



# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შიშრი № IHM-17-31- GTU- CD-5259

ინსტიტუტის დირექტორი

----- თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2016 წ

## მდ. იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის დასაბუთება

ნაწილი I. ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების  
მონიტორინგის სისტემა. ნაღებთა ხელშეწყობის გეგმა

სამეცნიერო ანგარიში

თბილისი  
2016

შემსრულებელთა სია

1. არჩილ ფრანგიშვილი - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი
2. ზურაბ გასიტაშვილი - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი
3. თენგიზ ცინცაძე - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი
4. ბაკურ ბერიტაშვილი - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი
5. ლევან იმნაიშვილი - შემსრულებელი
6. ზაალ აზმაიფარაშვილი - შემსრულებელი
7. ნაილი კაპანაძე - შემსრულებელი
8. დათო სვანაძე - შემსრულებელი
9. ნარინე არუთინიანი - შემსრულებელი
10. ნანული ზოტიკიშვილი - შემსრულებელი

**მდ. იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის  
სისტემის შექმნის დასაბუთება  
შინაარსი**

რეზიუმე.....	4
შესავალი.....	6
1. წყლის რესურსების მართვა ავსტრალიაში.....	8
1.1. ბუნებრივი პირობები.....	8
1.2. ეკონომიკა.....	10
1.3. წყლის რესურსების მენეჯმენტი მიურეი-დარლინგის აუზში კლიმატის ცვლილების პირობებში.....	10
1.4. ადაპტაციის პროცესის გაგრძელება.....	12
1.5. დასკვნები.....	14
2. წყლის მართვის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა მდ. იორის აუზში.....	16
2.1. ბუნებრივი პირობები.....	16
2.1.1. რელიეფი და ჰავა.....	16
2.1.2. ნიადაგები და მცენარეული საფარი.....	23
2.1.3. წყლის რესურსები.....	24
2.2. ეკონომიკა და მოსახლეობა.....	30
2.2.1. თიანეთის მუნიციპალიტეტი.....	30
2.2.2. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი.....	31
2.2.3. სიდნაღის მუნიციპალიტეტი.....	32
2.2.4. დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი.....	32
2.2.5 დასკვნა.....	33
3. წყლის რესურსების მართვა მდ. იორის აუზში.....	35
3.1. ისტორიული მიმოხილვა.....	35
3.2. არსებული მდგომარეობა.....	36
3.3. წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის სქემა.....	40
4. მდ. იორის აუზში ნალექთა ხელშეწყობის გაზრდის მეთოდობა.....	48
4.1. ზოგადი ცნობები .....	48
4.2. მდ. იორის აუზში ნსგ სამუშაოთა ჩატარების პირველ ეტაპზე (1979-1990) მიღებული შედეგები.....	50
4.3. სხვადასხვა ქვეყნებში ნსგ სამუშაოთა წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა.....	51
4.4. წლის თბილ პერიოდში კონვექციური ღრუბლებიდან ნსგ სამუშაოთა ჩატარების მეთოდობა.....	52
4.4.1. ზემოქმედების კონცეფცია.....	53
4.4.2. სამუშაოთა ორგანიზება.....	55
4.4.3. ზემოქმედების ჩატარება.....	55
4.4.4. ზემოქმედების შედეგების გაფორმება და არქივირება.....	55
4.5. წლის ცივ პერიოდში მდ. იორის აუზში ნსგ სამუშაოთა ჩატარების პერსპექტივები.....	56
ლიტერატურა.....	57

## რეზიუმე

წყლის რესურსებით შედარებით ღარიბი აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მდ.იორის აუზი გამოირჩევა მრავალფუნქციური ანთროპოგენული დატვირთვით, რაც მეტად აქტუალურს ხდის მასში წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის დანერგვას. ამ მიმართულებით საერთაშორისო დონეზე მიღწეული გამოცდილების გასაზიარებლად შემოთავაზებულია ავსტრალიის ნახევრად არიდულ პირობებში მოქმედი მიურეი-დარლინგის აუზის მენეჯმენტის სისტემა.

მოყვანილია ცნობები ავსტრალიის კონტინენტზე ატმოსფერულ ნალექთა განაწილების შესახებ, ნაჩვენებია ამ ძირითადად არიდულ ტერიტორიაზე მიურეი-დარლინგის აუზის არსებითი წვლილი ქვეყნის მძლავრი ეკონომიკის ფუნქციონირებაში და სათანადო დონეზე აწვობილი სარწყავი სისტემის როლი მის უზრუნველყოფაში. განხილულია ძირითადი რეფორმები, რომლებიც გატარდა აღნიშნულ აუზში წყლის მართვის ოპტიმიზაციის მიმართულებით და ის ამოცანები, რომლებიც უნდა გადაიჭრას მენეჯმენტის მოდელის სრულყოფისთვის.

მდ. იორის აუზში ანალოგიური სისტემის შესაქმნელად აღწერილია აუზის ბუნებრივი პირობები – რელიეფი, კლიმატური ზონები, ნიადაგები და მცენარეული საფარი. განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო წყლის რესურსების დახასიათებას – მდ. იორის ჩამონადენის შიდაწლიურ განაწილებას მდინარის სხვადასხვა ნაწილებში, იორის შენაკადების, ბუნებრივი და ხელოვნური წყალსატევების პარამეტრებს, მდინარის წყლის რესურსებით მოსარგებლე საირიგაციო სისტემების აღწერას, როგორც 1980-იანი წლების დონეზე, ისე თანამედროვე მდგომარეობით.

მოცემულია აუზში შემავალი მუნიციპალიტეტების (თიანეთის, საგარეჯოს, სიდნაღისა და დედეოფლისწყაროს) ეკონომიკის მოკლე მიმოხილვა და მოსახლეობის აღწერის შედეგები.

მოყვანილია ისტორიული ცნობები მდ. იორის აუზში სარწყავი სისტემების არსებობის შესახებ და ინფორმაცია თანამედროვე სისტემების მდგომარეობისა და მახასიათებლების თაობაზე. შემოთავაზებულია ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების (ჰაერის ტემპერატურა და ნალექები, ქარის მიმართულება და სიჩქარე, ჰაერისა და ნიადაგის სინოტივე, მდ. იორისა და მის შენაკადებზე წყლის ჩამონადენის სიდიდე და სხვ.) დისტანციური გაზომვისა და რეგისტრირების კომპიუტერიზებული სისტემის სქემა, რომელიც შეიცავს წყალშემკრები აუზის ტერიტორიაზე სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში განთავსებულ 90-მდე მეტეოროლოგიურ და 15-მდე ჰიდროლოგიურ დეტექტორს. სენსორების ამ ქსელიდან მიღებული ინფორმაციის კომპიუტერული დამუშავება შესაძლებელს გახდის სრულყოფილი სურათი ვიქონიოთ აუზში წყლის რესურსების განაწილებისა და ეკონომიკის სხვადასხვა დარგებში მათი გამოყენების პოტენციალის შესახებ, აგრეთვე ამ რესურსების ოპტიმალური მართვის მოდელის შესაქმნელად და დასახვეწად.

განხილულ რეგიონში კლიმატის ცვლილების გრძელვადიანი პროგნოზის თანახმად მიმდინარე საუკუნის დასასრულისთვის მოსალოდნელი იქნება მდ. იორის ჩამონადენის 10-14 %-ით დაკლება, რაც აქტუალურს გახდის აქ გასული საუკუნის 80-იან წლებში წარმოებულ ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენას.

შემოთავაზებული პროექტის წარმატებული განხორციელების შემთხვევაში გზა გაეხსნება ანალოგიური ინტეგრირებული მართვის სისტემების დანერგვას საქართველოს მნიშვნელოვანი მდინარეების სხვა აუზებშიც.

**SUBSTANTIATION OF CREATING AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM IN  
THE RIVER IORI BASIN  
PART I. THE HYDROMETEOROLOGICAL PARAMETERS MONITORING SYSTEM.  
PRECIPITATION ENHANCEMENT**

Summary

At the territory of relatively scanty of water resources East Georgia the basin of R.Iori is notable with its multifunctional anthropogenic loading, that makes it critically urgent to introduce the integrated water management system in this area. Aimed at adopting the experience gained at the international level, the water governance system operating in the same semi-arid conditions of Murray-Darling basin in Australia is proposed as a model.

The data on the distribution of precipitation at the Australian Continent are presented, the important share of Murray-Darling basin in the mightly economy of this mainly arid country is mentioned and the essential role of thoroughly arranged irrigation system in its functioning is underlined. Major reforms carried out in the basin aimed at optimizing water management in the watershed are discussed along with the problems to be solved for perfection of management model.

For the setting up of the same system in the R.Iori basin its natural conditions are described-terrain, climate zones, soil types and green cover. Special attention is paid to features of water resources – interannual distribution of river runoff in different sections of the river, parameters of R.Iori tributaries, natural and artificial reservoirs, narrative of irrigation systems utilizing the river water resources both in 1980-s and at the present stage.

The brief overview of economy in municipalities entering into the R.Iori basin (Tianeti, Sagarejo, Signakhi and Dedoplistskaro) is given supplemented with recent population census data.

The historical data concerning the existence of irrigation systems in R.Iori basin in the past are presented along with the information about the state of contemporary systems and their features. The scheme of centralized system for the remote control of hydrometeorological parameters (air temperature, precipitation, windspeed and direction, humidity of air and the soil, runoff of the R.Iori and its tributaries) and their registration is offered, embracing about 90 meteorological and 15 hydrological detectors placed in different climate zones at the watershed territory. Computer processing of information obtained from this sensor network will provide getting a fullscale image on the distribution of water resources in the basin and on the potential of their use in various branches of economy, as well as the creation and perfection of a model for the optimal management of these resources.

According to the long-range forecast of climate change in the studied region, a 10-14% decrease of R.Iori discharge is anticipated to the end of current century, that will make it necessary to revitalize the precipitation enhancement activities carried out here during 1980-s. The offered methodology of summer convective clouds seeding and ways to assess its efficiency are given in the Appendix of presented Report.

In case of successful implementation of the project the way will be open to introduce the same integrated management system in the basins of other important rivers in Georgia.

## შესავალი

ნებისმიერი რეგიონის ეკონომიკური განვითარება და მოსახლეობის ცხოვრების დონე არსებითად არის განპირობებული იმ მდინარის აუზის წყლის რესურსებით, რომელსაც მოიცავს ეს რეგიონი. რაც უფრო მაღალია რეგიონის ეკონომიკური პოტენციალი (განსახილვერული, მაგალითად, მშპ სიდიდით), მით მეტია ანტროპოგენული დატვირთვა წყლის რესურსებზე და მით უფრო მნიშვნელოვანია ამ რესურსების ოპტიმალური მართვის/მენეჯმენტის აუცილებლობა. მართვის ოპტიმიზაცია კი, თავის მხრივ მოითხოვს წყლის რესურსების როგორც საშემოსავლო, ისე ხარჯვითი კომპონენტების დეტალურ ცოდნას.

საშემოსავლო ნაწილში იგულისხმება ატმოსფერული ნალექები, მყინვართა დნობა და მიწისქვეშა წყლები, ხოლო ხარჯვით ნაწილში – წყლის მოხმარება სარწყავად, მოსახლეობისა და ურბანული ინფრასტრუქტურის მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად, მრეწველობისა და ენერგეტიკის ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად და ბუნებრივ პროცესში – ჩამონადენში, ჩაჟონვასა და აორთქლებაში მისი მონაწილეობა. ეს უკანასკნელი მოიცავს აორთქლებას წყლისა და მიწის, მათ შორის ტყეებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ზედაპირიდან. მდინარეთა და ტბების აუზებში საშემოსავლო და ხარჯვით კომპონენტებს შორის ბალანსის დამყარება, ზამთარში მყარი ნალექების დაგროვებისა და გაზაფხულზე მათი დნობის გათვალისწინებით, ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს, რომლის თანამედროვე მდგომარეობის მიმოხილვა მოცემულია ნაშრომებში [1,2].

მდინარის აუზში წყლის მენეჯმენტის მაღალ დონეზე წარმოება მოითხოვს მის აღჭურვას თანამედროვე გამზომი ხელსაწყოების ფართო სპექტრით, რომელიც მოიცავს ჰაერის ტემპერატურის, ატმოსფერულ ნალექთა და სხვა მეტეოელემენტების, აორთქლებისა და ნიადაგის სინოტივის, მდინარეული ჩამონადენისა და მყინვართა ევოლუციის გაზომვას, წყლის ხარისხის დადგენას, აგრეთვე მიწისქვეშა წყლების მდგომარეობის შეფასებას. თანამედროვე სენსორული ტექნოლოგიების, ინტეგრირებული საინფორმაციო სისტემებისა და მონაცემთა კომპიუტერული დამუშავების შესაძლებლობათა გათვალისწინებით, ეს ამოცანა დაძლევადი პრობლემების რიგს მიეკუთვნება და იგი შესაბამისი მოდელის გამოყენებით დანერგილია განვითარებულ ქვეყნებში და ინერგება განვითარებად ქვეყნებში. ამ მიმართულებით მიღწეული პროგრესი პერიოდულად შექცდება აუზების ორგანიზაციის საერთაშორისო ქსელის (INBO) სპეციალურ გამოცემაში ინტერნეტ-მისამართზე [www.inbo-news.org](http://www.inbo-news.org)

საქართველოში წყლის რესურსების საშემოსავლო ნაწილის აღრიცხვას 1930-იანი წლებიდან აწარმოებდა რესპუბლიკის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამმართველო, ხოლო ხარჯვითი ნაწილისას – წყალთა მეურნეობის სამინისტრო. ამჟამად მდ. რიონის აუზში ამოქმედდა წყლის მენეჯმენტის თანამედროვე სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილი – 35 ავტომატური ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურისგან შემდგარი მონიტორინგის ქსელი, რომელიც გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დაპარტამენტმა უცხოური ინვესტიციების დახმარებით შეიყვანა მწყობრში 2015 წელს.

იმის გათვალისწინებით, რომ მდ. რიონის აუზი თავისი კლიმატური მახასიათებლებით ჭარბტენიანი რეგიონების კატეგორიას მიეკუთვნება, არანაკლებ ინტერესს უნდა შეადგენდეს წყლის მართვის ამოცანა წყლის რესურსებით უფრო ღარიბი – აღმოსავლეთ საქართველოს გვაღვიანი რეგიონებისთვის, მათ შორის მდ. იორის აუზისთვის, რომლის წყლის რესურსები ბოლო საუკუნის მანძილზე ინტენსიურად გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სარწყავად, ურბანული და ჰიდროენერგეტიკული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.

საქართველოს მდინარეთა წყლის საერთო რესურსებიდან (61,45კმ<sup>3</sup>) აღმოსავლეთ საქართველოს მიეკუთვნება ამ რესურსის მხოლოდ 21,9% (13,45კმ<sup>3</sup>), ხოლო მდ. თერგისა და მთათუშეთის მდინარეთა გამოკლებით, მდ. მტკვრის აუზში რჩება 11,6კმ<sup>3</sup>, ანუ საერთო რესურსის 18,9% [3]. ეს ციფრები მეტყველებს დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით, აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის საკმაოდ მაღალ დეფიციტზე, რაც მაღლიმიტირებელ პირობებს უქმნის სოფლის მეურნეობის, ჰიდროენერგეტიკისა და ურბანული ინფრასტრუქტურის განვითარებას საქართველოს ამ რეგიონში.

მდ. მტკვრის პირველი რიგის შენაკადებიდან მდ. იორს, საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენით საკმაოდ მოკრძალებული – მეხუთე ადგილი უჭირავს (ცხრ.1).

მიუხედავად ამისა, თბილისთან და სარწყავი მიწების ვრცელ მასივებთან სიახლოვის გამო, მისი წყლის რესურსების გამოყენების არეალი მეტად მრავალფეროვანია. მასში შედის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რწყვა საგარეჯოს, გარდაბნის, სიღნაღისა და დე-

დოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტებში, სიონის, სამგორისა და დალის წყალსაცავების მომარაგება წყლის რესურსებით, რომელთა ნაწილი სამგორის წყალსაცავის (თბილისის ზღვის) გავლით მოიხმარება თბილისისა და რუსთავის საქალაქო წყალმომარაგების სისტემებში, ასევე 4 ჰიდროელექტროსადგურის (სიონის, საცხენისის, მარტყოფისა და თეთრახევის) ფუნქციონირების უზრუნველყოფად [5]. გარდა ამისა, ბოლო პერიოდში სულ უფრო იზრდება ჩამოთვლილი წყალსაცავების, განსაკუთრებით სიონის წყალსაცავის, ტურისტულ-რეკრეაციული პოტენციალის ათვისების მასშტაბები, რასაც ხელს უწყობს ზღვის დონიდან 1000-1200 მ. სიმაღლეზე, მის გარშემო გავრცელებული შერეული ტყეების მასივები და სხვადასხვა სახეობის თევზის არსებობა წყალსაცავში. მომავალში, სათანადო ინფრასტრუქტურის განვითარების კვალობაზე, არანაკლები პოტენციალი ექნება დალის წყალსაცავსაც, რომლის ეგზოტიკური ლანდშაფტები, დაშორება ცივილიზაციის კერებისგან და სიახლოვე ვაშლოვანის უნიკალურ ნაკრძალთან, უზრუნველყოფს მისი სპეციფიკური განვითარების პერსპექტივას.

*ცხრილი 1. მდ. მტკვრის მთავარი შენაკადების საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამის პუნქტებთან ([4] -ის მიხედვით).*

№	მდინარე	პუნქტი	აუზის ფართობი, კმ <sup>2</sup>	აუზის საშუალო სიმაღლე, მ ზ.დ.	წყლის ხარჯი, მ <sup>3</sup> /წმ	ჩამონადენი, კმ <sup>3</sup> /წელი
1	ალაზანი	ზემო ქედი	7450 (11 800)	900	102	3.226
2	ლიახვი	გორი	2440 (2 440)	1590	47.3	1.492
3	არაგვი	ჟინვალი	1900 (2 740)	1890	43.3	1.364
4	ქცია-ხრამი	წითელი ხიდი	8260 (8 620)	1530	55.4	1.75
5	იორი	ორხევი	587 (4650)	1580	14.0	0.44
6	ალგეთი	ფარცხისი	359 (763)	1320	2.9	0.092

*შენიშვნა: ფრჩხილებში მოყვანილია მდინარის აუზის საერთო ფართობი შესართავთან.*

მდ. იორის (ივრის) ზემოთ განხილული მრავალფუნქციური დატვირთვა, მისი ბუნებრივი ჩამონადენის შეზღუდულობის პირობებში, მოითხოვს ამ ჩამონადენის ოპტიმალური მართვის აუცილებლობას თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით და აგრეთვე, მისი ხელოვნური გაზრდის შესაძლებლობის დაზუსტებას. ამ ორი ამოცანიდან, პირველზე პასუხის გასაცემად საჭიროა, საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით, მდ. იორის აუზში წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა, ხოლო მეორე ამოცანა შეიძლება გადაიჭრას, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში 1980-იან წლებში ამავე აუზში მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, პირველი ამოცანის ტექნიკური რეალიზაციის ფარგლებში.

აქვე აღსანიშნავია ისიც, რომ თანახმად კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებული შედეგებისა, მდ. იორის აუზში 2100 წლისთვის 1986-2010 წწ. პერიოდთან შედარებით მოსალოდნელი იქნება ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 10-14 %-ით, რაც გარკვეულწილად გაამძაფრებს წყლის რესურსების დეფიციტს სსენებულ რაიონში.

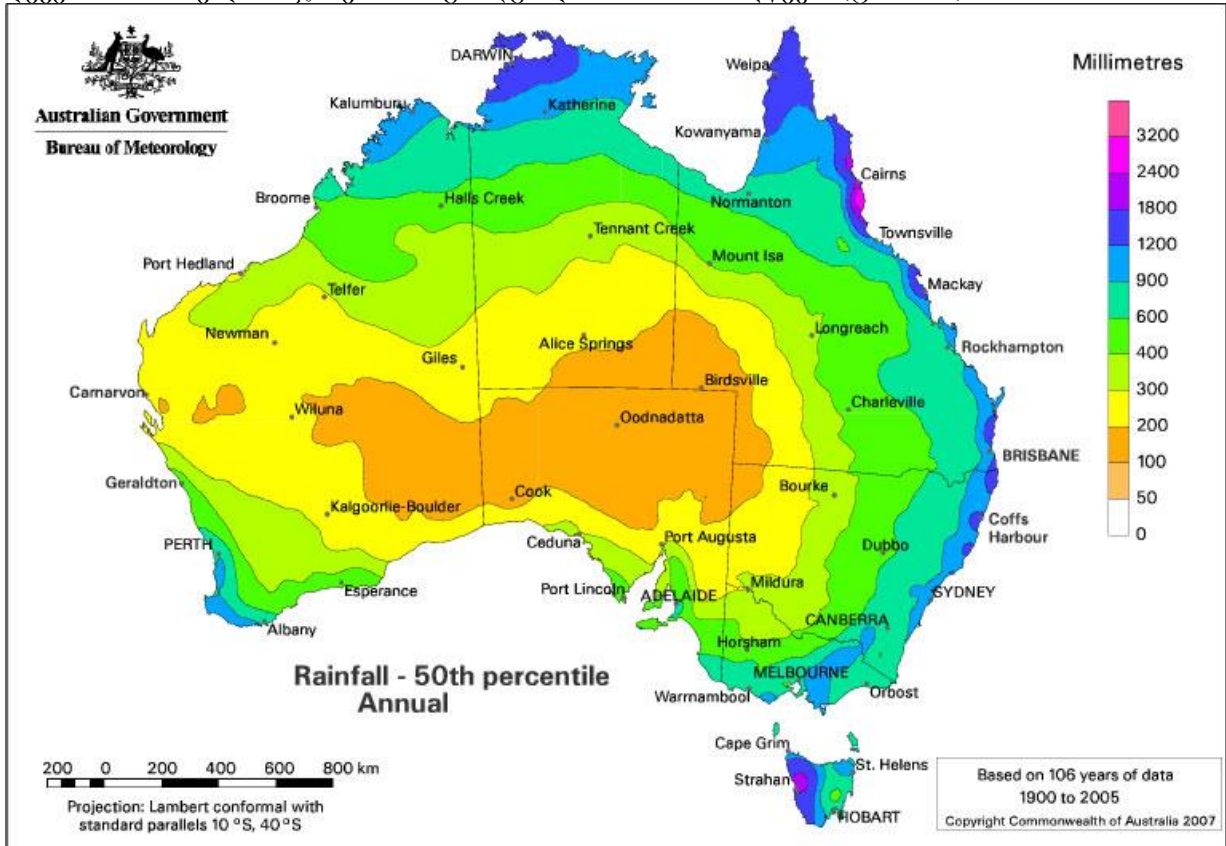
აღნიშნული საერთაშორისო გამოცდილების გასაზიარებლად/გასათვალისწინებლად შერჩეულ იქნა გვაღვიანობითა და წყლის რესურსების სიმწირით ცნობილი ავსტრალიის კონტინენტი, რომელშიც გამოყვავით ქვეყნის სამხრეთ-აღმოსავლეთში განლაგებული მიურეი-დარლინგის აუზი. მიუხედავად იმისა, რომ რეგიონის უმეტესი ნაწილი ნახევარუდაბნოების ზონაში იმყოფება, წყლის მენეჯმენტის განვითარებული სისტემის არსებობის გამო, იგი იძლევა ავსტრალიის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის 40%-ზე მეტს და წყლის რესურსების ეფექტური გამოყენების ერთ-ერთ მისაბამ მაგალითს წარმოადგენს [6].

გასათვალისწინებელია ისიც, რომ აღნიშნულ აუზში წყლის მენეჯმენტის პრობლემების განხილვისას ყურადღება მახვილდება კლიმატის მიმდინარე ცვლილებასთან წყლის მოხმარების ადაპტირების საკითხებზე [7], რაც საქართველოს პირობებში ავსტრალიაში მიღებული გამოცდილების პრაქტიკული გაზიარების ღირებულებას ამაღლებს.

# 1. წყლის რესურსების მართვა ავსტრალიაში

## 1.1. ბუნებრივი პირობები

ავსტრალიის კონტინენტი ატმოსფერულ ნალექთა განაწილების დიდი უთანაბრობით ხასიათდება. ტერიტორიის ნახევარზე მეტი არიდული და ნახევრად არიდული ზონებითაა დაკავებული, სადაც ნალექთა წლიური ჯამები 100-200 მმ (ცენტრალურ ნაწილში) და 200-300 მმ (ცენტრალურ და დასავლეთ ნაწილებში) არ აღემატება (ნახ. 1.1). სამაგიეროდ, კონტინენტის ჩრდილოეთი და აღმოსავლეთი სანაპირო რაიონები მდიდარია ატმოსფერული ნალექებით, რომელთა ჯამები ზოგ ადგილას 2000 მმ აღწევს (ცხრ. 1.1).



ნახ.1.1 ნალექთა წლიური ჯამების განაწილება ავსტრალიის ტერიტორიაზე (Google-Australian government. Average rainfall Annual)

ცხრილი 1.1 ატმოსფერულ ნალექთა წლიური ჯამები ავსტრალიის სანაპირო რაიონებში (16-ის მიხედვით)

№	პუნქტი	ნალექთა ჯამი, მმ	№	პუნქტი	ნალექთა ჯამი, მმ
1	დარვინი	1811	7	სიდნეი	1223
2	ქერნსი	1986	8	ალბური <sup>o</sup>	615
3	ტაუნსვილი	1072	9	მელბურნი	603
4	მაქვეი	1592	10	ჯილინგი	417
5	ბრისბენი	1158	11	ადელაიდა	546
6	ტუვუმბა <sup>o</sup>	714	12	პერტი	725

შენიშვნა:\* აღნიშნული ორი პუნქტიდან ტუვუმბა დაშორებულია ზღვის სანაპიროდან 120კმ-ით, ხოლო ალბური, რომელიც მდებარეობს მიურეი-დარლინგის აუზში – 280კმ-ით.

ცხრილში მოყვანილი ყველა სადგური, გარდა აღნიშნული ორი პუნქტისა, უშუალოდ ზღვის სანაპიროზე მდებარეობს, ამიტომ მოყვანილი მონაცემები არ გამოდგება ავსტრალიის ტერიტორიაზე ნალექთა განაწილების დასახასიათებლად. კონტინენტის შიდა რეგიონებ-



ში ნაღველებზე დაკვირვების კლიმატური რიგები არ არსებობს. ნახ. 1.1-ზე აღნიშნული სიდიდეები გაზომვის დისტანციური მეთოდებითაა მიღებული.

ნაღველთა რეჟიმი ავსტრალიის ტერიტორიაზე დიდი ცვალებადობით ხასიათდება, რაც გამოწვეულია ამ შედარებით მცირე ზომის კონტინენტზე სხვადასხვა ოკეანური დინების ზემოქმედებით. დადგენილ იქნა, რომ ავსტრალიის კლიმატის ფორმირებაში მონაწილეობს წყნარ ოკეანეში მოქმედი 4 დინება (ელ-ნინო, ეკვატორული კონტრდინება, სამხრეთ-სუბტროპიკული და აღმოსავლეთ ავსტრალიის დინებები) და ინდოეთის ოკეანეში მოქმედი 2 დინება (დასავლეთ ავსტრალიის დინება და დასავლეთის ქარის საოკეანო ნაკადი). ამ მძლავრი საოკეანო ნაკადების ურთიერთქმედების შედეგად წარმოქმნილი ატმოსფერული პროცესები განაპირობებს ავსტრალიის კონტინენტზე ჰავის თავისებურებებს, მათ შორის ისეთ მძაფრ კლიმატურ ანომალიებს, რომელსაც ადგილი ჰქონდა მიმდინარე საუკუნის პირველ ათწლეულში. კერძოდ, ძლიერი და ხანგრძლივი გვალვები აქ გაგრძელდა 2001-დან 2010 წლამდე, რაც 2011 წლიდან შედარებით ნორმალური პირობებით შეიცვალა.

რაც შეეხება გაუდაბნოების საშიშროებას, ავსტრალიის კონტინენტზე ამ რისკის ქვეშ იმყოფება საკმაოდ ვრცელი ტერიტორიები ქვეყნის სამხრეთ და ჩრდილო-დასავლეთში, აგრეთვე ჩრდილოეთში და აღმოსავლეთში – დიდი გამოყოფი ქედის დასავლეთით მდებარე რეგიონებში, მათ შორის მიურეი-დარლინგის აუზშიც. ცენტრალური რაიონების დიდ ფართობებზე აქ არც არის საუბარი, რადგანაც ეს ტერიტორიები ისედაც უდაბნოებითაა დაკავებული.

ზემოთ მოყვანილი მონაცემები ცხადყოფს, თუ რამდენად აქტუალურია ავსტრალიაში წყლით მომარაგებისა და მისი ხარისხის პრობლემა იმის გათვალისწინებით, რომ გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან ქვეყანამ შთამბეჭდავ წარმატებებს მიაღწია ეკონომიკის, მეცნიერებისა და კულტურის დარგში. თუმცა, სოფლის მეურნეობისა და მასთან დაკავშირებული მრეწველობის დარგების შემდგომი განვითარება ლიმიტირებულია წყლის რესურსების ხელმისაწვდომობით, რაც კლიმატის ცვლილების პირობებში კიდევ უფრო ამწვავებს აღნიშნულ პრობლემას.

1950-იანი წლების შემდეგ ავსტრალიაში და განსაკუთრებით, მიურეი-დარლინგის აუზში, აგებულ იქნა წყალსაცავებისა და სარწყავი არხების ხშირი ქსელი, რამაც უზრუნველყო ახალი მიწების ათვისება და სარწყავ ტერიტორიებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (ბრინჯის, ბამბის, ციტრუსების, ვენახის, ხეხილის, ნუშის, ბოსტნეულის) მაღალი მოსავლის მიღება, აგრეთვე მეცხოველეობის საკვები ბაზის – საძოვრების პროდუქტიულობის ზრდა. 1990-იანი წლებისთვის მიურეი-დარლინგის აუზი იქცა ავსტრალიაში სურსათის ძირითად მწარმოებლად, რომელზედაც მოდიოდა ქვეყანაში წარმოებული სასურსათო პროდუქციის თითქმის 40%. ამავე დროს თანდათან გამოვლინდა ის ფაქტი, რომ სოფლის მეურნეობის განვითარების ტემპი აჭარბებს აუზში არსებული წყლის რესურსებით ლიმიტირებულ ზღვარს, რაც განსაკუთრებულ რისკთან იყო დაკავშირებული გვალვის პირობებში.

