

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.583

„ვამტკიცებ“  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის  
დირექტორი თ. ცინცაძე

„ \_\_\_\_\_ “

კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის  
დამუშავება ცალკეულ მდინარეთა აუზებისათვის წყლის  
ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით  
(მდ. იორის მაგალითზე)

დასკვნითი ანგარიში  
(2018-2021)

შემსრულებლები:

ბ. ბერიტაშვილი

თ. ცინცაძე

ნ. კაპანაძე

ნ. ცინცაძე

ს. მდივანი

ნ. ზოტიკიშვილი

ნ. ხუფენია

თბილისი  
2021

შემსრულებელთა სია

მთავარი მეცნ. თანამშრ.  
გეოგრაფ. მეცნ. დოქტორი

**ბ. ბერიტაშვილი**  
(შესავალი, თავი 1)

მთავარი მეცნ. თანამშრ.  
ტექნიკ. მეცნ. აკად. დოქტორი

თ. ცინცაძე  
(შესავალი, თავები: 2, 3, 4)

უფროსი მეცნ. თანამშრ.  
გეოგრაფ. მეცნ. აკად. დოქტორი

ნ. კაპანაძე  
(შესავალი, თავები: 1, 2, 3, 4, 5, 6)

უფროსი მეცნ. თანამშრ.

ნ. ცინცაძე  
(შესავალი, თავი 3,

4)

მეცნ. თანამშრ.

ს. მდივანი  
(თავი 1, 2)

მეცნ. თანამშრ.

ნ. ხუფენია  
(თავი 1, 2)

წამყვანი ინჟინერი

ნ. ზოტიკიშვილი  
(შესავალი, თავი 3)

## რეფერატი

ანგარიში შეიცავს : 99 გვერდს, 14 ცხრილს, 21 ნახაზს, 5 სურათს, 79 დასახლების ლიტერატურას.

**საკვანძო სიტყვები:** წყლის რესურსები, ინტეგრირებული მართვა, ადაპტაციის სტრატეგია, სააუზო მართვის მოდელი.

ევროგაერთიანების ჩარჩო დირექტივის მიხედვით, კვლევის ძირითადი საგანი არის წყლის რესურსი, ხოლო სხვა რესურსები განიხილება წყალზე მათი ზემოქმედების კუთხით. აღნიშნულის გათვალისწინებით, წინამდებარე ნაშრომში ძირითადი აქცენტი გადატანილი იქნა მდინარე იორის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და ჰიდრომეტეოროლოგიურ გამოკვლევაზე, წყლის ძირითად მომხმარებლების გამოვლენაზე, აუზზე ადამიანის საქმიანობით გამოწვეულ ზეწოლასა და მის გამომწვევ მიზეზებზე. ყურადღება გამახვილებულია წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პროცესში როგორც ჰიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის, ისე წყლის ხარისხის მონიტორინგის უდიდეს როლზე.

განალიზებულია მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის სამართლებრივი, პოლიტიკური, ინსტიტუციური და ეკონომიური მექანიზმები. მსოფლიო გამოცდილების მაგალითზე ნაჩვენებია მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის თეორიული საფუძვლების, მიზნებისა და ამოცანების პრაქტიკაში დანერგვის შესაძლებლობა. შემოთავაზებულია სააუზო მართვის მოდელის საწყისი ვარიანტი, რომელიც გულისხმობს ინტეგრირებულ მიდგომას და უზრუნველყოფს წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას.

შესწავლილია კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და მოყვანილია შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები. ნაღვეთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები, მათი ეფექტურობის გათვალისწინებით, განხილულია როგორც კლიმატის ცვლილებასთან ერთ-ერთი ძირითადი საადაპტაციო სტრატეგია.

შესწავლილია პოტენციური დამატებითი წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა წყლის ინტეგრირებული მართვის სტრუქტურაში, როგორც იორი-არაგვის ჰიდროსისტემაში შემავალი სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავების, ასევე საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში არსებული ფარავნის ტბის, წალკისა და ალგეთის წყალსაცავებისთვის.

## შემოკლებები

გსს - გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები

მაიმ- მდინარეთა აუზების ინტეგრალური მართვა

მშპ - მთლიანი შიდა პროდუქტი

ნხგ- ნალექთა ხელოვნური გაზრდა

ჟბმ -ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება

BOD<sub>5</sub> -ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება

EUWI+ - ევროკავშირის წყლის ინიციატივა პლიუს აღმოსავლეთ პარტნიორობის ქვეყნებისათვის

PCB - პოლიქლორირებული ბიფენილი

GWP - წყლის გლობალურმა პარტნიორობა

ESA-European Space Agency-ევროპის კოსმოსური სააგენტო

INBO - აუზების ორგანიზაციის საერთაშორისო ქსელი

MEPA - გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო

PAH - პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადი

SWMCG - საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანია

UNFCCC - გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩაჩო კონვენციისთვის

USAID - ამერიკელი ხალხის მიერ ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტო

WFD - წყლის ჩარჩო დირექტივა

WTP - წყლების გამწმენდი ნაგებობა

WWTP- ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობები

## შინაარსი

გვ.

