადობა

სინქრონულად მიმდინარეობს მდინარის გაყოფებაზე. ამიტომ ჰიდროლოგიურ საგუშაგო შაქრიანისათვის, რომლის მახლობლად სათავეს იღებს ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემა, მიღებული შედეგები შეიძლება გავრცელებულ იქნეს მდ. ალაზნის ქვემო წელზეც და საუკუნის ბოლოსთვის 2070 – 2100 წწ ჩამონადენი გარკვეული სცენარის მიხედვით მდ. ალაზანზე საშუალოდ 10 %-ით დაიკლებს.

ჩვენი კვლევის მიხედვით სავეგეტაციო პერიოდში მდ. ალაზანზე ბუნებრივი ჩამონადენის (მ³/წმ) დინამიკის ამსახველი დადამავალი (კლების) ტენდენციის ტრენდის განტოლება სოფ. ბირკიანთან ასე წარმოდგება:

$$Q = -0,0084 N + 20,642, \quad (4.3.1.)$$

სადაც N – წლის რიგითი ნომერია დაწყებული 1950 წლიდან, როდესაც N = 1, მისი კოეფიციენტი -0,0084 კი უჩვენებს ჩამონადენის ყოველწლიური შემცირების ინტენსიურობას.

ასეთ პირობებში კახეთის რეგიონში შესაძლებელია გაიზარდოს გაუდაბნოების პროცესი, მაგრამ საქართველოს კლიმატის მეორე ეროვნული შეტყობინების [9] თანახმად მდ. ალაზნიდან წყლის მოთხოვნაზე მხოლოდ მაშინ შეიძლება წარმოიშვას პრობლემა, როდესაც ჩამონადენი შემცირდება 50 %-ით და ამდენივეთი გაიზრდება მოთხოვნა წყალზე. რადგანაც პროგნოზის მიხედვით ჩამონადენის ასეთი შემცირება ნავარაუდები არ არის.

შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ წყლის მოთხოვნის მნიშვნელოვანი ზრდის შემთხვევაშიც კი მდ. ალაზანზე წყლის დეფიციტი მიმდინარე საუკუნეში მოსალოდნელი არ არის [9].

ცხრილი 4. 3. 1. ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურისა და მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის მნიშვნელობები 15 და 30 წლიან პერიოდებში [9]

წლები	ნალექები მმ	ცვლილება მმ	ტემპერატურა °C	ცვლილება °C	ჩამონადენი მლნ მ ³	ცვლილება მლნ მ ³
15 წლიანი პერიოდი						
1951 – 1965	2200		3,3		441	
1966 – 1980	2280	+80	3,3	0,0	474	+33
2071 – 2085	2150	-130	7,9	+4,6	408	-66
2086 – 2100	2260	+110	8,9	+1,0	433	+25
30 წლიანი პერიოდი						
1951 – 1980	2240		3,3		459,7	
2071 – 2100	2205	-35	8,4	+5.1	420,2	-39,5
ცვლილება%		-1,6%				-8,6 %

**თაზი V.მდ. ალაზნის აუზის აბროკლიმატური პირობები
და ირიბაციული შუსაქლელობები**

5. 1. აუზის აბროკლიმატური პარამეტრები

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განლაგება და განვითარება განპირობებულია ადგილმდებარეობის აბროკლიმატური რესურსებით, რომელთა ძირითადი მახასიათებლებია ჰაერის აქტიური ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) ტემპერატურებისა და ატმოსფერული ნალექების ჯამები. სწორედ ამ ორი ფაქტორის მიხედვით პროფ. გ. მელაძისა და მ.მელაძის მიერ 2010 წელს შედგენილ იქნა მთელი კახეთის რეგიონის აბროკლიმატური რუკა [5], სადაც 1985 წლისათვის არსებული მონაცემებით მდ. ალაზნის აუზში გამოყოფილია ხუთი აგრომეტეოროლოგიური ზონა:

I ზონა მდებარეობს 300 – 450 მ სიმაღლეზე და მოიცავს სიღნაღისა და გურჯაანის რაიონების ჩრდილოეთ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილს, ლაგოდეხის რაიონის სამხრეთ-დასავლეთ და ყვარლის რაიონების სამხრეთ ნაწილს, სადაც გავრცელებულია მდელის ყავისფერი და შავი ნიადაგები. აქ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C -ზე მეტია. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 500 – 600 მმ, ხოლო თბილ პერიოდში (IV–X) მხოლოდ 300 – 400 მმ, უყინვო დღეთა რაოდენობა 245 – 226. ამ ზონის ტერიტორიაზე შეიძლება მარცვლეულის, ბოსტნეულისა და ვაზის გარკვეული ჯიშების წარმოება.

ვინაიდან ეს ზონა ტენით ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი სავეგეტაციო პერიოდში, საჭიროა ნიადაგის მორწყვა, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VII–VIII).

II ზონა ვრცელდება 400 – 600 მ სიმაღლემდე და მოიცავს თელავის, გურჯაანის, სიღნაღის, ყვარლისა და ლაგოდეხის რაიონების, აგრეთვე ნაწილობრივ ახმეტის რაიონის ტერიტორიას. აქ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000°C -ზე მეტია, ატმოსფერული ნალექები 600 – 700 მმ, თბილ პერიოდში 450 – 550 მმ, უყინვო დღეთა რიცხვი 238 – 209 დღეა. ამ ზონაში რეკომენდებულია მარცვლეულის, ვაზის, ხეხილის, ეთერზეთოვანი და სხვა კულტურების წარმოება.

III ზონა 500 – 900 მ სიმაღლეთა ფარგლებშია და მოიცავს ახმეტის რაიონის ჩრდილო და ჩრდილო – დასავლეთ ნაწილს და ყვარლისა და ლაგოდეხის რაიონების ჩრდილოეთს. აქ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2000°C -ზე მეტია, ნალექების წლიური ჯამი 650 – 750 მმ, თბილ პერიოდში კი 550 – 650 მმ, ყვარელსა და ლაგოდეხში ამ პერიოდში ნალექები 800 მმ. უყინვო დღეთა რიცხვი 222 დღეა. ნიადაგები ყავისფერი კარბონატული და ყომრალია. აქ ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეულის, მევენახეობის, მეხილეობის, მებოსტნეობის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნებისა და სათიბ – საძოვრების განვითარებისათვის.

IV ზონა 600 – 1000 მ სიმაღლეზე ახმეტის სამხრეთ – დასავლეთით და ჩრდილოეთით, ყვარლისა და ლაგოდეხის რაიონების ჩრდილოეთით, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1000°C -ზე მეტია. ნალექები 750 – 950 მმ, მათგან თბილ პერიოდში 650 – 700 მმ, უყინვო პერიოდი 221 – 183 დღეა. აქ გავრცელებულია მდელის ყავისფერი და ყომრალი ნიადაგები, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის სიმცირის გამო შესაძლებელია მხოლოდ მეხილეობის, მებოსტნეობის, მარცვლოვანებიდან მხოლოდ შვრიის, ქერისა და სათიბ – საძოვრების წარმოება.

V ზონა 700 – 2000 მ სიმაღლეზეა და მოიცავს ახმეტის, ყვარლისა და ლაგოდეხის რაიონების ჩრდილო ნაწილებს, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1000°C -ზე ნაკლებია. ნალექების წლიური ჯამი 800 – 1000 მმ, მათგან თბილ პერიოდში 700 მმ ომალოში და 800 მმ-ზე მეტი ყვარლისა და ლაგოდეხის ჩრდილოეთით. უყინვო დღეთა რაოდენობა 143 დღეა. ნიადაგები ძირითადად

აღუვიური ყომრალი და ამიტომ შეუძლებელია ბოსტნეული კულტურებისა და სათიბ – საძოვრების განვითარება.

მდ. ალაზნის აუზის ვაკისა და მთისწინების ზონის ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, გაანგარიშებული გარკვეული დროის პერიოდში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის შეფარდებით ჰაერის ტემპერატურების ჯამთან ან მათ გასაშუალებულ მნიშვნელობასთან, არათანაბრად ნაწილდება ვაკის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს, ჩრდილო – დასავლეთ და სამხრეთ – აღმოსავლეთს შორის.

ცხრ. 5.1.1-ის მონაცემთა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა ალაზნის მარცხენა მხარე, სადაც მათი მნიშვნელობა საშუალოდ 1,30-დან 1,52-მდეა. აქ ის უდიდესია ყვარელში (1,9) და ლაგოდეხში (1,8). მცირე ჰიდროთერმული კოეფიციენტებია მდ. ალაზნის მარჯვენა მხარეს (0,74 – 0,97), სადაც უდიდესია გურჯაანში (1,4) და წნორში (1,0). წლის განმავლობაში მცირე მაჩვენებლები ჰიდროთერმული კოეფიციენტებისა აღირიცხება ივლის – აგვისტოს თვეებში 0,28 – 0,40 მ/ს ალაზნთან და 0,69 – 0,88 მ/ს ჯოყოლოსთან.