1995 წლისთვის ამ გარემოებამ მოითხოვა სახელმწიფოს მხრიდან სარწყავი წყლის ლიცენზირების გამკაცრება, რის შედეგადაც თითოეულ აღმინისტრაციულ ერთეულს დაუმტკიცდა მდინარიდან წყლის აღების ზედა ზღვარი. ანალოგიური შეზღუდვები დაწესდა მიწისქვეშა წყლის გამოყენებაზეც. აღნიშნული რეფორმების გატარებას დაემთხვა 2001-2010 წლების უპრეცედენტო გვალვიანობის პერიოდიც, რამაც დიდი ზიანი მიაყენა ავსტრალიის ეკონომიკას და კიდევ უფრო ცხადი გახდა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების პირობებში არსებული ბუნებრივი რესურსის გამოყენებით, წყალმომარების ეფექტურობის გაზრდის აუცილებლობა. ნათელი გახდა ის ფაქტიც, რომ ავსტრალიის პირობებში აღარ შეიძლება ბრინჯისა და ბამბის მსგავსი წყლის მომთხოვნი კულტურების მოყვანა, აგრეთვე გვალვაგამძლე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გამოყვანის შესაძლებლობათა შესწავლა და ღრუბლებიდან ნაღველთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა განახლება. განიხილება აგრეთვე ადელაიდაში, სიდნეიში და სხვა დიდ ქალაქებში ურბანული მოხმარებისთვის წყლის გასამტკნარებელი საწარმოების აგების მიზანშეწონილობა, თუმცა ეს პრობლემა ელექტროენერჯის მოხმარების დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული.

## 12. ეკონომიკა

ავსტრალიის მოსახლეობა 2010 წლის მდგომარეობით 22.0 მილიონს, ხოლო ერთ სუფთ მონსახლეზე მთლიანი შიდა პროდუქტი – 40 800 მლნ. აშშ დოლარს შეადგენდა. მშპ სიდიდით ავსტრალია ყველაზე მდიდარი ქვეყნების ათეულში შედის (აშშ – \$48 100, კანადა – \$40 300, იაპონია – \$34 300, გერმანია – \$37 900 და ა.შ.) [9]. ინდუსტრიის ყველაზე განვითარებული დარგებია: სამთო-მომპოვებელი მრეწველობა, სამრეწველო და სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა, კვების მრეწველობა, ქიმიკატებისა და ფოლადის წარმოება; სოფლის მეურნეობის წამყვანი დარგებია ხორბლისა და ქერის წარმოება, შაქრის ლერწმისა და ხილის მოყვანა, მესაქონლეობა, მეცხვარეობა და მეფრინველეობა. სოფლის მეურნეობა ავსტრალიის ეკონომიკის საფუძველს შეადგენს. მასში მაპროფილებელი მიმართულება მეცხოველეობაა, რომელზედაც მოდის ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ღირებულების 68%, ხოლო მიწათმოქმედებაზე – მხოლოდ 32%. იმასთან დაკავშირებით, რომ სოფლის მეურნეობა ეკონომიკის წამყვანი დარგია და მისი პროდუქცია ავსტრალიის ექსპორტის ბაზისს წარმოადგენს, მთავრობა უდიდეს ყურადღებას უთმობს მის განვითარებას. ქვეყანაში შექმნილია სოფლის მეურნეობის მომსახურების სამეცნიერო და ექსპერიმენტული ცენტრები, ყველა უნივერსიტეტში არსებობს სასოფლო-სამეურნეო ფაკულტეტები, ფერმერებს ეძლევათ კრედიტები, დოტაციები, სახელმწიფო არეგულირებს სასაქონლო პროდუქციის რეალიზაციის საქმეს და სხვ. ამ ვითარების ფონზე სრულიად ბუნებრივია ის დიდი ინტერესი, რომელსაც იჩენს ავსტრალია წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების პრობლემისადმი [7].

## 13. წყლის მენეჯმენტი მიურეი-დარლინგის აუზში კლიმატის ცვლილების პირობებში

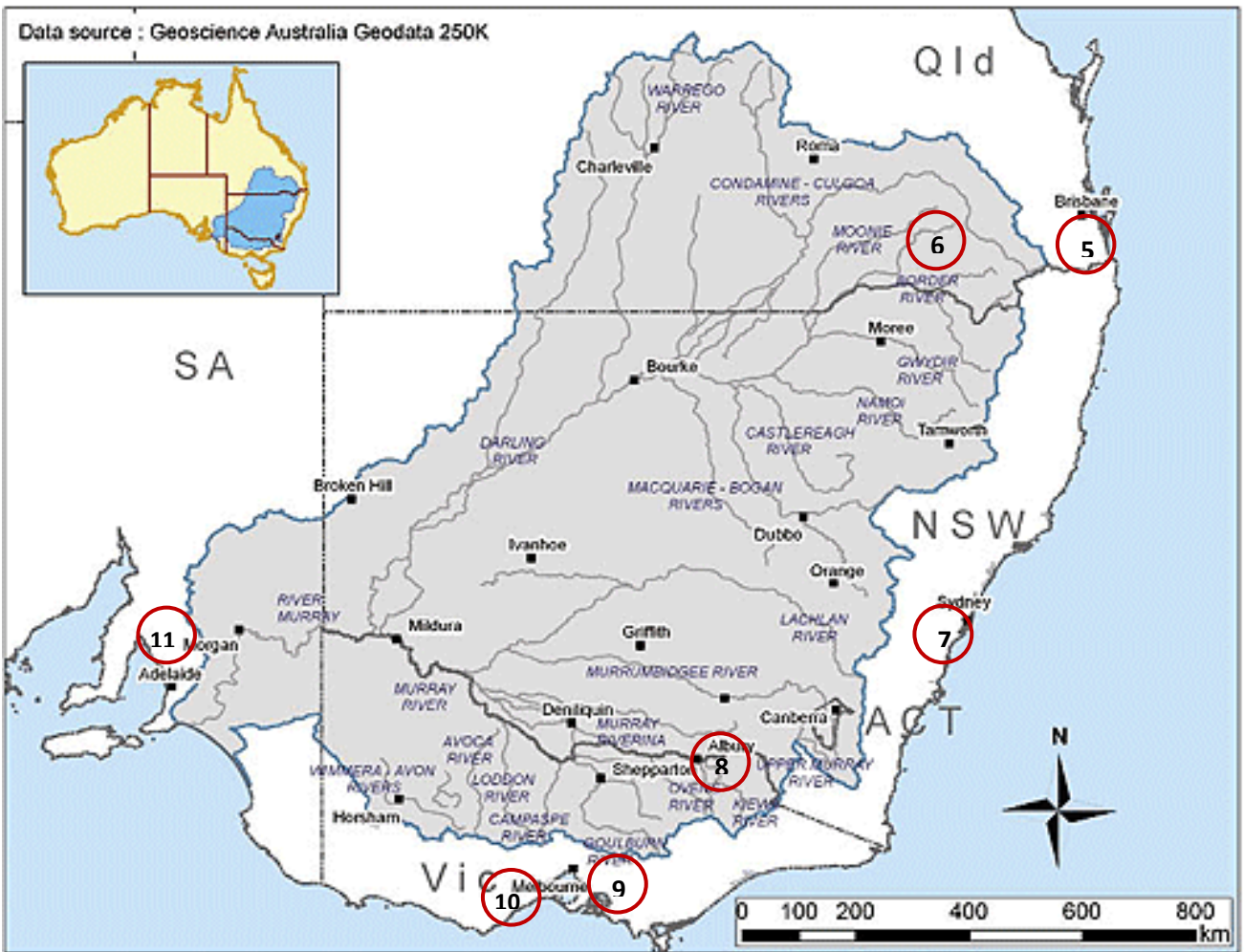
როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები, ავსტრალიის ცენტრალური ნაწილი უჭირავს უდაბნოს, რომლის პერიფერიებზე ზომიერი კლიმატის პირობებში განთავსებულია ურბანული ტერიტორიები. ისევე როგორც კალიფორნიაში, აქაც მათი არსებობა დამოკიდებულია წყლის რესურსების ხელმისაწვდომობაზე, თუმცა კალიფორნიისაგან განსხვავებით, ავსტრალიის სანაპირო ზოლში, განსაკუთრებით მის ჩრდილო და აღმოსავლეთ ნაწილებში, ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობა სრულიად საკმარისია ურბანული ინფრასტრუქტურის ფუნქციონირებისათვის. იგივე არ ითქმის კონტინენტის უფრო შიგნით მდებარე ტერიტორიებზე, სადაც ნალექთა რაოდენობა მკვეთრად კლებულობს ოკეანის სანაპიროდან დაშორებასთან ერთად. ერთ-ერთ ასეთ ტერიტორიას წარმოადგენს ავსტრალიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში განთავსებული მიურეი-დარლინგის წყალშემკრები აუზი, რომლის საზღვარი ნახ. 12-ზე აღნიშნულია ლურჯი ხაზით.

საზღვრის აღმოსავლეთი ნაწილი მიუყვება დიდი გამყოფი ქედის წყალგამყოფს, რომლის დაშორება სანაპირო ზოლიდან 80-150კმ ფარგლებში იცვლება. ხსენებული აუზი მოიცავს ავსტრალიის ორი ყველაზე დიდი მდინარის – მიურეისა და დარლინგის წყალშემკრებს და წარმოადგენს ქვეყნის ერთ-ერთ წამყვან სასოფლო-სამეურნეო რეგიონს, რომელიც განთქმულია თავთავიანი კულტურების, ხილისა და ციტრუსების წარმოებით, აგრეთვე ვრცელი საძოვრებით და მაღალპროდუქტიული მეცხვარეობით. რუკაზე (ნახ. 12) ნომრებით აღნიშნულია ცხრილში 1.1 მოყვანილი პუნქტები.

იმის დასადგენად, თუ რამდენად სერიოზულ რისკს უქმნის კლიმატის ცვლილება წყლის რესურსებს ავსტრალიის ცალკეულ რეგიონებში, მიურეი-დარლინგის წყალშემკრები აუზში 2005 წელს წამოწყებული იქნა სპეციალური პროექტი, რომლის შედეგები საფუძველად უნდა დაედოს მთელი ქვეყნის მასშტაბით წყალმომხმარების პოლიტიკის სრულყოფას და წყალშემკრებში ინტეგრირებული მენეჯმენტის გეგმებს [7].

პროექტში გამოყენებულ იქნა სახელმწიფო წყალმარეგულირებელი ორგანოს მიერ ოპერატიულ პრაქტიკაში დანერგილი წყლის მენეჯმენტის მოდელი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება როგორც მენეჯერების, ისე წყლის მომხმარებელთა მიერ. შესაძლებლობის ფარგლებში, ეს მოდელი უზრუნველყოფს ერთი წლის ჩამონადენით წყალსაცავიდან სარწყავი წყლის მიწოდების მართვას საირიგაციო სეზონის განმავლობაში. მოდელში გათვალისწინებულია ზოგიერთი ბუნებრივი ნაკადების და ყველა საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამონადენის მაღალი უსაფრთხოება. ჭარბი მიწოდება შეიძლება გაიყიდოს როგორც ნაკლებად ღირებული „ზენორმატიული“ წყალი. შეფასების მეთოდი ეყრდნობა არსებულ მოდელსა და

განიხილავს მის ტრანსფორმაციას კლიმატის ცვლილების სცენარების შესაბამისად 2030 და 2070 წლებისთვის.



ნახ. 12. მიურეი-დარლინგის წყალშემკრები აუზი

გაანალიზებული იქნა ბოლო 50 წლის დაკვირვების მონაცემები ატმოსფერულ ნალექებსა და აორთქლებადობაზე, აგრეთვე მდინარის ჩამონადენზე. 1950 წლიდან ავსტრალიაში დაიწყო სარწყავი სისტემების ფართო მშენებლობა, რომელთა მიერ წყალმოხმარება არ კონტროლდებოდა 1990-იანი წლების დასასრულამდე. ასევე მიწისქვეშა წყლების მოხმარება აღემატება დაწესებულ ნორმებს. სარწყავი სისტემების განვითარებამ სერიოზული საშიშროება შეუქმნა აუზის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში განთავსებულ მაკარის ჭაობებს, რომლებიც რამსარის დაცულ ტერიტორიებს მიეკუთვნება და მათი დეგრადაცია ადგილობრივ მესაქონლეთა და გარემოს დამცველთა დიდ შემოთხუთებას იწვევს. რწყვა ეკონომიკურად მომგებიანი აღმოჩნდა და კლიმატის ცვლილების გავლენით განაპირობა ბამბის კულტურის შემდგომი გავრცელება სამხრეთისკენ. თუმცა, მანვე გამოიწვია ნიადაგის დამლაშება და წყლის მარილიანობის გაზრდა, რამაც პრობლემები შეუქმნა წყალმომარაგებას. სამწუხაროდ, სარწყავი წყლის მიმწოდებლებმა ჯერ-ჯერობით ვერ შეიმუშავეს საადაპტაციო ღონისძიებები იმ შემთხვევისთვის, თუ კლიმატის ცვლილება გამოიწვევს წყლის მიწოდების შემცირებას ამჟამინდელ ზღვრულ დონესთან შედარებით.

მომავალი კლიმატური რისკების შეფასებისას უპირველეს ამოცანად ჩათვლილ იქნა კლიმატურ მოდელურ ნალექებისა და აორთქლების ცვლილების გათვალისწინება IPCC კლიმატურ მონაცემთა ბანკის გამოყენებით. მოდელური გათვლები ჩატარდა 2030 და 2070 წლებისთვის კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილებებისთვის და მათი შედეგების შესახებ ინფორმირებულ იქნა დაინტერესებული მხარეები.

მეორე ამოცანას წარმოადგენდა მგრძობიარობის შეფასება. ამ მიმართულებით ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ საკვლევი აუზი გაცილებით უფრო მგრძობიარეა

ნაღველების მიმართ წლის ცივ პერიოდში, ვიდრე თბილში და ჩამონადენის დაბალი ხარჯები უფრო მგრძობიარეა ცვლილებების მიმართ მაღალ ხარჯებთან შედარებით.

მესამე ამოცანად განხილულია მოწყვლადობის შეფასება. კრიტერიუმად გამოყენებულ იქნა სარწყავად მიწოდებული წყლის რაოდენობის შეფარდება აუზში მოსული ნაღველების რაოდენობასთან. შეფასებები ჩატარდა სამი კატეგორიის სეზონისთვის: წყალუხვი, ნორმალური და წყალმცირე / გვალვიანი. ანალიზმა აჩვენა, რომ გრძელვადიანი კლიმატური რისკების შესაფასებლად საჭიროა ნაღველთა გრძელვადიანი ცვალებადობისა და კლიმატის ცვლილების ერთობლივი განხილვა. როგორც ჩანს, ეს შედეგი სამართლიანია მსოფლიოს ბევრი რეგიონისთვის, მაგრამ მისი მიღწევა ძნელდება მონაცემთა ხანგრძლივი რიგის უქონლობის გამო.

მეოთხე ამოცანას წარმოადგენს სტიქიური ბუნებრივი მოვლენების ალბათობის შეფასება. ამ ამოცანის ფარგლებში ჩატარდა რანდომიზებული ექსპერიმენტები გლობალური დატობის, ნაღველებისა და აორთქლების სხვადასხვა მნიშვნელობათა თანხვედრის ალბათობის დასადგენად და ამ თანხვედრის მდინარის საშუალო წლიურ ჩამონადენზე გავლენის გამოსავლენად. შედეგად მიღებულ იქნა შესაძლებელ ცვლილებათა ფართო დიაპაზონი, დაჯგუფებული ცენტრალური ტენდენციების გარშემო. მოდელირებით შეფასებულ იქნა აგრეთვე კლიმატის ცვლილების ფონზე გატყიანების ზემოქმედება ჩამონადენის სიდიდეზე. მაკარის სათავეებში ტყეებით დაკავებული ფართობის 10%-ით გაზრდისას მიღებულ იქნა ბარენდონგის წყალსაცავში ჩამონადენის შემცირება 17%-ით, ხოლო გატყიანებული ფართობის 2%-ით გაზრდისას – ჩამონადენის შემცირება 4%-ით. ამრიგად, მოდელური გათვლების თანახმად, მდინარის სათავეებში გატყიანება უარყოფითად მოქმედებს წყალსაცავის კვებაზე. მდინარის შუა წელში ნიადაგის დამლაშების საწინააღმდეგოდ ჩატარებული გატყიანება ნაკლებ ზემოქმედებას ახდენს მდინარის ჩამონადენზე, მაგრამ ეკონომიკურად იგი წამგებიანი აღმოჩნდა ნაღველთა ნაკლები რაოდენობის გამო. ჩატარებული მოდელური გამოთვლების საფუძველზე მკაფიო საადაპტაციო სტრატეგიის შემუშავება ვერ მოხერხდა. დადგენილ იქნა მხოლოდ წარმატებული საქმიანობის გაგრძელების მიზანშეწონილობა.

პრაქტიკული საქმიანობის ასპექტში მიურეი-დარლინგის წყალშემკრებ აუზში დადგენილ იქნა ზედა ზღვარი მიწისქვეშა წყლის მოხმარებაზე, რაც შემდგომში წყლის ეროვნული რეფორმის პოლიტიკის ფარგლებში გავრცელდა მთლიანად ავსტრალიის ტერიტორიაზე. ყოველი წყალშემკრებისთვის დადგენილ იქნა მოპოვებული წყლის მდგრადი ლიმიტი. კერძოდ, „ცოცხალი მიურეის“ პროექტის ფარგლებში გაირკვა, რომ 2006 წლისთვის ხელმისაწვდომი ჩამონადენის 70% მიღებული იყო მიწისქვეშა წყლის რესურსების ხარჯზე. შემდგომი გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ კლიმატის ცვლილებას შეუძლია რისკის ქვეშ დააყენოს მიურეი-დარლინგის აუზში წყლის მენეჯმენტის სამომავლო გეგმები.

დაინტერესებულ მხარეთა რეგულარული განხილვების შედეგად მიღებულ იქნა, რომ განხილულ აუზში წარმოებულ პრაქტიკულ საქმიანობაში გათვალისწინებული უნდა იყოს მიწისქვეშა წყლის მოპოვების ლიმიტირება, ზედაპირული ჩამონადენის მართვის გაუმჯობესება, სარწყავი სისტემების უკეთესი მენეჯმენტი და წყლის ხარისხის ამაღლება, რაც ხელს შეუწყობს კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციას.

მთავარ მიზნებად დასახულ იქნა შემდეგი ამოცანების გადაჭრა:

- წყალსაცავში ჩამონადენის პროგნოზირება 3-დან 6 თვემდე წინსწრებით;
- დროის იგივე ინტერვალში ტემპერატურისა და აორთქლების პროგნოზირება;
- დაურეგულირებელ ნაკადებში ჩამონადენის პროგნოზირება გარემოს დაცვითი მოთხოვნების გათვალისწინებით;
- წყლის ეროვნულ რეფორმაში კლიმატის ცვალებადობისა და კლიმატის ცვლილების დარგში წარმოებული გამოკვლევების შედეგების გათვალისწინება;
- ავსტრალიის ცალკეულ რეგიონში ნაღველთა არსებითი შემცირების მიზეზების ინტეგრირებული მეცნიერული გამოკვლევა.

#### 14. ადაპტაციის პროცესის გაგრძელება

ავსტრალიის „დიდმა გვალვამ“, რომელიც ახალი საუკუნის დასაწყისში დაიწყო და 10 წლის განმავლობაში გაგრძელდა, რთული პრობლემების წინაშე დააყენა ამ ქვეყანაში მცხოვრები ფერმერები და პოლიტიკოსები. ისევე როგორც ეს სისტემატურად ხდება კალიფორნიაში, მან კონფლიქტური სიტუაცია შექმნა წყლის ურბანულ და სასოფლო-სამეურნეო მომხმარებლებს შორის. ამავე დროს, მან საზოგადოება აიძულა შესაბამისი რეაგირება მოეხდინა გარემოში მიმდინარე პროცესებზე მთელი რიგი საადაპტაციო ღონისძიებების გატა-

რებით. კერძოდ, საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლების მიმართულებით ჩატარებული ღონისძიებების შედეგად გარემოს დაცვით პროგრამებში, განათლებასა და ენერგოეფექტურობაში მილიარდობით დოლარის ინვესტირებით ავსტრალიამ საგრძნობლად შეამცირა ქაქეებში წყლის მოხმარება. ამასთან ერთად, ქვეყანაში დაიწყო წყლის განაწილების ძველი სისტემის რეფორმირება, რამაც კალიფორნიის მსგავსად, მიზნად დაისახა წინასწარ შეძენილი ნებართვის (ლიცენზიის) მქონეებისთვის წყლის დადგენილი რაოდენობის განაწილება. ქვეყნის მასშტაბით შემოღებულ იქნა სისტემა, რომელმაც უზრუნველყო ფერმერებისთვის წყლის გარანტირებული ოდენობის მიწოდება. ეს რაოდენობა გაიყო აქციების რაოდენობაზე, რომლებიც შეიძლება გაყიდულიყო ან შენახულიყო მომავალი სეზონისთვის. დასაწყისში ფერმერები ეწინააღმდეგებოდნენ ამ სისტემას, თუმცა შემდგომში, წყლის ყაირათიანი მოხმარებისთვის დაწესებული ეკონომიკური შედეგების გათვალისწინებით, მათ მნიშვნელოვნად აამაღლეს თავიანთი საქმიანობის ეფექტურობა. ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებების შედეგად წყლის ხვედრითმა მოხმარებამ დაიკლო და მიუხედავად იმისა, რომ 2010 წლიდან მკაცრი გვალვების შესუსტების შემდეგ წყლის საერთო ხარჯვა გაიზარდა, დიდ ქაქებსა და მცირე დასახლებებში მისი მოხმარება გასულ ათწლეულზე ნაკლებ დონეზე შენარჩუნდა [7]. მიურეი-დარლინგის აუზში თანამედროვე სარწყავი სისტემების დანერგვის მაგალითები მოყვანილია ნახაზებზე 13 და 14.



**ნახ. 13. მიურეი-დარლინგის აუზში ერთ-ერთი სარწყავი სისტემის სათავე ნაგებობა (Gogle-Murray-Darling Basin: competing needs)**



**ნახ. 14 ხელოვნური დაწვიმების დანადგარი მიურეი-დარლინგის აუზში (google-aginnovators.org.ge.au )**

## 1.5. დასკვნები

მოყვანილი მიმოხილვიდან შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გამოტანა.

1. ცალკეულ წყალშემკრებ აუზში წყლის ეფექტური მენეჯმენტისთვის საჭიროა წყლის მოხმარების მოდელის შექმნა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება შემდეგი ფაქტორები:
  - აუზის საზღვრები და მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მახასიათებლები (სიმაღლეები ზღვის დონიდან, გეოლოგიური აგებულება, ნიადაგები, მცენარეული საფარი და მისი განაწილება, დასახლებები, გზები და სხვა ინფრასტრუქტურული ელემენტები);
  - კლიმატი და მისი ცვლილების პროგნოზი მიმდინარე საუკუნის ბოლომდე (ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები და მათი განაწილება სიმაღლის მიხედვით, ქარი და აორთქლება, მოდრუბლულობა და მზის რადიაციის რეჟიმი, მყინვარები და მათი ევოლუციის რეჟიმი);
  - აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი და მისი რეჟიმული მახასიათებლები (მდინარეთაჩამონადენი და წყლის ხარჯები, მყარი ნატანი, ტბები და წყალსაცავები, ჭაობები, არხები, დამბები და სხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობები);
  - სასოფლო-სამეურნეო მიწები და მათი დაკავებულობა კულტურებით (ერთწლიანი და მრავალწლიანი კულტურები, ნასვენნი, საძოვრები, სარწყავი და ურწყავი ფართობები);
  - ტყის მასივები და მათი მახასიათებლები (ფართობი, სიხშირე, ჯიშობრივი შედგენილობა და ასაკი, დაავადებების გავრცელება);
  - დასახლებები და მათი მახასიათებლები (საერთო რაოდენობა და ფართობები, მოსახლეობა და წყლის მოხმარება, ნაგავსაყრელები და ნახმარი წყლები, სამრეწველო საწარმოები და მათ მიერ წყლის მოხმარება);
  - მიწისქვეშა წყლები და მათი მახასიათებლები (აუზის ზომები, წყლის დებიტი და ხარისხი);
  - იმ შემთხვევაში, თუ აუზი ესაზღვრება ზღვის აკვატორიას, გასათვალისწინებელია შტორმების სიხშირე და ინტენსივობა, რაც მოქმედებს ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების რეჟიმზე.
2. მოდელში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ატმოსფერულ ნალექთა ცვალებადობისა და მათი პროგნოზირების საკითხს, აგრეთვე აორთქლების პროგნოზირებას, რაც გრუნტის წყლებთან ერთად აუზში წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილს განსაზღვრავს. ატმოსფერულ ნალექთა და აორთქლების პროგნოზირება სასურველია ხდებოდეს მთელი წლის, სეზონის, კვარტლებისა და თვეების წინსწრებით, რაც ურთულეს ამოცანას წარმოადგენს და გარკვეული ალბათობით სხვადასხვა მეთოდით გადაიჭრება. ეს მეთოდები უნდა ეყრდნობოდეს როგორც გლობალურ ცირკულაციურ მოდელებს, ასევე, შორეული პერსპექტივით, კლიმატის ცვლილების რეგიონულ მოდელებს.
3. მოდელი უნდა შეიცავდეს განსახილველ აუზში სტიქიური ბუნებრივი მოვლენების ალბათობის შეფასებებს. კერძოდ, უხვი ნალექების ექსტრემალური მნიშვნელობები არსებითად ზრდის წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილს, ისევე როგორც ხანგრძლივი გვაღვა ამცირებს მას. ასევე წყალმოვარდნები და ღვარცოფები უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს წყალმოვარდნებისა და საირიგაციო სისტემების ფუნქციონირებაზე.
4. მოდელში გათვალისწინებული უნდა იყოს საკვლევე აუზში გატყინების ან, პირიქით, ტყეების მასიური ჭრის ეფექტი მდინარის ჩამონადენის სიდიდეზე. კერძოდ, როგორც ზემოთ იყო ნახსენები, მიურეი-დარლინგის მთიან ზონაში მოდელირებით მიღებულ იქნა გატყინების შედეგად ჩამონადენის შემცირების შესაძლებლობა, თუმცა ყოველ კლიმატურ ზონაში ნიადაგისა და ტყის საფარის სხვადასხვა შედგენილობისთვის მიღებული შედეგები შესაძლებელია სხვადასხვა იყოს.
5. აუზში მიწისქვეშა წყლების რეჟიმზე დაკვირვების მონაცემებზე დაყრდნობით დადგენილ უნდა იქნას გრუნტის წყლების მდგრადი მოპოვების ზედა ზღვარი, რომლის გადაჭარბება კანონით უნდა იყოს აკრძალული. წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია კატასტროფული შედეგების მიღება როგორც ეს მოხდა, მაგალითად, კალიფორნიაში, სადაც მიწისქვეშა წყლის სარწყავად ინტენსიური გამოყენების შედეგად ზოგიერთ ადგილებში მიწის დონემ 8-9 მეტრით დაიწია.

6. წყალმონხმარების ყველა სისტემა, როგორც ურბანული, ისე საირიგაციო, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს წყლის ხარჯვის ცენტრალიზებული კომპიუტერული მენეჯმენტით, სადაც თავს უნდა იყრიდეს აგრეთვე წყლის რესურსების საშემოსავლო ნაწილის მონაცემები (აუზში მოსულ ნალექთა რაოდენობა, მეტეოროლოგიური ინფორმაცია აორთქლების გასაანგარიშებლად, წყლის ხარჯები აუზში შემავალ მდინარეებზე, დანაკარგები ინფილტრაციაზე და სხვ.). სისტემატურად უნდა კონტროლდებოდეს მიწისქვეშა წყლების დონე.
7. წყალმონხმარების სისტემებში უნდა მოქმედებდეს წყლის ეკონომიის მასტიმულირებელი ეკონომიკური მექანიზმები (ლიცენზიები, შეღავათები, აქციებით ვაჭრობა და ა.შ.), რაც დამატებით იმპულსს მისცემს წყლის მომჭირნე მოხმარების პრაქტიკას.
8. ურბანულ დასახლებებში წყლის ხარჯვის შესამცირებლად არსებითი მნიშვნელობა აქვს საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებას, რაც გულისხმობს მოსახლეობაში ფართო საგანმანათლებლო კამპანიების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ჩატარებას წყლის ეკონომიური ხარჯვის ჩვევების დასანერგად. ამ სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს გარკვეულ წყალშემკრებ აუზში ბუნებრივი პროცესებით ლიმიტირებული წყლის რესურსების ფარგლებში ურბანულ და სასოფლო-სამეურნეო მოხმარებას შორის ოპტიმალური თანაფარდობის დაცვა გარემოს დაცვითი სტანდარტების გათვალისწინებით.
9. საირიგაციო სისტემების ტექნიკური მომსახურების დონე (არხების გაწმენდა, არხებისა და კაშხლების რემონტი, დისტანციური კონტროლის სისტემების დანერგვა და მოვლა-პატრონობა) უშუალო კავშირში უნდა იყოს კონკრეტული სისტემის ეფექტურობასთან – რაც უფრო მაღალია სისტემის მიერ უზრუნველყოფილი შემოსავალი, მით უფრო მაღალი უნდა იყოს მისი ტექნიკური აღჭურვილობის დონე.