	რეზიუმე	7
	შესავალი	8
1	საქართველოში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრობლემაზე 1980-იანი წლებიდან წარმოებულ სამუშაოთა მიმოხილვა	10
2	მდინარეთა აუზების ძირითადი ბუნებრივი რესურსები, ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები	18
	2.1 მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის ტერმინის განმარტება	18
	2.2 მდინარეთა აუზების ძირითადი ბუნებრივი რესურსები	18
	2.3 მდინარის აუზის ტიპური ფუნქციები	19
	2.4 მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის დანერგვისათვის საჭირო მექანიზმები	21
3	მდინარე იორის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით	23
	3.1 მდ. იორის აუზის ზოგადი დახასიათება	23
	3.1.1 რელიეფი	23
	3.1.2 ჰავა	26
	3.1.3 ნიადაგები	28
	მდ. იორის აუზის ბიომრავალფეროვნება	30
	3.2 იორის აუზის ბუნებრივი გარემო	32
	3.2.1 კლიმატური პირობები	32
	3.2.2 ჰიდროლოგიური ქსელი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი	35
	3.2.3 მიწისქვეშა წყლები	39
	3.3 მდ. იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა	40
	3.4 მდინარი იორის აუზის წყლის რესურსების ძირითადი მომხმარებლები	43
	3.4.1 თიანეთის მუნიციპალიტეტი	44
	3.4.2 საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი	44
	3.4.3 სიღნაღის მუნიციპალიტეტი	45
	3.4.4 დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი	46
	3.4.5 იორის აუზის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტების მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის შემაჯამებელი სტატისტიკური ინფორმაცია	47
	3.5 ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედება მდ. იორის აუზზე	48
4	წყლის რესურსების მენეჯმენტი მდ. იორის აუზში	50
	4.1 ისტორიული მიმოხილვა	50
	4.2 თანამედროვე მდგომარეობა	50
	4.3 წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა	53
	4.3.1 ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგი	54

	4.3.2	წყლის ხარისხის მონიტორინგი	61
	4.3.3	წყლის ბიომონიტორინგი	63
5		წყლის რესურსების მართვის მოდელები	64
	5.1	წყლის რესურსების მართვის კომპიუტერულ მოდელები	64
	5.2	წყლის რესურსების სააუზო მართვის მოდელები	66
	5.3	მდ.იორის აუზის მართვის საპილოტე მოდელი	68
6		კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება მდინარე იორის აუზისთვის	71
	6.1	კლიმატის ცვლილება	71
	6.2	კლიმატის ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები	71
	6.3	ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა წყლის რესურსების კონსერვაციისთვის	76
	6.4	ნალექთა ხელოვნური გაზრდა, როგორც ადაპტაციის ძირითადი საშუალება	77
	6.5	ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები	80
	6.6	ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ჩართვა მდ. იორის წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის სამომავლო სისტემაში	83
		რეკომენდაციები	87
		დასკვნები	90
		ლიტერატურა	95

## რეზიუმე

განხილულია მდინარის აუზის ინტეგრირებული მართვის კონცეფციის წარმოშობისა და ევოლუციის ისტორია. შესწავლილია მდინარეთა აუზების ტიპური ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები. მსოფლიო გამოცდილების მაგალითზე ნაჩვენებია მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის თეორიული საფუძვლების, მიზნებისა და ამოცანების პრაქტიკაში დანერგვის შესაძლებლობა.

განხილული და გაანალიზებულია მდ.იორის აუზის რელიეფი, ჰავა, ნიადაგი, ინფრასტრუქტურა, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები, მიწისქვეშა წყლები, ბიომრავალფეროვნება, იორის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტების - თიანეთის, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის სტატისტიკური ინფორმაცია.

ჩატარებულია, მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით სამ ნაწილად (ზედა, შუა და ქვედა დინებები) გაყოფილი, მდ. იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა როგორც მეტეოსადგურების, ისე სატელიტური მონაცემებით. გაანალიზებულია ჩამონადენის ცვალილება მდ. იორის სხვადასხვა მონაკვეთების მიხედვით. გამოვლენილია ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედება მდ. იორის აუზზე. დაზუსტებულია ზეწოლის სხვადასხვა ტიპები (დაბინძურების წერტილოვანი ზეწოლა, დიფუზიური ზეწოლა, ჭარბი წყალაღების ზეწოლა, დაბინძურება ურბანული ჩამდინარე წყლებით, საწარმოო ჩამდინარე წყლებით, დაბინძურება მუნიციპალური ნაგავსაყრელებიდან დაა.შ.) და მათი გამომწვევი მიზეზები.

გამახვილებულია ყურადღება მონიტორინგის ინტეგრირებული ინფორმაციული სისტემის როლზე წყლის რესურსების მართვის პროცესში, მოყვანილია მდ. იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა, ასევე მდინარე იორის აუზში წყლის ხარისხის მონიტორინგისა (2014-2017) და ზედაპირული წყლების სავსე კვლევის შედეგები (2013-2017).