ცხრ. 5.1.2.-ში მოცემულია ცვლილებები აგროკლიმატური პარამეტრებისა [3] შრომის მიხედვით. როგორც ირკვევა კახეთის ტერიტორიაზე ყველგან გაიზარდა ცხელი დღეების რაოდენობა, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა მეტია 30 °C-ზე. ყველაზე მეტად (წელიწადში 16 – 17 დღით) ეს მოხდა ახმეტასა და დედოფლისწყაროში, ასევე (10 – 12 დღით) თელავსა და სიღნაღში. ყველგან გაიზარდა ვეგეტაციის დღეთა რაოდენობა 2 – 5 დღით და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 103 – 190 °C-ით. გაიზარდა მკაცრი და ექსტრემალური გვალვების შემთხვევათა რაოდენობა 8-დან 14-მდე, გარდა დედოფლისწყაროში, სადაც მათი რაოდენობა –9-ით შემცირდა და გაიზარდა ატმოსფერული ნალექები 9 %-ით. სხვაგან ყველგან შემცირდა ნალექები 1 %-დან (ყვარელში) 8 %-მდე (ახმეტაში). ნალექების რაოდენობა უცვლელი დარჩა დედოფლისწყაროსა და საგარეჯოში. ასევე შემცირდა ყველგან წაყინვების დღეთა რაოდენობა (2 – 9 დღით), წაყინვებმა მოიმატა მხოლოდ ლაგოდეხში 8 დღით და სიღნაღში 2 დღით.

5.1.3. ცხრილში მოცემულია მდ. ალაზნის აუზში ტყის, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, დეგრადირებული და სარწყავი მიწის ფართობები [3] ნაშრომის მიხედვით, საიდანაც ჩანს, რომ სადღეისოდ რამდენიმე ათეული ჰა მიწა არის დეგრადირებული, გამოფიტული, დაჭაობებული, მიტაცებული მდინარის ნეგატიური მოქმედებით და რამდენიმე ათასი ჰა ქარსაფარი ზოლებია განადგურებული. ამიტომ აუცილებელია მათი აღდგენა, რათა აღორძინდეს ქვეყანაში სოფლის მეურნეობა.

ცხრილი 5. 1. 1. აგროკლიმატური მახასიათებლები თბილ პერიოდში (IV – X) [5]

მეტეო-სადგური	სიმაღლე მ	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი(°C)	ნალექების ჯამი (მმ)	შეფარდებითი ტენიანობა (%)	ტენიანობის დეფიციტი (მმ)	უყინვო პერიოდი (დღე)	ჰიდროთერმული კოეფიციენტი
თელავი	568	3730	590	66	8,3	233	1,6
ახმეტა	567	3660	560	68	7,8	238	1,5
ყვარელი	448	3960	760	69	8,2	239	1,9
ლაგოდეხი	437	3980	740	68	8,6	242	1,8
გურჯაანი	415	3920	540	70	7,9	245	1,4
წნორი	223	4100	420	67	9,2	224	1,0

ცხრილი 5. 1. 2. 1961 – 1985 და 1986 – 2010წწ პერიოდებს შორის ცვლილებები აგროკლიმატურ პარამეტრებში მუნიციპალიტეტებისა და პრიორიტეტული კულტურების მიხედვით [3]

მუნიციპალიტეტი	წამყვანი ღარგი	ცხელი T > 30°C დღეები წელიწადში	ნალექი ვეგეტაციის პერიოდში (%)	ვეგეტაციის პერიოდში (დღე) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (°C)	წაყინვები (დღე)	გვალვები (მკაცრი და ექსტრემალური) (შემთხვევათა რაოდენობა)	პრიორიტეტული კულტურა და ზღვრული ტემპერატურა (°C)
ახმეტა	მესაქონლეობა	+16	-8	+5 190	-4	+9	სიმინდი (8°C)
გურჯაანი	მევენახეობა	+9	-6	+2 103	-7	+9	ატამი და ვაზი (12°C)
დედოფლისწყარო	მემარცვლეობა	+17	0	+3 213	-2	+11	ხორბალი (5°C)
თელავი	მევენახეობა	+12	-9	+2 115	-9	+5	ვაზი და ვარდი (12°C)
ლაგოდეხი	მებაღეობა (ბოსტნეული, ბაღჩეული)	+3	+9	+4 107	+8	-9	საზამთრო (10°C)
საგარეჯო	მესაქონლეობა	+3	0	+7 186	-5	+14	იონჯა და შერია (10°C)
სიღნაღი	მემცენარეობა	+10	-4	+5 126	+2	+9	ხორბალი (5°C)
ყვარელი	მევენახეობა	+12	-1	+5 169	0	+8	ვაზი (12°C)

ცხრილი 5. 1. 3. მდ. ალაზნის აუზში არსებული ტყის, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, დეგრადირებული და სარწყავი მიწის ფართობები [3]

რაიონი	ფართობი კმ ²	ტყის ფართობი ჰა	სასოფლო-სამეურნეო ფართობი ჰა	სათიბ-საძოვრები ფართობი ჰა	დეგრადირებული სასოფლო-სამეურნეო ფართობი ჰა	სარწყავი ფართობი ჰა
ახმეტა	2040	81185	80266	62113	2500–დაჭაობებული 1000–გამოფიტული	6200
თელავი	1094	55043	19555	5000	500–ალპური საძოვრები 100–გაჩეხილი ქარსაფარი	8236
გურჯაანი	846	28610	39400	9938	1500–დეგრადირებული 540–გაჩეხილი ქარსაფარი	10325
სიღნაღი	3691	32688	96580	54121	9000–დეგრადირებული 640–განადგურებული ქარსაფარი	22944
ლაგოდეხი	670	18026	39287	11169	380–მიტაცებული მდინარისაგან 4254 მ ქარსაფარი	8080
ყვარელი	1001	52943	35084	10775	92 – მდინარის ნაპირები	620

შენიშვნა: მონაცემები რაიონებისა და ტყის ფართობებისა აღებულია [15] ცნობარის მიხედვით.

5. გვალვიანობა და მისი ცვლილება

გვალვა ეს არის ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელოვანი დეფიციტის ხანგრძლივი დროის მანძილზე ჰაერის ტემპერატურის მომატების ფონზე, როდესაც აორთქლება სჭარბობს ნალექებს, რის შედეგადაც ნიადაგში ილევა სინოტივის მარაგი, დაბლა იწვევს გრუნტის წყლების დონე და მცირდება მდინარეთა წყლიანობა და სარწყავი წყლის რესურსები, რაც უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო – სამეურნეო კულტურებისა და ნარგავების განვითარებაზე და იწვევს მოსავლის შემცირებას ან საერთოდ მათ განადგურებას.

გვალვა საშიში ატმოსფერული მოვლენაა, რადგან მას დიდი ზიანის მიყენება შეუძლია არამარტო სასოფლო – სამეურნეო კულტურებზე, არამედ ვნებს ადამიანის ჯანმრთელობას, რადგან იწვევს სისხლის არტერიული მიმოქცევის მოშლას.

აღსანიშნავია, რომ გარდა მეტეოროლოგიური ელემენტებისა (ტემპერატურა, ნალექები, სინოტივე) გვალვიანობა დაკავშირებულია აგრეთვე მზის აქტივობასთან. მზის ხანმოკლე ფლუქტუაციები განსაზღვრავენ ამინდის ცვალებადობას. 1843 წლის შემდეგ, როდესაც შვაბემ აღმოაჩინა მზის აქტივობის 11-წლიანი ციკლი, მეცნიერებმა 200 წლიანი დაკვირვებათა ანალიზით დაადგინეს კლიმატური ელემენტების (ნალექები, ტემპერატურა) კორელაციური კავშირები მზის აქტივობის გრძელ და მოკლევადიანი ციკლებთან. დადგენილია, რომ გვალვები დაიკვირვება მზის ლაქების მინიმუმის წლებში, მათი მაქსიმუმის დროს კი არ არის გვალვები, როდესაც ვოლფის რიცხვები აღემატება 30-ს [27].

ამრიგად, გვალვა წარმოადგენს რთულ მრავალფაქტორიან მეტეოროლოგიურ მოვლენას, რომლის კლიმატური სტრუქტურა ყალიბდება მზის ლაქების მინიმუმის წლებში, როდესაც ტერიტორია ხასიათდება მაღალი ტემპერატურული მახვევებლებით, ჰაერის დაბალი სინოტივით და ნალექების დეფიციტით.

საქართველოსთვის ხშირი გვალვა არამარტო ეკოლოგიურ, სოციალურ და ეკონომიკურ, არამედ კლიმატური პრობლემაცაა. კერძოდ იგი საფრთხეს უქმნის კავკასიონის მყინვარებს, იწვევს რა მათ აბლაციას მაღალი ტემპერატურისა და ნალექების დეფიციტის პირობებში, ნეგატიურმა ანთროპოგენურმა ფაქტორებმა გაზარდა ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ხარისხი მყინვარებზე, მტვრის დაგროვებამ დააჩქარეს მყინვარების აბლაცია. ამრიგად მთელი კავკასიის ეკოლოგიურ წონასწორობას საფრთხე ემუქრება. ამიტომ აუცილებელია გვალვიანობისა და გაუდაბნობის პროცესების კომპლექსური შესწავლა.

გვალვები გამოირჩევა სიმძაფრის, სიხშირის, ხანგრძლივობისა და სეზონურობის მიხედვით. არჩევენ შემოდგომის, გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდის გვალვებს, რომელთაგან ზაფხულის გვალვა უფრო საშიშია, რადგან სწორედ ამ პერიოდში აქტიურდება მცენარეთა ზრდა-განვითარების პროცესი და მისი მოთხოვნილება წყლის მიმართ.

გვალვის პრობლემა საქართველოსთვის უძველესია. საქართველოს მცირე ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებულია 100-მდე სახეობის ლანდშაფთია. მათ შორის არიდული ლანდშაფტები გავრცელებულია მთელ საქართველოში, როგორც დასავლეთში, ისე აღმოსავლეთში. მაგრამ დასავლეთ საქართველოსაგან განსხვავებით, აღმოსავლეთ საქართველოს ლანდშაფტები უფრო მგრძობიარეა კლიმატური რყევების მიმართ, რაც ტემპერატურის ზრდითა და ნალექების შემცირებით აღინიშნა. ამიტომ, რომ საქართველოში ამჟამად ყველაზე გვალვასაშიში რეგიონებია ქვემო ქართლი და კახეთი – შირაქისა და ელდარის ვაკეები.