მიურეი-დარლინგის აუზში და ავსტრალიის წყლის მენეჯმენტის სხვა პროექტებში დაგროვილი გამოცდილება წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული აღმოსავლეთ საქართველოში, მიურეი-დარლინგის აუზთან მიახლოებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში მყოფ მდ. იორის წყალშემკრებში წყლის მენეჯმენტის საპილოტე პროექტის განხორციელებისას, რომელიც დაფუძნებული იქნება საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამუშავებული სენსორული სისტემების გამოყენებაზე. მდ. იორის აუზი 1970-1990 წლების პერიოდში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ გამოიყენებოდა საცდელ პოლიგონად ნალექთა ხელფონური გაზრდის სამუშაოთა ჩასატარებლად და ინსტიტუტს საკმაოდ გამოცდილება გააჩნია ამ ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური პროცესების მართვის საქმეში.

## 2. წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის შემქმნა მდ. იორის აუზში

ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებების გათვალისწინებით, მდ. იორის აუზში წყლის მართვის სისტემის შესაქმნელად და სათანადო მოდელური გამოთვლების ჩასატარებლად არსებითი მნიშვნელობა გააჩნია აუზის მთელი რიგი მახასიათებლების დადგენასა და სისტემატიზაციას, რისთვისაც პირველ რიგში განხილული უნდა იქნას აუზის ქვემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრები.

### 2.1. ბუნებრივი პირობები

#### 2.1.1. რელიეფი და ჰავა

##### რელიეფი

მდ. იორის აუზის რელიეფი საკმაოდ მრავალფეროვანია – აუზი იწყება კავკასიონის ალპურ ზონაში მდებარე ვიწრო ხეობით და სრულდება მინგეჩაურის წყალსაცავთან მდებარე ელდარის გვალვიანი დაბლობით. აუზის უმაღლესი წერტილია მთა დიდი ბორბალო (3294 მ ზ.დ.) (ნახ. 2.1.), ხოლო უმდაბლესი – ელდარის დაბლობის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი სიმაღლით 90 მ ზ.დ.



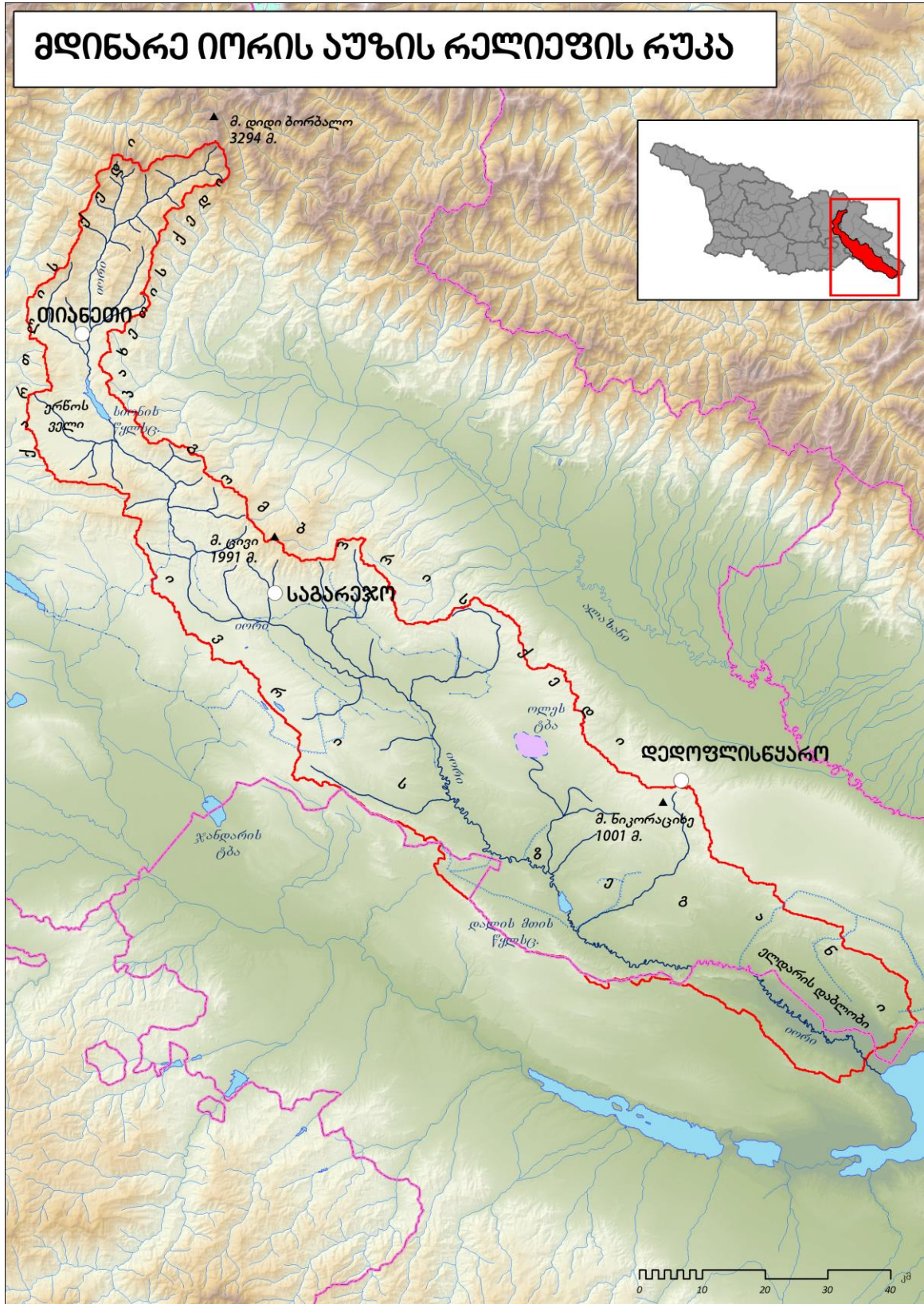
ნახ. 2.1. მთა დიდი ბორბალოს საერთო ხედი  
(<http://ka.wiki/- ბორბალოს მთა>)

აუზის ჩრდილო ნაწილი დასავლეთიდან შემოსაზღვრულია ქართლის ქედით, ხოლო აღმოსავლეთიდან – კახეთის ქედით. ქართლის ქედს სამხრეთიდან ემიჯნება საგურამო-იალნოს ქედი, რომელიც სოფ. პაღლოსთან აუზის ზემო ნაწილის ჩამკეტს წარმოადგენს. წყალგამყოფის აღმოსავლეთ ნაწილში კახეთის ქედი გადადის გომბორის ქედში, რომელიც ფაქტობრივად გრძელდება დედოფლისწყარომდე და შემდეგ ერწყმის შირაქის ველს იორის აუზის აღმოსავლეთ ნაწილში. აუზის სამხრეთი ნაწილი მოიცავს ივრის ზეგანს და მისი სამხრეთი საზღვარი გასდევს იორისა და მტკვრის წყალგამყოფს, რომელიც ნაწილობრივ ემთხვევა სახელმწიფო საზღვარს საქართველოსა და აზერბაიჯანს შორის. აუზის რელიეფის რუკა მოცემულია ნახ. 2.2-ზე.

მდ. იორის აუზის საერთო ფართობი შეადგენს 4650 კმ<sup>2</sup>, საიდანაც მდინარის ზემო წელზე, სათავიდან ჰიდროლოგიურ საგუშაგომდე ორხევი (940 მ ზ.დ.) მოდის მხოლოდ 587კმ<sup>2</sup> [4]. ეს მონაკვეთი ხასიათდება შერეული ტყეებით დაფარული ხეობებითა და მდელოებით. მის შუაგულში ქართლისა და კახეთის ქედებს შორის, ზღვის დონიდან 1100-



1200 მ სიმაღლეზე მოქცეულია თიანეთის ქვაბული, რომელიც რამდენიმე კილომეტრის შემდეგ ესაზღვრება სიონის წყალსაცავს (ნახ. 2.3). წყალსაცავის სამხრეთ-დასავლეთით, მისგან 5კმ დაშორებით 1200 მ სიმაღლეზე გაშლილია ერწოს ველი, სადაც იკრიბება ქართლისა და საგურამო-იალნოს ქედებიდან ჩამომდინარე ბევრი პატარა მდინარე და ჩაედინება მდ. იორში მისი მარჯვენა შენაკადის აძეის სახით.



ნახ. 2.2. მდ. იორის აუზის რელიეფის რუკა



**ნახ. 2.3. სიონის წყალსაცავის საერთო ხედი**

აუზის შუა წელი მოიცავს იორის დინებას ორხევის დაბლა მდებარე პალდოს სათავე ნაგებობიდან (840 მ ზ.დ.), საიდანაც ხდება წყალაღება ზემო სამგორის მაგისტრალურ არხში, შრობადი მდ. ოლეს შესართავამდე (320 მ ზ.დ.). მდ. იორის გასწვრივ, აუზის ეს მონაკვეთი სოფ. უჯარმამდე, მისი ზედა ნაწილის გარდა, აღარ მოიცავს ტყეებს და თიხნარებითა და რიყნარებით აგებული ტერასების სახით, ეშვება ბუჩქებითა და სტეპის ბალახეულით დაფარულ მდინარის ნაპირებამდე. უფრო მაღლა, ზღვის დონიდან 500-700 მ სიმაღლეზე, რელიეფი საკმაოდ თანაბარია და გამოიყენება მიწათმოქმედებისთვის და საძოვრებად. 800 მ ზემოთ, გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე გამეფებულია ხშირი ფოთლოვანი ტყეები, რომლებიც ზოლად გასდევს მდ. ალაზნის აუზთან წყალგამყოფს. რელიეფი აქ ძლიერ დახრამულია და მის უმაღლეს წერტილს წარმოადგენს მ. ცივი (1991 მ ზ.დ.).

მდ. იორის აუზის მესამე მონაკვეთი ფართობით ყველაზე დიდია და იგი ძირითადად დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას მოიცავს. მონაკვეთი მთლიანად განლაგებულია იორის ზეგანზე, რომელიც გეოლოგიურად ნაგებია კონგლომერატებით, კაინოზური ქვიშაქვებით, თიხებით და კირქვებით. მის ტერიტორიაზე ბევრია ვაკეები – დიდი და პატარა შირაქი, ოლე, ნაომარი, უდაბნო და ყაჯირი, ტარიბანის, იორისა და ჭაჭუნას სტეპები, ელდარის დაბლობი, აგრეთვე სერები – ამართული, დემურდადი, გარეჯა, კოწახურის ქედი, ნაზარლები, ზიღჩა და სხვ. არის ბედლენდები, ტალახის ვულკანები, მლაშე ტბები, მათ შორის აღსანიშნავია ყაჯირი, მუხროვანი, ქოხები, აზამბურის მომცრო ტბათა ჯგუფი. მონაკვეთის ჩრდილო ნაწილი ესაზღვრება მდ. ალაზნის შენაკადის მდ. მლაშეწყლის აუზს, ხოლო სამხრეთი ფერდობები – მდ. იორის ნაპირებს, რომელიც მიედინება საკმაოდ გაშლილ ხეობაში, სადაც ალაგ-ალაგ შემორჩენილია ჭალის მცენარეული საფარი. ეს ფერდობები, მტკნარი წყლის სიმწირის მიუხედავად, ინტენსიურად გამოიყენება ზამთრის საძოვრებად. აქვე მდებარეობს 1980-იან წლებში მდ. იორზე აგებული დაღის მთის წყალსაცავი (ნახ. 2.4).



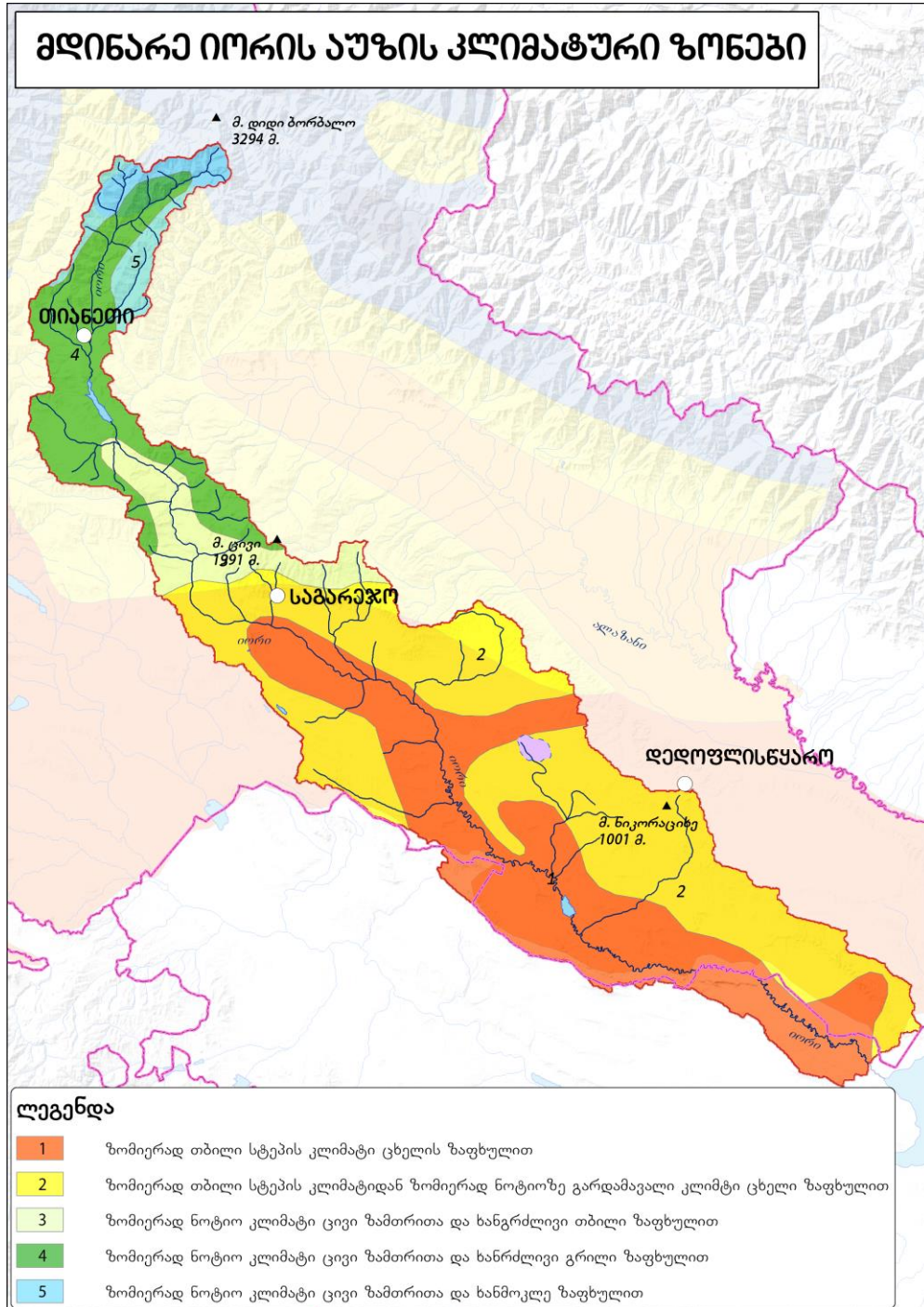
**ნახ. 2.4. დაღის მთის წყალსაცავის ფრაგმენტის ხედი.**

აუზის განხილული მონაკვეთის სამხრეთ ნაწილში განთავსებულია ვაშლოვანის ნაკრძალი, რომლის ტერიტორიაზე არის რამდენიმე, პერიოდულად შრობადი მდინარე. ნაკრძალი

გარშემორტყმულია მთებით, რომელთა სიმაღლე არ აღემატება 520-580 მ ზღვის დონიდან, ხოლო მისი ცენტრალური ნაწილის სიმაღლე იცვლება 300-400 მ ფარგლებში. აუზის ამ მონაკვეთის უმაღლესი წერტილია დედოფლისწყაროს სამხრეთით აღმართული მთა ნიკორაციხე (1001 მ ზ.დ.), ხოლო უმდაბლესი – ელდარის დაბლობზე, მინგეჩაურის წყალსაცავის მიმდებარე სანაპირო (90 მ ზ.დ.).

**ჰავა**

სიმაღლეთა საკმაოდ დიდი სხვაობის გამო მდ. იორის აუზში გამოიყოფა 5 კლიმატური ზონა, რომელთა განლაგების სქემა მოცემულია ნახ. 2.5-ზე.



**ნახ. 2.5. მდ. იორის აუზის კლიმატური დარაიონება ([10]-ის მიხედვით).**

კლიმატური ზონების რაოდენობრივი დახასიათებისთვის საცნობარო ლიტერატურიდან [11,12] ამოკრებილ იქნა იორის აუზში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე განთავსებული მეტეოროლოგიური სადგურები, რომლებიც დაჯგუფდა აუზის ზემოთ განხილული 3 მონაკვეთ

თის მიხედვით. ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების საშუალო თვიური მნიშვნელობები, 1970-იანი წლების მდგომარეობით მოცემულია ცხრილებში 2.1 და 2.2. ამ ცხრილებში სადგურების რაოდენობას შორის სხვაობა გამოწვეულია იმით, რომ სსრკ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სისტემაში ნალექმზომი პუნქტების ქსელი უფრო ხშირი იყო, ვიდრე ტემპერატურის საზომი სადგურებისა.

ცხრილი 2.1 ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობები (°C) იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისათვის (კლიმატური ცნობარის [11] მიხედვით)

N	სადგური თვე	სიმაღ- ლე, მ, ზ.დ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
<b>ზემო წელი</b>															
1	თიანეთი	1099	-4.7	-3.1	1.3	7.0	12.4	15.7	18.6	18.5	14.4	9.2	3.3	-2.1	7.5
2	სიონი	1000	-4.1	-2.8	1.3	6.9	12.0	15.2	18.3	18.5	14.4	9.3	3.5	-1.8	7.6
3	გომბორი	1085	-2.6	-1.7	1.7	7.1	12.1	15.7	18.3	18.6	14.3	9.6	4.0	-0.1	8.1
	საშუალო	1061	-3.8	-2.5	1.4	7.0	12.2	15.5	18.4	18.5	14.4	9.4	3.6	-1.3	7.7
<b>შუა წელი</b>															
1	მარტყოფი	770	-1.1	0.0	3.7	9.3	14.6	18.3	21.6	21.7	17.2	11.9	5.5	1.4	10.3
2	საგარეჯო	802	-0.1	1.1	4.6	10.1	15.4	19.0	22.0	21.8	17.3	12.1	6.3	2.0	11.0
3	იორმულანლო	460	-0.3	1.7	5.7	11.3	16.7	20.4	23.5	23.4	19.0	13.1	6.5	1.4	11.9
	საშუალო	677	-0.5	0.9	4.7	10.2	15.6	19.2	22.4	22.0	17.8	12.4	6.1	1.6	11.1
<b>ქვემო წელი</b>															
1	დედოფლისწყა- რო	800	-1.5	0.1	3.2	9.1	14.5	18.3	21.7	21.7	17.0	11.3	5.0	0.5	10.1
2	შირაქი	555	-2.3	-0.4	3.8	9.5	15.1	19.0	22.6	22.5	17.7	11.6	5.0	-0.2	10.3
3	ელდარი	500	-0.5	1.4	4.8	10.6	16.3	20.3	23.9	23.8	18.9	12.9	6.1	1.3	11.6
	საშუალო	618	-1.4	0.4	3.9	9.7	15.3	19.2	22.7	22.7	17.9	11.9	5.4	0.9	10.7

ცხრილი 2.2. ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები (მმ) იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისათვის (კლიმატური ცნობარის [12] მიხედვით)

N	სადგური თვე	სიმაღ- ლე, მ, ზ.დ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	X	XI	წელი		
<b>ზემო წელი</b>															
1	თიანეთი	1099	36	43	50	80	127	113	79	62	66	58	47	34	795
2	დედოფანი	1000	31	37	43	69	110	96	68	53	57	50	40	31	685
3	სიონი	1000	32	38	44	71	112	99	69	55	58	51	41	30	700
4	ორხევი	950	31	37	43	68	108	96	67	53	56	49	40	29	677
5	სასადილო	893	20	27	42	57	87	76	54	31	45	50	40	21	550
6	გომბორი	1085	26	36	55	75	117	101	72	41	60	66	53	28	730
	საშუალო	1004	29	36	46	70	110	97	68	49	57	54	45	29	690
<b>შუა წელი</b>															
1	ხაშმი	800	21	20	45	61	94	81	58	33	48	54	42	23	589
2	პატარძეული	840	22	29	46	62	96	83	59	34	49	55	43	24	602
3	საგარეჯო	802	28	38	58	79	123	106	75	43	63	70	55	30	768
4	ბოგდანოვკა	520	20	27	42	57	89	77	54	31	45	50	40	22	554
5	იორმულანლო	460	19	26	40	54	84	72	51	29	43	48	38	20	524
	საშუალო	684	22	28	46	63	97	84	59	34	50	55	44	24	607
<b>ქვემო წელი</b>															
1	დედოფლისწყარო	800	20	23	36	57	102	88	58	46	51	47	34	23	585
2	შირაქი	555	17	20	31	49	87	76	50	39	43	40	29	20	501
3	ელდარი (კას- რისწყალი)	500	16	18	29	46	82	71	46	37	41	38	27	19	470
	საშუალო	618	18	20	32	51	90	78	51	41	45	42	30	21	519

მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს, რომ მდ. იორის აუზის მონაკვეთებში გასაშუალებული მთავარი მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობები საკმაოდ განსხვავდება ერ-

თმანეთისაგან. კერძოდ, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ზემო წელში 3 °C-ით ნაკლებია და-  
ნარჩენი ორი მონაკვეთის საშუალო ტემპერატურაზე. იგივე ცნობარის მიხედვით, აბსოლუ-  
ტური მინიმალური ტემპერატურა ზემო მონაკვეთში -34 °C-მდე ეცემოდა, აბსოლუტური მაქ-  
სიმუმი კი +38 °C აღწევდა. შუა და ქვემო წელის მონაკვეთებში აბსოლუტური მინიმუმი -32  
°C-დან -34 °C-მდე მერყეობდა, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი 38-39 °C საზღვრებში იც-  
ვლებოდა.

რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, აქ სურათი შებრუნებულია. ნალექთა წლიური  
ჯამები ზემო წელში მაქსიმალურია და თითქმის 700 მმ აღწევს. შუა წელში, ტერიტორიის  
საშუალო სიმაღლის 320 მ-ით შემცირების შედეგად, ნალექებმა 80 მმ-ზე მეტით დაიკლო,  
ხოლო ქვემო წელში, საშუალო სიმაღლის თითქმის 70 მ-ით დაკლებისას, ნალექთა ჯამი  
კიდევ 90 მმ-ით შემცირდა. კლიმატური ცნობარის თანახმად, თოვლის საფარის საშუალო  
მაქსიმალური სიმაღლე ზემო წელში 30-35 სმ აღწევდა, შუა და ქვემო წელში კი 10-15 სმ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცხრილებში 2.1 და 2.2 მოყვანილი მონაცემები შეესაბამება  
1970-იანი წლების მდგომარეობას და 1980-იანი წლებიდან დაწყებული გლობალური დათბო-  
ბის გათვალისწინებით, მოითხოვს გარკვეულ კორექტირებას. ეს სამუშაო ჩატარებულ იქნა  
კლიმატის ცვლილებების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში [13], რო-  
მელშიაც მიღებული შედეგების თანახმად 2010 წლისთვის იორის აუზში შემავალი საბაზი-  
სო მეტეოროლოგიურ სადგურებზე საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ, ცნობარში მოყვა-  
ნილ კლიმატურ საშუალოსთან შედარებით მოიმატა 1,1 °C-ით. კლიმატური მოდელებით ჩა-  
ტარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა აგრეთვე, რომ 2050 წლისთვის მოსალოდნელია 2010  
წლის დონესთან შედარებით, საშუალო ტემპერატურის შემდგომი მომატება 1 °C-ით, ხოლო  
2100 წლისთვის – კიდევ 2,3 °C-ით. ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად, მოსალოდნელია  
ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 10-15% ფარგლებში. ანალიზის შედეგები და 2100  
წლამდე საპროგნოზო მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 2.3.

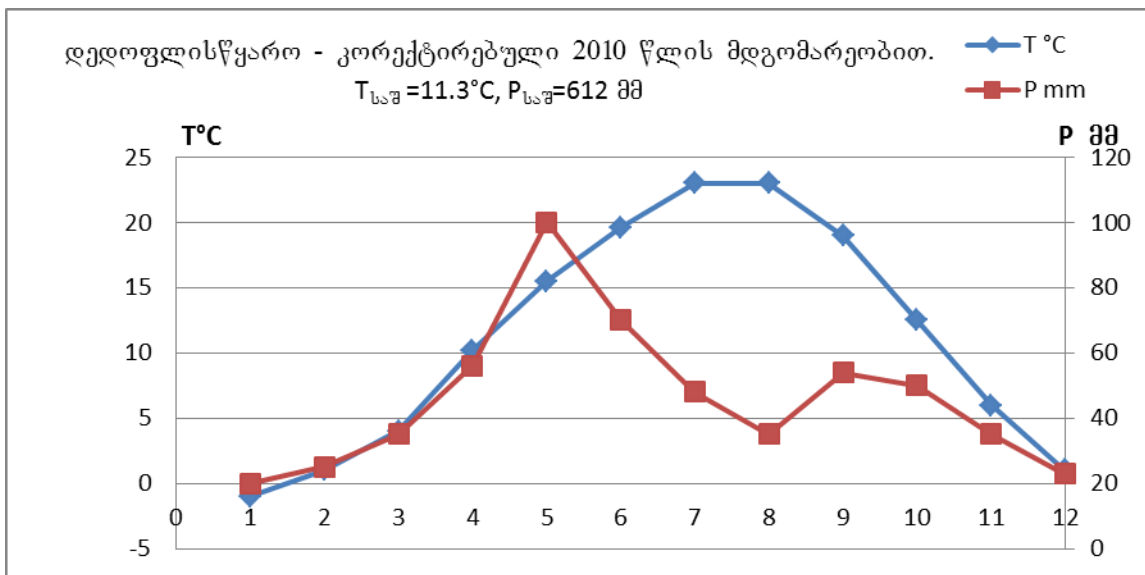
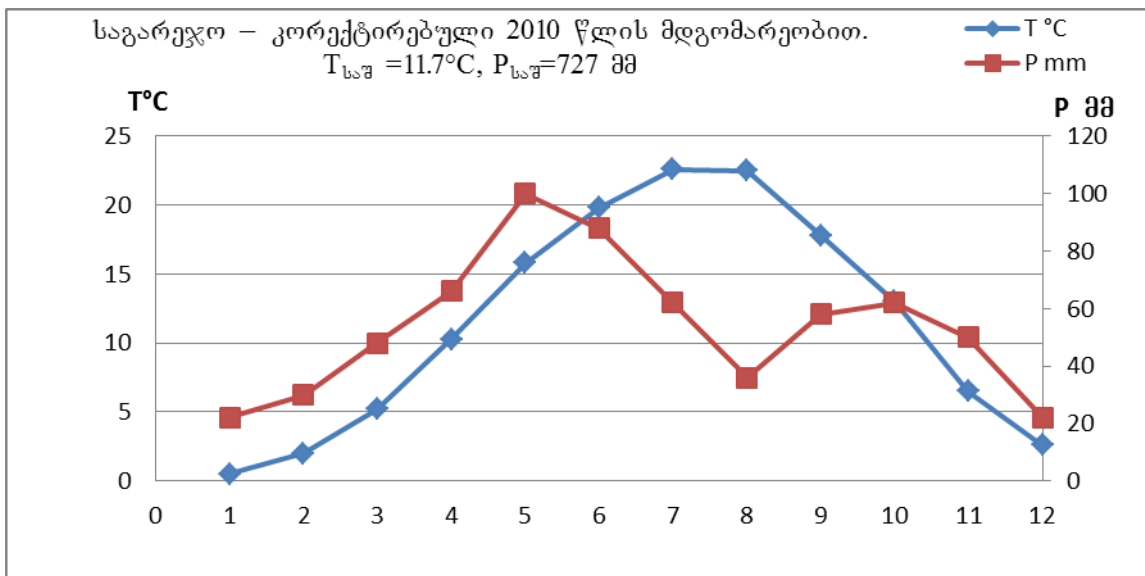
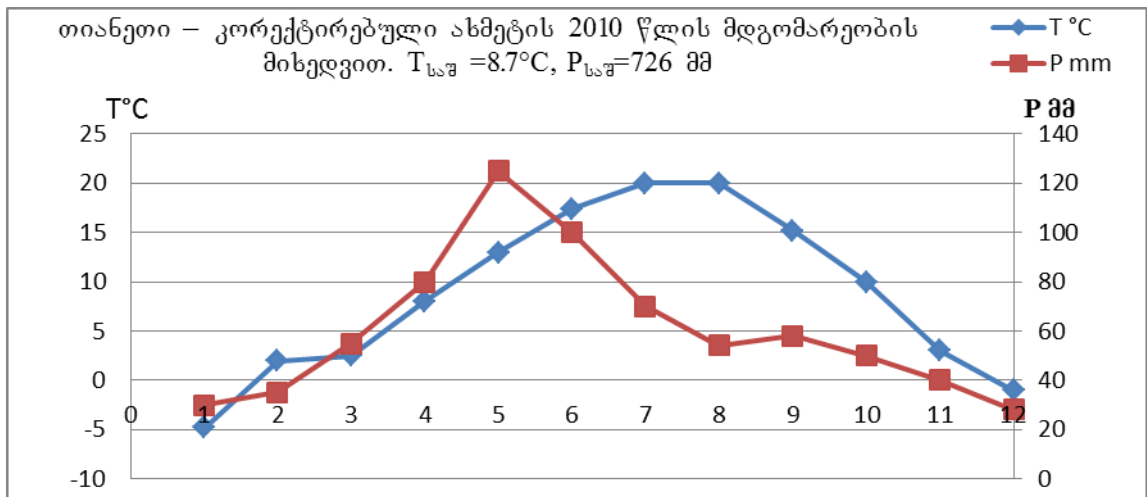
*ცხრილი 2.3. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების ფაქტობრივი ცვლილებები 2010  
წლამდე და საპროგნოზო მნიშვნელობები 2050 და 2100 წლებისთვის*

სადგური	კლიმატური ცნობარით		2010 წლის მდგომარეობით		პროგნოზით 2050 წლისთვის		პროგნოზით 2100 წლისთვის	
	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ
თიანეთი*	7.5	795	8.7	726	9.8	762	12.1	606
საგარეჯო	11.0	768	11.7	727	12.8	781	15.2	655
დედოფლისწყა- რო	10.1	585	11.3	612	12.3	589	14.6	525

*აღნიშვნები: T - ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, P - ნალექთა წლიური ჯამები  
შენიშვნა: \* - მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში თიანეთისთვის საპროგნოზო მონაცემთა  
უქონლობის გამო, ეს სიდიდეები აღდგენილ იქნა ახმეტის მეტეოსადგურის  
მონაცემებით, სათანადო კორექტირების შეტანით.*

საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით აგებული  
კლიმატური დიაგრამები მოცემულია ნახ. 2.6-ზე.