შემოთავაზებულია, მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში (საფრანგეთი, ნიდერლანდი, ინგლისი და უელსი, ბულგარეთი, ავსტრია, ამერიკის შეერთებული შტატები) არსებული საუზო მართვის მოდელების გამოცდილების საფუძველზე მდ. იორისათვის სააუზო მართვის საპილოტე მოდელი, რომლის ძირითადი საფუძველია, სააუზო მართვის გეგმა და ის ინსტიტუციები, რომლებიც აღნიშნული გეგმის განხორციელებას, მონიტორინგსა და შეფასებას უზრუნველყოფენ. განსაზღვრულია ასევე დაინტერესებულ მხარეები, დაფინანსების სავარაუდო წყაროები და ა.შ.

შესწავლილია კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და მოყვანილია შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები.

წარმოდგენილია მდ. იორის აუზში 1979-1990 წლებში წარმოებული ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები, მათი ეფექტურობის გათვალისწინებით, როგორც კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან ადაპტაციის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალება.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინებით, პირობითად გამოყოფილია ნალექთა „ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიული 8 პოლიგონი. თითოეული მათგანისათვის შეფასებულია ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციული წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის. წყლის პოტენციურმა დანამატმა თბილი სეზონისათვის შეადგინა 885 მლნ მ<sup>3</sup>, ხოლო ცივი პერიოდისთვის - 200-250 მლნ. მ<sup>3</sup>, რაც მიუთითებს აღნიშნულ ტერიტორიაზე ნხვ სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტიულობაზე.

შესწავლილია პოტენციური დამატებითი წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა წყლის ინტეგრირებული მართვის სტრუქტურაში, როგორც იორი-არაგვის ჰიდროსისტემაში შემავალი სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავების, ასევე საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში არსებული ფარავნის ტბის, წალკისა და ალგეთის წყალსაცავებისთვის.

მდ. იორის აუზში, ნხვ სამუშაოთა აღდგენით, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის საკითხებთან ერთად შემოწმებული იქნება ამ რესურსების შევსების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების გზით, რაც მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთი ქმედითი გზა იქნება.

## 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 (განსაზღვრული, 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 დამლევადი პრობლემების რიგს მიეკუთვნება და იგი შესაბამისი მოდელების გამოყენებით დანერგილია განვითარებულ ქვეყნებში და ინერგება განვითარებად ქვეყნებში. ამ მიმართულებით მიღწეული პროგრესი პერიოდულად შუქდება აუზების ორგანიზაციის საერთაშორისო ქსელის (INBO) სპეციალურ გამოცემაში ინტერნეტ-მისამართზე [www.inbonews.org](http://www.inbonews.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 დეპარტამენტმა 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 გვალვიანი 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 მალიმიტირებელ 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) [4].

**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	260 (8 620)	1530	55.4	1.75
5	იორი	ორხევი	587 (4 650)	1580	14.0	0.44
6	ალგეთი	ფარცხისი	359 (763)	1320	2.9	0.092

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

მიუხედავად ამისა, თბილისთან და სარწყავი მიწების ვრცელ მასივებთან სიახლოვის გამო, მდ. იორის წყლის რესურსების გამოყენების არეალი მეტად მრავალფეროვანია. მასში შედის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მორწყვა საგარეჯოს, გარდაბნის, სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტებში, სიონის, სამგორისა და დაღის 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 უზრუნველსაყოფად [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 დაღის წყალსაცავსაც, რომლის ეგზოტიკური ლანდშაფტები, დაშორება ცივილიზაციის კერებისგან და სიახლოვე ვაშლოვანის უნიკალურ ნაკრძალთან, უზრუნველყოფს მისი სპეციფიკური განვითარების პერსპექტივას.

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 ხსენებულ რაიონში. ამიტომ აღნიშნულ აუზში წყლის მენეჯმენტის პრობლემების განხილვისას ყურადღება გამახვილდება კლიმატის მიმდინარე ცვლილებასთან წყლის მოხმარების ადაპტირების საკითხებზეც.

## თავი 1. საქართველოში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრობლემაზე 1980-იანი წლებიდან წარმოებულ სამუშაოთა მიმოხილვა

2005 წელს გაეროს მიერ გამოცემულ კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის სახელმძღვანელო დოკუმენტში [1] დიდი ყურადღება დაეთმო წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრობლემას, რადგანაც თანამედროვე ეტაპზე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე მონიტორინგის ავტომატიზებული სისტემების დანერგვასთან ერთად ბევრ ქვეყანაში რეალობად იქცა მდინარეთა აუზებში წყლის კომპლექსური მართვის სისტემის მოწყობა. აღნიშნული სისტემები მიზნად ისახავს წყლის ეკონომიურ და ოპტიმალურ ხარჯვას ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორის მოთხოვნათა დასაკმაყოფილებლად. ამიტომ მიმდინარე საუკუნეში, მოსახლეობის ზრდისა და ნალექთა პროგნოზირებული შემცირების პირობებში, მათი პრაქტიკაში დანერგვის მნიშვნელობა სულ უფრო იზრდება. აუზების ორგანიზაციის საერთაშორისო ქსელის (International Network of Basin Organizations – INBO) მონაცემების თანახმად, გარდა მაღალგანვითარებული ქვეყნებისა, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სისტემების დანერგვაზე მუშაობა მიმდინარეობს კამერუნში, ეკვატორში, ჩინეთში, ალჟირში, ტუნისში, თურქეთში და სხვ. [2]. ყველა ქვეყანაში წყლის ინტეგრირებული მართვის სამუშაოთა ერთ-ერთ ძირითად მიზანს შეადგენს ადაპტირება კლიმატის მიმდინარე ცვლილებასთან.