საქართველოს თანამედროვე ლანდშაფტების ზონალურობა ჩამოყალიბდა პოლოცენში, როდესაც კლიმატის დათბობა აღინიშნებოდა. ამ დროს მიმდინარეობდა ლანდშაფტების ტრანსფორმაცია. ორი ათასწლეულის არქეოლოგიური მასალებიდან გაირკვა, რომ ისტორიულად 8 – 10 ათასი წლის წინათ საქართველოში აღმოცენდა

მეცხოველეობა და მიწათმოქმედება და დაიწყო ადამიანის აქტიური ჩარევა ბუნებრივი პროცესების მსვლელობაში ტყეებისა და მიწების დამუშავებით. შემდეგ შუა პოლოცენში (4 – 5 ათასი წლის წინათ) სამეურნეო წარმოება უკვე იყო წამყვანი ფორმა ადამიანის შრომითი საქმიანობისა. ბოლო პერიოდში ტექნიკისა და მეურნეობის სწრაფმა განვითარებამ განაპირობა დედამიწის ზედაპირზე ლანდშაფტების ძლიერი ანთროპოგენური დატვირთვა.

ცალკეულ ტერიტორიაზე გვაღვის ფორმირების ძირითადი ფაქტორებია ცირკულაციური პროცესები, რომლებიც განსაზღვრავენ გვაღვის ინტენსივობას და სიხშირეს. გვაღვების ხანგრძლივობა და სიხშირე განსაკუთრებით საშიშია აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული ლანდშაფტებისათვის. XX საუკუნის 80-იან წლებამდე მრავალწლიურ დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზით მიღებული გვაღვების მახასიათებლები (დღეთა რიცხვი) სავსეგეტაციო პერიოდში მოცემულია ცხრ. 5.2.1-ში, სადაც ირკვევა, რომ სუსტი და საშუალო ინტენსივობის გვაღვები რეგიონის ტერიტორიაზე ყოველწლიურადაა მოსალოდნელი, მაგრამ არის შემთხვევა, როცა ინტენსიური გვაღვა აღინიშნება 2 დღე. აღსანიშნავია, რომ გვაღვების შემთხვევები არ არის კატასტროფული.

ცხრ. 5.2.2-ში მოცემულია ანომალურად თბილი და ნალექების დეფიციტური თვეების რაოდენობა 1900 – 1980 წლებში [20] შრომის მიხედვით. როგორც ირკვევა 90 წელიწადში აღმოჩნდა 134 გვაღვიანი თვე, რაც საერთო შემთხვევათა 12 %-ს შეადგენს. გვაღვიანი თვეების რიცხვი წლების მიხედვით მერყეობს 0-დან 4-მდე. ზედიზედ არც ერთი გვაღვიანი თვე არ ყოფილა 1963 – 1965 წლებში. ოთხი გვაღვიანი თვე წლის განმავლობაში აღინიშნა 1981 წ.

გვაღვიანი თვეების მონაცვლეობის მხრივ 134 შემთხვევიდან 106 შემთხვევაში ერთ გვაღვიან თვეს მეორე გვაღვიანი არ მოჰყოლია. გვაღვიანი 2 თვე იყო მიმდევრობით მხოლოდ 9 შემთხვევაში, 3 გვაღვიანი თვე მიყოლებით აღინიშნა 2-ჯერ, 1906 წლის II-IV და 1923 წლის XI და მისი მომდევნო ოთხი თვე. ყველაზე ხანგრძლივი პერიოდი გვაღვისა აღინიშნულია 1952 წლის VII – X თვეების ჩათვლით [20].

კლიმატის მიმდინარე დათბობის პროცესი იწვევს გვაღვების გახშირებას. გვაღვიანობის სიხშირე კი გაუდაბნოების ხელშემწყობი ძირითადი ფაქტორია. გაუდაბნოების პროცესს, გარდა გვაღვებისა, სხვა მრავალრიცხოვანი ფაქტორებიც განაპირობებს, ატმოსფერული პროცესებიდან დაწყებული, ნიადაგის სტრუქტურული შემადგენლობით დამთავრებული. მაგალითად, ავტორთა კოლექტივმა [25] ნაშრომში გაუდაბნოების ხელშემწყობი პროცესების დასახასიათებლად გამოიყენა ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის სიჭარბისა და ნალექების დეფიციტის ჯამების შეფარდება წელთა რიცხვზე, რომელიც განსაზღვრავს გაუდაბნოების პროცესის ინტენსიურობას და მას პირობითად გაუდაბნოების კოეფიციენტი უწოდეს. იგი გამოისახება 6 ბალიანი სისტემით და აღრიცხავს გაუდაბნოების ხელშემწყობი პროცესების ინტენსიურობას, რაც ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის ზრდისა და ნალექების შემცირების ფაქტიური მნიშვნელობიდან გამომდინარეობს. მათ მიერ მიღებული გაანგარიშებიდან ირკვევა ყველაზე მაღალი (6 ბალი) გაუდაბნოების კოეფიციენტით ხასიათდება ლაგოდეხი. გურჯაანში, თელავში და შირაქში გაუდაბნოების ხელშემწყობი პროცესების კოეფიციენტი 4-ია, ახმეტაში კი 2-ია.

გვაღვის პრობლემას საქართველოში დიდი ხნის ისტორია აქვს. გვაღვიანობის წინააღმდეგ ბრძოლის მიზნით გაჰყავდათ სარწყავი არხები. თამარის მეფობის დროს გაყვანილია სამგორის 20 კმ და ალაზნის 119 კმ სიგრძის არხები, რომლებითაც ირწყვებოდა 50 ათასზე მეტი ჰა ტირიფონის ველი, რუის – ურბნისის, მუხრანის, სამგორისა და კახეთის ტერიტორიები [24]. ეს იმაზე მეტყველებს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატი 8 – 9 საუკუნის წინათაც ისეთივე სიმშრალითა და მაღალი თერმული ველით ხასიათდებოდა. ეს პერიოდი ემთხვევა იმ ცნობილ “მცირე კლიმატურ ოპტიმუმს”, რომელსაც ადგილი ჰქონდა ჩრდილო ნახევარსფეროში II

ათასწლეულის დასაწყისში. ამ პერიოდის უკავშირდება პოლარული რაიონების ყინულისაგან განთავისუფლება, ვიკინგების მიერ გრენლანდიის აღმოჩენა და საჰარის უდაბნოს ჩამოყალიბება.

უჩვეულო ბუნებრივი მოვლენების (წყალდიდობები, მზის დაბნელება, სეტყვა, გვალვა და სხვა) კატალოგები საქართველოსათვის, განსხვავებით რუსეთისა და ევროპის სხვა ქვეყნებისაგან, არ არსებობს. სავარაუდოა, რომ მათი აღრიცხვა არ ხდებოდა ან ჩვენამდე ვერ მოაღწია.

გვალვა არ არის მოხსენიებული 280 წლის წინ ვახუშტი ბაგრატიონის ისტორიულ-გეოგრაფიულ ნაწარმოებში “აღწერა სამეფოსა საქართველოსი”. სავარაუდოა, რომ მაშინ საქართველოს ტერიტორიაზე არ აღინიშნებოდა ნალექების დეფიციტი და გვალვიანობა. მაშინ ალაზნის ველი დაფარული იყო ტყით, რომელიც დადებით როლს თამაშობს გვალვიანობის პროცესების შესუსტება და შერბილებაში.

აღსანიშნავია, რომ გვალვა და გაუდაბნოება გაერთიანებული ერების ორგანიზაციამ (გაერო) გლობალურ პრობლემათა რიცხვს მხოლოდ XX საუკუნის 70-იან წლებში მიაკუთვნა. 1977 წელს შემუშავდა გაეროს გარემოსდაცვითი სამოქმედო გეგმა, 1994 წელს კი მიღებულ იქნა გაუდაბნოებასთან ბრძოლის კონვენცია.

იუნეპ-მა (UNEP) გაავრცელა გაუდაბნოების საშიშროებით მოცულ გვალვიანი რაიონების რუკა, სადაც გამოყოფილია გაუდაბნოების სამი კატეგორია: გვალვიანი, ნახევრად გვალვიანი და მშრალი. საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილი მიეკუთვნება მე-3 კატეგორიას, ხოლო დასავლეთ საქართველო არ იმყოფება საშიშ ზონაში. გვალვის მაჩვენებლად მიჩნეულია ატმოსფერული ნალექების ჯამი სავეგეტაციო პერიოდში და პროდუქტიული ტენის მარაგი ნიადაგის ფესვთწარმომქმნელ შრეში. დღეისათვის შექმნილია გვალვების კატალოგები 100-150 წლის განმავლობაში როგორც ევროპაში, ასევე ამერიკაში, აფრიკასა და აზიაში.

საქართველოში აღრიცხული გვალვების შესახებ გამოქვეყნებულია მხოლოდ მონოგრაფია [22], სადაც გამოქვეყნებულია გვალვების გავრცელებისა და განმეორებადობის შესახებ. შესრულებულია აგრეთვე მრავალი სტატია. არსებული ლიტერატურის ანალიზით ირკვევა, რომ ბოლო 50 წლის განმავლობაში გვალვები გააქტიურდა, გლობალურმა დათბობამ გამოიწვია რეგიონალური კლიმატის ცვლილებები, მოხდა ნალექების გადანაწილება. მაგრამ თბილი ზამთრებისა და გვალვების გაზრდამ გამოიწვია უდაბნოების არეალის გაფართოება.