ბუნებრივია, რომ კლიმატის მიმდინარე და პროგნოზირებული ცვლილება გარკვეულ  
კორექტირებებს შეიტანს ნახ. 2.5-ზე მოცემულ კლიმატური ზონების განლაგებაში. კერძოდ,  
მოსალოდნელი იქნება, ზომიერად თბილი სტეპების არეალის გაფართოება ზომიერად ნო-  
ტიოზე, გარდამავალი კლიმატური ზონის ხარჯზე და თვით პირველი ზონის ტერიტორიაზე,  
ცხელი სტეპების ზონის გაჩენა ნახევარუდაბნოს არიდული ლანდშაფტებით. შესაბამისად,  
მოსალოდნელი იქნება აუზის ზემო წელში აღპური ზონის შემცირება და ხეობაში არსებუ-  
ლი ტყეების გახშირება.



ნახ. 2.6. მდ. იორის აუზის საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატური დიაგრამები.

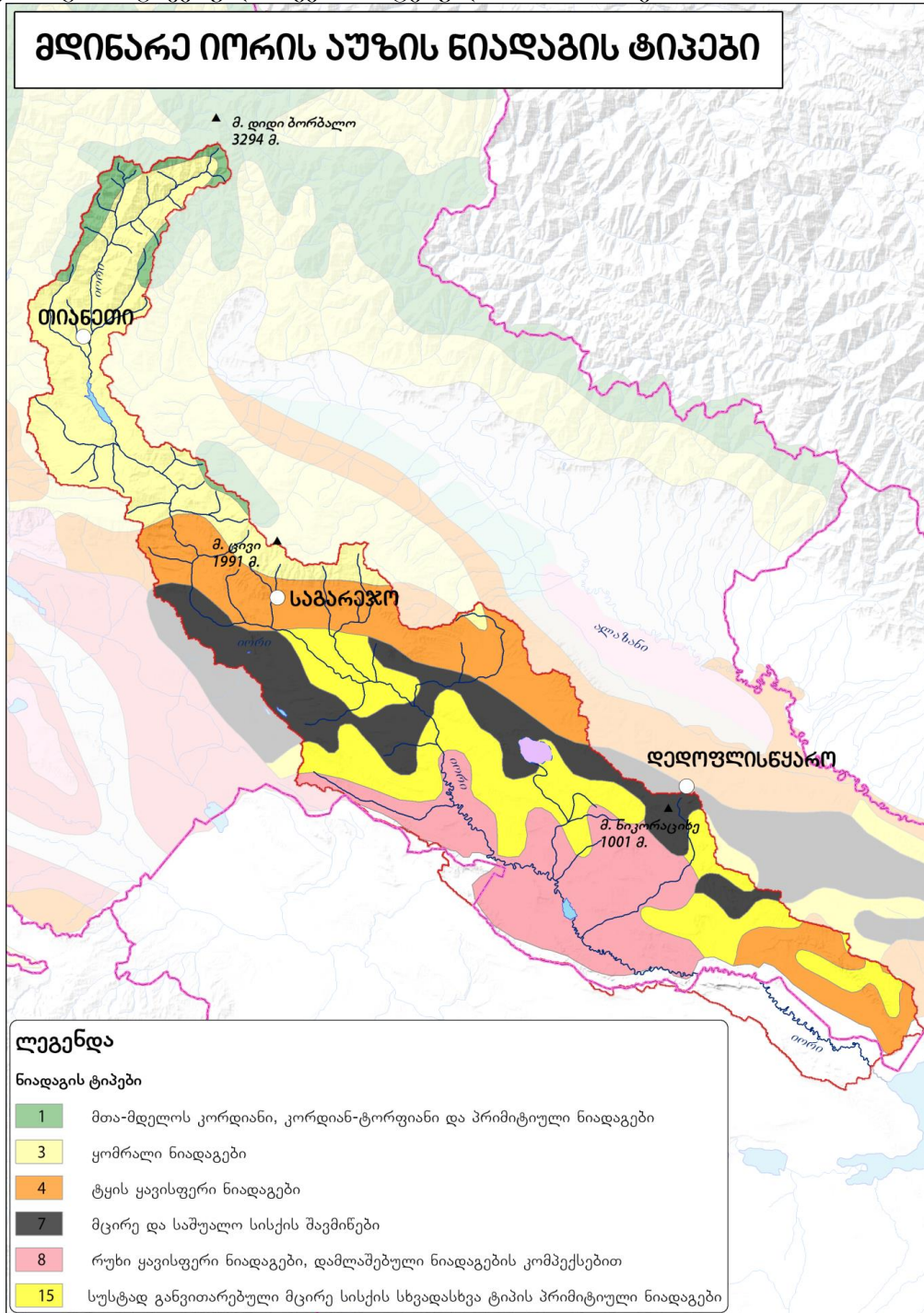
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილება კიდევ უფრო აქტუალურს გახდის მდ. იორის ისედაც წყალმცირე აუზში, წყლის რესურსების მოხმა-

რების ოპტიმიზაციის ამოცანას, რაც მსოფლიოს სხვადასხვა კონტინენტებზე მდინარეთა აუზებში წარმოებული პროექტების ძირითად პრობლემას წარმოადგენს და უნდა მიმდინარეობდეს OECD პრინციპებზე დაყრდნობით [14].

## 2.1.2. ნიადაგები და მცენარეული საფარი

### ნიადაგები

მდ. იორის აუზში ნიადაგწარმომქმნელი პროცესები საკმაოდ მრავალფეროვანია, რაც განაპირობებს სხვადასხვა, ერთმანეთისგან განსხვავებული ნიადაგის ტიპების განვითარებას. თანახმად ცნობილი ნაშრომისა [15], იორის აუზის ტერიტორიაზე სულ გამოიყოფა ნიადაგების 18 ჯგუფი, საიდანაც გაბატონებულად შეიძლება ჩაითვალოს 6 ჯგუფი, რომელთა გავრცელების გამარტივებული სქემა მოცემულია ნახ. 2.7-ზე.



ნახ. 2.7. ნიადაგის გაბატონებული ჯგუფების გავრცელების სქემა მდ. იორის აუზში ([15]-ის მიხედვით)

ტერიტორიულად, წინამდებარე ნაშრომში მიღებული დაყოფის მიხედვით, აუზის ზემო წელში, რომელიც მოიცავს თიანეთის მუნიციპალიტეტს, დომინირებს ნიადაგის მე-3 ტიპი (ყომრალი სუსტად არამაძლარი), რომელშიც ალაგ-ალაგ გამოიყოფა ყომრალი მუავე, შავმიწა და ყავისფერი გამოტუტული ჯგუფები.

აუზის შუა ნაწილში, რომელიც მოიცავს საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას და სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილს, გაბატონებულია ნახ. 2.7-ზე აღნიშნული ნიადაგის ტიპები 4, 7 და 15, რომლებშიაც ალაგ-ალაგ ჩართულია ბიცობი და შავი ნიადაგები, აგრეთვე ძლიერ ჩამორეცხილი ნიადაგები და ქანების გაშიშვლებები.

აუზის ქვემო ნაწილში, რომელიც მთლიანად დაკავებულია დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტით, დომინირებს ნახ. 2.7-ზე აღნიშნული ნიადაგის ტიპები 8, 7, და 15, აგრეთვე ტიპი 4, რომლებშიაც ალაგ-ალაგ ჩართულია ძლიერ ჩამორეცხილი, ბიცობიანი, აგრეთვე შავი ბიცობიანი და დამლაშებული ნიადაგები. მდ. იორის შუა წელის ქვედა ნახევარში და ქვემო წელის თითქმის მთელ გაყოლებაზე მდინარის სანაპირო ზოლი დაკავებულია ალუვიური კარბონატული ნიადაგებით.

მდ. იორის აუზში მეტად აქტუალურია ნიადაგების ეროზიის პრობლემა მდინარის ზემო წელში თიანეთის ქვაბულამდე, სადაც იორი ხშირი ტყით დაფარულ ვიწრო ხეობაში მიედინება, ეს საკითხი ნაკლებად მტკივნეულად შეიძლება ჩათვალოს, თუმცა პალდოს კაშხლის ქვემოთ მდინარის ნაპირები სულ უფრო ავლენს წყლისმიერი ეროზიის ზემოქმედებას.

მაგალითად, სოფ. სართიჭალასთან იორი მიედინება მეტად განიერ კალაპოტში, რომელშიაც სათანადო ნაპირსამაგრი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ, შესაძლებელი იქნებოდა საკმაოდ დიდი ფართობების ათვისება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისა თუ სხვა სამეურნეო დანიშნულების ობიექტების მოსაწყობად.

აუზის ქვემო ნაწილში, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, მეტად საშიშ სახესღებულობს ნიადაგური ეროზიის მეორე ფორმა – ქარისმიერი ეროზია, რომელთანაც საბრძოლველად, ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაიწყო ქარსაცავი ზოლების გაშენება. 80-იანი წლებისთვის რაიონის ტერიტორიაზე მათ 1700 ჰა-ზე მეტი ფართობი ეკავა, რასაც სარწყავ სისტემებთან ერთად, მნიშვნელოვანი წვლილი შეჰქონდა გარე კახეთის (ქიზიყის) ნიადაგების შენარჩუნებაში [16]. აღნიშნულ ნაშრომში შემოთავაზებულია რამდენიმე საპროექტო წინადადება, რომელიც ხელს შეუწყობს დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტს კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირებაში.

### მცენარეული საფარი

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მდ. იორის აუზში სიმაღლეთა დიდი სხვაობა განაპირობებს კლიმატური ზონების ნაირფეროვნებას, რაც გავრცელებული ნიადაგების სხვადასხვა ტიპების ფონზე იწვევს აუზში მცენარეული საფარის სხვადასხვაგვარობას.

ყველაზე მდიდარია მცენარეული საფარით აუზის ზემო მონაკვეთი. 2000 მ ზევით ქართლისა და კახეთის ქედების მწვერვალებსა და მათ ფერდობებზე გაშლილია ალპური მდელოები, რომლებიც უფრო დაბლა იცვლება სუბალპური საძოვრებითა და დეკიანებით. 1800 მეტრზე ქვემოთ იწყება ხშირი ტყეები, სადაც უმეტესად სჭარბობს მუნა, წაბლი, წიფელი და რცხილა. თიანეთისა და სიონის ქვაბულებში ფერდობები დაკავებულია სახნავეებითა და ბაღებით, რომლებიც ენაცვლება ფოთლოვან და შერეულ კორომებს. სიონის ქვაბულის დასავლეთით გაშლილი ერწოს ველი, მთლიანად დაკავებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებით და მათ სამხრეთიდან ეკერის ხშირი ფოთლოვანი ტყეებით დაფარული საგურამო-იალნოს ქედი. მცენარეულ საფართან ერთად იორის აუზის აღნიშნული მონაკვეთი მდიდარია წყლის რესურსებით, რომლებიც კვებავს მდ. იორს საგ. ორხევამდე.

რაც შეეხება ჭალის მცენარეულობას, იორის ხეობაში იგი იწყება სოფ. არტანის ქვემოთ და ვიწრო ზოლად მიუყვება მდინარის ნაპირებს, იორის გასვლამდე ივრის ზეგანზე სოფ. უჯარმასთან.

მდ. იორის აუზის შუა ნაწილი გაცილებით ღარიბია მცენარეული საფარით ზემო ნაწილთან შედარებით. სოფ. პალდოს სამხრეთით ტყის საფარი გრძელდება აუზის მხოლოდ ჩრდილო ნაწილში, გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე დასახლებული პუნქტების (პატარძეული, საგარეჯო, ჩაილური) ზემოთ. ეს დასახლებები ზოლად გასდევს თბილისი-ბაკურციხის ავტომაგისტრალს, რომლის ქვემოთ (სამხრეთით) ტერიტორია დაკავებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებით, საძოვრებითა და სტეპური მცენარეულით (უროიანი და გაციწვერიანი ფორმაციები), აგრეთვე შიბლიაკის ტიპის ჰემიქსეროფიულური ბუჩქნარებით.



ვერხნარებითა და მუხნარებით წარმოდგენილი ივრის ჭაღები, ამჟამად თითქმის მთლიანად გაჩეხილია, ისევე როგორც, სოფლების იორმუდანლოს, თულარის, კაზლარისა და ულიანოვკის საგარეულების საზღვრებზე ადრე გაშენებული ქარსაცავი ზოლები.

ასევე ღარიბია მცენარეული საფარით მდ. იორის აუზის ქვემო ნაწილი, სადაც ტყეები და ცალკეული კორომები შემორჩენილია ტერიტორიის უკიდურეს ჩრდილო ნაწილში (სოფ. გამარჯვებისა და წითელი წყაროს მიდამოებში). აქაურ ტყეებში ძირითად სახეობებთან ერთად (მუხა, რცხილა და ივანი) გვხვდება მცენარეთა იშვიათი, გადაშენების პირზე მისული ან ენდემური ჯიშები. მათგან არიდული კლიმატისთვის დამახასიათებელი სახეობები (საკმელის ხე, ღვია, თეთრი და შავი ვერხვი და სხვ.) გავრცელებულია ვაშლოვანის ნაკრძალში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე, რომლებიც ოაზისივით გამოიყურება სტეპური მცენარეულით დაფარული დანარჩენი ტერიტორიების ფონზე. ბალახოვან საფარში დომინირებს ავშნიანი, ჩარანიანი და ყორღანიანი ფორმაციები [17]. თუმცა, ჭარბი ძოვებისა და საძოვრების მკაცრი მენეჯმენტის არარსებობის პირობებში, ეს საფარი თანდათან დეგრადირებს, რაც დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სამხრეთი ნაწილის ტერიტორიას გაუდაბნობით ემუქრება. აქ მცენარეული საფარის აღსადგენად და გასაძლიერებლად, საჭიროა საძოვრების რწყვის პრაქტიკის დანერგვა, საქონლის გადასარეკი ტრასების დაცვა და მათი ინფრასტრუქტურის მოწყობა, ქარსაცავი ზოლების აღდგენა [16].

### 2.1.3. წყლის რესურსები

მდ. იორის აუზში წყლის რესურსები მეტად არათანაბრადაა განაწილებული. წყლის მთავარ არტერიას მდ. იორი წარმოადგენს, რომელიც სათავეს იღებს ქართლისა და კახეთის ქედების შეერთების ადგილზე, მთა დიდი ბორბალოს ფერდობებზე, ზღვის დონიდან 2600 მ სიმაღლეზე. მდინარის საერთო სიგრძე 320 კმ უდრის, საერთო ვარდნა – 2520 მ. მიღებულია მისი დაყოფა 3 მონაკვეთად [4]:

- პირველი მონაკვეთი (ზემო წელი): სათავიდან სოფ. პალდომდე (320-236კმ შესართავიდან),
- მეორე მონაკვეთი (შუა წელი): სოფ. პალდოდან მდ. ოლეს შესართავამდე (236-118კმ),
- მესამე მონაკვეთი (ქვემო წელი): მდ. ოლეს შესართავიდან მინგეჩაურის წყალსაცავამდე (სიგრძე 118კმ).

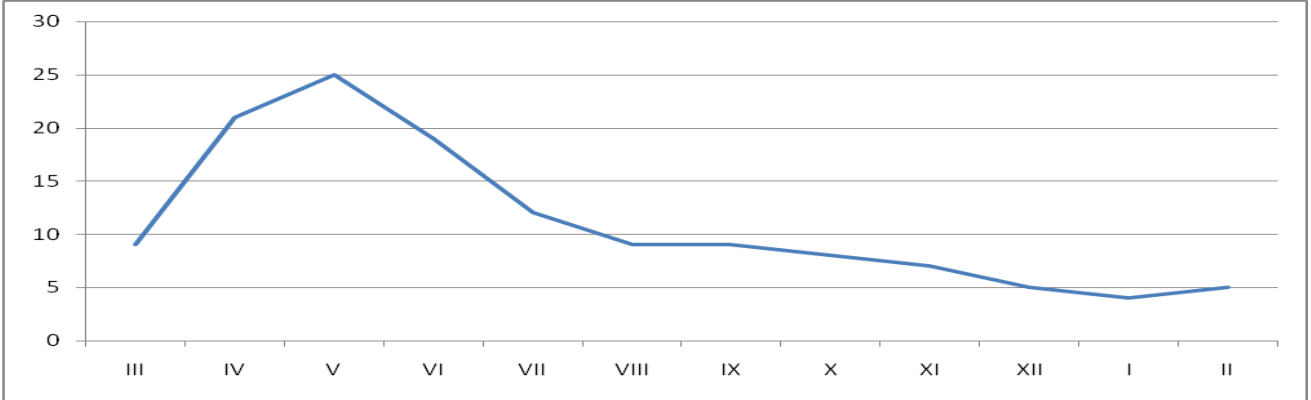
წყლის რესურსებით მდიდარია მდინარის მხოლოდ პირველი მონაკვეთი, სადაც იორს აქვს მუდმივი შენაკადები, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ხაშრულა (ბაჩილა), ქუსნო, საგამი, აძედი და გომბორი. როგორც მდ. იორი, ისე მისი ზემო წელის შენაკადები წყაროებიდან იწყება და თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით საზრდოობენ. წლიურ ჩამონადენში გრუნტის წყლების წილი 38.7% შეადგენს, წვიმის წყლების – 33,3%, ხოლო თოვლის წყლების – 28% [5].

ჩამონადენის შიდა წლიური განაწილება მდინარის სხვადასხვა ნაწილებში განსხვავდება ერთმანეთისგან. ბუნებრივი ჩამონადენი (ანთროპოგენური ჩარევის გარეშე) ზემო წელში, საგ. ლელოვანზე, ხასიათდება გაზაფხულის მაქსიმუმით და ზამთრის მინიმუმით (ცხრილი 2.4., ნახ. 2.8). სიონის წყალსაცავის დაბლა (საგ. ორხევი) მაქსიმუმი გადაწეულია ივლის-აგვისტოზე, რაც დაკავშირებულია ზემო მაგისტრალურ არხში და სხვა სარწყავ სისტემებში, წყალსაცავში აკუმულირებული წყლის მიწოდების მაქსიმალური მოთხოვნით. მდინარის ქვემო წელში გაზაფხულის მაქსიმუმი მკვეთრად ეცემა ივლისისთვის და წყალმარჩხოვა გრძელდება მარტის ჩათვლით.

ცხრილი 2.4. ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება საგ. ლელოვანის კვეთში

R წლიური ჩამონადენი(სეზონების მიხედვით) მ <sup>3</sup> /წმ											
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
8,76	20,56	25,06	19,36	12,34	9,01	8,49	7,78	6,98	5,28	4,27	4,62
არალიმიტირებული პერიოდი						ლიმიტირებული პერიოდი (წყალმცირობა)					
						არალიმიტირებული სეზონი			ლიმიტირებული სეზონი		
გაზაფხული-ზაფხული						ზაფხული-შემოდგომა			ზამთარი		

Q მ<sup>3</sup>/წმ



Q მ <sup>3</sup> /წმ	9	21	25	19	12	9	9	8	7	5	4	5
თვე	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
	არალიმიტირებული პერიოდი					ლიმიტირებული პერიოდი (წყალმცირობა)						
						არალიმიტირებული სეზონი				ლიმიტირებული სეზონი		
	გაზაფხული- ზაფხული					ზაფხული- შემოდგომა				ზამთარი		

ნახ. 2.8. მდ.იორის ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება საგ. ლელვანში.

მდინარის დანარჩენი ორი მონაკვეთი პრაქტიკულად მოკლებულია მუდმივ შენაკადებს და მოიცავს მეორე მონაკვეთში გომბორის ქედის სამხრეთი ფერდობებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებულ რამდენიმე მდინარეს, ხოლო მესამე მონაკვეთის დასაწყისში – შრობად მდინარე ოლეს, რომელიც სათავეს იღებს ასევე შრობადი ოლეს ტბიდან. წყლით შევსების შემთხვევაში, ამ ტბის სასარგებლო მოცულობა 200 მლნ მ<sup>3</sup> შეიძლება აღწევდეს. მდ. ოლეს შესართავიდან 7-8 კმ-ით დაბლა 1980-იან წლებში, მდ. იორზე აშენდა 140 მლნ. მ<sup>3</sup>. სასარგებლო მოცულობის დაღის წყალსაცავი, რომელიც ამჟამად ტექნიკურად გაუმართავ მდგომარეობაშია და მხოლოდ თევზის მოსაშენებელ სატბორედ გამოიყენება. ინფორმაცია მდ. იორის აუზში არსებული მდინარეების, ტბებისა და წყალსაცავების შესახებ მოცემულია ცხრილებში 2.5 და 2.6.

ცხრილი 2.5. მდ. იორის შენაკადები

	დასახელება	სიგრძე, კმ	საშუალო ხარჯი, მ <sup>3</sup> /წმ	შენიშვნა
<b>ზემო წელი</b>				
1	ხაშრულა	12	-	
2	ქუსნო	17	-	
3	საგამი	18	-	
4	აძეძი	16	2.19	
<b>შუა წელი</b>				
1	გომბორი	13	-	
2	სასადილოს ხევი	10	-	
3	ლაფიანხევი	10	-	
4	თვალთხევი	10	-	
5	ჩაილური	12	-	უერთდება არხი
6	ლაკბე	32	-	უერთდება არხი
<b>ქვემო წელი</b>				
1	ოლე	29	0.98	შრობადი
2	კუშისხევი	30	-	შრობადი
3	მლაშეწყალი	16	-	შრობადი

\* შენიშვნა: - სიაში არ შედის 10 კმ-ზე ნაკლები სიგრძის მდინარეები. - მონაცემები საშუალო მრავალწლიური ხარჯის შესახებ მიღებულია 1950-იან წლებში

ცხრილი 2.6. მდ. იორის აუზში შემავალი ბუნებრივი და ხელოვნური წყალსატევები

№	დასახელება	შევსების ტიპი	შევსების წყარო (მდინარე)	მოცულობა მლნ. მ <sup>3</sup> .		შენიშვნა
				მთლიანი	სასარგებლო	
<b>ზემო წელი</b>						
1	სიონის წყლსც.	მდინარისეული	იორი	325	300	მოქმედი
<b>შუა წელი</b>						
1	კოპატაძის ტბა	ატმოსფ. ნალექები	-			მლაშე
2	ჯიქურების ტბა	იგივე	-			მლაშე
3	სახარე ტბა	იგივე	-			მლაშე
4	ქაჩალტბა	იგივე	-			მლაშე
<b>ქვემო წელი</b>						
1	ოლე	ატმოსფ. ნალექები	-			შრობადი
2	ქოჩების ტბა	იგივე	-			
3	პატარა ტბა	იგივე	-			შრობადი
4	ყაჯირის ტბა	იგივე	-			მლაშე, შრობადი
5	დალის წყლსც.	მდინარისეული	იორი	180	140	სარეაბილიტაციო
6	კუშისხევის წყლსც.	ჩასახმელი	იორი	5.0	4.0	იგივე
7	კრანჯისხევის წყლსც.	იგივე	იორი	1.92	1.25	იგივე
8	თელათწყლის წყლსც.	იგივე	იორი	1.6	1.3	იგივე

შენიშვნა: ქვემო წელის ჯგუფში ჩამოთვლილი, დედოფლისწყაროს ტერიტორიაზე მყოფი მცირე წყალსატევები №№6-18, 1990 წლამდე იკვებებოდა მდ. იორზე განთავსებული 3 წყალსატემა სადგურიდან, რომლებიდანაც მიწოდებული წყლით ირწყვებოდა 16 213 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და გაწყლოვანებული იყო (სასმელი წყლის მიწოდებ ფერმებზე) 140 ათასი ჰა საძოვარი. ამ რიგად, ეს 16.2 ათასი ჰა უნდა დაემატოს ცხრილში 2.7. მოყვანილ მდ. იორის ზემო და შუა წელში არსებულ სარწყავ ფართობებს, რაც მდ. იორის რესურსით სარწყავად გამოყენებულ საერთო ფართობს 101.4 ათას ჰა-მდე გაზრდის (საძოვრების გაწყლოვანების ჩაუთვლელად. 1990-იან წლებში წყალსატემა სადგურები და მათთან დაკავშირებული მიწები ჯართში ჩაბარდა, რის გამოც სარწყავმა სისტემებმა შეწყვიტა ფუნქციონირება.

განვიხილოთ ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში, მდ. იორის ჩამონადენმა მისი სამივე მონაკვეთის გაყოფაზე არსებითი ცვლილებები განიცადა. 1943-1954 წწ. პერიოდში, ანუ სარწყავი სისტემების სრული დატვირთვით ამოქმედებამდე, მისი საშუალო წლიური ჩამონადენი საგუშაგო ლელოვანზე შეადგენდა 10.7 მ<sup>3</sup>/წმ, საგ.ორხევზე – 11.2 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო შესართავთან ახლოს მდებარე საგ. სალახლიზე (ქესამანი) – 17.4 მ<sup>3</sup>/წმ [4], 1986-2004 წწ. პერიოდისთვის მდინარის ზემო წელში ჩამონადენი თითქმის არ შეცვლილა, თუმცა ქვემო წელში, საგ.ქესამანზე, აზერბაიჯანის ჰიდრომეტსამსახურის მონაცემებით, საშუალო წლიური ჩამონადენი შემცირდა 2.6 მ<sup>3</sup>/წმ სიდიდემდე [16]. ეს გამოიწვია მდ. იორის აუზში მრავალრიცხოვანი სარწყავი სისტემების აგებამ, რომელთა მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 2.7.

ზემოთ განხილული მდინარეების, წყალსატევებისა და სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა მოცემულია ნახაზზე 2.9.

ცხრილებში 2.5, 2.6 და 2.7 მოყვანილი მონაცემები ეყრდნობა 1950-1990-იან წლებში მოპოვებულ მასალებს და გავლილი 30-40 წლის განმავლობაში მომხდარი ცვლილებების გათვალისწინებით, მოითხოვს გადამოწმებასა და კორექტირებას.

ცხრილი 2.7. მდ. იორის წყლის რესურსებით მოსარგებლე საირიგაციო სისტემები ([5]-ის მიხედვით)

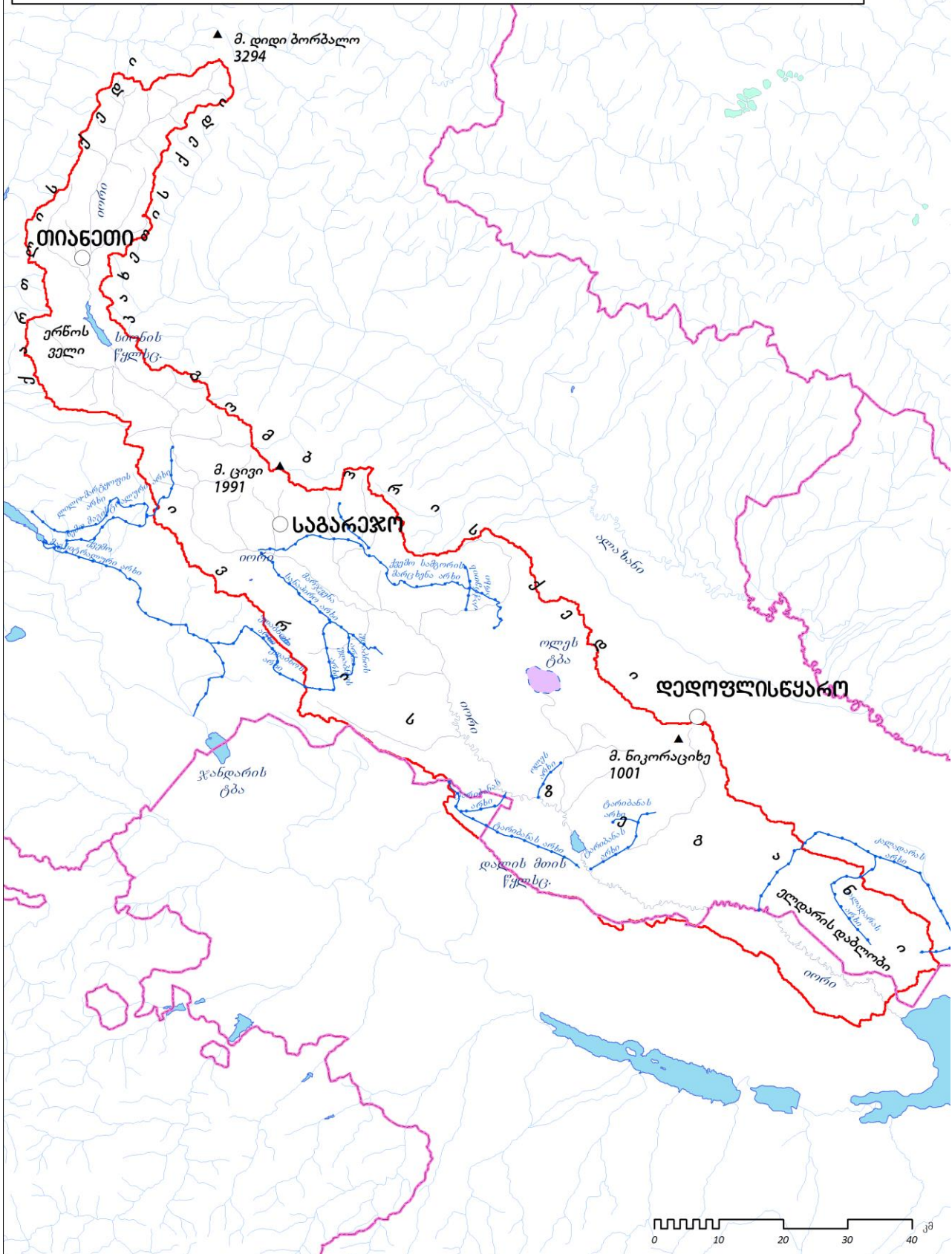
	დასახელება	წყარო/ მდინარე	სარწყავი ფართობი, ჰა	შენიშვნა
<b>შუა წელი</b>				
1	ზემო მაგისტრალური არხი (სათავე ნაგებობა)	იორი	14 200	-ამოქმედებს აგრეთვე 4 ჰესს, საერთო სიმძლავრით 40 მგვტ. -სარწყავი ფართობები განთავ. საგარეჯოსა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტებში
2	ლილო-მარტყოფის არხი		4100	
3	ღრმაღელის არხი		1400	
4	გლდანის არხი		600	
5	ქვემო მაგისტრალური არხი		20 500	
6	ქვემო სამგორის მარცხენა არხი		18 300	
7	მარჯვენა სანაპირო არხი		12 500	
8	ფაფრების რუ		680	მდ. იორის მარჯვენა მხარე
9	ჯაფარის რუ		1110	
10	გუსაგრამის რუ		820	
11	შიმშილას რუ		1200	
12	ნინოწმინდის რუ		1580	
13	ქონდურას რუ		1600	მდ. იორის მარცხენა მხარე
14	ხაშმის რუ		800	
15	საგარეჯოს რუ		640	
16	დიდი არხი		2420	
17	წვრილი არხები დელეებიდან და წყაროებიდან		2740	
	სულ		85 190	
<b>ქვემო წელი</b>				
18	ტარიბანის სარწყავი სისტემა	იორი	3 222	
19	თელაწყლის სარწყავი სისტემა		1 610	
	სულ		4 832	

შენიშვნა: შირაქის ველის ტერიტორიები ირწყვებოდა აგრეთვე „ზილიჩა – I“ სარწყავი სისტემით, რომელიც იკვებებოდა მდ. ალაზნიდან.