XIX-XX საუკუნეებში საქართველოში წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენების დეტალური მიმოხილვა 1970-იანი წლების მდგომარეობით მოყვანილია ნ. უკლებას მონოგრაფიაში [3], რომელშიც დაწვრილებითაა განხილული ქვეყნის ყველა მთავარ მდინარეთა აუზებში ჰიდროენერგეტიკული, საირიგაციო, რეკრეაციული და სხვა სახის პოტენციალის განაწილება. სამწუხაროდ იმდროინდელი პრიორიტეტების გათვალისწინებით, ამ მონაცემებში ცალკე ვერ მოხერხდა ურბანული (საყოფაცხოვრებო, კომერციული და სამრეწველო) წყალმომხარების კომპონენტების გამოყოფა.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში წყლის რესურსების მართვისა და შეფასების პრობლემაზე მუშაობა 1970-იანი წლების მეორე ნახევრიდან მიზანმიმართული გეზით წარიმართა, რაც გულისხმობდა წყლის რესურსებით შედარებით ღარიბ ადმოსავლეთ საქართველოს შერჩეულ რეგიონში, მდ. იორის აუზში, ამ რესურსების დეტალურ შესწავლას და ღრუბლებზე ზემოქმედების მეთოდით, აღნიშნულ ტერიტორიაზე ნალექთა სეზონური ჯამების გაზრდას მდ. იორის ჩამონადენის მრავალმხრივი გამოყენების სფეროს გასაფართოვებლად. 1977 წელს აკად. გ. სვანიძის მიერ გამოთქმულმა ამ იდეამ მხარდაჭერა ჰპოვა რესპუბლიკის ხელმძღვანელობაში, რის შედეგადაც 1979 წლიდან მდ. იორის აუზში დაიწყო ნალექთა ხელოვნური გაზრდის (ნხგ) სამუშაოები, რომლებიც მიზნად ისახავდა მდ. იორის წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენების ხელშეწყობას ირიგაციაში, ჰიდროენერგეტიკაში, დიდი ქალაქების (თბილისისა და რუსთავის) კომუნალურ მეურნეობაში, თევზის მეურნეობაში და რეკრეაციულ საქმიანობაში. იორის პოლიგონი აღჭურვილი იქნა ღრუბლებსა და ნალექებზე დაკვირვების მიზნით რადიოლოკატორებით, ნალექსაზომი ქსელითა და ჰიდრომეტრიული დანადგარებით, რაც საშუალებას იძლეოდა ჩატარებულიყო ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების ოპერაციები და შეფასებულიყო მათი ეფექტურობა. სრულფასოვანი საკონტროლო ტერიტორიის უქონლობის გამო, ზემოქმედება საცდელ ტერიტორიაზე საერთო ფართობით 1000 კმ<sup>2</sup>, ტარდებოდა რანდომიზაციის მეთოდით - ალბათობით 2/3 ზემოქმედების სასარგებლოდ.

1981-1983 წლების პერიოდში იორის პოლიგონზე კონვექციურ ღრუბლებზე ჩატარებული რანდომიზებული ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზით მიღებული მონაცემების საფუძველზე, 1985-1986 წწ. პერიოდში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში დამუშავდა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების შემთხვევაში მდინარის ჩამონადენის ფორმირების მათემატიკური მოდელი [4], რომელშიც საცდელ ტერიტორიაზე ცალკეულ ღრუბელზე ჩატარებული ზემოქმედების შედეგები განიხილება, როგორც ჩამონადენის პიკების ერთობლიობა აუზის ჩამკეტ კვეთში მიღებულ ჰიდროგრაფზე. საკონტროლო და საცდელ ტერიტორიებზე მიღებული შედეგების შედარებისათვის საჭიროა გადასვლა ჩამონადენის