გვალვები და მათი ცვლილებები საქართველოში რაოდენობრივად გამოთვლილ იქნა კლიმატის მესამე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში SPI-ის მეთოდით. ცხრ. 5.2.3-ში მოცემულია ერთთვიანი გვალვების რაოდენობის ცვლილებები, საიდანაც ჩანს, რომ 1986 – 2010 წლებში გვალვების რაოდენობა ყველაზე მეტად მომატებულია საგარეჯოში, ექსტრემალური გვალვები ყველგან მომატებულია, ყველაზე მეტად კი მომატებულია დედოფლისწყაროში, თელავსა და ყვარელში. დაკლებულია შედარებით მსუბუქი გვალვები ლაგოდეხში, სიღნაღში და ახმეტაში. 2021 – 2050 წლებში გვალვები ძირითადად მცირდება, რადგან მცირდება მკაცრი გვალვები. სიმშრალის რისკი იზრდება ლაგოდეხის ტერიტორიაზე.

ამრიგად შეიძლება ითქვას, რომ სოფლის მეურნეობისათვის რისკები 2021 – 2050 წლებში უმეტეს ტერიტორიაზე მცირდება, რადგან მცირდება მკაცრი გვალვები, იზრდება სავეგეტაციო პერიოდი და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, თუმცა სეტყვის (გურჯაანში, თელავში, ყვარელში) და გაზაფხულის ძლიერი ქარების პრობლემა (დედოფლისწყაროსა და სიღნაღში) კვლავ რჩება.

რაც შეეხება 2071 – 2100 წლების პერიოდს, ამ მონაკვეთში პროგნოზის თანახმად ყველა ტიპის გვალვები მოიმატებს.

ცხრილი 5. 2. 1. სავეგეტაციო პერიოდში გვალვების მახასიათებლები

მეტეოპუნქტი	გვალვის ტიპები	საშუალო დღეთა რიცხვი გვალვებით			
		საშუალო	ყველაზე მეტი	ყველაზე ნაკლები	გვალვის ალბათობა,%
თელავი	სუსტი	39	62	12	100
	საშუალო ინტენსიური	11	33	0	95
	ინტენსიური	2	10	0	60
	ძლიერი ინტენსიური	0,1	1	0	5
შირაქი	სუსტი	46	73	16	100
	საშუალო ინტენსიური	12	45	2	100
	ინტენსიური	2	8	0	55
	ძლიერი ინტენსიური	0	0	0	0

ცხრილი 5. 2. 2. აღმოსავლეთ საქართველოს გვალვიანი თვეების რაოდენობა წლების მიხედვით [20]

წელი	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ჯამი
1900	1	2	2	–	1	2	3	1	–	1	13
1910	–	1	3	2	1	2	2	4	2	2	19
1920	1	2	3	3	2	2	2	1	–	2	18
1930	2	1	1	1	–	1	1	4	3	–	14
1940	2	2	1	1	–	–	1	1	1	2	11
1950	2	3	4	1	1	2	–	3	1	–	17
1960	2	2	4	–	–	–	4	1	1	–	14
1970	2	2	1	–	1	1	1	2	3	3	16
1980	1	4	1	1	1	1	2	1	–	1	13

ცხრილი 5. 2. 3. ცვლილებები (Δ) ერთოვანი გვალვების რაოდენობაში Δ₁–1986-2050(II) და 1961-1985(I) პერიოდებს შორის და Δ₂–2021-2050(III) და 1986-2010 წწ (II) პერიოდებს შორის [11]

მეტეოპუნქტი	სიმაღლე (მ)	Δ ₁ (II და I პერიოდებს შორის)			Δ ₂ (III და II პერიოდებს შორის)	
		ყველა გვალვა	მკაცრი გვალვა	ექსტრემალური გვალვა	მკაცრი გვალვა	ექსტრემალური გვალვა
ახმეტა	567	-3	-5	+7	+1	-7
გურჯაანი	415	+1	+7	+2	-7	-6
დედოფლისწყარო	800	+7	+3	+11	+6	-16
ლაგოდეხი	437	-11	0	+3	-5	-5
თელავი	568	+5	+1	+8	-8	-6
საგარეჯო	802	+14	-2	+6	-1	-7
სიღნაღი	795	-4	+9	+1	-3	-6
ყვარელი	449	+6	+5	+8	-3	-9

5. 3. მდ. ალაზნის აუზში ირიგაციული წყალმოთხოვნილება

კახეთის ნაყოფიერი მიწების სპეციფიკა მდგომარეობს იმაში, რომ აქ გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს არა მარტო ნალექების რაოდენობა, არამედ მათი შიდაწლიური განაწილება. აქ ვეგეტაციის პერიოდში მცენარეთა წყალმოთხოვნილების ფაზებს არ ემთხვევა ნალექების მოსვლის ინტერვალები. ასეთ შემთხვევებში იქნება გვალვიანი წლები, როცა მცენარეთა მოსავლიანობა არა მარტო ძლიერ მცირდება, არამედ შეიძლება მთლიანად განადგურდეს. ასეთ პირობებში, დროულად თუ არ იქნა გატარებული სათანადო ღონისძიებები, თავს იჩენს უკვე გაუდაბნობის პროცესის დაწყების ტენდენცია, რომლის შენელებაც შემდგომში ბევრად უფრო რთული და ძვირადღირებული ხდება.

გვალვის უარყოფითი გავლენის გასანეიტრალებლად უპირველეს და რადიკალურ ღონისძიებად უნდა ჩაითვალოს ნალექების ნაკლებობის შევსება ხელოვნურად, მორწყვის საშუალებით, რასაც ჩვენი წინაპრები ჯერ კიდევ ათასწლეული წლების წინ ახორციელებდნენ. სარწყავი წყლის წყაროდ, პირველ რიგში, გამოყენებული უნდა იყოს გვალვიან რაიონებში არსებული ბუნებრივი წყლის რესურსები. დღეისათვის, საქართველოს გვალვიან რაიონებში სარწყავი სისტემები ძირითადად თვითღინებით ზედაპირული მორწყვის წესებზეა განკუთვნილი. ამ წესებისათვის დამახასიათებელია მთელი რიგი უარყოფითი მოვლენები და პირველ რიგში, წყლის დიდი დანაკარგები. ამიტომ გვალვიანი რეგიონის მდინარეთა შესაძლო ირიგაციული წყალუზრუნველყოფის შეფასება უადრესად აქტუალურია.

მდ. ალაზნის აუზში არსებული აგრომეტეოროლოგიური სადგურების: გურჯაანის, თელავის, ლაგოდეხის, ყვარლისა და შირაქის ატმოსფერული ნალექების შესახებ მრავალწლიური მონაცემების სათანადო კომპიუტერული დამუშავების შედეგად [31] ნაშრომშიმიღებულ იქნა საშუალო მრავალწლიური ნალექების რიცხვითი მნიშვნელობების განაწილება 50,75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის გრადაციებით თვეების მიხედვით და აგრეთვე წლიური, თბილი და ცივი პერიოდებისათვის. მიღებული შედეგები მოცემულია 5.3.1. ცხრილში.

მდ. ალაზანი 2010 წლის დონემდე ქვემო ალაზნის არხის სათავესთან მიმაგრებული სარწყავი ფართობი შეადგენს სულ 262,4 ათას ჰექტარს [32]. აქედან ყველაზე დიდი ფართობი – 74 ათასი ჰექტარი მოდის ვენახებზე, რაც მთელი სარწყავი ფართობის 28%-ს შეადგენს. დიდია აგრეთვე საშემოდგომო ხორბლის ხვედრითი წილი, რაც მთელი სარწყავი ფართობის 17 %-ია და 44,6 ათას ჰა-ს შეადგენს. აქმნიშვნელოვანი ფართობები უკავია ზამთრის სარწყავსადგურებს 50 ათას ჰექტარზე, რაც მთელის სარწყავი ფართობის 19 %-ს შეადგენს.

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილებების ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოში ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების ცვლილების შეფასებისათვის [33] ნაშრომში გამოყენებულ იქნა 1901-2000 წ. ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურისა და 1936 – 2008 წ. ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვებების მონაცემები. კვლევის შედეგად მიღებული ტრენდების მიხედვით XX საუკუნის დასაწყისიდან ოციანი წლების ბოლომდე ექსტრემალურად თბილი თვეების განმეორებადობა მატულობდა, რომელიც 60-იანი წლების ბოლოს კლებამ შეცვალა, ხოლო 70-იანი წლებიდან კი მატულობს და დღესაც გრძელდება. აქ ექსტრემალურად თბილ თვედ ჩათვლილია ის თვე, როცა ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის ანომალია მის საშუალო მრავალწლიური ნორმიდან გადახრა 0,9–1,9°C-ს შორის ცვალებადობს.

ატმოსფერული ნალექების კვლევის შედეგად გაირკვა, რომ ექსტრემალურად თბილი თვეების დროს ნალექების დიდ შემცირებას ადგილი აქვს ივლისში (35 %), აგვისტოში (27 %), მაისში (26 %). მინიმალური შემცირება მარტში და დეკემბერში შეადგენს 5%-ს, ხოლო წლიური ნალექები შემცირდა 20 %-ით. წლის სეზონების

მიხედვით ექსტრემალურად თბილ თვეებში ნალექების მაქსიმალური შემცირება მის მრავალწლიურ ნორმასთან შედარებით არის ზაფხულში (26 %), შემდეგ ზამთარში (22%), ნაკლები შემცირება არის გაზაფხულზე (17 %) და შემოდგომაზე (15 %), რაც აიხსნება ამ სეზონებში ცირკულაციური პროცესების თავისებურებებით.