ცხრილების წინასწარი ანალიზი საშუალებას იძლევა გააკეთდეს შემდეგი პირველადი დასკვნები:

- წყლის რეჟიმის შესწავლა მდ. იორზე და მის შენაკადებზე ბოლო ათწლეულების მანძილზე პრაქტიკულად არ მიმდინარეობს, რის გამოც უცნობია მდინარის ზემო, შუა და ქვემო წელში ჩამონადენის სიდიდე და მისი ცვალებადობა სეზონების მიხედვით;
- არ მიმდინარეობს წყლის რეჟიმზე სისტემატური დაკვირვებები ბუნებრივ და ხელოვნურ წყალსატევებზე;
- იორის აუზის ტერიტორიაზე ფუნქციონირებს მხოლოდ 2 მეტეოსადგური, რაც არ იძლევა საშუალებას, მიახლოებით მაინც განისაზღვროს აუზში წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილი;
- სარწყავი სისტემების მდგომარეობა, აუზის ქვემო და შუა წელში 1990-იანი წლების არეულობის შემდეგ, სერიოზულ შეშფოთებას იწვევს მათი რეაბილიტაციის დროული დაწყების თვალსაზრისით;
- აღნიშნული პრობლემების მოგვარების გარეშე, შეუძლებელი იქნება მდ.იორის აუზში წყლის მენეჯმენტის კომპლექსური სისტემის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს საკმარისდ შეზღუდული წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებას და ეკონომიკის ორივე პრიორიტეტული დარგის განვითარებას.

# მდინარე იორის აუზის არხების რუკა (1980 წ.)



ნახ. 2.9. მდინარეების, წყალსაცავებისა და სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა მდ. იორის აუზში (1980 წლის მდგომარეობით)

კლიმატის მიმდინარე და 2100 წლამდე მოსალოდნელ ცვლილებასთან დაკავშირებით, ინტერესს შეადგენს მდ. იორის ჩამონადენზე კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების შეფასება, რომელიც ჩატარდა კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში [18]. მდ. იორის აუზში კლიმატური პარამეტრების პროგნოზირებისთვის გამოყენებულ იქნა კლიმატის გლობალური მოდელი HadAM 3P, რომელშიც საწყის მონაცემებად შევიდა 1964-1990 წლებში თიანეთის მეტეოსადგურზე ჩატარებული დაკვირვების მასალები. ტემპერატურისა და ნალექთა 2070 და 2100 წლისთვის პროგნოზირებული მონაცემებით, მდ.იორის საპროგნოზო მოდელმა აჩვენა ჩამონადენის მოსალოდნელი შემცირება 2071-2100 წწ. პერიოდში 10%-ით, 1964-1990 წწ. პერიოდის საშუალოსთან შედარებით. წყალდებების მოდელირებამ 10-50% ფარგლებში აჩვენა, რომ მდინარის ზემო წელში ამჟამად არსებული წყლის შედარებით უმნიშვნელო დეფიციტი საუკუნის ბოლოსთვის გამძაფრდება, რაც მოწმობს იორის აუზში ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გამოწვევის სამუშაოთა აღდგენის აქტუალობას.

რაც შეეხება მიწისქვეშა წყლების რესურსს, თანახმად ფუნდამენტური გამოკვლევისა [19], იორი-შირაქის არტეზიული აუზის უმეტესი პორიზონტების მიწისქვეშა წყლები ხასიათდება ამადლეული მინერალიზაციით და სულფატურ-კარბონატული შედგენილობით, იურული კირქვებისა და ალაზნის სერიის წყლების გამოკლებით. მიწისქვეშა ჩამონადენის დაბალი მოდულები ითვლება მოცემული აუზის დამახასიათებელ მაჩვენებლად. მიუხედავად ვრცელი ტერიტორიისა, აღნიშნული აუზის ბუნებრივი რესურსები არ აღემატება 5 მ<sup>3</sup>/წმ-ს. ამის ძირითადი მიზეზია საშუალოწლიური ნალექების სიმცირე და მაღალი აორთქლებადობა.

იორის აუზი არ არის მოკლებული სამკურნალო მინერალურ წყლებს. ატლას [10]-ის დეტალური მონაცემების თანახმად, უპირველესად აღსანიშნავია ბალნეოკლიმატური კურორტი უჯარმა, რომელსაც კეთილმოწყობის პირობებში დიდი რეკრეაციული პოტენციალი გააჩნია. გარდა ამისა, მცირე დებეტის სამკურნალო წყაროები აღრიცხულია თიანეთის მახლობლად (ხილიანის წყარო და თხილა), აგრეთვე აუზის ზემო წელის დასავლეთ ნაწილში (მუხროვანი, საცხენისი, მარტყოფი), შუა წელში (ჩაილური) და ქვემო წელში (მლაშისხევი, მირზაანი და ტარიბანა).

## 2.2. ეკონომიკა და მოსახლეობა

მდ.იორის აუზში წყლის რესურსების ძირითადი მომხმარებელია მოსახლეობა და აუზის ფარგლებში მოქმედი ეკონომიკის ცალკეული სექტორები. იმის გათვალისწინებით, რომ აუზის ტერიტორიაში შემავალი მუნიციპალიტეტების თიანეთის, საგარეჯოს, სიღნაღის (ნაწილობრივ) და დედოფლისწყაროს ბუნებრივი პირობები და ეკონომიკური საქმიანობის სფეროები გარკვეულწილად განსხვავდება ერთმანეთისგან, მიზანშეწონილი იქნება მათი ერთმანეთისგან ცალ-ცალკე განხილვა და შემდეგ საერთო დასკვნების გამოტანა.

### 2.2.1. თიანეთის მუნიციპალიტეტი

თიანეთის მუნიციპალიტეტში (ფართობი 906კმ<sup>2</sup>) შედის 1 დაბა (თიანეთი) და 80 სოფელი. 2014 წლის მონაცემებით მოსახლეობა შეადგენს 9,50 ათასს. საგულისხმოა, რომ 2011 წლის მონაცემებით ეს ციფრი შეადგენდა 15.0 ათასს, რაც მოწმობს ამ პერიოდში მოსახლეობის მნიშვნელოვან მიგრაციას (37%) მუნიციპალიტეტიდან მის საზღვრებს გარეთ.

ეკონომიკის წამყვანი დარგია სოფლის მეურნეობა, რომელიც წარმოდგენილია მეცხოველეობით (მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის მოშენება, მეცხვარეობა, მეღორეობა, მეფრინველეობა), აგრეთვე მარცვლეული და საკვები კულტურების მოყვანით. მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობია 30 850 ჰა, საიდანაც 9 448 ჰა (30%) სახნავ-სათესი მიწებია, 20 880 ჰა (68%) სათიბ-საძოვარი, ხოლო 552 ჰა (2%) მრავალწლიან ნარგავებს უკავია (ხეხილის ბაღები). 2011 წლის მდგომარეობით რაიონში 9 000-მდე მსხვილფეხა პირუტყვი იყო და 6 000 ცხვარი და თხა. ტყეებს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის 60%-ზე მეტი უკავია.

მრეწველობის სექტორი მუნიციპალიტეტში არ არის განვითარებული, ისევე როგორც ენერგეტიკის სექტორი, რომელიც წარმოდგენილია მხოლოდ 9 მგვტ სიმძლავრის პერიოდულად მოქმედი სიონჰისის ელექტროსადგურით. სამაგიეროდ, მუნიციპალიტეტს გააჩნია ტურიზმისა და რეკრეაციული ინდუსტრიის განვითარების მაღალი, მაგრამ ჯერჯერობით აუთვისებელი პოტენციალი.

ეს პოტენციალი შედგება აგროტურიზმისა და სარეკრეაციო ობიექტების მოწყობის დიდი შესაძლებლობებისგან – ერწოს ველზე (სოფლები ღუღელები, ტოლათსოფელი, კვერნაული, სიონთგორი, გორანა, სიმონიანთხევი, თოლენჯი, მელიასხევი, ხევსურთსოფელი, თრანი, თოლოხა), თიანეთის ქვაბულის მიმდებარე ტერიტორიებზე, განსაკუთრებით კი თიანეთი-ჟინვალის ახალაშენებული საავტომობილო გზის გასწვრივ (სოფლები ტუშურები, ზარიძეები, ეთვალისი) და სიონის წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიებზე (სოფლები სიონი, ჩეკურაანთგორი), აგრეთვე გორშეგარდენის სერზე, სადაც 1980-იან წლებში განთავსებული იყო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის იორის პოლიგონის ცენტრალური ბაზა.

აღსანიშნავია ისიც, რომ თიანეთიდან აღმოსავლეთისკენ, კახეთის ქედის გადავლით, ხშირ ტყეებში მიემართება გზა, რომელიც აკავშირებს თიანეთს ახმეტასთან, რაც ტურისტებს შესაძლებლობას აძლევს გააგრძელონ ტურნე კახეთის რეგიონში. გარდა ამისა, თიანეთიდან კიდევ ერთი გზა მიუყვება მდ. იორს ჩრდილოეთისკენ სოფ. ზემო არტანამდე, რის შემდეგაც ფეხით მოსიარულე ტურისტებს შეუძლიათ გააგრძელონ მოგზაურობა ველურ ბუნებაში იორის სათავეებამდე და ავიდნენ პანკისის ქედის უმაღლეს მწვერვალზე – დიდ ბორბალოზე.

აღნიშნული პოტენციალის ათვისება, რაც სრულიად შესაძლებელია მდიდარი წყლის რესურსების, ზომიერი კლიმატისა და თბილისთან, მცხეთასთან და თელავთან სიახლოვის პირობებში, დიდ სტიმულს მისცემს მუნიციპალიტეტის ეკონომიკის განვითარებას, შეაჩერებს რაიონიდან მიგრაციის პროცესებს და უზრუნველყოფს ადგილობრივი მოსახლეობის დაბრუნებას თავიანთ სოფლებში.

## 2.2.2. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი

საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი (ფართობი 1554კმ<sup>2</sup>) აერთიანებს 1 ქალაქსა (საგარეჯო) და 44 სოფელს. 2014 წლის მონაცემებით მოსახლეობა შეადგენს 51.76 ათასს, რაც 2012 წლის მონაცემებზე 14%-ით ნაკლებია. 2012 წლისთვის სოფლად ცხოვრობდა 51 000 კაცი, ხოლო 9000 – საგარეჯოში.

ეკონომიკის წამყვანი დარგი სოფლის მეურნეობაა, რომელშიაც დომინირებს მიწათმოქმედება, მეცხოველეობა და მევენახეობა. 2013 წლის მდგომარეობით მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო საგარეჯოების საერთო ფართობია 94 373 ჰა, საიდანაც 29 575 ჰა (31%) სახნავ-სათესი მიწებია, 56 063 ჰა (59%) სათიბ-საძოვრებია, 3 530 ჰა (4%) უკავია ვენახებს და 5 205 ჰა (6%) – სხვა მრავალწლიან ნარგავებს. 2013 წლის მდგომარეობით, მუნიციპალიტეტში ირიცხებოდა 28 000 სული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი და 120 ათასი ცხვარი.

მრეწველობის სექტორი მუნიციპალიტეტში წარმოდგენილია 8 ღვინის ქარხნითა და მეფრინველეობის 2 ფაბრიკით, მატყლის გადამამუშავებელი და ბიომასის მყარ ბიოსაწვავად გარდამქმნელი წარმოებებით, სართიჭალის ნავთობმომპოვებელი საწარმოებით, საღებრი და საფქვაავი, აგრეთვე რძის გადამამუშავებელი და ხის დამამუშავებელი საწარმოებით, ხოლო მომსახურების სექტორი – ვაჭრობითა და სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მომსახურებით.

რაც შეეხება საქართველოს ეკონომიკის მეორე პრიორიტეტულ დარგს – ტურიზმს, საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მისი განვითარების პოტენციალი რაიონის ჩრდილოეთით, ტყეებით დაფარულ ნაწილში საკმაოდ მაღალია, სადაც ტყეების საერთო ფართობი 42 065 ჰა შეადგენს. სარეკრეაციო ობიექტებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, აღსანიშნავია ბალნეოლოგიური პროფილის კურორტი უჯარმა და კლიმატური მიმართულების კურორტი გომბორი, რომლის განვითარება საბჭოთა პერიოდში შეზღუდული იყო, აქ სტრატეგიული დანიშნულების სარაკეტო ბაზის არსებობის გამო. ტყეებით დაფარული სოფ. გომბორის შემოგარენი, აღპური მდელოებით დაფარული გომბორის ქედის მწვერვალები (მ. გომბორი – 1839 მ ზ.დ., მ. ცივი – 1991 მ ზ.დ., მ. მანავის ცივი – 1681 მ ზ.დ.), სოფელში ჩამომდინარე მდ. გომბორი და სოფელზე გამავალი კეთილმოწყობილი საავტომობილო გზა, რომელიც თბილისს აკავშირებს თელავთან, წყლის რესურსებით მდიდარ ამ კუთხეს, სათანადო ინფრასტრუქტურის შექმნის შემდეგ, მეტად მიმზიდველს გახდის ტურისტებისა და დამსვენებლებისათვის. აქვე აღსანიშნავია, იორის აუზის ზემო ზონაში არსებულ დასახლებულ პუნქტებში (უჯარმა, პატარძეული, მარტყოფი, ნინოწმინდა, გიორგიწმინდა, მანავი, ჩაილური და სხვ.) ისტორიული ძეგლების სიმრავლე, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებისთვის.

### 2.2.3. სიღნაღის მუნიციპალიტეტი

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია (საერთო ფართობი 1251 კმ<sup>2</sup>) შედგება ორი ნაწილისაგან, რომელთაგან ერთი – აღმოსავლეთის ნაწილი, ქალაქ სიღნაღთან და დასახლებული პუნქტების უმეტესობასთან ერთად, განთავსებულია გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე და ალაზნის ველზე, ხოლო მეორე, სამხრეთი ნაწილი – გომბორის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობებზე და იორის ზეგანის ცენტრალურ ნაწილზე მდ. იორის ნაპირებამდე. მუნიციპალიტეტის ეს ორი ნაწილი ფართობით თითქმის უტოლდება ერთმანეთს, ამიტომ ჩათვლილ იქნა, რომ მდ. იორის აუზში ხედება მისი საერთო ფართობიდან 600 კმ<sup>2</sup>, რომლის ჩრდილო ნაწილში მდებარეობს მხოლოდ 3 სოფელი – ულიანოვკა, ქვ. მაღარო და ქვ. ბოდბე. 2014 წლის მდგომარეობით მუნიციპალიტეტის მოსახლეობა შეადგენდა 29,9 ათასს, საიდანაც აღნიშნულ 3 სოფელში დაახლოებით ცხოვრობდა არა უმეტეს 6 ათასი კაცისა. ამავე წლის მონაცემებით, რაიონში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია 93 375 ჰა, საიდანაც მდ. იორის აუზში ხედება დაახლოებით 40 ათასი ჰა, რომელიც, სავარაუდოდ, მთლიანად სათიბ-საძოვრებად გამოიყენება. 2013 წლის მდგომარეობით, მუნიციპალიტეტში მთლიანად მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის სულადობა შეადგენდა 13 200, საიდანაც აღნიშნულ 3 სოფელში სულადობა იქნებოდა არა უმეტეს 500, ხოლო ცხვრის საერთო რაოდენობიდან (35 000) ამ სოფლებში, სავარაუდოდ, 5 ათასი ცხვარი იქნებოდა. უნდა ითქვას, რომ ამ გაანგარიშებებს უფრო ფორმალური ხასიათი აქვს, რადგანაც მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის სამხრეთი ნაწილი, ფაქტობრივად, თითქმის მთლიანად საძოვრებად გამოიყენება კახეთის სხვა მუნიციპალიტეტების მიერაც (განსაკუთრებით ზამთრის თვეებში), რაც საბჭოთა პერიოდში არ ხდებოდა კასპიისპირეთის ზამთრის საძოვრების გამოყენების გამო.

ამრიგად, იორის აუზში შემავალი სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, ეკონომიკის ძირითად დარგს წარმოადგენს სოფლის მეურნეობა მეცხოველეობის სახით, თუმცა ამ ტერიტორიას, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილთან ერთად, სხვა მომავალი ელოდება ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემის აგების შემთხვევაში.

ამ სისტემის მშენებლობა დაიწყო 1965 წელს პანკისის ხეობაში, მდ. ალაზნის ზემო წელში მაგისტრალური არხის სათავე ნაგებობის მოწყობით. აქედან, არხი შემოდის ალაზნის ველზე და მიუყვება გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობებს ფაფრისხევამდე ქ. გურჯაანის მახლობლად. აქედან, სისტემის მეორე რიგის მშენებლობის პროექტის თანახმად, არხი უნდა შესულიყო ქედში გაჭრილ 15 კმ-იან გვირაბში და გასულიყო იორის ზეგანზე სოფ. არაშენდასთან. ამის შემდეგ სხვადასხვა საინჟინრო ნაგებობების, მათ შორის, მეორე 8 კმ-იანი გვირაბის გამოყენებით, არხი უნდა მისულიყო ოლეს შრობადი ტბის ტაფობში მოწყობილ წყალსაცავამდე 200 მლნ მ<sup>3</sup> სასარგებლო მოცულობით. პროექტის თანახმად, არხის სიგრძე სათავე ნაგებობიდან ოლეს წყალსაცავამდე 107კმ შეადგენდა [5]. მშენებლობის მესამე ეტაპზე, 83 კმ სიგრძის არხი წყალსაცავიდან უნდა გაგრძელებულიყო ტარიბანა-ელდარის მასივისაკენ და მოერწყა 67 ათასი ჰა ოლე-ნაომარის, ტარიბანის, იორისა და ელდარის ველებზე, სადაც ხელსაყრელი პირობები არსებობს ხორბლის, სიმინდის, ქერის, მზესუმზირის, ვაზის და სხვა კულტურების მოსაყვანად. ამჟამად, ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემა მოქმედებს ქ. გურჯაანამდე. არ არის გამორიცხული, რომ ქვეყნის ეკონომიკის გაძლიერების კვალდახვედრით, იგი მომავალში მიუზღუნდეს ამ პროექტის მეორე და მესამე ეტაპების შესრულებას, რაც კარდინალურად შეცვლის იორის აუზის შუა და ქვემო ნაწილებში სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სტრუქტურას.

რაც შეეხება მეორე პრიორიტეტულ მიმართულებას – ტურიზმს, მისი განვითარების პერსპექტივები, იორის შუა წელში არსებული ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით, ნაკლებად მკაფიოა და შეიძლება უკავშირდებოდეს მომიჯნავე ტერიტორიების განვითარების გეგმებს.

### 2.2.4. დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში (საერთო ფართობი 2 532კმ<sup>2</sup>) შედის 1 ქალაქი (დედოფლისწყარო) და 14 სოფელი. 2014 წლის მონაცემებით მოსახლეობა შეადგენს 30.50 ათასს, საიდანაც 28.9 ათასი სოფლის მეურნეობასთანაა დაკავშირებული, თავად დედოფლისწყაროს მოსახლეობა კი 7 ათასს შეადგენს. მიგრაციული პროცესები მოსახლეობაში ნაკლებადაა გამოხატული.



მუნიციპალიტეტის ეკონომიკის წამყვანი დარგი სოფლის მეურნეობაა, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია მიწათმოქმედებითა და მეცხოველეობით. 2004 წლის მონაცემებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობი იყო 188 900 ჰა, საიდანაც 131 400 ჰა ეკუთვნოდა ზამთრის საძოვრებს, ხოლო 57 500 ჰა – სხვა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებს (სახნავ-სათესი – 35 000 ჰა, სათიბ-საძოვრები – 21 150 და მრავალწლიანი ნარგავები – 1350 ჰა). გარდა ამისა, ტყეებს რაიონის ტერიტორიაზე უჭირავს 3 400 ჰა და დაცულ ტერიტორიებს – 30 552 ჰა, საიდანაც ვაშლოვანის ეროვნულ პარკს მიეკუთვნება 25 114 ჰა, მათ შორის 10 142 ჰა – ვაშლოვანის ნაკრძალს. გამოუყენებელი მიწებით (ბიცობი, ბედლენდი, უდაბნო, ჭაობი) დაკავებულია საერთო ტერიტორიის 12% (30 348 ჰა). მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მიწის დეგრადაციისა და გაუდაბნოების პროცესებს კლიმატის ცვლილებასთან ერთად, ხელს უწყობს მოსახლეობის ანთროპოგენული ზემოქმედება მიწის რესურსზე, გამოსატყუი ქარსაფარი ზოლების გაჩეხვასა და სარწყავი სისტემის მოშლაში.

მეცხოველეობა მუნიციპალიტეტში ყოველთვის კარგად იყო განვითარებული. ამჟამად მსხვილფეხა პირუტყვის რაოდენობა 18 ათასს შეადგენს და მისი სულადობა, ბოლო 10 წლის განმავლობაში სტაბილურია. 1980-იან წლებში რაიონში ფუნქციონირებდა 130-მდე მეცხვარეობის ფერმა, სადაც 125 ათასი სული ცხვარი ბინადრობდა. ბოლო მონაცემებით, ცხვრის რაოდენობა მუნიციპალიტეტში 200 ათასამდე აღწევს, თუმცა ეს სტატისტიკა არასაიმედოდ შეიძლება ჩაითვალოს. ამავე დროს, ადგილი აქვს სხვა მუნიციპალიტეტებიდან შემოყვანილი 10 ათასამდე ცხვრის ძოვებას, რაც იწვევს საძოვრების გადაძოვებას და მიწის ეროზიას.

ეკონომიკის სხვა დარგები დედოფლისწყაროს რაიონში შედარებით სუსტადაა განვითარებული. მრეწველობის ქვედარგებიდან გამოირჩევა სოფლის მეურნეობის პროდუქციის (რძის, ყურძნის, მზესუმზირის) გადამამუშავებელი საწარმოები, რომელთაგან დედოფლისწყაროს ზეთსახდელ ქარხანას ბულგარული ინვესტიციების შედეგად, განვითარების კარგი პერსპექტივები გააჩნია. აღსანიშნავია აგრეთვე, ღვინის 3 საწარმოს ფუნქციონირება, რომელთაგან გონაშვილის კახური მარანი ძალიან საინტერესოა ტურისტებისთვის.

1930-იანი წლებიდან მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე წარმოებს ნავთობის მოპოვება. ამჟამად, აქ მოქმედებს 3 საბადო (მირზაანი, პატარა შირაქი და ტარიბანი), რომლებზედაც მცირე რაოდენობით ხდება ნავთობისა და გაზის მიღება. რაიონში მუშაობს აგრეთვე სამშენებლო მასალების და წიაღისეული ნედლეულის (კირქვა ცემენტისთვის და კირისათვის, საფლუსე კირქვა, სააგურე თიხა) მომპოვებელი რამდენიმე მცირე საწარმო.

ეკონომიკის დარგებიდან დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში საკმაო პერსპექტივები გააჩნია ტურიზმს, რასაც ხელს უწყობს აქ დაცული ტერიტორიების არსებობა. გარდა ზემოთ ხსენებული ვაშლოვანის პარკისა მასში შემავალი ნაკრძალით, აღსანიშნავია ისეთი დაცული ტერიტორიები, როგორცაა ალაზნის ჭალა (138 ჰა), არწივის ხეობა (100 ჰა), ტალახოვანი ვულკანი ტახტი-თეფა (0.5 ჰა) და ჭაჭუნას სახელმწიფო აღკვეთილი (5 200 ჰა). როგორც შესავალში იყო აღნიშნული, მომავალში ტურისტულ ობიექტად შეიძლება იქცეს დალის (დალის მთის) წყალსაცავიც, რომელიც ვაშლოვანის პარკთან ერთად, პრინციპში შეიძლება განხილული იქნას, როგორც გარე კახეთის ტურისტული რაიონის ერთიანი კომპლექსი.

## 2.2.5. დასკვნა

მდ. იორის აუზში შემავალი ოთხივე მუნიციპალიტეტი ეკონომიკურად ორიენტირებულია სოფლის მეურნეობაზე, რომელშიც დომინირებს მეცხოველეობა და მიწათმოქმედება. აუზის ტერიტორია მდიდარია სათიბ-საძოვრებით (განსაკუთრებით მდინარის ზემო წელში) და ზამთრის საძოვრებით (ქვემო წელში). სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის შუა და ქვემო წელში აუცილებელია სარწყავი სისტემების და ქარსაცავი ზოლების აღდგენა-განვითარება.

იორის აუზში ეკონომიკის განვითარებისათვის საჭიროა აგრეთვე, სოფლის მეურნეობის პროდუქციის გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარება. ეს დარგი სადღეისოდ, უმეტესწილად ღვინის წარმოებითაა წარმოდგენილი, თუმცა მისთვის საჭირო ბაზა საკმაოდ მდიდარია აუზის სამივე ნაწილში. ორივე ამ მიმართულების წინსვლა და თანამედროვე დონეზე აყვანა მჭიდროდაა დაკავშირებულ წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებასთან და წყლის მენეჯმენტის სისტემის დანერგვასთან.

რაც შეეხება ეკონომიკის მეორე პრიორიტეტული დარგის – ტურიზმის განვითარებას, ამ მიმართულებით განსაკუთრებით ხელსაყრელი პირობები არსებობს იორის აუზის ზემო

და ქვემო ნაწილებში, მაგრამ აქაც დარგის განვითარება შეუძლებელი იქნება სათანადო ინფრასტრუქტურის შექმნის გარეშე, რომლის ერთ-ერთი განსაზღვრული კომპონენტია ტურიზმის ობიექტების წყალმომარაგება. ამ პრობლემის დაძლევა, ისევე როგორც სოფლის მეურნეობაში, განპირობებული იქნება აუზში წყლის მენეჯმენტის თანამედროვე სისტემის შექმნასა და დანერგვაში მიღწეული წარმატებებით.

მოსახლეობის საერთო რაოდენობა იორის აუზის ტერიტორიაზე 2014 წლის მდგომარეობით შეადგენს 97.8 ათასს, საიდანაც 84% თავმოყრილია საგარეჯოსა და დედოფლისწყაროს რაიონებში. სიდნადის რაიონის სამხრეთი ნაწილი, პრაქტიკულად დაუსახლებელია და აქ განლაგებულია მხოლოდ ზამთრის სადგომები.

ქვეთავების 2.1 და 2.2 შედგენისას, ნაწილობრივ გამოყენებულ იქნა ცნობები, რომლებიც მოყვანილია USAID -ის ანგარიშში „საქართველოს მდინარეების რიონისა და იორ-ალ-აზნის აუზების მოკლე შეფასება“ [20].

### 3. წყლის მენეჯენტი მდ. იორის აუზში

#### 3.1. ისტორიული მიმოხილვა

საისტორიო მასალებით დადგენილია, რომ მდ. იორის წყლის რესურსების გამოყენება დაიწყო XVIII საუკუნეში, როდესაც ერეკლე II-ის მითითებით სოფ. მუხროვანთან მოწყობილი სათავე ნაგებობა და სარწყავი არხი, სოფ. სართიჭალის მიმდებარე ტერიტორიაზე 2 ათას ჰა მიწას რწყავდა. არხი ნახევრად იყო დამთავრებული, მაგრამ 1795 წელს ალა-მაჰ-მად-ხანის შემოსევის შემდეგ, მისი მშენებლობა აღარ გაგრძელებულა. 1840-1848 წლებში მეფისნაცვალმა ვორონცოვმა დაასრულა არხის მშენებლობა, მაგრამ არახელსაყრელი გეოლოგიური პირობების გამო იგი მალე დაინგრა.

XX საუკუნის დასაწყისში, სამგორის ველის მორწყვის დიდი პერსპექტიულობის გათვალისწინებით, ამ პრობლემის დასაძლევად ბევრი პროექტი შეიქმნა, თუმცა სამგორის კომპლექსური საირიგაციო-ჰიდროენერგეტიკული სისტემის სრულყოფილი პროექტი მხოლოდ 1926 წელს შეადგინა ინჟ. პ. მამრადემ. პროექტი დამტკიცდა 1932 წელს და მშენებლობა დაიწყო 1941 წელს, მაგრამ მალევე შეწყდა სამამულო ომის დაწყებასთან ერთად. ომის დამთავრების შემდეგ 1947 წელს, პროექტი ხელმეორედ იქნა შედგენილი, რის შემდეგაც დაიწყო სამშენებლო სამუშაოები.