მოდულებზე. საკონტროლო ტერიტორიის უქონლობის შემთხვევაში დასაშვებია საცდელ და საკონტროლო დღეებს შორის რანდომიზაციის ჩატარება, ჩამონადენის გარბენის დროის აუზისათვის ტიპური მნიშვნელობის გათვალისწინებით, რომელიც მდ. იორის პირობებში ნახევარდღელამის (12 სთ) ტოლი აღმოჩნდა. ნაშრომში საილუსტრაციოდ მოყვანილია 1982 წლის მაისის თვის ლელოვანის ჩამკეტი კვეთისთვის მიღებული კომპლექსური ჰიდროგრაფი, რომელზეც ჩამონადენის პიკების მსვლელობა მჭიდროდ კორელირებს თვის განმავლობაში საცდელ ტერიტორიაზე მძლავრ კონვექციურ ღრუბლებზე ჩატარებული ზემოქმედების ექსპერიმენტებთან. ეს მოდელი საფუძვლად დაედო იორის პოლიგონზე ნხგ სამუშაოთა ეფექტის შესაფასებლად 1985 წელს გ. სვანიძის, ნ. ბეგალიშვილისა და თ. ცინცაძის მიერ შემოთავაზებულ ღრუბლებზე რანდომიზებული ექსპერიმენტების ეფექტურობის დადგენის ჰიდროლოგიურ მეთოდს [5]. მაგალითის სახით მოყვანილია დროის ხსენებულ მონაკვეთში (1981-1983 წწ.) ჩატარებული 53 საცდელი და 32 საკონტროლო ნახევარდღელამის მონაცემთა შედარება, რომელმაც აჩვენა, რომ ზემოქმედების შედეგად ჩამონადენმა მოიმატა საშუალოდ 10%-ით, რაც დამტკიცდა ნალექზომი ქსელის მონაცემებში ნალექთა რაოდენობის 12%-იანი საშუალო ნაზრდით.

1981-1985 წწ. პერიოდში ჩატარებული ზემოქმედების უფრო მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტული მონაცემების (98 საცდელი და 46 საკონტროლო ცდა) საფუძველზე გ. სვანიძემ, მ. ვატანამა და ნ. კაპანაძემ დეტალიზებული სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე დაადგინეს, რომ ნიშნადობის დონეზე  $\alpha=0.05$  საცდელ ნახევარდღელამებში, საკონტროლოებთან შედარებით აღინიშნება ნალექთა რაოდენობის გაზრდა 24.6%-ით მაის-ივლისში, 63.0%-ით ივნის-ივლისში და 21.5%-ით აპრილ-ოქტომბერში (ანუ მთლიანად სეზონის განმავლობაში) [6]. მიახლოებითი შეფასებით, ეს ხელოვნური დანამატი საცდელ ტერიტორიაზე (1000 კმ<sup>2</sup>) ზემოქმედების პერიოდში (აპრილი-ოქტომბერი) აორთქლებაზე დანაკარგების გათვალისწინებით შეადგენდა 100 მლნ ტ. წყალს, რაც უზრუნველყოფდა სამუშაოთა რენტაბელობას 1:5 რიგისა.

1991 წლიდან, სსრკ დაშლასთან დაკავშირებით, ნხგ სამუშაოები იორის პოლიგონზე შეწყდა. 1979-1990 წლების მანძილზე პოლიგონზე მიღებული შედეგების შემაჯამებელი ანალიზი შესრულდა 1995 წლისთვის და იგი მოცემულია 1997 წელს გამოქვეყნებულ გ. სვანიძის, ნ. ბეგალიშვილის და ბ. ბერიტაშვილის ნაშრომში [7]. რომელშიც მოყვანილია დეტალური მონაცემები პროექტ „იორის“ ჩატარების პირობების, მეთოდოლოგიისა და ეფექტურობის შეფასების შესახებ. ამ გამოკვლევებით დასრულდა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში წყლის რესურსების შეფასებისა და მართვის პრობლემებზე მუშაობის პირველი ეტაპი და დასაბამი დაედო წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სისტემაზე გამოკვლევების მეორე ეტაპს.

კერძოდ, ჯერ კიდევ 1995 წელს ინსტიტუტში შემუშავდა საქართველოში სამელიორაციო სისტემების პროექტირებისა და ექსპლოატაციისათვის საჭირო წყალბალანსური გამოკვლევების პროგრამა [8]. ამ პროგრამაში დასახელებულ სამუშაოებთან ერთად, ინსტიტუტის ხელმძღვანელობამ განსაკუთრებული ყურადღება დაუთმო წვეთოვანი მორწყვის პრობლემას, რისთვისაც 1996 წელს ისრაელში მივლინებული იქნა გ. ჩიკვაძე. შედეგად 1998 წელს მან გამოაქვეყნა ნაშრომი [9], რომელშიც მიმოიხილა ისრაელში გამოყენებული წვეთოვანი მორწყვის სხვადასხვა სისტემა და მათი ტექნიკური აღჭურვილობა. შემდგომში, 1998 წელს, ისრაელში ვიზიტის შედეგად, ინსტიტუტის ხელმძღვანელობამ (გ. სვანიძე და ნ. ბეგალიშვილი) ჩამოიტანა საცდელ ნაკვეთზე წვეთოვანი მორწყვისათვის საჭირო აღჭურვილობა. საცდელ ტერიტორიად შერჩეული იქნა სოფ. ძველ ანაგაში არსებული საველე ექსპერიმენტული ბაზა, თუმცა სისტემის გამართვა ვერ მოხერხდა მისი ნაწილების დატაცების გამო და მისი მოწყობა გადაიდო უფრო ხელსაყრელი პირობების დადგომამდე. მიუხედავად ამისა, მოგვიანებით, 2000 წლისთვის არსებული ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, ინსტიტუტში შეფასებული იქნა სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში წვეთოვანი მორწყვის ეფექტურობა [10], რომელმაც თვითდინებით შეიძლება უზრუნველყოს სარწყავი წყლის 67%-მდე ეკონომია.