აღმოსავლეთ საქართველოში ექსტრემალურად თბილი თვეების დროს ნალექები მცირდება მაღალმთიან სარტყელში 10-20%-ით, საშუალო მთიან სარტყელში 20-25 %-ით, ხოლო დაბლობ და მთისწინა სარტყელში 30%-ზე მეტად [33].

ცხრილი 5.3.1. მდ. ალაზნის აუზში აგრომეტეოროლოგიურ სადგურებზე ატმოსფერული ნალექების (მმ) განაწილება 50, 75 და 95%-იანი უზრუნველყოფით [31]

%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I – XII	IV – X	XI – III
გურჯაანი															
50	27	37	61	85	103	96	54	45	56	63	47	30	789	561	229
75	16	21	41	54	78	54	33	24	29	40	32	15	690	479	167
95	4	2	21	17	44	33	6	5	13	13	6	53	550	380	107
თელავი															
50	28	31	49	76	121	124	60	60	51	59	45	26	804	587	204
75	13	20	31	52	91	83	36	38	34	31	28	12	693	501	151
95	2	6	11	20	51	44	15	3	9	7	4	4	599	422	103
ლაგოდეხი															
50	37	41	78	99	115	112	79	76	90	99	61	41	1150	735	268
75	21	26	56	69	96	71	44	40	49	64	44	19	870	588	237
95	10	11	29	15	46	45	6	8	20	23	16	5	707	478	168
ყვარელი															
50	38	37	73	90	129	120	71	70	90	76	54	38	978	699	279
75	15	27	47	57	94	79	42	35	52	56	44	20	853	555	210
95	10	8	19	5	55	47	12	12	26	22	13	5	708	466	144
შირაქი															
50	16	23	41	60	67	72	42	22	35	52	31	22	544	389	151
75	9	14	22	23	48	48	18	12	18	13	17	49	451	331	94
95	0	3	6	0	21	24	2	2	6	12	1	6	0	234	0

5. 4. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენით ირიგაციული წყალუზრუნველყოფა

მდ. ალაზნის ირიგაციული წყალუზრუნველყოფის შეფასებისათვის გამოყენებულ იქნა [31] ნაშრომში მიღებული მონაცემები, რომლებიც მოცემულია 5.4.1. ცხრილში. მასში მდინარის ირიგაციული შესაძლებლობის შეფასების კრიტერიუმად მიღებულია მასზე დაქვემდებარებული ფართობის მოსარწყავად საჭირო წყლის რაოდენობისა (ფართობის სიდიდე წყალმთხონილების მოცულობაშია გამოსახული) და ვეგეტაციის პერიოდში მდინარეული ჩამონადენის წყლის რეჟიმთან ურთიერთ შედარება.

ცხრილი 5.4. 1.მდ. ალაზნის ირიგაციული შესაძლებლობა მის წყალშემკრებ აუზში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სარწყავი წყლითა და ნალექებით 50,75 და 95%-იანი უზრუნველყოფის დროს

უზრუნველ- ყოფა %	წლიური ჩამონადენი მლნ მ ³	მთლიანი წყალმოთხოვნა, მლნ მ ³	ფაქტიური წყალმოხმარება, მლნ მ ³	წყლის დეფიციტი ვეგეტაციის პერიოდში, მლნ მ ³	დარჩენილი ჩამონადენის მოცულობა, მლნ მ ³
50	1804	731,5	615,8	115,7	1188,2
75	1535	1189,3	793,7	395,6	740,3
95	1209	1434,8	705,3	729,4	503,8

როგორც 5.4. 1. ცხრილიდან ჩანს, აუცილებელი ამთავი ვეგეტაციის პერიოდში აპრილიდან სექტემბრამდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის არამარტოს ვეგეტაციის მორწყვების ხატარება, არამედ უმეტეს შემთხვევაში საჭიროა აგრეთვე ნიადაგის გამტენიანებელი ინტენსიური საშემო დგომო (ოქტომბერში) მორწყვები, ხოლო შედარებითი შვიათა დგაზაფხულის (მარტში) თესვის წინ გამტენიანებელი მორწყვების ხატარება.

5.4. 1. ცხრილში მოცემულ 50,75 და 95 %-იანი უზრუნველყოფა შინაგულის ხმევიანის შემთხვევები (წლები), როცა მდინარის წყლიანობით დამოსულის ნალექებით სარწყავი ფართობები დატენიანებულია გარკვეული %-იანი უზრუნველყოფით. ცხრილში სასულიწყალ უზრუნველყოფისა და წყალმოთხოვნილების შედარების შედეგად დადგენილი მდ.

ალაზნის ირიგაციული შესაძლებლობები მის წყალშემკრებ აუზში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სარწყავი წყლითა და ნალექებით 50,75 და 95 %-იანი უზრუნველყოფისათვის მოცემულია 5.4.

2. ცხრილში, სადაც მოცემულია დასახული ფართობის მორწყვაზე ფაქტიურად დასარჯული წყლისა და ვეგეტაციის პერიოდში წლის დეფიციტის მოცულობები (მლნ.მ³), აგრეთვე დარჩენილი ჩამონადენის დანაგროვი მოცულობა (დანაბრუნე წყლის გარეშე).

5.4. 1. ცხრილიდან ჩანს, რომ მდ. ალაზნის აუზში მდინარის წყლისა და ატმოსფერული ნალექების 50%-იანი უზრუნველყოფის დროს, სარწყავი წყლის დეფიციტი შეადგენს 115,7 მლნ.მ³, რომლის უდიდესი ნაწილი 80,2 მლნ.მ³ აგვისტოშია. 75 %-იანი უზრუნველყოფის დროს წყლის დეფიციტი მთლიანად 395,6 მლნ.მ³, რომლის 87% - 346 მლნ.მ³ მოდის სწორედ მცენარეთა აქტიური რწყვის პერიოდში - ივნის, ივლისა და აგვისტოში, 95 %-იანი უზრუნველყოფის დროს წყლის დეფიციტი ყველაზე მეტია და ის 729,4 მლნ.მ³ აღწევს, რომლის 91 % - 662 მლნ.მ³ მაისიდან აგვისტოს ბოლომდე აღინიშნება.

სავეგეტაციო პერიოდში სარწყავი წყლის ასეთ დეფიციტთან ერთად მდ. ალაზნის შემოდგომა-ზამთრისა და გაზაფხულის წყალდიდობის პერიოდის ჩამონადენი გამოუყენებელი რჩება, რადგან წყალმოხმარება ამ დროს მინიმალურია. წყლის ეს დარჩენილი მოცულობები საკმაოდ დიდია, როგორც ეს კარგად ჩანს 5.4.1. ცხრილიდან: 50%-იანი უზრუნველყოფის დროს გამოუყენებელი რჩება 1188 მლნ მ³ წყალი, 75%-იანი უზრუნველყოფის დროს 740 მლნ მ³ და 95%-იანი უზრუნველყოფის დროს გამოუყენებელი წყალი 504 მლნ მ³-ს შეადგენს. ამრიგად წლის მეოთხე კვარტლისა (X–XII) და პირველი კვარტლის (I–III) თვეების პერიოდში, როდესაც მდინარის წყლის წყალმოხმარება მინიმალურია, ის წყლის საკმაოდ დიდი მარაგის

დაგროვების საშუალებას განაპირობებს. სწორედ ამ წყლის მარაგის დაგროვება გარკვეულ წყალსატევებში შესაძლებელს გახდის სავეგეტაციო პერიოდში სარწყავი წყლის დეფიციტის თავიდან აცილებას.

ამრიგად, მოსალოდნელი გვაქვს ნეგატიური შედეგების შერბილებისათვის საჭიროა მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ოპტიმალური რეჟიმით გამოყენება დანაკარგების გარეშე, რისთვისაც აუცილებელია ჩატარდეს გარკვეული ღონისძიებები.

ცხრილი 5.4. 2. მდ. ალაზანზე (ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის სათავესთან) 2010 წლის დონეზე დასახული სარწყავი სისტემების პირობებში მდინარეთა ირიგაციული შესაძლებლობების შეფასება წყალუზრუნველყოფის (%) და წყალმოთხოვნილების ურთიერთშედარების მეთოდით [31]

თვეები	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
წყალი მლნ მ ³								
50%-იანი უზრუნველყოფა								
მოსული	111,96	232,76	334,80	274,75	163,38	110,08	129,60	135,80
დასახარჯი	147,45	159,79	5,70	19,06	152,89	190,30	5,70	50,61
სხვაობა	-35,49	+73,00	+329,10	+255,70	+10,49	-80,22	+123,90	+85,19
დახარჯული	111,96	159,79	5,70	19,06	152,89	110,08	5,70	50,61
დარჩენილი	–	73,00	329,10	255,70	10,49	–	123,90	85,19
75%-იანი უზრუნველყოფა								
მოსული	98,03	199,58	294,62	244,94	124,55	82,49	110,16	115,17
დასახარჯი	147,45	161,88	8,30	336,65	236,05	225,47	21,91	51,38
სხვაობა	-49,42	+37,70	286,32	-91,71	-111,50	-142,98	+88,25	+63,79
დახარჯული	98,03	161,88	8,30	244,94	124,55	82,49	21,91	51,38
დარჩენილი	–	37,70	286,32	–	–	–	88,23	63,79
95%-იანი უზრუნველყოფა								
მოსული	79,82	163,29	243,73	198,03	83,57	54,10	86,83	91,07
დასახარჯი	147,45	109,12	312,87	347,72	239,16	206,87	20,21	51,38
სხვაობა	-67,63	+54,17	-69,14	-149,69	-155,59	-152,17	+66,62	+39,69
დახარჯული	79,82	109,12	243,73	198,03	83,57	54,10	20,21	51,38
დარჩენილი	–	+54,17	–	–	–	–	66,62	39,69

**თაზო VI. რეკომენდაციები მოსალოდნელი გზავლებისა და წყალმცირობის
ნებატიური შედეგების შერბილებისათვის**

6. 1. რჩევები მდ. ალაზნის წყალმოთხოვნილების უზრუნველსაყოფად

სადღეისოდ მსოფლიოში ეკონომიკური კრიზისისა და უმუშევრობის პირობებში საქართველოს სოფლის მოსახლეობა მხოლოდ თავიანთ ნაკვეთებზე მოწეული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციიდან მიღებული შემოსავლით ირჩენს თავს. ამიტომ მნიშვნელოვანია, რომ მათ ნაკვეთებს შეუფერხებლად მიეწოდებოდეს სარწყავი წყალი. ეს განსაკუთრებით აუცილებელია კახეთში რომელიც ხასიათდება სავეგეტაციო პერიოდში ნალექების ნაკლებობით, რის გამოც აქ მორწყვის გარეშე შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და გარანტირებული მოსავლის მიღება. მორწყვა აქ წარმოადგენს გადამწყვეტ ფაქტორს მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად.