სამგორის სარწყავი სისტემის პირველი რიგის სამუშაოები 1951 წელს დამთავრდა – მდ. იორზე სოფ. პალდოსთან აგებულ იქნა სამგორის ზემო მაგისტრალური სარწყავი არხის სათავე ნაგებობა, გაყვანილ იქნა 41.7 კმ სიგრძისა და 13.0 მ<sup>3</sup>/წმ წყალგამტარუნარიანობის არხი 3 ჰიდროელექტროსადგურით, აშენდა სამგორის წყალსაცავი (თბილისის ზღვა) და სხვა საჭირო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები. ამ სარწყავი სისტემის გამოყენებით, შესაძლებელი გახდა თვითდინებით 14.2 ათასი ჰა ფართობის მორწყვა საგარეჯოსა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტების (რაიონების) ტერიტორიაზე, აგრეთვე 31.4 მგვტ სიმძლავრის 3 ჰესის ამოქმედება.

სამგორის სარწყავი სისტემის მეორე რიგის მშენებლობა 1962-1964 წლებში ჩატარდა, რის შედეგადაც მდ. იორზე სოფ. სიონთან აგებულ იქნა 11.2 კმ სიგრძისა და 325 მლნ მ<sup>3</sup> მოცულობის სიონის წყალსაცავი, რამაც უზრუნველყო პალდოს სათავე ნაგებობიდან ზემო მაგისტრალურ არხში წყლის უწყვეტი გარანტირებული მიწოდება, მდ. იორზე წყალმოვარდნების რეგულირება და მოთხოვნილების მიხედვით, წყალსაცავიდან საექსპლოატაციო წყალგაშვებები დამატებით 17 მ<sup>3</sup>/წმ ოდენობით საგარეჯოს, სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტების ტერიტორიების მოსარწყავად. გარდა ამისა, წყალსაცავის 85 მ სიმაღლის მიწაყრილ კაშხალთან აგებულ იქნა, 9 მგვტ სიმძლავრის მეოთხე ჰიდროელექტროსადგური, რამაც იორის კასკადის ჰესების საერთო სიმძლავრე 40 მგვტ-ზე მეტი გახადა.

სამგორის წყალსაცავიდან სათავეს იღებს სამგორის ქვემო მაგისტრალური არხი, რომლის სიგრძეა 43 კმ და წყალგამტარობა 12.2 მ<sup>3</sup>/წმ. მისგან გაყვანილი სარწყავი და გამანაწილებელი არხებით ირწყვებოდა 20.5 ათასი ჰა ფართობი გარდაბნის რაიონში. არხი საბოლოოდ, ჩადის ჯანდარის ტბაში.

სამგორის წყალსაცავიდან გაყვანილ იქნა აგრეთვე ლილო-მარტყოფის, ღრმაღელის, გლდანის, ქვემო სამგორის მარცხენა და მარჯვენა სანაპირო არხები, რომელთა საშუალებითაც, საერთო ჯამში 57.4 ათასი ჰა ტერიტორია ირწყვება [5].

მოყვანილი მიმოხილვიდან ჩანს, თუ რაოდენ მძიმე ანთროპოგენულ ზეწოლას განიცდის მდ. იორის ჩამონადენი, რამდენად საჭიროა ამ ჩამონადენისა და მისი ხარჯვის დეტალური აღრიცხვა და ამ ხარჯვის ოპტიმალური დაგეგმარება. ამავე დროს, აშკარაა ჩამონადენის ხელოვნურად გაზრდის მცდელობის აქტუალობაც, თუ იგი ეკონომიკურად მომგებიანი და ეკოლოგიურად უსაფრთხო იქნება.

გასული საუკუნის 70-იან წლებში აკად. გივი სვანიძის ინიციატივით, ერთ-ერთ ასეთ მიმართულებად დასახელდა, მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების გაზრდა ღრუბლებიდან

ნაღვექთა ხელოვნური გაზრდის გზით. ამისთვის 1977 წელს მიღებულ იქნა სამთავრობო დადგენილება, რომლითაც ამიერკავკასიის სამეცნიერო-კვლევით ჰიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტს (ამჟამად სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი) დაევადა მდ. იორის ზემო წელში 100 ათასი ჰა ფართობზე საცდელ-საწარმოო სამუშაოთა ჩატარება მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების ხელოვნური გაზრდის პერსპექტიულობის დასადგენად და ამ გამოცდილების აღმოსაგლეთ საქართველოს სხვა მდინარეების აუზებში გამოსაყენებლად. 1978 წელს შედგენილ იქნა სამუშაოთა ჩატარების სამეცნიერო დასაბუთება [21] და 1979-1990 წწ. პერიოდში ჩატარდა ზემოქმედების საკმაოდ დიდი სერია, წლის თბილ პერიოდში კონვექციური ღრუბლებიდან ნაღვექთა ხელოვნური გამოწვევის ან მათი გაზრდის მიზნით. ზემოქმედება ტარდებოდა 4 საცდელ წერტილიდან იოდოვანი ვერცხლით აღჭურვილი „ალაზნის“ ტიპის სექცევისაწინააღმდეგო რაკეტებით.

აღნიშნულ პერიოდში ზემოქმედება ჩატარდა სულ 165 ექსპერიმენტულ ერთეულში და საკონტროლო ერთეულებად დატოვებულ იქნა 80 ერთეული. ძირითად ექსპერიმენტულ ერთეულად მიღებული იყო 12 სთ-ში მოსული ნაღვექების რაოდენობა. სეზონში დამუშავებული კონვექციური უჯრედების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 50-60-ს, ხოლო 1 უჯრედზე განარჯული რაკეტების საშუალო რიცხვი არ აღემატებოდა 2-3-ს.

საცდელ აუზში სეზონური ნაღვექების საშუალო მომატებამ შეადგინა 10-15%, სანდო ალბათობის დონეზე 0.90. ზემოქმედების ეფექტურობა ფასდებოდა რადიოლოკაციური დაკვირვებების, ნაღვექზომი ქსელის და მდ. იორზე ჩამონადენის ჰიდროლოგიური გაზომვების მონაცემთა ერთობლივი გამოყენებით. საცდელ ტერიტორიაზე ზემოქმედების შედეგად, წყლის პოტენციური დამატებითი რესურსების სიდიდემ წელიწადში 30-70 მლნ ტონა შეადგინა [22], რაც მდ. იორის სრული წლიური ჩამონადენის (440 მლნ მ<sup>3</sup>) არცთუ უმნიშვნელო (7-16%) ნაწილს წარმოადგენს.

1990 წლიდან იორის აუზში დამატებით დაიგეგმა, წლის ცივ პერიოდში ფენა-გროვა ტიპის საღრუბლო სისტემებიდან ნაღვექთა ხელოვნური სტიმულირების სამუშაოთა ჩატარება მიწის ზედაპირზე დამონტაჟებული სააეროზოლო გენერატორების ცენტრალიზებული სისტემის გამოყენებით, მაგრამ სსრკ დაშლამ, ისევე როგორც თბილ პერიოდში ნაღვექთა გაზრდა, შეუძლებელი გახადა ამ მიმართულებით უკვე აწყობილი ხელსაწყოების ქსელის ამოქმედება.

### 3.2. არსებული მდგომარეობა

1990 წლამდე წყლის რესურსების მენეჯმენტს, მთელი საქართველოს მასშტაბით, აწარმოებდა წყალთა მეურნეობის სამინისტრო, რომელშიც თავს იყრიდა ინფორმაცია ქვეყნის მდინარეებზე, წყალსაცავებზე, ტბებზე და სარწყავ სისტემებში წყლის მოხმარების შესახებ. დაკვირვებებს წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილზე – ატმოსფერულ ნაღვექებზე, მყინვარებზე, მდინარეებზე წყლის ხარჯებზე და წყალსატევებში წყლის დონეზე და მიწისქვეშა წყლებზე აწარმოებდა ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური.

მდ. იორის აუზში 1990 წლამდე, სხვადასხვა დროს მოქმედებდა 9 მეტეოროლოგიური სადგური და 14 ნაღვექზომი საგუშაგო (ცხრილები 2 და 3), აგრეთვე 2 ჰიდროლოგიური საგუშაგო (ლელოვანი და ორხევი), რომლებმაც შეწყვიტეს დაკვირვება. ამჟამად, მეტეოროლოგიური დაკვირვებები რეგულარულად წარმოებს საგარეჯოსა და დედოფლისწყაროს მეტეოსადგურებზე, ხოლო წყლის ხარჯები არ იზომება არცერთ საგუშაგოზე. პერიოდულად წარმოებს დაკვირვებები მიწისქვეშა წყლების დონესა და დებიტზე.

რაც შეეხება წყლის რესურსების მენეჯმენტს, კახეთის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გასარწყავებას უზრუნველყოფს სახელმწიფო შპს „საქართველოს გაერთიანებული სამელიორაციო სისტემების კომპანია“, რომლის შემადგენლობაში შედის მდ. იორის აუზში მოქმედი ქვემო სამგორის სისტემური სამმართველო. ამ სამმართველოს გამგებლობაში შემავალი მთავარი წყლის ობიექტია სიონის წყალსაცავი. სიონის წყალსაცავის ენერგეტიკუ-

ლი და საირიგაციო გვირაბებით მდ. იორის კალაპოტში დაშვებული წყალი სოფ. პალდოსთან აგებული სათავე ნაგებობის მეშვეობით იყოფა ორად: ერთი ნაწილი ზემო სამგორის სარწყავი სისტემის ზემო მაგისტრალური არხით მიეწოდება საგარეჯოსა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტების სავარგულებს და თბილისის წყალსაცავს, ხოლო მეორე ნაწილი კი მიდის მდ. იორის ბუნებრივ კალაპოტში, საიდანაც სოფ. სართიჭალის მახლობლად წყალს იღებს ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემის სათავე ნაგებობა და მარჯვენა და მარცხენა მაგისტრალური არხებით რწყავს მდ. იორის აუზის სავარგულებს.

ამრიგად, 2016 წლის მდგომარეობით, მდ. იორის წყლის რესურსების გამოყენების სქემას შემდეგი სახე აქვს:

- პალდოს სათავე ნაგებობიდან გამომავალი ზემო მაგისტრალური არხი გამტარუნარიანობით 13.0 მ<sup>3</sup>/წმ და სიგრძით 39.38 კმ.
- გვირაბიდან გამოსვლის შემდეგ თბილისის წყალსაცავამდე, ზემო მაგისტრალური არხიდან წყალს იღებს ლილო-მარტყოფის არხი, რომელიც არ ფუნქციონირებდა ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში, მაგრამ ამჟამად დაგეგმილია მისი სრული რეაბილიტაცია. არხის სიგრძეა დაახლოებით 15 კმ.
- თბილისის წყალსაცავის სამხრეთ-აღმოსავლეთის ბოლოდან წყალი მიეწოდება ქვემო მაგისტრალურ არხს, რომლის გამტარუნარიანობა სათავეში 12.0 მ<sup>3</sup>/წმ-ია, ხოლო სიგრძე შეადგენს 43.4 კმ. არხი ბოლოში ჯანდარის ტბას უერთდება.

ზემოთ განხილული 3 არხი შეადგენს ზემო სამგორის სარწყავ სისტემას, რომელიც წარმოდგენილია ამჟამად მოქმედი ზემო და ქვემო მაგისტრალური არხებით. როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, ამ სისტემის წყლის რესურსები პარალელურად გამოიყენება 4 ჰიდროელექტროსადგურის ფუნქციონირებისთვისაც.

ზემო სამგორის სარწყავი სისტემის ამოქმედების შემდეგ, 1961-1975 წლებში აგებულ იქნა ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემა, რომლის მარცხენა და მარჯვენა მაგისტრალური არხები ემსახურება საგარეჯოს, გურჯაანისა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების 30 180 ჰა საპროექტო სარწყავ ფართობს. ქვემო სამგორის სარწყავ სისტემაში მოწყობილი იყო 22 სატუმბო სადგური, რომელთა დიდი ნაწილი ამჟამად აღარ ფუნქციონირებს. სისტემის სათავე ნაგებობა მოწყობილია სოფ. სართიჭალიდან 5 კმ დაშორებით იქ, სადაც მდ. იორი გამოდის ვიწრო ხეობიდან და გადის გარე კახეთის გაშლილ ველზე. სათავე ნაგებობა წარმოადგენს დაბალწნევიან გრავიტაციულ კაშხალს ორმხრივი წყალმიმღებით, წყალგამშვები და წყალმიმღები ფარებით და მყარი ნატანის გამრეცხი ფსკერული გალერეით.

ქვემო სამგორის მარცხენა მაგისტრალური არხის სიგრძეა 47.6 კმ, გამტარუნარიანობა სათავეში – 21.0 მ<sup>3</sup>/წმ. მარჯვენა მაგისტრალური არხის სიგრძე შეადგენს 28.8 კმ-ს, ხოლო გამტარუნარიანობა სათავეში – 9.5 მ<sup>3</sup>/წმ.

პალდოსა და ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემის სათავე ნაგებობებს შორის, სოფ. ხაშმთან მოწყობილია ხაშმის სარწყავი სისტემა, რომელიც ემსახურება საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის 1200 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მორწყვას. სარწყავ სისტემაზე ფუნქციონირებდა 2 სატუმბო სადგური, რომელთა რეაბილიტაცია გათვალისწინებულია უახლოეს მომავალში. 9 კმ სიგრძის ნაწილობრივ მოპირკეთებული არხის გამტარუნარიანობა 1.5 მ<sup>3</sup>/წმ არ აღემატება.

ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემის სათავე ნაგებობის ქვემოთ, მდინარის დინების მიმართულებით დაახლოებით 8 კმ-ში მოქმედებს ე.წ. ბებერას არხი, რომელიც ემსახურება სიღნაღის მუნიციპალიტეტის 1 100 ჰა სავარგულის მორწყვას. მიწის არხის გამტარუნარიანობა 1.0 მ<sup>3</sup>/წმ არ აღემატება.

ბებერას არხის ქვემოთ დაახლოებით 12 კმ-ში წყალს იღებს ე.წ. იორის არხი, რომელიც ემსახურება სიღნაღის მუნიციპალიტეტის 1200 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მორწყვას. არხის გამტარუნარიანობა შეადგენს 1.6 მ<sup>3</sup>/წმ და იგი კერძო საკუთრებაში ირიცხება.

სარწყავი სისტემების ყველა არხებზე სისტემატურად წარმოებს წყლის ხარჯის გაზომვები. მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების გამოყენების საკმაოდ დიდ პოტენციალს შეიცავს დალის მთის (დალის) წყალსაცავი, რომელიც აგებულ იქნა მდ. იორზე გასული საუკუნის 80-იან წლებში დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, მდინარის შესართავიდან 60 კმ მანძილზე. 34 მეტრის სიმაღლისა და 1150 მ სიგრძის მიწაყრილი კაშხლით შექმნილი საირიგაციო დანიშნულების წყალსაცავის მთლიანი მოცულობაა 180 მლნ მ<sup>3</sup>, ხოლო სასარგებლო მოცულობა – 140 მლნ მ<sup>3</sup>. პროექტის თანახმად, დალის მთის წყალსაცავით დარეგულირებული წყლით უნდა მორწყულიყო დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე „სამუხი-ელდარის“ მასივის (ქვემო იორის) 21 900 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგული, მათ შორის მექანიკური აწევით 21 700 ჰა და თვითდინებით – 200 ჰა. სსრ კავშირის დაშლის შემდეგ, ამ სარწყავი სისტემის მოწყობა ვეღარ მოხერხდა და ამჟამად წყალსაცავში შენარჩუნებულია, მხოლოდ მკვდარი მოცულობა 40 მლნ მ<sup>3</sup>, რომელიც სატბორე მეურნეობად გამოიყენება. ახლო მომავალში გათვალისწინებულია დალის მთის წყალსაცავის კაშხლის რეაბილიტაცია და მასთან დაკავშირებული სარწყავი სისტემის მოწყობა.

მდ. იორის აუზში ზემოთ განხილული, ამჟამად მოქმედი და სარეაბილიტაციოდ მომზადებული, აგრეთვე იორის წყლის რესურსებით მოსარგებლე საირიგაციო სისტემების განლაგების სქემა მოყვანილია ნახაზზე 3.1

ნახაზებზე 6 და 7 მოყვანილი მონაცემების შედარება ცხადყოფს, რომ გასული 3-4 ათწლეულის მანძილზე საირიგაციო სისტემების სტრუქტურამ მდ. იორის აუზში გარკვეული ცვლილება განიცადა. კერძოდ, შემცირდა მოქმედი სარწყავი არხების რაოდენობა საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, სარეაბილიტაციო სტატუსი მიიღო ლილო-მარტყოფის არხმა, თუმცა წარმატებით აგრძელებს ფუნქციონირებას ზემო სამგორისა და ქვემო სამგორის მაგისტრალური არხები, აგრეთვე ხაშმის, ბებერას და იორის არხები.

უარესი მდგომარეობაა დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, სადაც მოქმედება შეწყვიტა საირიგაციო სისტემების უმეტესობამ, რომლებიც იკვებებოდა ჩასახმელი ტიპის მცირე წყალსაცავებიდან. ელექტროენერჯის გაძვირებამ, სატუმბო სადგურების მოშლამ და წყალგამანაწილებელი სისტემების განადგურებამ, ახალი ინვესტიციების უქონლობამ შეუძლებელი გახადა იორის ქვემო წელში სარწყავი სისტემების აღდგენა. ამ პრობლემის დაძლევის კარდინალური გზა იქნებოდა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ზემო ალაზნის საირიგაციო სისტემის მეორე და მესამე ეტაპის სამუშაოთა შესრულება და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ძველი სარწყავი სისტემების აღდგენა.

თუმცა, ამ გრანდიოზული ამოცანების შესრულებამდე, არსებობს ერთი გზა, რომელიც უზრუნველყოფს მოქმედი და სარეაბილიტაციო სარწყავი სისტემების ეფექტურობის გაზრდას. ეს გზა მოიცავს/გულისხმობს მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების მართვის ინტეგრირებული სისტემის შექმნას, რომელიც წყლის რესურსების განმაპირობებელი პარამეტრების განაწილების შესახებ ფაქტობრივი ინფორმაციის საფუძველზე, კომპიუტერული მოდელის დახმარებით, საშუალებას მოგვცემს ოპტიმალურად გმართოთ აუზში არსებული და პროგნოზირებული წყლის რესურსები. მდინარეთა ცალკეულ აუზებში, ამ მიმართულებით წარმოებულ სამუშაოებში მიღწეული წარმატებები, მდ. იორის აუზში ამ ტიპის საპილოტე პროექტში დადებითი შედეგების მიღების საფუძველს იძლევა.

# მდინარე იორის აუზის მოქმედი არხების რუკა



ნახ. 3.1 მოქმედი და სარეაბილიტაციო სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა მდ. იორის აუზში (2016 წელი).

### 3.3. წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა

ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგი

მდ. იორის აუზში ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე უწყვეტი დაკვირვებების საწარმოებლად შერჩეულ იქნა Gemet -1-ის ფუნქციონალი, რომელიც გულისხმობს ინფორმაციის შეგროვებას შემდეგი ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების შესახებ:

1. ჰაერის ტემპერატურა,
2. ნალექთა რაოდენობა,
3. ქარის სიჩქარე,
4. ქარის მიმართულება,
5. ჰაერის სინტივე,
6. ატმოსფერული წნევა,
7. ნიადაგის ტემპერატურა,
8. ნიადაგის მეტეოროლოგიური ხილვადობა, ტენიანობა,
9. მდინარის დონე შერჩეულ კვეთში.

გარდა ამისა, ფუნქციონალი შესაძლებლობას იძლევა სენსორების მეშვეობით დარეგისტრირდეს შემდეგი გეოფიზიკური მნიშვნელობებიც:

1. მოცემულ წერტილში დედამიწის ზედაპირზე ან გარკვეულ სიღრმეზე სეისმური აქტივობა;
2. გარკვეულ სიმაღლეზე რადიაციული ფონის ინტენსივობა;
3. გარკვეულ სიმაღლეზე ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია;
4. დედამიწის ზედაპირიდან ღრუბლის ქვედა საზღვრის სიმაღლე.

მდ. იორის აუზში საპილოტე პროექტის განხორციელების საწყის ეტაპზე Gemet -1 ფუნქციონალის მიერ მოწოდებული ინფორმაცია შესაძლებელია შემოიფარგლოს შემდეგი ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების მონიტორინგით:

1. ჰაერის ტემპერატურა;
2. ნალექთა რაოდენობა;
3. ქარის სიჩქარე;
4. ქარის მიმართულება;
5. ჰაერის სინტივე;
6. ნიადაგის ტემპერატურა;
7. ნიადაგის ტენიანობა;
8. წყლის დონე, სიჩქარე, ცოცხალი კვეთი შერჩეულ წერტილებში.

მდ. იორის აუზში ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის სისტემაში გამოყენებული ხელსაწყოები/დეტექტორები ნაჩვენებია ნახ. 3.2-ზე.






**მეტეოროლოგიური საღებავები**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ჰაერის ტემპერატურა;</li> <li>2. ნალექთა რაოდენობა;</li> <li>3. ქარის სიჩქარე;</li> <li>4. ქარის მიმართულება;</li> <li>5. ჰაერის სინტივე;</li> <li>6. ნიადაგის ტემპერატურა;</li> <li>7. ნიადაგის ტენიანობა;</li> </ol>		
---	---	---

**ჰიდროლოგიური**

	<p>ჰიდროლოგიური საგუშავო (დონეების აღმრიცხველი, მდინარის დინების სიჩქარის აღმრიცხველი, ამორთქლებელი</p>			
				

**თანამგზავრული მონაცემები და თანამედროვე სატელარო სისტემები**

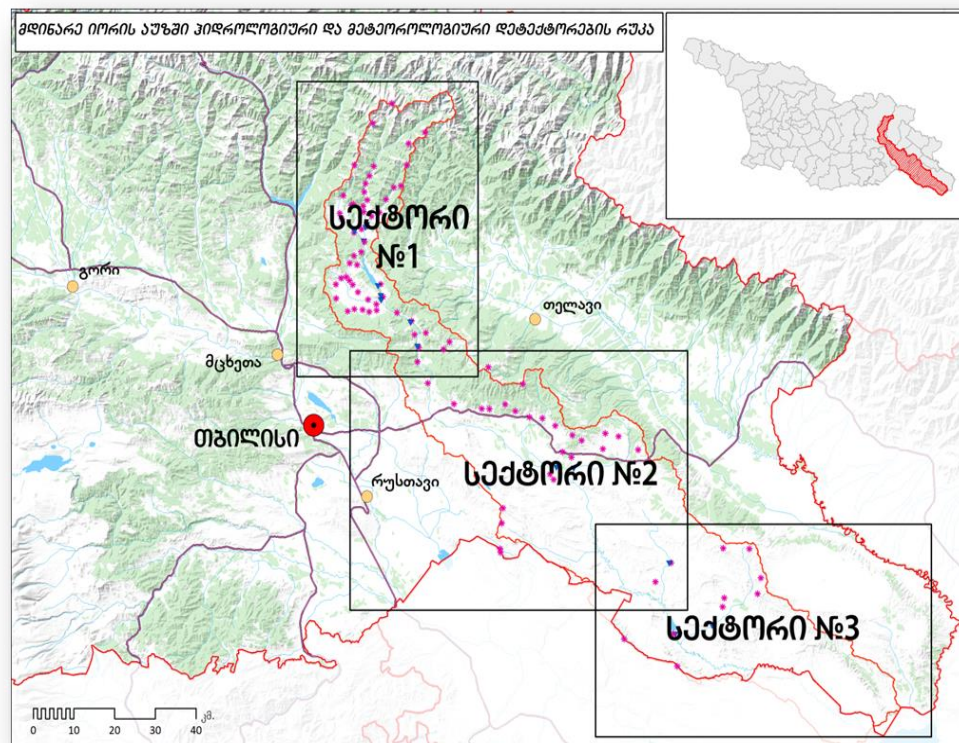
	 <p>Пример установки</p>	 <p>Weather Doppler dual-channel (S-band and X-band) Radar</p>
--	--	---

**ჰიდრომეტეოროლოგიური და თანამგზავრული ინფორმაციის შემკრები ცენტრი**



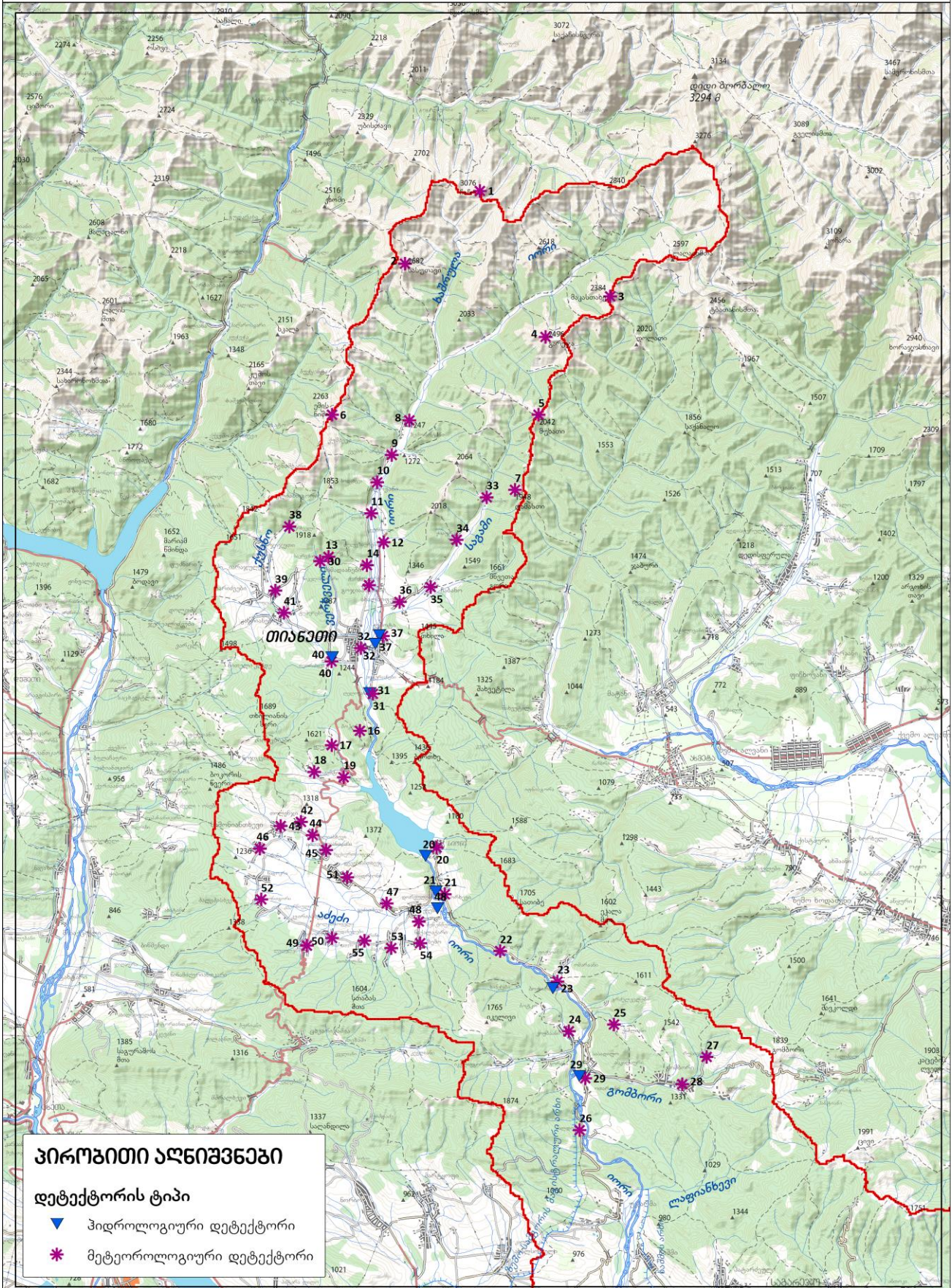
**ნახ. 3.2. მდ. იორის აუზში ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის სისტემაში გამოყენებული ხელსაწყოები/დეტექტორები**

მდ. იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდრომეტეოროლოგიური დეტექტორების განთავსების სავარაუდო სქემა მოცემულია ნახაზებზე 3.3, 3.4, 3.5 და 3.6. ნახაზებზე დატანილი მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური დეტექტორების ადგილმდებარეობა (დასახლება, მთა) სექტორების მიხედვით მოყვანილია ცხრილში 3.1. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაგეგმილი მეტეოროლოგიური დეტექტორების საერთო რაოდენობიდან (92) ნახევარზე მეტი (60 %) მოდის ზემო წელზე. იგივე ითქმის ჰიდროლოგიურ სენსორებზეც, სადაც 13 სენსორიდან 9 (69 %) მოდის ზემო წელზე, რაც ბუნებრივია ამ სექტორში ატმოსფერული ნალექებისა და ზედაპირული წყლების შედარებითი სიუხვის გათვალისწინებით.