1990-იანი წლების მდგომარეობით საქართველოს წყლის რესურსების გამოყენების, მოწყვლადობისა და 2075 წლამდე პროგნოზირების საკითხები გაანალიზებულია გ. სვანიძის, ვ. ცომაიასა და რ. მესხიას 2001 წლის კონცეპტუალურ ნაშრომში [11]. მასში განხილულია საქართველოს ზედაპირული წყლის რესურსების ისტორიული ფორმირების, გეოგრაფიული განაწილებისა და ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორში მოხმარების საკითხები 2°C-მდე მოსალოდნელი გლობალური დათბობის ფონზე, მდინარეული ჩამონადენის საპროგნოზო მონაცემებთან ერთად, შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების ჭრილში. ძირითადი პრობლემებიდან დასახელებულია წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების ახალი გზების მოძიება თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვის გზით, წყალმომარების არსებული სისტემების რეაბილიტაცია და გაფართოება, წვეთოვანი მორწყვის სისტემის დანერგვა. ხაზგასმულია კოლხეთის დაბლობზე რამდენიმე ჭაობის ნაკრძალ ზონად გამოცხადების აუცილებლობა, სარწყავ ტერიტორიებზე მეორადი დაჭაობების პროცესებთან ბრძოლის საჭიროება, წყალდიდობების შემცირების გზებიდან წყალსაცავების მშენებლობის პერსპექტიულობა. ნაშრომში ცალკე ყურადღება დაეთმო სეისმურად აქტიურ რეგიონებში დაკვირვების ქსელის მოწყობის საკითხს, კლდე-ზვავებითა და მეწყერებით ხეობების ჩახერგვის მონიტორინგის საწარმოებლად. წყლის რესურსების შევსების გზებიდან, პერსპექტიულად არის მიჩნეული ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების მეთოდები წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდებში. განსაკუთრებით ხაზგასმულია სპეციალური საცდელი პოლიგონის შექმნის აუცილებლობა, სადაც ჩატარებული სამეცნიერო გამოკვლევები საფუძვლად დაედებოდა წყლის რესურსების დაზოგვის, დაცვისა და ხელოვნურად გაზრდის ღონისძიებათა ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას.

განხილული შრომა, რომელიც წინამდებარე მიმოხილვის თემასთან შედარებით გაცილებით უფრო მასშტაბურ ხასიათს ატარებს, შექმნილია საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ პერიოდში, ანუ 1990-იანი წლების მეორე ნახევარში და ნაწილობრივ ემთხვევა გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის (UNFCCC) მომზადებული საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინების [12] შესაბამისი თავის მონაცემებს. ამრიგად, 1990-იანი წლების დასასრულისათვის, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში უკვე მომზადებული იყო სამეცნიერო ბაზისი, ცალკეული მდინარის აუზში წყლის რესურსების კომპლექსური/ინტეგრირებული მართვის სისტემის შესაქმნელად. თუმცა, იმის გათვალისწინებით, რომ 1990-იანი წლების დასასრულისთვის საქართველოში ჯერ არ იყო სათანადო დონეზე განვითარებული ტექნიკური ბაზა, ცალკეული მდინარის აუზში ჰიდრომეტეოროლოგიურ ელემენტებზე მონიტორინგის სათანადო დონეზე საწარმოებლად, მიღებულ მონაცემთა ტელეკომუნიკაციის საშუალებით შესაგროვებლად და კომპიუტერული გზით დასამუშავებლად, აგრეთვე არ არსებობდა მოდელის შექმნის გამოცდილება მონიტორინგის მონაცემთა გამოყენებით ცალკეული სექტორების წყალმომარების ნორმების შესაფასებლად, საჭირო გახდა დასმული პრობლემის შემადგენელი ელემენტები მომდევნო წლებში დამოუკიდებლად დამუშავებულიყო. სამწუხაროდ ეს პროცესი დღესაც გრძელდება.

ამავე პერიოდში, დასახული პროგრამის შესაბამისად, ინსტიტუტში გრძელდებოდა საქართველოს ზედაპირული წყლების მოხმარების ოპტიმიზაციის სხვადასხვა ასპექტის შესწავლა.

გ. სვანიძემ და გ. ჩიკვაიძემ ნაშრომში [13] ნალექებით სხვადასხვა უზრუნველყოფის პირობებში შეაფასეს, აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში სარწყავი წყლის დეფიციტი რეგულირების გარეშე. მიღებული იქნა, რომ მდინარეები ფოცხოვი, ფარავანი, დებედა, ქსანი, არაგვი და მტკვარი მთლიანად უზრუნველყოფენ, ახლო პერსპექტივაში მოსარწყავად დასახულ ფართობებს სარწყავი წყლით. თავიანთ აუზებში სარწყავი წყლით საერთოდ ვერ აკმაყოფილებენ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს მდინარეები ბუგდამენი, ასლანკა, ალგეთი, ქცია-ხრამი, იორი და ალაზანი. აღსანიშნავია, რომ ჩამონადენის რეგულირების პირობებში, ანუ წყალსაცავების აგების შემთხვევაში და მოწინავე წყალდამზოგი ტექნოლოგიების (მაგ. წვეთოვანი მორწყვის) გამოყენების შემთხვევაში, შეფასების შედეგები შეიძლება სულ სხვა ყოფილიყო, განსხვავებული ზედაპირული მიწებით მიღებული შედეგებისაგან.