კახეთის რეგიონში არსებულ სარწყავ სისტემებს ფუნქციონირება უწევს სარწყავი წყლის დეფიციტის პირობებში ზაფხულის პიკური წყალმოთხოვნილების დროს და არ არსებობს წყლის ოპტიმალური წინასწარ შედგენილი განაწილების გრაფიკი, თუ ვის როდის და რა რაოდენობით უნდა მიეწოდოს სარწყავი წყალი. პრაქტიკულად სარწყავი არხის საწყის უბნებთან არსებული ფართობების მეპატრონეები უკონტროლოდ და გადაჭარბებული რაოდენობით მოიხმარენ წყალს, ხოლო იგივე არხის ბოლო უბნებთან სარწყავ ფართობებამდე წყალი ვეღარ აღწევს და ამიტომ მოსავალი აღარ მოდის. ამიტომ აქ მოსახლეობა ამ ფართობებს დაუმუშავებელს ტოვებს, რომლის შედეგად შეინიშნება გაუდაბნოების პროცესის განვითარება. ამას ამძაფრებს ის მდგომარეობა, რომ გლეხების ცნობიერებაში არის მცდარი რწმენა: „ბევრი წყალი, ბევრი მოსავალი“ (რაც დამღუპველად მოქმედებს მიწის ნაყოფიერების შენარჩუნებაზე), ამიტომ გლეხების მხრიდან ხშირად ხდება სარწყავი წყლის ბარბაროსული გამოყენება ნორმებისა და ვადების უგულებელყოფით. თუ არ მოწესრიგდა სარწყავი სისტემების ფუნქციონირება, უფრო დამძიმდება მოსახლეობის ისედაც ცუდი ეკონომიკური მდგომარეობა. ამ პრობლემის გადაწყვეტის ეფექტური გზაა სარწყავ სისტემებზე წყალმომხმარებელთა შორის წყლის განაწილების ოპტიმალური სქემის დანერგვა, რაც არ მოითხოვს კაპიტალურ დაბანდებებს [34].

ალაზნის ქვემო მაგისტრალური არხი ზაფხულის პიკური წყალმოთხოვნილების პირობებში უნდა იღებდეს 24 მ³/წმ-მდე წყლის ხარჯს, მაგრამ იმის გამო რომ მდ. ალაზნის ჩამონადენი არ არის წყალსაცავებით დარეგულირებული, ივლის-აგვისტოში მდ. ალაზანში არის წყალმცირობა და ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემის წყალაღების კვეთამდე მდინარიდან იღებენ წყალს ზემო ალაზნისა და ნაურდალის სარწყავი სისტემებიც. ასეთი დიდი ხარჯის აღების შესაძლებლობა სარწყავ სისტემაში, ზაფხულის პიკური წყალმოთხოვნილების პირობებში, რეალურად არ არსებობს. ამას ემატება სარწყავი სისტემის მაგისტრალური არხისა და გამანაწილებელი ქსელის ცუდი ტექნიკური მდგომარეობაც. რეალურად სარწყავი სისტემა ზაფხულში ვერ იღებს 10 მ³/წმ-ზე მეტ წყლის ხარჯს. წინათ სატუმბო სადგურებით ხორცილდებოდა მაგისტრალური არხის ბოლო უბნების დამატებითი კვება, მაგრამ დღეს ამ სადგურების უმეტესობა აღარ მოქმედებს. მოურწყველი რჩება მაგისტრალური არხის ბოლო 30 კმ-ს გასწვრივ ათასობით ჰექტარი ფართობი, სადაც მორწყვის გარეშე შეუძლებელია რაიმე მოსავლის მიღება.

პრობლემის მოგვარებას ესაჭიროება ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემის ტექნიკური რეკონსტრუქცია, მდ. ალაზნის ჩამონადენის დარეგულირება მცირე წყალსაცავებით და სხვა, რაც მეტად დიდ თანხებსა და დროს მოითხოვს. ამიტომ აუცილებელია საჩქაროდ შემუშავდეს და დაინერგოს სარწყავ სისტემაში წყალმოსარგებელთა შორის წყლის განაწილების ისეთი სისტემა, რომ წყალი ყველას საჭირო რაოდენობით გაუნაწილდეს ისე, რომ არ ჰქონდეს მნიშვნელობა სარწყავი ფართობი არხის ბოლოშია თუ თავში, ყველას ეცოდინება თუ როდის ეკუთვნის სარწყავი წყალი და რა რაოდენობით.

წყალგანაწილების ოპტიმალური სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია სარწყავი ფართობების 50 %-ით გაზრდა წყლის რესურსების არსებული რაოდენობის პირობებშიც. ასეთი ღონისძიების შედეგად შეიძლება ოპტიმალურად მოხერხდეს სიღნაღის რაიონში სარწყავი წყლის დეფიციტის გამო აშკარად გამოხატული გაუდაბნობების შეჩერება და გარემოს ეკოლოგიური სტაბილურობის შენარჩუნება [34].

ვინაიდან თვითდინებით ზედაპირული მორწყვის დროს ხდება სარწყავი წყლის დიდი დანაკარგები, ამიტომ თანამედროვე პირობებში მცენარეთა მორწყვის მიზნით გამოიყენება წვეთოვანი მორწყვის წესი, რომლის დროს წყლის დანაკარგები არ არის და მცენარეთა მოსავლიანობა იზრდება 10-ჯერ. წვეთოვანი მორწყვის დანერგვის შემთხვევაში მოსალოდნელია დიდი ჰიდროლოგიური ეფექტი, რადგან წვეთოვანი მორწყვის დროს გარკვეულ ფართობზე იხარჯება მხოლოდ 33 % იმ წყლისა, რაც უნდა დახარჯულიყო ამ ფართობის ზედაპირული წესით რწყვის დროს, ანუ 3-ჯერ უფრო ნაკლები წყალი დაიხარჯება და წყლის ეკონომიამ შეიძლება შეადგინოს დაახლოებით 67 % [35].

ამრიგად წვეთოვანი მორწყვის დანერგვა, სარწყავი წყლის დეფიციტიან მდინარეთა აუზებში გვაღვიანობის წინააღმდეგ ბრძოლის უმნიშვნელოვანეს ღონისძიებად შეიძლება ჩაითვალოს.

საქართველოში სარწყავი მიწათმოქმედების განვითარება აუცილებელია, მაგრამ იმისათვის, რომ კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობის ფონზე, შემსუბუქდეს გვაღვის შედეგები სოფლის მეურნეობაში, საჭიროა გადაუდებელი ზომების მიღება ნაყოფიერ ნიდაგებზე სარწყავი ფართობების გაზრდისათვის. ამასთან ერთად აუცილებელია მეურნეობის წარმართვა ისეთი ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალი მოსავლის მიღებას ბუნების ჭირვეულობის მიუხედავად. მაგრამ მორწყვის წესის შერჩევა უნდა მოხდეს ადგილობრივი ბუნებრივ-სამეურნეო პირობების გათვალისწინებით.

რწყვის წესების ყველაზე მეტ მოთხოვნილებებს აკმაყოფილებს დაწვიმებით რწყვა, რომელიც შეუცვლელი წესია ჰაერის გატენიანების, წყლის ეკონომიკურად ხარჯვის, ნიადაგის დამარილიანების, ყინვისა და ეროზიის საწინააღმდეგო საშუალება. თანამედროვე დასაწვიმი ტექნიკა წინამორბედებისაგან განსხვავებით გამოირჩევა მწარმოებლობით, მოიცავს დიდ სარწყავ ფართს, უზრუნველყოფს რწყვის პროცესების ავტომატიზაციას. თუმცა ამ მანქანების დიდი უმრავლესობა, თავისებურებების გამო ნაკლებად გამოსაყენებელია საქართველოს პირობებისათვის, ისინი ვერ პასუხობენ გარემოს ეკოლოგიურ მოთხოვნებს. სადღეისოდ დამუშავებულია ახალი გადასატანი დასაწვიმი დანადგარი, რომლის გამოყენება ეკოლოგიური უსაფრთხოების გარანტიას იძლევა და შესაძლებელია რწყვა ჩატარდეს დიდი ქანობებისა და რთული რელიეფის პირობებში [36].