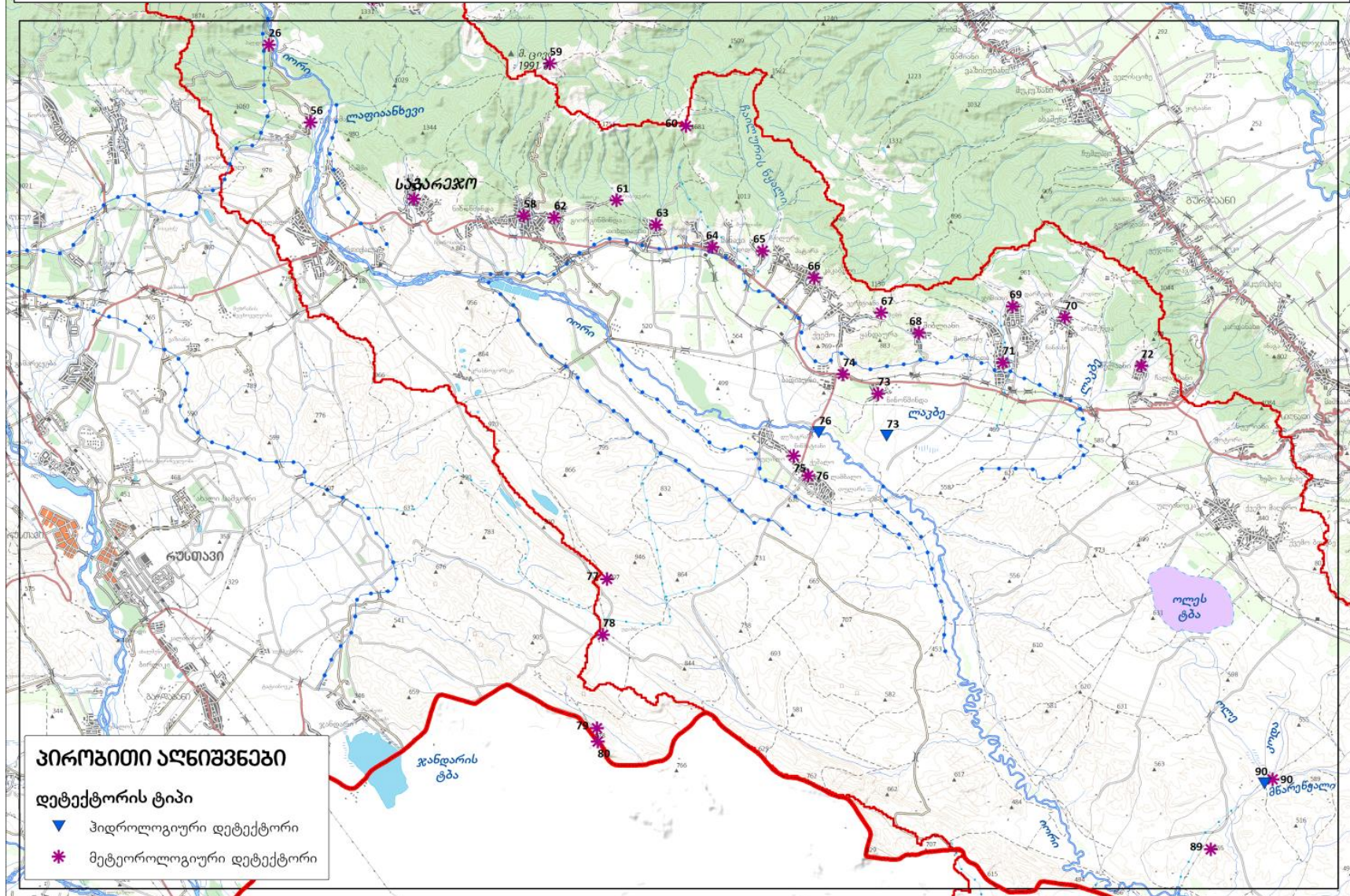
ნახ. 3.3. მდ.იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დეტექტორების საგარაუდო განთავსების სქემა

**სექტორი №1 - მდ. იორის ზემო ნაღი (სათავე-სოფ.კალდო)**



**ნახ. 3.4. მდ. იორის აუზის ზემო წელში (სექტორი I) დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა**

სექტორი №2 – მდ. იორის შუა წელი (სოფ. კალდო-მდ. ოლეს შესართავი)



ნახ. 3.5. მდ. იორის აუზის ზემო შუა წელში (სექტორი II) დეტექტორების საგარეულო განთავსების სქემა



*(სექტორი III) დეპეტიორების საგარეუდო განთავსების სქემა*

ცხრილი 3.1.

№	დასახლება / მთა (სიმაღლე მ ზ.დ.)	მდინარე	დეტექტორი		კოორდინატები UTM, WGS -84 Zone-38 N სისტემაში	
			მეტრო *	ჰიდრო ▼	გრძელი	განედი
კოორდინატები დადგინდება დეტექტორების დამონტაჟების შემდეგ						
<b>სექტორი №1. ზემო წელი / სათავე – სოფ. პაღლო</b>						
1	მ. ჩიჩო (3076)	იორი	*			
2	მ. სასუთავი (2682)	იორი	*			
3	მ. მაკასთახე (2384)	იორი	*			
4	მ. გარეჯა (2496)	იორი	*			
5	მ. მუხათი (2042)	იორი	*			
6	მ. ემის ნიში (2263)	იორი	*			
7	მ. დამასთი (1948)	იორი	*			
8	ზემო არტანი	იორი	*		511500*	4689500*
9	ქუშხევი	იორი	*			
10	ბოდახევა	იორი	*			
11	ლიშო	იორი	*			
12	ღულუზაურები	იორი	*			
13	საჭურე	იორი	*			
14	მამადაანები	იორი	*			
15	ჭურჭელაურები	იორი	*			
16	ბოკონი	იორი	*			

17	ალოტი	იორი	*			
18	ვევენი	იორი	*			
19	ჩეკურაანთგორი	იორი	*			
20	სიონი	იორი	*	▼		
21	ორხევი	იორი	*	▼		
22	ყუდრო	იორი	*			
23	ბოჭორმა	იორი	*	▼	511500*	4639500*
24	კოჭბანი	იორი				
25	ვაშლიანი	იორი				
26	პაღღო	იორი	*			
27	რუსიანი	გომბორი	*			
28	გომბორი	გომბორი	*			
29	ოთარაანი	გომბორი	*	▼		
30	საკრეჭიო	ვერხველი				
31	ღელღვანი	იორი,	*	▼	311500*	4614500*
32	თიანეთი	ვერხველი	*	▼		
33	ხაიშო	საგამი	*			
34	ჭიაურა	საგამი	*			
35	ჩაბანო	საგამი	*			
36	ახალსოფელი	საგამი	*			
37	შებოტა	საგამი	*	▼		
38	ვერხველი	ქუსნო	*			
39	ზარიძეები	ქუსნო	*			
40	თეთრახევა	ქუსნო	*	▼		
41	ტუშურები	ქუსნო	*			
42	თოღენჯი	აძეძი	*			
43	სიმონიანთხევი	აძეძი	*			
44	მელიასხევი	აძეძი	*			
45	ხევსურთსოფელი	აძეძი	*			
46	გორანა	აძეძი	*			
47	ვეძათხევა	აძეძი	*			
48	ქვანაქალაქარი	აძეძი	*	▼		
49	ღუღელელები	აძეძი	*			
50	წყაროთუბანი	აძეძი	*			
51	საყდრიონი	აძეძი	*			
52	სიონთგორი	აძეძი	*			
53	მაგრანეთი	აძეძი	*			
54	ზ. ნაქალაქარი	აძეძი	*			
55	თრანი	აძეძი	*			
სექტორი №2. შუა წელი / სოფ. პაღღო – მდ. ოღეს შესართავი						
56	უჯარმა	იორი	*			
57	პატარძეული	იორი	*			
58	საგარეჯო	იორი	*			
59	მ. ცივი (1991)	იორი	*			
60	მ. მანავის ცივი (1681)	იორი	*			
61	მარიამჯვარი	იორი	*			
62	გიორგიწმინდა	იორი	*			
63	თოხლიაური	იორი	*			
64	მანავი	იორი	*		536500*	4614500*
65	დიდი ჩაიღური	იორი	*			
66	კაკაბეთი	იორი	*			
67	ზემო ყანდაურა	ლაკბე	*			
68	შიბლიანი	ლაკბე	*			



69	ჯიმიტი	ლაკბე	*			
70	არაშენდა	ლაკბე	*		561500*	4614500*
71	კაჭრეთი	ლაკბე	*			
72	მელაანი	ლაკბე	*			
73	ბოგდანოვკა	ლაკბე	*	▼		
74	ბაღიაური	იორი	*			
75	იორმულანლო	იორი	*			
76	ქეშალო	იორი	*	▼		
77	მ. ტაურთეფე (997)	იორი	*			
78	უდაბნო	იორი	*		536500*	4589500*
79	დავითგარეჯა	იორი	*			
80	მ.უდაბნო (878)	იორი	*			
სექტორი №3. ქვემო წელი (მდ. ოლეს შესართავი – მინგეჩაურის წყლსც)						
81	მ. ჩობანდალი (890)	იორი	*			
82	მ. სუჩხუმი (863)	იორი				
83	მ. პატარა ქვაბები (662)	იორი				
84	მ. დიდითელა (567)	იორი				
85	ტარიბანა	კუშისხევი	*	▼		
86	მ. პტიჩია (826)	იორი				
87	მ. ნიკორაციხე (1001)	იორი				
88	მირზაანი	იორი				
89	მ. ხმელი თაფა (455)	ოლე				
91	დალის წყლსც.	იორი	*	▼		
92	მ. ტახტაფა (763)	იორი				

შენიშვნა: \* - მიახლოებითი კოორდინატები

#### 4. მდ. იორის აუზში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის მეთოდობა

##### 4.1. ზოგადი ცნობები

1946 წელს ლაბორატორიულ ექსპერიმენტებში იოდოვანი ვერცხლის (AgI) ყინულწარმომქმნელი თვისების აღმოჩენის შემდეგ კალიფორნიაში (აშშ) 1948 წლიდან უკვე დაიწყო საველე სამუშაოები ამ ნივთიერების გამოყენებით საღრუბლო სისტემებიდან ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) მიზნით. საქართველო ამ მიმართულებით წარმოებულ საქმიანობას მიუერთდა 1971 წლიდან, როდესაც სსრკ მთავრობის დადგენილებით ჰიდრომეტეოროლოგიის სახელმწიფო კომიტეტს დაევალა სევანის ტბის აუზში ნხგ საცდელი სამუშაოების გაშლა აუზში არსებული წყლის რესურსების გასაზრდელად. კომიტეტში შემავალ წამყვან სამეცნიერო დაწესებულებებთან ერთად აღნიშნული მიმართულებით როგორც საველე, ასევე ლაბორატორიულ და თეორიულ გამოკვლევებში ჩაერთო ამიერკავკასიის რეგიონული სამეცნიერო-კვლევითი ჰიდრომეტეოროლოგიური (ამჟამად სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის) ინსტიტუტი.

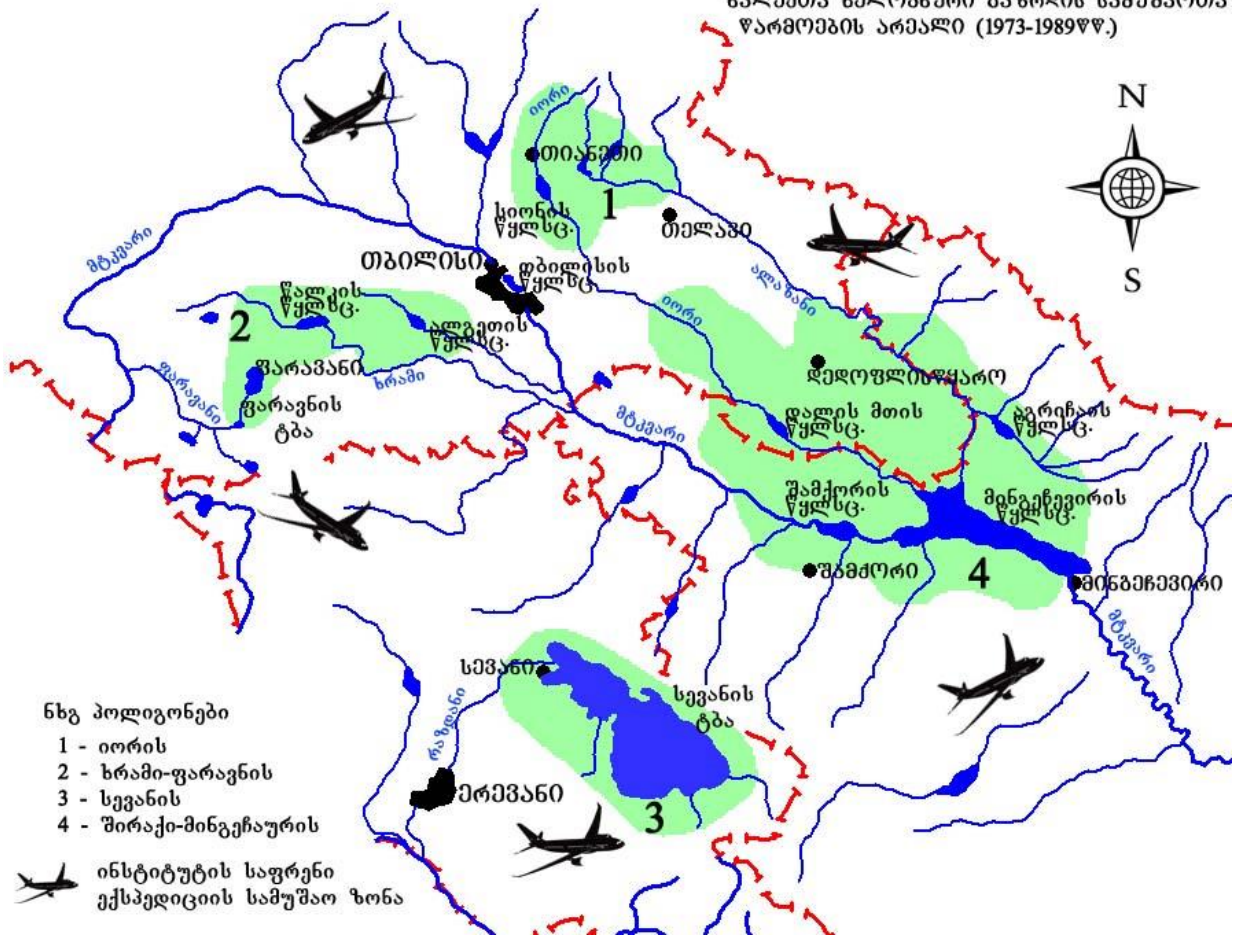
ამ სამუშაოებში მიღებული გამოცდილების გათვალისწინებით, აკად. გ.სვანიძის ინიციატივით 1977 წელს საქართველოს მთავრობამ დააგადა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს 1977-1980 წლებში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის საცდელ-საწარმოო სამუშაოთა ჩატარება მდ. იორის აუზში, რისთვისაც ინსტიტუტს დამატებით გამოეყო დაფინანსება სპეციალიზებული ქვედანაყოფის შესაქმნელად და სეტყვასთან ბრძოლის გასამხედროებული სამსახურისთვის თიანეთის რაიონში გამოყოფილ მიწის ნაკვეთზე საველე-ექსპერიმენტული ბაზის მოსაწყობად. 1985 წლისთვის ინსტიტუტში, ნაცვლად 1979 წლიდან მოქმედი ინსტრუქციისა, შეიქმნა წლის თბილ პერიოდში კონვექციური ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა წარმოების მეთოდური სახელმძღვანელო [22], რომელშიც გათვალისწინებული იყო ღრუბლებზე, ზემოქმედების ჩატარება როგორც საზენიტო, ისე სარაკეტო ტექნიკის გამოყენებით, ზემოქმედების ოპერაციების მართვა და კონტროლი მრლ-2 ან მრლ-5 ტიპის რადიოლოკაციური სადგურიდან, საცდელი ტერიტორიის სხვადასხვა წერტილებში

მოსულ ნალექთა გაზომვა/შეფასება ნალექმზომი ქსელისა და რადიოლოკატორის დახმარებით ზემოქმედების ფიზიკური და ეკონომიკური ეფექტურობის შესაფასებლად. ამავე პერიოდში ინსტიტუტში შემუშავდა აუზის შერჩეულ ნაწილში მოსულ ნალექთა ჯამური რაოდენობისა და მისი ცვლილების დადგენის მეთოდოლოგია კონკრეტულ კვეთში მდ. იორის ჩამონადენის გაზომვის მონაცემებზე დაყრდნობით [23].

განხილულ პერიოდში მიღებული დადებითი შედეგების საფუძველზე გადაწყვეტილი იქნა ნხვ სამუშაოთა იორის აუზში 1990 წლამდე გაგრძელება და დამუშავებული მეთოდოლოგიის დანერგვა ხრამი-ფარანის აუზში და სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურის გასამხედროებელი ნაწილების ტერიტორიაზე კახეთისა და ქვემო ქართლის რეგიონებში. ამასთან ერთად, 1980-იანი წლების დასასრულს ჰიდრომეტეოროლოგიის საკავშირო კომიტეტის დადგენილებით ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობა უნდა გაეწია ნხვ სამუშაოთა გაფართოებაში სომხეთისა და აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე.

გარდა ამისა, სევანის ტბის აუზში 1980-იანი წლების დასაწყისიდან ჰიდრომეტეოროლოგიის კომიტეტის ინიციატივით მიმდინარე ზამთრის საღრუბლო სისტემებიდან ნხვ სამუშაოთა შედეგების გათვალისწინებით 1990 წლიდან იორის აუზში დაიწყო მოსამზადებელი სამუშაოები წლის ცივ პერიოდში ფენა-გროვა ღრუბლებიდან „ბუკეტის“ ტიპის მიწისპირა სააეროზოლო გენერატორებით ნალექთა (თოვლის) ხელოვნური სტიმულირების მიზნით. 30 გენერატორისა და მართვის ცენტრალიზებული პუნქტისაგან შემდგარი სისტემა ატანილ იქნა იორის პოლიგონის გორშევარდენის ბაზაზე, მაგრამ სსრკ-ს დაშლამ შეუძლებელი გახადა 1991 წლიდან ნხვ ორივე მიმართულებით სამუშაოთა გაგრძელება.

1973-1989 წლებში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ ნხვ დარგში წარმოებულ და დაგეგმილ სამუშაოთა ტერიტორიული გავრცელების საზღვრები ნაჩვენებია ნახაზზე 4.1.



ნახ. 4.1. სამხრეთ კავკასიაში ნხგ სამუშაოთა ტერიტორიული გავრცელება 1989 წ. მდგომარეობით

ხანგრძლივი პაუზის შემდეგ, 2013 წელს საქართველოს მთავრობამ მიიღო გადაწყვეტილება კახეთის რეგიონში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა აღდგენის შესახებ, რომელთა წარმოება დაევალა თავდაცვის სამინისტროსთან არსებულ სამეცნიერო-ტექნიკურ გაერთიანებას „დელტა“. ამ დროისთვის სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტმა მოამზადა საქართველოში სეტყვასთან ბრძოლის 1960-1990 წლებში ჩატარებულ სამუშაოთა მიმოხილვა, რომელშიც კახეთსა და ბულგარეთში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა წარმოების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე მოცემულ იქნა რეკომენდაციები აღმოსავლეთ საქართველოში ამ ტიპის სამუშაოთა ახალ ფორმატში აღსადგენად [24] ბულგარულ და სხვა უცხოელ სპეციალისტებთან თანამშრომლობის შედეგად სეტყვასთან ბრძოლის ოპერატიული სამუშაოები კახეთის რეგიონში თსუ გეოფიზიკის ინსტიტუტის მეთოდური ხელმძღვანელობით დაიწყო 2016 წელს. მათში გამოყენებულია რადიოლოკაციური ინფორმაციის მიღებისა და დამუშავების თანამედროვე მეთოდები და დრუბლებზე ზემოქმედების წარმოების ავტომატიზებული სისტემა. დრუბლებში რეაგენტის შესატანად გამოიყენება მაკედონიაში წარმოებული იოდოვანი ვერცხლის შემცველი ერთსაფეხურიანი რაკეტები.

საქართველოში დრუბლებზე ზემოქმედების სამუშაოთა აღდგენამ გარკვეული საფუძველი შექმნა მომავალში ნალექთა ხელშეწყობის გაზრდის სამუშაოთა განახლებისთვისაც, რადგანაც კონვექციურ დრუბლებზე რადიოლოკაციური დაკვირვებების ჩატარებისა და ზემოქმედების წარმოების ტექნოლოგია სეტყვასთან ბრძოლისა და ნალექთა ხელშეწყობის გაზრდის შემთხვევაში მსგავსია და განსხვავებულია ძირითადად რეაგენტის შეტანის დროის, ადგილისა და დოზირების საკითხებში. იორის აუზში ნხგ სამუშაოთა შედარებით მცირე მასშტაბის გათვალისწინებით, მათი აღდგენა შექმნილ პირობებში არ არის მოკლებული

რეალურ საფუძველს, თუ ეს სამუშაოები უზრუნველყოფილი იქნება რადიოლოკაციური ტექნიკითა და ზემოქმედების საშუალებებით. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს, წინა წლებში მიღებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით, გააჩნია პოტენციური, სექცეასთან ბრძოლის სამუშაოთა ანალოგიურად, ნხვ სამუშაოები ახალ დონეზე აიყვანოს და სტუ ტექნიკური ინოვაციების გამოყენებით უხელმძღვანელოს მათ თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად.

აუზში მოქმედი მონიტორინგის ქსელი შესაძლებლობას შექმნის, წინა პერიოდთან შედარებით, საიმედოობის გაცილებით მაღალ დონეზე შეფასდეს ზემოქმედების ეფექტურობა და მოსალოდნელი დადებითი შედეგების შემთხვევაში, განისაზღვროს მდ. იორის ჩამონადენის ხელოვნურად გაზრდილი ნაწილი. ამ ამოცანის გადაჭრა იქნება იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი.

#### 4.2. მდ. იორის აუზში ნხვ სამუშაოთა ჩატარების პირველ ეტაპზე (1979-1990)

##### მიღებული შედეგები

წინამდებარე ანგარიშის ქვეთავში 2.3.1 განხილულია მოკლე ინფორმაცია იორის აუზში 1979-1990 წლებში ჩატარებული ნხვ სამუშაოების შესახებ. ქვემოთ დამატებით მოყვანილია უფრო დეტალური მონაცემები, რომლებიც ასახავს ზემოქმედების ობიექტების ტიპურ პარამეტრებს, დამატებით ექსპერიმენტულ ერთეულებს, მიღებული შედეგების ფიზიკურ და ეკონომიკურ ეფექტურობას.

ზემოქმედებისთვის შერჩეული 1000 კმ<sup>2</sup> ფართობის საცდელი ტერიტორია მოიცავდა მდ. იორის ზემო წელის აუზს ბორბალის მთიდან სოფ. პალდომდე, ხოლო 4000 კმ<sup>2</sup> ფართობის საკონტროლო ტერიტორია – მდ. არაგვისა და ქსანის ზემო და შუა წელის აუზებში. ზემოქმედების ობიექტებად შეირჩეოდა Cu cong და Cb ტიპის კონვექციური უჯრედები მახასიათებელი ჰორიზონტალური ზომებით 2-5 კმ, გადაცივებული ნაწილის ვერტიკალური სიმაღლით  $H > 2$  კმ და რადიოლოკაციური ამრეკლადობით  $\eta \geq 10^{-11}$  სმ<sup>-1</sup>  $\lambda = 3.2$  სმ ტალღაზე. უფრო მძლავრი კონვექციური უჯრედებიდან, იორის პოლიგონის პირობებში, ნალექთა გამოყოფა, როგორც წესი, ბუნებრივი პროცესებითაც საკმაოდ ეფექტურად წარმოებს და ამიტომ მათზე ზემოქმედება იშვიათ პირობებში ტარდებოდა.

რადიოლოკაციური დაკვირვებებისთვის გამოიყენებოდა მრლ-2 და მრლ-5 ტიპის ორტალღოვანი ( $\lambda = 3.2$  და 10 სმ) ლოკაციური სადგურები. ახალ პირობებში, სხვა ტიპის სადგურების გამოყენებისას (მაგ.  $\lambda = 5$  სმ სიგრძის ტალღაზე მუშაობის შემთხვევაში) საჭირო იქნება ამ მონაცემების გადაანგარიშება რადიოლოკატორის შესაბამისი ტექნიკური პარამეტრების ცვლილების გათვალისწინებით.

ღრუბლებზე ზემოქმედებისთვის გამოიყენებოდა იოდოვანი ვერცხლით აღჭურვილი ერთ- და ორსაფეხურიანი სექცეასაწინააღმდეგო რაკეტები „ალაზანი“ მოქმედების რადიუსით. შესაბამისად 4 და 8 კმ. მაკრისტალური რეაგენტის ოპტიმალური დოზირება შეადგენდა ღრუბლის 1 მ<sup>3</sup> მოცულობაზე გადაანგარიშებით  $10^3$ - $10^4$  ყინულწარმომქმნელ ნაწილაკს. ამ პრინციპის შესაბამისად, თითოეულ კონვექციურ უჯრედზე გახარჯული რაკეტების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 2-3. ზემოქმედება ტარდებოდა პოლიგონის ტერიტორიაზე განთავსებული 4 საცეცხლე წერტილიდან. რადიოლოკაციური დაკვირვებები ღრუბლებზე იმართებოდა ხელით და მათზე ჩასატარებელი ზემოქმედების პარამეტრების დადგენა წარმოებდა ცხრილების დახმარებით, ხოლო თავად ზემოქმედება ლოკატორიდან მიღებული ბრძანებით საცეცხლე წერტილზე იმართებოდა აგრეთვე ხელით.

ძირითად ექსპერიმენტულ ერთეულად მიღებული იყო 12 სთ-ში მოსული ნალექების რაოდენობა. დამატებით ექსპერიმენტულ ერთეულებად განიხილებოდა აგრეთვე სეზონური ნალექები და მდინარეთა ჩამონადენი, აგრეთვე ცალკეული კონვექციური უჯრედიდან მოსული წვიმის რაოდენობა.

მიღებული შედეგების საიმედოობის გასაზრდელად ზემოქმედება ტარდებოდა რანდომიზაციის მეთოდით, შემთხვევითობის ალბათობით 2/3 ზემოქმედების სასარგებლოდ.

სულ აღნიშნულ პერიოდში ზემოქმედება ჩატარდა 165 ექსპერიმენტულ ერთეულში და საკონტროლო ერთეულებად დატოვებულ იქნა 80 ერთეული. დამუშავებული კონვექციური უჯრედების რაოდენობამ ჯამში შეადგინა 660, ხოლო საკონტროლო უჯრედების რაოდენობამ 310.

რადიოლოკაციური დაკვირვებების, ნალექმზომი ქსელის და მდ. იორზე ჩამონადენის ჰიდროლოგიური გაზომვების მონაცემთა ერთობლივი ანალიზის შედეგად 0.90 სანდო

აღბათობის დონეზე მიღებულ იქნა, რომ აუზში ზემოქმედების შედეგად წყლის პოტენციური დამატებითი რესურსების სიდიდე შეიძლება შეფასდეს წელიწადში 30-70 მლნ ტონად [25] რაც საგუშაგო ორხევეზე მდ. იორის სრული წლიური ჩამონადენის (440 მლნ მ<sup>3</sup>) საგრძნობ ნაწილს (7-16%) წარმოადგენს. ზემოქმედების ტექნოლოგიის დახვეწისა და ზამთრის ნალექების გაზრდის შესაძლებლობის პირობებში ეს პროცენტული მაჩვენებელი მოსალოდნელია 10-20%-მდეც გაიზარდოს, რაც იდეალურ შედეგად უნდა ჩაითვალოს.

სამუშაოთა პოტენციური რენტაბელობის შეფასებამ აჩვენა, რომ მისი სიდიდე 1980-იანი წლების პირობებში იცვლებოდა 1:5-დან 1:10-მდე. ახალ ეკონომიკურ სისტემაში ეს შეფასებები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ადრე მიღებული შედეგებისგან, რაც მომავალი კვლევების საგანს უნდა შეადგენდეს.

**4.3. სხვადასხვა ქვეყნებში ნხვ სამუშაოთა წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა**

ისტორიულად ნხვ სამუშაოთა დაწყება ამერიკის შეერთებულ შტატებში წინ უსწრებდა სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების დაწყებას იტალიასა და საფრანგეთში. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ნხვ სამუშაოები ინტენსიურად წარმოებდა მრავალ ქვეყანაში, როგორც საავიაციო ტექნიკის, ისე მიწისპირა სააეროზოლო გენერატორებისა და სარაკეტო/სახენიტო ჭურვების გამოყენებით. ზოგ ქვეყანაში ნხვ სამუშაოები ვერ გამოდგა ეკონომიკურად მომგებიანი და მიმდინარე საუკუნეში ეს პროგრამები დაიხურა (მაგ. ამერიკის შეერთებულ შტატებში), ხოლო ზოგიერთ ქვეყანაში (მაგ. ჩინეთში) ნხვ პროგრამები სახელმწიფოს დიდი მხარდაჭერით სარგებლობს.

თანახმად მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) ატმოსფერულ მეცნიერებათა კომისიის (CAS) ბოლო მონაცემებისა, რომლებიც 2012-2013 წლებს მოიცავს [26] ნხვ სამუშაოები 2013 წლისთვის ტარდებოდა 33 ქვეყანაში, რომელთა სია მოყვანილია ცხრილში 4.2.1.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ მოყვანილი სია მოიცავს ქვეყნების ფართო სპექტრს, რომელთა უმეტესობა მიეკუთვნება აზიის და აფრიკის კონტინენტებს. მასში შედის როგორც ატმოსფერული ნალექებით ისეთი დარბი ქვეყნები, როგორცაა საუდის არაბეთი (ჯედა – 68 მმ), სირია (დამასკო – 190 მმ), მონღოლეთი (ულანბატორი – 198 მმ), მაღი (ტიმბუქტუ – 201 მმ), ირანი (თეირანი – 240 მმ), ასევე ნალექებით მდიდარი ქვეყნებიც: ტაილანდი (ბანგკოკი -1445 მმ), ინდონეზია (ჯაკარტა – 1816 მმ), ფილიპინები (მანილა – 2055 მმ) და მალაიზია (სანდაკანი – 3111 მმ). მონაცემები ასახავს ნალექთა საშუალო წლიურ კლიმატურ ჯამებს 2010 წლის მდგომარეობით [9].

*ცხრილი 4.2.1. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ნხვ სამუშაოთა წარმოება (2012 – 2013 წწ. მონაცემები)*

№	ქვეყანა	№	ქვეყანა
1	ავსტრალია	18	მაროკო
2	ალჟირი	19	მექსიკა
3	არაბთა გაერთიანებული ემირატები	20	მონღოლეთი
4	არგენტინა	21	პაკისტანი
5	ბურკინა ფასო	22	რუსეთის ფედერაცია
6	ზიმბაბვე	23	სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა
7	იაპონია	24	საუდის არაბეთი
8	ინდოეთი	25	საფრანგეთი
9	ინდონეზია	26	სენეგალი
10	იორდანია	27	სირია
11	ირანი	28	ტაილანდი
12	ისრაელი	29	უზბეკეთი
13	კორეის რესპუბლიკა	30	ფილიპინები
14	კუბა	31	ჩადი
15	ლიბია	32	ჩილე
16	მალაიზია	33	ჩინეთი
17	ალი		

ცხადია, რომ აღნიშნული პუნქტები სრულად არ ასახავს ატმოსფერულ ნალექთა რეალურ განაწილებას იმ ქვეყნების რეგიონებში, სადაც მიმდინარეობს ნხვ სამუშაოები, მაგრამ მაინც იძლევა მიახლოებით სურათს საორიენტაციო შეფასებებისთვის. ზემოთ აღნიშნული მიზეზის გამო წერტილოვანი მონაცემები არ არის მოყვანილი მრავალფეროვანი კლიმატის მქონე დიდი ქვეყნებისთვის (რუსეთის ფედერაცია, ჩინეთი, ინდოეთი), სადაც ნხვ სამუშაოები ტარდება სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში.