ამასთან ერთად, 1990-იან წლებამდე არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით, გ. ჩიკვაიძისა და ო. შველიძის ხელმძღვანელობით ავტორთა კოლექტივმა აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებისათვის შეიმუშავა, ოპტიმალური მორწყვის ნორმები ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის [14]. მოყვანილი მონაცემები მოიცავს კულტურების ფართო დიაპაზონს და შესაძლებლობას იძლევა მიმდინარე ცვლილების გათვალისწინებით, მათში შეტანილი იქნას სათანადო კორექტივები ჰაერის ტემპერატურის, გარემოს სინოტივისა და სხვა პარამეტრების ცვლილების მხედველობაში მიღებით.

გარდა ამისა, რ. მესხიას მიერ დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში სხვადასხვა ლანდშაფტისათვის, გაანგარიშებულ იქნა წყლის ბალანსის ელემენტები (ნალექები, ჩამონადენი, ჯამური აორთქლება) სიმაღლის მიხედვით მათი ცვლილების გათვალისწინებით [15]. სულ განხილული იქნა 11 ლანდშაფტის ტიპი დასახლებული პუნქტებისა და გზების, სადრენაჟო და სარწყავი სისტემების, ჭაობებისა და წყალსატევების ჩათვლით. სიმაღლეთა დიაპაზონში 10-დან 3650 მეტრამდე ზ. დ. გამოთვლების შედეგად დადგენილი იქნა, რომ დასავლეთ საქართველოში ჩამონადენის ძირითადი მასის ფორმირების ზონა მაქსიმუმს აღწევს 2700-3200 მ შუალედში და შეადგენს საშუალოდ 2800 მმ, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 3200-3600 მ შუალედში და მაქსიმუმს შეადგენს საშუალოდ 1560 მმ. ჩატარებულ გამოკვლევებში წყლის ბალანსის ელემენტებიდან, როგორც მცირე სიდიდე, უგულვებელყოფილი იქნა ნიადაგის ზედაპირსა და მცენარეულ საფარზე წყლის დაკავება, თუმცა მოგვიანებით, 2007 წლისთვის ეს ხარვეზი ავტორის მიერ შევსებული იქნა და აღინიშნა, რომ აუცილებელია თოვლის ნადნობი და წვიმის წყლის ნიადაგის ზედა ფენაში და მცენარეულ ზედაპირზე დაკავების სიდიდეების გათვალისწინება ჩამონადენის მოდელში და საპროგნოზო დამოკიდებულებებში [16].

მდ. მტკვრის აუზის ზემო ნაწილისთვის, საგუშაგო თბილისის ჩამკეტი კვეთის წყალშემკრებ ტერიტორიაზე განლაგებული ზოგიერთი ჰიდრომეტეოროლოგიური პუნქტის მონაცემები ნ. ბეგალიშვილის, ვ. ცომაიასა და ნ.ნ. ბეგალიშვილის მიერ [17] გამოყენებულ იქნა ჩამონადენსა და კლიმატურ ელემენტებს შორის ცნობილი კავშირების დახმარებით, ჩამონადენზე კლიმატის შესაძლო ცვლილების გავლენის შესაფასებლად. განხილული იქნა ჯამური ნალექისა და ტემპერატურის სავარაუდო ცვლილების სხვადასხვა სცენარი ნალექთა 10% და ტემპერატურის 2°C-ით შეცვლის პირობებში. ექსტრემალური გვალვების პირობებში, მიწისქვეშა წყლების როლის გაუთვალისწინებლად, მიღებული იქნა მდ. მტკვრის ჩამონადენის 48%-ით შემცირების შესაძლებლობა.

აღმოსავლეთ საქართველოს მთავარი მდინარეების (ლიახვი, ქსანი, არაგვი, ალაზანი და იორი) სავეგეტაციო პერიოდში, წელიწადის პროგნოზირების მეთოდიკა სარწყავი სისტემების მომსახურების მიზნით 2001 წლისთვის დამუშავებული იქნა ც. ბასილაშვილის, მ. კარტაშოვასა და ნ. კობახიძის მიერ [18]. ნაშრომში ზოგადი სახით მოყვანილია მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელი, რომლის კორექტირება შესაძლებელია სხვადასხვა პრედიქტორის გამოყენებით. განსხვავებული საინფორმაციო უზრუნველყოფის პირობებისთვის, მაგალითის სახით, მდ. არაგვისთვის მიღებულია ჩამონადენის გამოსათვლელი ოთხი განტოლება, რომელთა საფუძველზე პროგნოზის შედგენა შესაძლებელია ალბათური ფორმითაც.