6. 2. რეკომენდაციები მოსალოდნელი გვაღვებისა და წყალმცირობის უარყოფითი შედეგების შერბილებისათვის

იმისათვის, რომ კლიმატის შესაძლო ცვლილების ზემოქმედების შედეგად გვაღვების დროს არ მოხდეს წყლის დეფიციტი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს შეფერხებები სამეურნეო საქმიანობაში, მანვე ზემოქმედების შერბილებისათვის საჭიროა ჩატარდეს შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები. ამისათვის

შესაძლებლობის ფარგლებში უნდა მოხდეს წყლის რესურსების დარეგულირება, დაზოგვა და შევსება.

წყლის რესურსების შენარჩუნებისა და მათი რაციონალური გამოყენების მიზნით საჭიროა წყალგამოყენების სისტემების რეაბილიტაცია და გაფართოება. სარწყავი სისტემებისა და ცენტრალური სარწყავი არხების აღდგენასთან ერთად ადგილობრივი მოსახლეობის მობილიზაციით უნდა მოხდეს ცალკეულ სოფლებში შემავალი სარწყავი არხების აღდგენა და რაც მთავარია მაქსიმალურად უნდა შემცირდეს სარწყავ სისტემებში და არხებში წყლის დანაკარგები.

წყლის რესურსების შევსების მიზნით საჭიროა განახლდეს ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებით დამატებითი ნალექების მიღება, რომლის გამოცდილება არის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში. ღრუბლებზე ზემოქმედება შეიძლება ჩატარდეს არამარტო თბილ სეზონში არამედ ცივ პერიოდშიც საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ უტყეო რეგიონებში, რაც ხელს შეუწყობს თოვლის საფარის სისქის მომატებას და ვეგეტაციის პერიოდში მდინარის ჩამონადენის გაზრდას 10-15%-ით. უკვე შესწავლილია აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებული ღრუბელთა რესურსები, მათი სივრცით-დროითი განაწილება და მათზე ზემოქმედების პერსპექტიული რაიონები და ხელსაყრელი პერიოდები. წყალდიდობისა და ხელოვნური ზემოქმედების გზით მიღებული წყლის ბაზაზე საჭიროა დროულად განხორციელდეს წყალდაგროვება წყალსაცავებში. ამიტომ უნდა გაფართოვდეს მთის პირობებში მცირე წყალსაცავების ქსელი [37].

გვალვებით გამოწვეული წყლის დეფიციტის შედეგად გაუდაბნობის პროცესების თავიდან აცილების მიზნით, საირიგაციო სისტემების რეაბილიტაციის გარდა, საჭიროა მასიურად მოხდეს პლანტაციური ტყეების გაშენება, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე კი ქარსაცავი ზოლების აღდგენა, დეგრადირებული ნიადაგებისა და საძოვრების რეაბილიტაცია, გვალვაგამძლე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების შერჩევა და მათი დანერგვა, მოსახლეობისა და ფერმერების ცნობიერების ამაღლება [8].

სარწყავი სისტემებით წყალმოხმარების რეჟიმის დაგეგმარების დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნეს მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების ყოველწლიური პროგნოზები სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენისა. რომლისთვისაც ჩვენს მიერ შემუშავებულია სათანადო საპროგნოზო მეთოდები [38,39]. მათ საფუძველზე შედგენილი სათანადო მეთოდიკური მითითებები გადაცემულია ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტში ოპერატიული პროგნოზების გასაცემად სამეურნეო ობიექტების მომსახურებისათვის, კერძოდ შედგენილია როგორც სავეგეტაციო პერიოდის (IV-IX) საშუალო ხარჯების, ასევე მისი ცალკეული კვარტლების (IV-VI, VII-IX), თვეების (IV,V,VI,VII,VIII,IX) და დეკადური წყლის ხარჯების პროგნოზები. მათი გამოყენებით შესაძლებელია დადგინდეს ყოველი მომავალი პერიოდის წყლის ხარჯების ოდენობა და წინასწარ დაიგეგმოს საჭიროება და შესაძლებლობა მორწყვისა.

დასკვნები

შესწავლილია მდ. ალაზნის აუზი, მისი ბუნებრივი პირობები, ჩამონადენის მაფორმირებელი ფაქტორები, წყლის რეჟიმი და მისი ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლის რესურსების სამეურნეო გამოყენება.

მდ. ალაზნის ორ ჰიდროკვეთზე – ერთი ზემო ნაწილში ს. ბირკიანთან, სადაც აღირიცხებოდა მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენი და მეორე მდინარის შუა წელში ს. შაქრიანთან, საიდანაც იღებს სათავეს კახეთის რეგიონის მთავარი ქვემო ალაზნის მაგისტრალური სარწყავი არხი, მრავალწლიური მონაცემების სათანადო ანალიზით დაზუსტდა მდ. ალაზნის წლიური, სავეგეტაციო პერიოდის, ცალკეული თვეების, აგრეთვე მაქსიმალური და მინიმალური წყლის ხარჯების ნორმები, მათი ექსტრემალური მნიშვნელობები, ცვალებადობის კოეფიციენტები და სხვა სტატისტიკური მახასიათებლები, რომელთაც აქვთ მნიშვნელოვანი პრაქტიკული დანიშნულება სამეცნიერო, საპროექტო და სამეურნეო ორგანიზაციებში წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის საიმედო ტენიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მისაღებად.

კლიმატის თანამედროვე დათბობისა და ანთროპოგენური ფაქტორების მოქმედების შესაფასებლად მდინარის ჩამონადენზე გამოკვლეულია მდ. ალაზნის წყლის წლიური, მაქსიმალური, მინიმალური, სავეგეტაციო პერიოდისა და ცალკეული თვის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა. შედგენილია მათი სათანადო ტრენდები და მიღებულია მათი აპროქსიმაციის გამომსახველი განტოლებები შესაბამისი შეფასებებით. ვინაიდან წლის სხვადასხვა პერიოდში ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილება ხდება სხვადასხვა ინტენსივობით, ამიტომ მდ. ალაზნის სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვლილების ტენდენცია განსხვავებულია. ს. ბირკიანთან და ს. შაქრიანთან აღინიშნება ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენცია წლიური, სავეგეტაციო, მინიმალური და აგრეთვე მაისის, აგვისტოსა და სექტემბრის წყლის ხარჯებისა, ხოლო დანარჩენი: მაქსიმალური, ივნისისა და ივლისის თვის ხარჯები ორივეგან კლებულობს, აპრილის თვეში კი ორივეგან მატულობს.

76 წლიანი ანალიზით ს. შაქრიანთან სავეგეტაციო პერიოდის, აპრილის და მაისის თვეებში ხდება წყლის მატების ტენდენცია, ხოლო ივნისში, ივლისში, აგვისტოსა და სექტემბერში ფიქსირდება წყლის ხარჯების კლება. ორივე ჰიდროკვეთზე მცირდება მაქსიმალური ხარჯები, მინიმალური ხარჯები კი ს. ბირკიანთან მცირდება, ს. შაქრიანთან კი პირიქით იზრდება.

ყველა ეს სხვადასხვაობა ორ ჰიდროკვეთზე შეიძლება აიხსნას მდინარეში ამ ჰიდროკვეთებამდე ჩამდინარე შენაკადების წყლიანობისა და მათი რეჟიმების სხვადასხვაობით.

მდ. ალაზანზე ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის სათავესთან მიმაგრებული სარწყავი ფართობი შეადგენს 262 ათას ჰექტარს. როცა აუზში სარწყავი წყლითა და ნალექებით უზრუნველყოფა 50 %-იანია, მაშინ წყლის დეფიციტი 116 მლნმ³, რომლის უდიდესი 80 მლნ მ³ აგვისტოზე მოდის; 75 %-იანი უზრუნველყოფის დროს წყლის დეფიციტი 396 მლნმ³, რომლის 87%-346 მლნმ³ მოდის მცენარეთა აქტიური რწყვის პერიოდში: ივნის, ივლისსა და აგვისტოზე; 95 %-იანი უზრუნველყოფის დროს წყლის დეფიციტი ყველაზე დიდია და 729 მლნ.მ³-ს აღწევს, რომლის 91% - 662 მლნ.მ³ მაისიდან აგვისტომდე აღინიშნება.

აღსანიშნავია, რომ მდ. ალაზანზე სავეგეტაციო პერიოდში სარწყავი წყლის ასეთ დეფიციტთან ერთად, შემოდგომა-ზამთრის პერიოდის ჩამონადენი გამოუყენებელი რჩება. II ეროვნული შეტყობინების მიხედვით მომავალში ტემპერატურის არსებითი მატების ფონზე, რომელიც XXI ს. ბოლოს 5°C-ს აღემატება, ნალექების მნიშვნელობა კი მცირედ იცვლება. შესაბამისად გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება მდინარის ჩამონადენი. ასეთ პირობებში კახეთის რეგიონში შესაძლებელია გაიზარდოს გაუდაბნოების პროცესი. მოსალოდნელი გვალგების

შედგების შერბილებისათვის საჭიროა მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ოპტიმალური რეჟიმით გამოყენება დანაკარგების გარეშე, რისთვისაც აუცილებელია ჩატარდეს გარკვეული ღონისძიებები:

1. წყალგამოყენების სისტემების რეაბილიტაცია და გაფართოება, სარწყავი არხების აღდგენა, რეკონსტრუქციადა მათი ექსპლუატაციის უზრუნველყოფა წყლის დანაკარგების შემცირებისა და მათი რაციონალური გამოყენებისათვის;
2. სატუმბი სადგურების ამოქმედება არხების წყლის დამატებითი კვებისათვის;
3. არსებული ჭაბურღილების რეაბილიტაცია და ახლების მოწყობა გრუნტის წყლების ეფექტური გამოყენებისათვის;
4. მდინარეთა ნაპირების გამაგრება წყალდიდობების დროს მიწების წარეცხვისა და ეროზიისაგან თავდაცვის მიზნით;
5. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის დარეგულირება გაზაფხულის წყალდიდობებისა და შემოდგომა-ზამთრის წყლის რესურსების აკუმულირებით მცირე ზომის წყალსაცავებში, მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით სავეგეტაციო პერიოდში;
6. მდინარეთა ხეობების ფერდობების დატერასება მიწების დაცვისათვის მათი დახრამვისა და ეროზიის შესამცირებლად;
7. ტყეების გაშენება გვალვებისა და ქარებისაგან დასაცავად და მიწისქვეშა გრუნტის წყლების გაზრდის მიზნით;
8. გვალვაგამძლე და სწრაფმზარდ მცენარეთა ჯიშების დანერგვა;
9. სასოფლო-სამეურნეო მიწებზეშიქარსაცავი ზოლების აღდგენა და ახლების გაშენება დეფლაციური პროცესებისა და აორთქლების შემცირების მიზნით;
10. წვეთოვანი სარწყავი ქსელის შექმნა, როდესაც მოსავალი 10-ჯერ იზრდება და იხარჯება 3-ჯერ ნაკლები წყალი, ვიდრე ზედაპირული მორწყვის დროს;
11. დაწვიმებითი რწყვის დანერგვა გადასატანი დანადგარებით, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დიდი ქანობებისა და რთული რელიეფის პირობებში;
12. ზაფხულის პიკური წყალმოთხოვნის დროს სარწყავი წყლის დეფიციტის პირობებში წყალმომხმარებელთა შორის წყლის გადანაწილება-გამოყენების ოპტიმალური სქემის შედგენა და დანერგვა;
13. დრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების დანერგვა, როდესაც წყლის რესურსების შევსების მიზნით ხდება დამატებითი ნალექების მიღება დასეტყვისაგან თავიდან აცილება;
14. თანამედროვენიადგამცავი და მცენარეთა აგრომელიორაციული ღონისძიებების გატარება;
15. მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების ყოველწლიური გრძელვადიანი პროგნოზირება სავეგეტაციო პერიოდის ცალკეული ინტერვალებისათვის (კვარტლები, თვეები და დეკადები), რომელთა გათვალისწინებით შესაძლებელია წინასწარ დადგინდეს სავეგეტაციო პერიოდის რომელ ინტერვალში იქნება შესაძლებლობა მორწყვისა მდინარის ჩამონადენის გამოყენებით და რომელ ინტერვალში იქნება აუცილებელი დაწვიმების დანადგარების გამოყენება ან ხელოვნურად ნალექების გაზრდა და შედეგად წყალმომხმარების სწორი რეჟიმის დაგეგმარება;
16. მოსახლეობის აგრარული განათლების ამალგების მიზნით სათანადო ლიტერატურით, სააგიტაციო მასალებით და ინტერნეტით უზრუნველყოფა.

ამრიგად ჩატარებული კვლევა არამარტო ხელს შეუწყობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდას და შედეგად სოფლის მეურნეობისა და მოსახლეობის კეთილდღეობის ამალგებას, არამედ აგრეთვე ჩვენი ქვეყნის ამ რთულ რეგიონში დაწყებული გაუდაბნოების პროცესის შენელება-შეჩერებას.

ლიტერატურა

1. კ. ბეთანელი, მ. ჩიჯავაძე, ქ. მახარაძე. საქართველოს სასმელი წყლის რესურსები. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 1 – 3, 2002.
2. ი. ჟორდანიას, ე. ნაკაიძე, გ. გობეჩია. წყლის რესურსების მდგომარეობა და პრობლემები. მეცნიერება და ტექნიკა, № 10 – 12, 1999, გვ. 63-65.
3. კლიმატის ცვლილება და კახეთის სოფლის მეურნეობა. თბ. 2014, 351 გვ.
4. ნ. უკლება. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბ. 1977, 394 გვ.
5. გ. მელაძე, მ. მელაძე. საქართველოს რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. თბ. უნივერსალი, 2010, 294 გვ.
6. შ.ჯავახიშვილი. შიდა კახეთის კლიმატური დახასიათება. საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ტ. IV, თბ. 1959.
7. საქართველოს სამეცნიერო – გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი – ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები. ნაწილი I, თბ. 2004.
8. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბ. 1999, 151 გვ.
9. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.
10. ე. ელიზბარაშვილი, მ. ტატიშვილი, მ. ელიზბარაშვილი, შ. ელიზბარაშვილი, რ. მესხია. საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბ. 2013, 128 გვ.
11. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. UNDP in Georgia, თბ. 2015, 292 გვ.
12. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/prelim/drought/spi.html>
13. ბ. ბერიტაშვილი. კლიმატი და მისი ცვლილება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ. 2011.
14. Владимирова Л.А., Гигинеишвили Г.Н., и др. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Метниереба, Тбилиси, 1991., 141 с.
15. Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Под редакцией редакционной коллегии (И. Редактор академик АН Грузии Дзидзигури А.).
16. Водные ресурсы Закавказья. Под ред. Г.Г. Сванидзе и В.Ш. Цомая, Гидрометеиздат, Тб. 1988, 264 с.
17. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том VI, Грузинская ССР, Гидрометеиздат, Л., 1987, 416 с.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 9, вып. 1, Западное Закавказье, Гидрометеиздат, Л., 1969, 310 с.
19. Н.А. Бегалишвили, Т.Н. Цинцадзе, В.Ш. Цомая, К.А. Лашаური, Н.Н. Бегалишвили, Н.Т. Цинцадзе. Исследование подземного стока рек и оценка запасов грунтовых вод в Грузии. Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета, Том 117, Тб, 2011, стр. 46 – 50.
20. რ. კორძაძია, ჯ. ვაჩნაძე. გვაღვიანი თევები აღმოსავლეთ საქართველოში ტემპერატურა – ნალექების კომპლექსური მიხედვით. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 107, 2002, გვ. 104 – 110.
21. Dying Wisdom. Ed. by A. Agarwal and S. Narain. Center for Science and Environment, N. Delhi, 1997.
22. ე. ელიზბარაშვილი, ზ. ჭავჭავაძე. გვაღვიები, უნალექო და ნალექიანი პერიოდები საქართველოში. თბ. მეცნიერება, 1992.

23. ე. ელიზბარაშვილი, ნ. სულხანიშვილი, ზ. ჭავჭავანიძე. გვალვა და გაუდაბნობა, მათი გამომწვევი მიზეზები და გეოგრაფია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 107, თბ. 2002, 23 – 27.
24. ი. ჯავახიშვილი. თხზულებათა კრებული. ტ. II, თბ. 1983.
25. კ. თავართქილაძე, გ. მესტიაშვილი, ე. საჯაია, ლ. ბეროშვილი. გაუდაბნობის ხელშემწყობი პროცესი საქართველოში და მისი შეფასების ანალიზური კრიტერიუმი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 107, თბ. 2002, 186–193.
26. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР. Подред. Турманидзе Т.И. Гидрометеиздат, Л., 1978.
27. რ. სამუკაშვილი. მზის აქტივობასა და გვალვიანობას შორის შესაძლო კავშირების შესახებ. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 107, თბ. 2002, 39–42.
28. Руководство по Гидрологической практике. Всемирная Метеорологическая Организация. №168, Женева, 1994.
29. ც. ბასილაშვილი. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება მდინარეთა ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების მიხედვით. “საქართველოს ეროვნული ატლასი”, თბ. 2012.
30. ჩოგოვაძე გ. ჰიდროელექტროსადგურების მეურნეობა საქართველოში. თბილისი 1968.
31. ჩიკვაიძე გ. საქართველოს გვალვიანი რაიონების მდინარეთა შესაძლო ირიგაციული წყალუზრუნველყოფის შეფასება. სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს ანაგარიში. ჰიდრომეტინსტიტუტი, 2001, 51 გვ.
32. სვანიძე გ., ჩიკვაიძე გ. აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა სარწყავი წყლის დეფიციტის საკითხისათვის. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ 106, 2001, 31-39 გვ.
33. ტატიშვილი მ., მესხია რ. ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების შეფასება აღმოსავლეთ საქართველოში კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე. საერთაშორისო კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. შრომები 2010, თბილისი, 422-424 გვ.
34. სიჭინავა თ., ტულუში პ., სიჭინავა პ. კახეთის რეგიონში მოსალოდნელი კატასტროფული გვალვების შედეგების შემცირების გზები არასამთავრობო და სამთავრობო სტრუქტურების ადგილობრივ ფერმერებთან თანამშრომლობით. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ 107, 2002, 212-217 გვ.
35. ჩიკვაიძე გ., შველიძე ო., გელაძე ი., დევდარიანი ნ., არქიელიძე ნ. გვალვიან რაიონებში წვეთოვანი მორწყვის დანერგვა, როგორც წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების და გვალვასთან ბრძოლის ღონისძიება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ 107, 2002, 218-221 გვ.
36. ნანიტაშვილი ო. გვალვისაგან დაზარალებული რაიონებისათვის განკუთვნილი ახალი თაობის სარწყავი ტექნიკა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.107, 2002, 223-229 გვ.
37. სვანიძე გ., ცომაია ვ., მესხია რ. საქართველოს წყლის რესურსების მოწყველადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 106, 2001, 11-30 გვ.
38. სვანიძე გ., ცომაია ვ., მესხია რ. საქართველოს წყლის რესურსების მოწყველადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 106, 2001, 11-30 გვ.
39. Басиладзе И.З. Прогнозирование декадного стока р. Алазани в целях обслуживания орошаемого земледельца. Труды ЗапНИГМИ, 1990, вып -87(94), Л., с 3-34.