მიუხედავად ამ თავისებურებებისა, მოყვანილი მონაცემები მაინც მოწმობს იმ დიდ ინტერესს, რომელსაც იჩენს ჩამოთვლილი ბევრი ქვეყანა დამატებითი ნალექების ხელოვნურად გამოწვევის პრობლემისადმი. აღნიშნული საკითხის უფრო დეტალურ განხილვას ცალკე ანგარიში უნდა დაეთმოს.

#### 4.4. წლის თბილ პერიოდში კონვექციური ღრუბლებიდან ნხვ სამუშაოთა ჩატარების მეთოდობა

##### 4.4.1. ზემოქმედების კონცეფცია

ნალექთა ხელოვნური გაზრდის მეთოდი მიზნად ისახავს უარყოფით ტემპერატურაზე ღრუბლის კოლოიდური მდგრადობის ხელოვნურ დარღვევას საღრუბლო გარემოში კრისტალიზაციის, სუბლიმაციისა და კოაგულაციის პროცესების სტიმულირების გზით. იდეას საფუძვლად უდევს ის მოსაზრება, რომ განსხვავებით დასავლეთ საქართველოსგან, სადაც ატმოსფერო გაჯერებულია ზღვიდან წამოსული ჰიგროსკოპული კონდენსაციის ბირთვებით, აღმოსავლეთ საქართველოს შედარებით არიდულ კლიმატში ატმოსფეროში პრევალირებს ნაკლები კონცენტრაციით ყინულწარმომქმნელი ბირთვები, რაც განაპირობებს ამ რეგიონში წარმომქმნელი კონვექციური ღრუბლების დიდ სიმაღლეებამდე (14-15 კმ ზღ.) განვითარებას და მათში გადაცივებული ნაწილის დიდ ვერტიკალურ სიმძლავრეს. ზემოქმედების მიზანს შეადგენს ამ გადაცივებულ ნაწილში ყინულის კრისტალების შექმნა (მძლავრი გროვა ღრუბლის Cu cong შემთხვევაში) ან მათი რაოდენობის გაზრდა (განვითარების სტადიაში მყოფი გროვა-საწვიმარი ღრუბლის Cb შემთხვევაში) ნალექწარმომქმნელი პროცესის ოპტიმალური მსვლელობის ხელშესაწყობად. იმ შემთხვევაში, როდესაც გროვა-საწვიმარი ღრუბელი უკვე მოწიფულ სტადიაში იმყოფება და ნალექწარმომქმნელი პროცესი მასში ბუნებრივად მიმდინარეობს, ზემოქმედების ჩატარება მასზე აღარ არის საჭირო.

ღრუბლის გადაცივებულ ნაწილში მაკრისტალური რეაგენტის შეტანა კონცენტრაციით  $10^3$ - $10^4$  ყინულწარმომქმნელი ბირთვი  $1\text{მ}^3$  მოცულობაში გამოიწვევს საღრუბლო ნაწილაკების უფრო სწრაფ ზრდას შედარებით დაბალ სიმაღლეებზე, ნალექთა ზრდის დაჩქარებასა და გამოყოფას საცდელ ტერიტორიაზე. 10 წელიწადზე მეტი ხნის მანძილზე იორის პოლიგონზე ამ კონცეფციის საფუძველზე ჩატარებულმა ასობით ექსპერიმენტმა დაამტკიცა მისი სამართლიანობა და სიახლოვე ღრუბლებში რეალურად მიმდინარე პროცესებთან.

კერძოდ, იორის აუზის პირობებში 2-5კმ დიამეტრის მქონე ცალკეულ Cu cong ტიპის მძლავრ კონვექციურ ღრუბლებზე რამდენიმე რაკეტით ზემოქმედების შედეგად, შესაფერისი აეროსინოპტიკური სიტუაციის შემთხვევაში, უმეტესად დაიკვირვებოდა მათი გადაზრდა იზოლირებულ გროვა-საწვიმარ ღრუბლად Cb ნალექთა გამოყოფით, თუმცა ზოგჯერ ადგილი ჰქონდა ღრუბლის დაშლას ნალექთა გარეშე. რამდენიმე კონვექციური უჯრედისგან შემდგარი მძლავრი გროვა-საწვიმარი ღრუბლის შემთხვევაში ზემოქმედება განვითარების სტადიაში მყოფ უჯრედზე ხშირად იძლეოდა ნალექთა გაძლიერებას მეზობელ უჯრედებთან შედარებით, მაგრამ ზოგჯერ იწვევდა უჯრედის ნაადრევ დაშლასაც, რაც საცდელი ტერიტორიის შედარებით მცირე ზომის გათვალისწინებით მაინც დადებით შედეგად შეიძლება ჩაითვალოს.

მძლავრი ფრონტალური პროცესების დროს ნალექთა ხელოვნური გაზრდის მიზნით ჩატარებულმა ზემოქმედებამ ზოგ შემთხვევაში სეტყვის მასტიმულირებელი როლიც შეიძლება შეასრულოს. დაუსახლებელ და ტყეებით დაფარულ ტერიტორიაზე ამ დროს ნხვ აშკარად გამოხატულ დადებით ეფექტს იძლევა სეტყვის თანმდევი ძლიერი თქეში ნალექის გამო, მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით დაფარულ დასახლებულ ტერიტორიებზე ამან შესაძლებელია დიდი ზარალიც გამოიწვიოს. ასეთ პირობებში ნხვ სამუშაოთა ჩატარება დიდ სიფრთხილეს მოითხოვს.

#### 4.4.2. სამუშაოთა ორგანიზება

იორის აუზში ნხვ სამუშაოთა ახალ ეტაპზე ჩატარების ხელმძღვანელობა უნდა წარმოებდეს თბილისში განთავსებული საკომანდო პუნქტიდან (სპ), რომელშიც თავს მოიყრის სხვადასხვა წყაროებიდან მიღებული აეროსინოპტიკური და რადიოლოკაციური ინფორმაცია, კონვექციური პროცესების მოდელირების შედეგები და მონიტორინგის ქსელიდან მიღებული მონაცემები ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მიმდინარე პროცესების შესახებ.

კონვექციური პროცესების განვითარების საპროგნოზო მონაცემები მიიღება ინტერნეტის სპეციალიზებული ვებ-გვერდებიდან, რომელთა დახმარებითაც, მოდელური გამოთვლების შედეგების გათვალისწინებით, საკომანდო პუნქტზე მიიღება გადაწყვეტილება სამუშაო დღის განმავლობაში ოპერატიული მზადყოფნის შესაბამისი დონის გამოცხადების შესახებ. სამუშაო დღის განმავლობაში, მონიტორინგის ქსელიდან მიღებული მონაცემების შესაბამისად, პროგნოზი ყოველ 3 საათში განახლებადი უნდა იყოს.

საპროგნოზო მონაცემების მიუხედავად, რადიოლოკაციური სადგური (რლს) თითქმის უწყვეტ რეჟიმში უნდა აწარმოებდეს დაკვირვებებს 50კმ რადიუსში მიმდინარე კონვექციური პროცესების განვითარებაზე და მათი გააქტიურების შემთხვევაში გადაწყვიტოს სპ მზადყოფნის უფრო მაღალ დონეზე. თავად რადიოლოკაციური სადგური, ნხვ სამუშაოთა წინა პერიოდში მიღებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით, განთავსებული უნდა იყოს სოფ. თოლენჯის მახლობლად მდებარე გორშეგარდენის მაღლობზე (1200 მ ზ.დ.), საიდანაც კარგად კონტროლდება იორის აუზის ზემო ნაწილი და მისი მიმდებარე ტერიტორიები მდ. ქსნის აუზის ჩათვლით. მიუხედავად ამისა, არ არის გამორიცხული, ნხვ სამუშაოთა ახალ ეტაპზე, რადიოლოკაციური დაკვირვებები გადატანილი იქნას გომბორის ქედის ყველაზე მაღალ ადგილზე – მთა ცივზე (1991 მ ზ.დ.), საიდანაც სრულად კონტროლდება იორის აუზის მთელი ტერიტორია და აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა მდინარეების – არაგვის, ქსნის, ლიახვის, ქცია-ხრამისა და ალაზნის აუზები. 1980-იან წლებში აქ ფუნქციონირებდა საჰაერო თავდაცვის საკავშირო სისტემაში შემავალი მძლავრი რლს თავისი ინფრასტრუქტურით. ამჟამად მასთან მიყვანილია საავტომობილო გზა. რლს უნდა გააჩნდეს პირდაპირი უწყვეტი კავშირი საკომანდო პუნქტთან. კონვექციური პროცესების განსაკუთრებით აქტიური განვითარების პერიოდში რლს მოედანი შეიძლება გამოიყენებოდეს სპეციალისტ-მეტეოროლოგთა მიერ ღრუბლებზე ვიზუალური დაკვირვებების ჩასატარებლად.

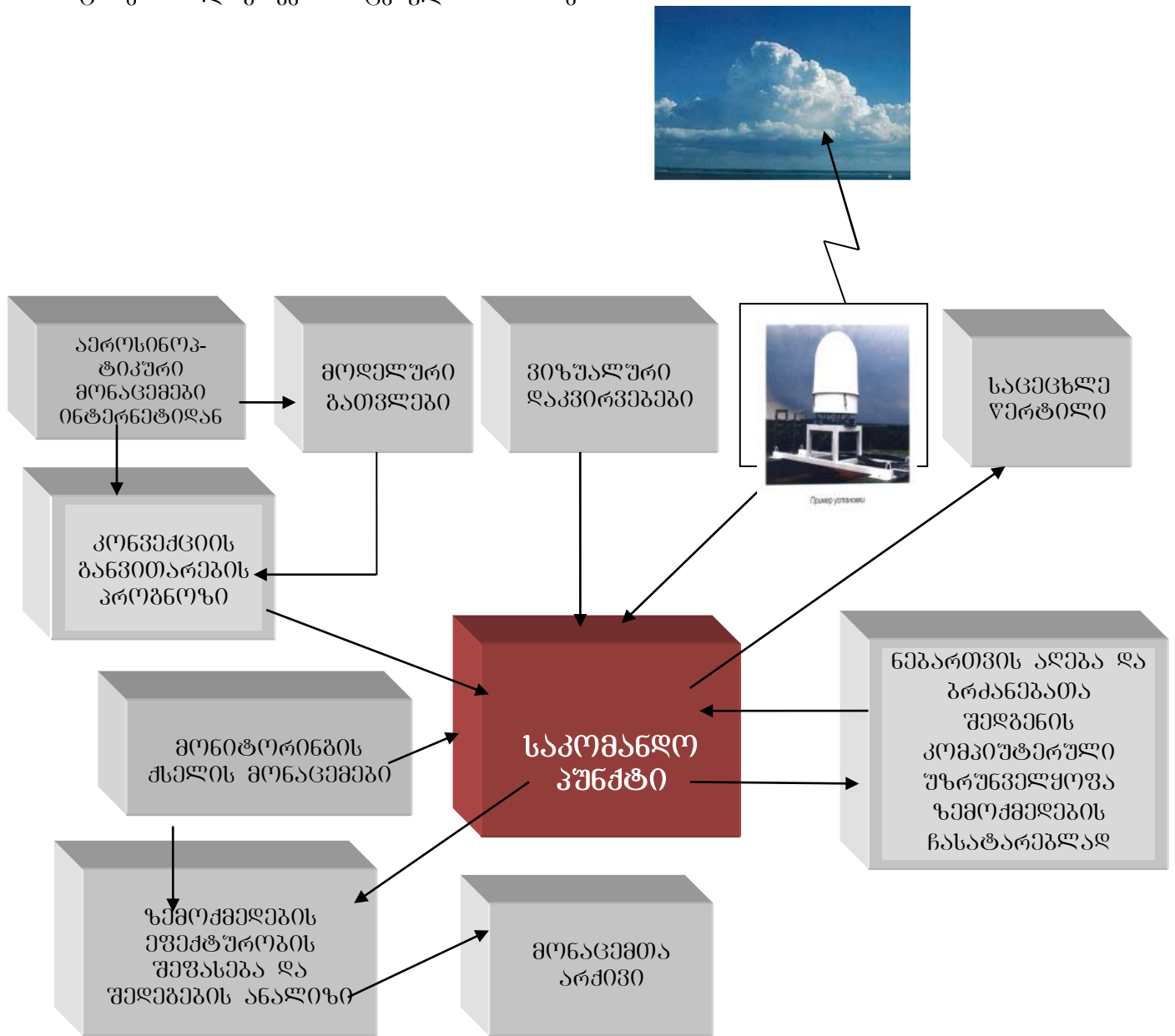
რადიოლოკაციური დაკვირვებების პარალელურად, ღრუბლებზე ზემოქმედების ეფექტურობის ყველაზე ობიექტურ მონაცემებს იძლევა მონიტორინგის ქსელი, რომელიც „ონლაინ“ რეჟიმში უზრუნველყოფს ინფორმაციის მიღებას ზემოქმედებაქმნილი და საკონტროლო ღრუბლებიდან ნაღვეთა მოსვლის, მათი არეალის, ხანგრძლივობისა და რაოდენობის შესახებ. ეს მონაცემები ფასდაუდებელ სამსახურს გაუწევს ზემოქმედების როგორც ფიზიკური ეფექტურობის დადგენას, ასევე მისი ეკონომიკური სარგებლობის შეფასებას. ზემოქმედების ეკონომიკური შეფასებების თვალსაზრისით განსაკუთრებით ეფექტურად უნდა ჩაითვალოს ქსელის ჰიდროლოგიური დეტექტორების მონაცემები, რომლებიც საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად შეფასდეს აუზში დამატებითი წყლის რესურსების რაოდენობა.

რესურსული ღრუბლების პოტენციალის სრულად გამოყენების მიზნით იორის აუზში ნხვ სამუშაოები უნდა წარმოებდეს აპრილის დასაწყისიდან ოქტომბრის ბოლომდე, რა დროსაც საკომანდო პუნქტი უწყვეტ რეჟიმში უნდა მუშაობდეს. საკომანდო პუნქტი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს ნხვ ქვედანაყოფის მთავარ რგოლს უნდა წარმოადგენდეს და უშუალოდ უნდა ექვემდებარებოდეს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ამრიგად, ზემოთ ჩამოთვლილ წყაროებზე დაყრდნობით საკომანდო პუნქტზე თავს მოიყრის შემდეგი სახის ინფორმაცია:

- აეროსინოპტიკური მონაცემები ინტერნეტიდან;
- კონვექციის განვითარების მოდელური გათვლების შედეგები;
- რადიოლოკაციური დაკვირვებების მონაცემები;
- მონიტორინგის ქსელის მონაცემები ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ატმოსფერული ელემენტების განაწილებისა და დროში მათი ცვლილების შესახებ;
- კონვექციის განვითარებაზე ვიზუალური დაკვირვებების შედეგები.

სადაც ტერიტორიაზე და მის შემოგარენში კონვექციური ღრუბლების Cu cong და Cb სტადიაში გადასვლის შემთხვევაში, რადიოლოკაციურ მონაცემთა გათვალისწინებით, საკომანდო პუნქტი მიმართავს საჰაერო მოძრაობის მართვის ცენტრს დროის გარკვეულ ინტერვალში ზემოქმედების ტერიტორიაზე საჰაერო სივრცის სარაკეტო ზემოქმედებისვის გათავისუფლების მოთხოვნით. ზემოქმედებაზე ნებართვის მიღების შემდეგ, საკომანდო პუნქტს აქვს უფლება გადასცეს ბრძანებები საცეცხლე წერტილებს ზემოქმედების ჩასატარებლად რადიოლოკაციური მონაცემების შესაბამისად გამომუშავებული პარამეტრებით. ხანგრძლივი პროცესის შემთხვევაში სპ მოითხოვს ნებართვის გაგრძელებას მართვის ცენტრისგან. ინფორმაცია ყველა მოთხოვნების, ნებართვებისა და გაცემული ბრძანებების შესახებ ავტომატურად იწერება სპ-ზე და სამუშაო სეზონის განმავლობაში შემოსულ და გაცემულ ყველა ინფორმაციასთან ერთად, რადიოლოკაციური მონაცემების ჩათვლით, ელექტრონული ფორმით ინახება საკომანდო პუნქტის სპეციალურ არქივში. ამ ინფორმაციის ანალიზის შედეგად უნდა შედგეს თვეში/სეზონში ჩატარებული სამუშაოთა შემაჯამებელი ანგარიში, რომლის საბოლოო მიზანია მათი ფიზიკური და ეკონომიკური ეფექტურობის დადგენა, გამოყენებული მეთოდების დახვეწა და, საჭიროების შემთხვევაში, მისი დანერგვა აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა მდინარეთა აუზებში. სამუშაოთა ჩატარების ბლოკ-სქემა მოცემულია ნახაზზე 4.3.1.



ნახ. 4.3.1. იორის პოლიგონზე ნზე სამუშაოთა ჩატარების ბლოკ-სქემა



#### 4.4.3. ზემოქმედების ჩატარება

თანამედროვე ეტაპზე კონვექციურ ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარება ავტომატიზებულ რეჟიმში წარმოებს და მომსახურე პერსონალის ფუნქცია გასაშვებ დანადგარში მხოლოდ რაკეტების ჩატვირთვით შემოიფარგლება დანადგარში მათი კომპლექტის ამოწურვის/სრულად გახარჯვის შემდეგ.

საჰაერო მოძრაობის მართვის ცენტრიდან ნებართვის მიღების შემდეგ ზემოქმედების ხელმძღვანელი რადიოლოკაციური მონაცემების მიხედვით შეარჩევს ზემოქმედებისთვის შესაფერის ღრუბელს, კომპიუტერული პროგრამით განისაზღვრება მისი კოორდინატები, გასაშვები რაკეტების რაოდენობა და ხელმძღვანელის ბრძანება სრულდება ავტომატურად. რადიოლოკაციური უწყვეტ რეჟიმში აწარმოებს დაკვირვებას ზემოქმედების ეფექტზე და საჭიროების შემთხვევაში ზემოქმედების ოპერაცია შეიძლება გამეორდეს. პროცედურა მთლიანად იწერება ელექტრონულ ფორმატში, რის საფუძველზეც ხდება ჩატარებული სამუშაოს ანალიზი და ეფექტურობის შეფასება.

#### 4.4.4. ზემოქმედების შედეგების გაფორმება და არქივირება

თითოეული სამუშაო დღის დოკუმენტაცია, რომლის დროსაც ჩატარდა ზემოქმედება ან/და დაკვირვება საკონტროლო ღრუბლებზე, უნდა მოიცავდეს ინფორმაციას შემდეგ საკითხებზე:

- A. აეროსინოტიკური და კონვექციის განვითარების პროგნოზის მონაცემები. ეს ინფორმაცია მიიღება ინტერნეტიდან და ატმოსფერული პროცესების მოდელირების ცენტრიდან და საჭიროებს ყოველ სამ საათში განახლებას. სამუშაო დღის ანგარიშში შეიტანება დღის განმავლობაში გაანალიზებული პროცესების საერთო/ზოგადი მიმოხილვა.
- B. რადიოლოკაციური მონაცემები. ეს ინფორმაცია მოიცავს როგორც საცდელ ტერიტორიაზე და მის შემოგარენში დღის განმავლობაში განვითარებულ კონვექციურ ღრუბლებზე რ/ლ დაკვირვების მასალებს, ისე ცალკეულ კონვექციურ უჯრედებზე ჩატარებული ზემოქმედების მონაცემებს.
- C. ზემოქმედების მონაცემები. ეს ინფორმაცია უნდა შეიცავდეს მონაცემებს დღის განმავლობაში ღრუბლებზე ზემოქმედებაში მონაწილე საცეცხლე წერტილებისა, მათ მიერ დამუშავებული უჯრედებისა და გახარჯული რაკეტების ტიპისა და რაოდენობის შესახებ.
- D. მონიტორინგის ქსელის მონაცემები. ეს მასალა უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას მოცემულ დღეს საცდელ ტერიტორიაზე ზემოქმედების დაწყებამდე მიწისპირა ფენაში მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილებისა და მდინარეთა შერჩეულ კვეთებში წყლის დონის შესახებ, აგრეთვე ამ პარამეტრების ცვლილების შესახებ ზემოქმედების დაწყებიდან ნებისმიერ 5-წუთიან ინტერვალებში მთელი დღე-ღამის განმავლობაში. სამუშაო დღის მანძილზე ჩატარებული ოპერაციული საქმიანობის წინასწარი ანგარიშის შედგენის შემდეგ აღნიშნული მონაცემები გადაეცემა საკომანდო პუნქტის არქივს და გამოყენება თვის ან/და სეზონის ანგარიშის შესადგენად.
- E. ზემოქმედების ეფექტურობის შეფასება. ზემოქმედების ფიზიკური ეფექტურობა შეიძლება შეფასდეს როგორც ცალკეული დღის მასშტაბით, ასევე თვის ან სეზონის მონაცემებით. ეფექტურობის შესაფასებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას სამუშაო დღის განმავლობაში ცალკეულ ღრუბლებზე ჩატარებული ზემოქმედებისა და საკონტროლო ღრუბლებზე ჩატარებული რადიოლოკაციური დაკვირვებებისა და მონიტორინგის ქსელის მონაცემები, მათ შორის მდინარეთა შერჩეულ კვეთებში ჰიდროლოგიური გაზომვებით მიღებული ინფორმაცია. შეიძლება გამოყენებული იყოს აგრეთვე მონიტორინგის ქსელის მეშვეობით მიღებული ინფორმაცია საცდელ ტერიტორიაზე ზემოქმედებაქმნილ და საკონტროლო ნახევარ დღე-ღამეებში მოსულ ნალექთა ჯამური რაოდენობის შესახებ.

ზემოქმედების ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასება ემყარება ზემოქმედების ფიზიკური ეფექტურობის გათვალისწინებით ხელფონური გზით მიღებული დამატებითი წყლის რესურსების გამოყენებით ეკონომიკური ეფექტურობის დადგენას სოფლის მეურნეობაში (მოსავლიანობის გაზრდა სარწყავ ტერიტორიებზე, მათ შორის საძოვრების პროდუქტიულობის მატება), ჰიდროენერგეტიკაში (ელექტროენერჯის გამომუშავების გაზრდა არსებულ 4 ჰიდროელექტროსადგურზე) და დასახლებული პუნქტების (მათ შორის თბილისისა და რუსთავის) წყალმომარაგებაში. ამ ბოლო საკითხში შეიძლება გათვალისწინებული იქნას აგრეთვე

შემოსავლების ზრდა ტურიზმის სექტორიდან, რომელიც წყლის დამატებით რესურსებს მოიხმარს აგროტურიზმის გასაავითარებლად, განსაკუთრებით იორის ზემო წელში, სადაც მნიშვნელოვანი პოტენციალი არსებობს ტურიზმის ამ მიმართულებით სტიმულირებისთვის.

#### 4.5. წლის ცივ პერიოდში მდ. იორის აუზში ნ ხგ სამუშაოთა ჩატარების პერსპექტივები

ზამთრის ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გაზრდის კონცეფცია, ზაფხულის კონვექციური ღრუბლების ანალოგიურად, ემყარება ღრუბლის კოლოიდური მდგრადობის დარღვევას  $-5^{\circ}\text{C}$  დაბალ ტემპერატურაზე მყოფ საღრუბლო გარემოში AgI ტიპის მაკრისტალური, ან მშრალი  $\text{CO}_2$  ტიპის გამაცივებელი/ყინულწარმოქმნელი რეაგენტის შეტანით. იმის გამო, რომ ზემოქმედებისთვის განკუთვნილ ღრუბლებს შეადგენს St-Sc ტიპის საღრუბლო სისტემები მახასიათებელი ზომებით 10-100 კმ, მათზე ზემოქმედებისთვის ვაკე ტერიტორიებზე გამოიყენება თვითმფრინავი, ხოლო მთიანი რელიეფის პირობებში – მიწისპირა სააეროზოლო გენერატორები.

იორის აუზი, განსაკუთრებით აღნიშნული ტიპის საღრუბლო რესურსებით მდიდარი მისი ზემო ნაწილ, მთაგორიანი რელიეფით ხასიათდება, რომლის მახასიათებელი სიმაღლეები იცვლება 1000-დან 3000 მ-მდე ზ.დ. სევანის ტბის აუზში ანალოგიურ პირობებში დისტანციურად მართვადი სააეროზოლო გენერატორების გამოყენების პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ამ შემთხვევაში დიდ საფრთხეს შეიცავს მათი სახარჯი ბლოკის – პიროელემენტების შეცვლის ამოცანა, რისთვისაც მიუვალ მალღობებზე და მწვერვალებზე შვეულმფრენის გამოყენებაა საჭირო. აღნიშნულ პირობებში, განსაკუთრებით ზამთარში ჰაერის მძლავრი აღმავალი და დაღმავალი ნაკადები დიდ საშიშროებას უქმნის საფრენ აპარატს, რაც ზოგჯერ მის დაღუპვას იწვევს.

მიღებული გამოცდილების გათვალისწინებით, აგრეთვე იორის აუზის შედარებით მცირე მასშტაბებისა და ზამთრის პირობებში იორის ხეობაში და გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე რუსურული ღრუბლების წარმოქმნის შესაძლებლობათა მხედველობაში მიღებით, მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს მიწისპირა სააეროზოლო გენერატორების დადგმა შორეული დასახლებული პუნქტების მახლობლად, რაც შესაძლებელს გახდის გენერატორების ტექნიკურ მომსახურებას ამავე დროს საღრუბლო სისტემებთან მათი სიახლოვისა და რიგ შემთხვევებში ამ სისტემებში მათი ყოფნის პირობებში. ეს დასახლებული პუნქტები, სავარაუდოდ, შეიძლება იყოს ზემო არტანი, ხაიშო, ლიშო, თიანეთი, სიონი, გომბორი, მთა ცივი, დედოფლისწყარო.

## ლიტერატურა

1. The Handbook for Management and Restoration of Aquatic Ecosystems in River and Lake Basins. INBO, GWP, ONEMA, JOW, 2015.
2. მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის სახელმძღვანელო. ფლორიდის საერთაშორისო უნივერსიტეტი (FIU). [http://google.ge/Watershed – management – Guideline – GEO](http://google.ge/Watershed-management-Guideline-GEO)
3. სვანიძე გ. და სხვ. წყლის რესურსების მოწყვლადობა. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი, თბილისი, 1999, გვ. 93-101.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9. Гидрометеиздат, Ленинград, 1974.
5. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
6. Haisman B.Murray-Darling River Basin Case Study, Australia. 2004. [www. Google.ge Australia\\_MurrayDarling FINAL](http://www.Google.ge/Australia_MurrayDarling_FINAL)
7. Jones R. Water resources case study: The Murray-Darling Basin in Australia. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005, pp. 241-244
8. Watkins A.B. The Australian drought of 2005. WMO Bulletin, vol.54(3), 2005, pp.156-162
9. Concise Atlas of the World. National Geographic Society, 2012, pp. 113-123
10. საქართველოს სსრ კურორტები და საკურორტო რესურსები. მოსკოვი, 1989, გვ. 25
11. Справочник по климату СССР, вып. 14, часть II. Гидрометеиздат, Ленинград, 1967.
12. Справочник по климату СССР, вып. 14, часть IV. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970.
13. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. საქ. გარემოსა და ბუნ. რეს. დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015.
14. The OECD Principles on Water Governance. INBO Newsletter, №24, 2016, p.9
15. საქართველოს ნიადაგების რუკა (რედ. თ. ურუშაძე). „კარტოგრაფია“, თბილისი, 1999.
16. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე. საქ. მეორე ეროვ. შეტყობინების მომამზ. ჯგუფი. თბილისი, 2008.
17. ლაჩაშვილი ი., ლაჩაშვილი ნ., ხაჩიძე მ. ქიზიყის (აღმოსავლეთ საქართველო) ფლორის კონსპექტი. „უნივერსალი“, თბილისი, 2007.
18. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. საქ. გარემოს დაცვისა და ბუნ. რესურსების სამინისტრო / UNDP, თბილისი, 2009.
19. Богомолов Ю., Буачидзе И., Зедгенидзе С. Подземные воды. Мысль, Москва, 1983.
20. Shotadze M., Barnovi E. Rapid Assessment of the Rioni and Alazani-Iori River Basins of Georgia. Technical report 2. USAID-Global Water for Sustainability. 2011. [www. Globalwaters.net](http://www.Globalwaters.net)
21. Обоснование работ по исследованию возможностей искусственного регулирования атмосферных осадков в бассейне р. Иори с целью увеличения располагаемых водных ресурсов Сионского и Тбилисского водохранилищ - Проект Иори (Рук. акад. Г. Г. Сванидзе, отв. исп. Б. Ш. Бериташвили), Закнигми, Тбилиси, 1978.
22. Методические указания по организации и проведению работ по искусственному увеличению осадков из конвективных облаков с помощью противорадовой техники (сост. Г.Г. Сванидзе, Н.А. Бегалишвили, М.Р. Ватьян, А.И. Карцивадзе, Ш.Л. Гудушаури). Москва, Гидрометеиздат, 1986. 25стр.
23. Tsintsadze T. A Mathematical Model of River Runoff Formation in case of Anthropogenic Impact on Cloud Systems. Internat. Conference „Hydrological Processes in the Catchment”. Krakow, Poland, 1986, pp. 163-169.
24. ცინცაძე თ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., სალუქვაძე მ. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2013, 78გვ.
25. სვანიძე გ., ბეგალიშვილი ნ., ბერიტაშვილი ბ. აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პროექტის შესრულების შედეგები. თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის 150 წლისთავისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული. „მეცნიერება“, თბილისი, 1997, გვ. 51-58.