შემდგომში, 2015 წელს ც. ბასილაშვილის მიერ ჟინვალის წყლსაცავის აუზისათვის დამუშავდა ჩამონადენის პროგნოზირების უფრო სრულყოფილი მეთოდიკა [19], რომლითაც შესაძლებელი გახდა მდ. არაგვის სამივე შენაკადის და ჟინვალთან მისი ჯამური წლიური ჩამონადენის პროგნოზირება, სხვადასხვა ალბათური უზრუნველყოფით 1-დან 99%-მდე. გარდა ამისა, ამავე ნაშრომში მაგალითის სახით მოყვანილია სავეგეტაციო პერიოდში ჩამონადენის გამოსათვლელი საპროგნოზო განტოლებები მათი სტატისტიკური მახასიათებლებით მდ. შავი არაგვის შესართავისათვის და აგრეთვე მაქსიმალური ჩამონადენის გრძელვადიანი საპროგნოზო განტოლებები მდ. არაგვის სამივე შენაკადისათვის. ამავე დროს აღნიშნულია აუზის წყლის ობიექტებზე სათანადო პრევენციული და ნაპირსამაგრი ღონისძიებების ჩატარების აუცილებლობა.

იორი-არაგვის წყალსამეურნეო კომპლექსური სისტემის გამოყენებით, ქართლ-კახეთის რაიონებში გვალვის შედეგების შერბილების შესაძლებლობა, 2002 წელს განხილული იქნა გ. გრიგოლიას, ე. საბადისა და გ. ხმაღაძის ნაშრომში [20]. სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავების შეთანხმებულ რეჟიმში მუშაობისათვის თვითონ ინტერვალების გათვალისწინებით შემოთავაზებულ იქნა ჯგუფური მოდელირების მეთოდი, რომელშიც ცვლადებისათვის გამოყენებულ იქნება ჯონსონის SB განაწილება. მეთოდის პრაქტიკული რეალიზაციისათვის საჭირო ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა ხანგრძლივი და უწყვეტი რიგების უქონლობის გამო, განსახილველ მდინარეებსა და წყალსაცავებზე მისი გამოცდა და დანერგვა ვერ განხორციელდა, თუმცა ფაქტობრივად ეს ნაშრომი წარმოადგენს განხილული ორი მდინარის აუზში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სისტემის თეორიულ პირველ სახეს (პროტოტიპს).

საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში [21] კლიმატის რეგიონალური მოდელის დახმარებით, მდინარეების - ალაზნისა და იორის ჩამონადენის 2100 წლამდე პროგნოზირებისათვის გამოყენებული იქნა, ავსტრალიისა და კალიფორნიის მდინარეთა აუზებში, სხვადასხვა პრაქტიკული ამოცანის გადასაჭრელად ფართოდ ადაპტირებული, წყალბალანსური WEAP 21 მოდელი [22].

საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსული პოტენციალი და ეკონომიკის ცალკეული დარგების მიერ, მისი მოხმარების რაოდენობრივი შეფასებები 1990 და 2010 წლების მდგომარეობით, მოყვანილი იქნა ვ. გელაძის, გ. გელაძის, ნ. ბოლაშვილისა და ნ. მაჭავარიანის ნაშრომში [23]. ამ ნაშრომის მიხედვით, აღმოსავლეთ საქართველოში 2010 წელს სოფლის მეურნეობის სექტორში მოხმარებული იყო 3.74 კმ<sup>3</sup> წყალი, რამაც საერთო წყალმოხმარების (მრეწველობისა და კომუნალური მოხმარების ჩათვლით) 68% შეადგინა. აღსანიშნავია, რომ ეს სიდიდე დაემთხვა გ. სვანიძისა და ვ. ცომაიას რედაქციით შედგენილ მონოგრაფიაში [24] მოყვანილ საპროგნოზო შეფასებას, რომელიც შეეხება მდ. მტკვრის აუზში 1990 წელს სოფლის მეურნეობაში მოხმარებული წყლის წილს საერთო წყალმოხმარებაში და ახლოს აღმოჩნდა 1980 წლისთვის მიღებულ ფაქტობრივ სიდიდესთან, რომელმაც შეადგინა 65% (შედარებისთვის: კომუნალური მეურნეობა - 5%, მრეწველობა - 22%, მეთევზეობა - 8%). ზემოთ განხილულ ნაშრომში [23], წყლის რესურსული პოტენციალის მენეჯმენტის ყველაზე მიზანშეწონილ საშუალებად დასახელებულია გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები (გსს), რომელთათვისაც 2008 წელს დაგეგმილი იყო მონაცემთა ბაზის შექმნა. ამ სისტემების საფუძველზე 2011 წლისთვის გეოგრაფიის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ მომზადდა, კახეთის რეგიონში წყლის რესურსების მართვის საპროგრამო ნაშრომი [25].

აღნიშნულ ნაშრომში [25] გაანალიზებულია კახეთის საირიგაციო სისტემების მდგომარეობა 2010 წლისთვის და შემოთავაზებულია ხელოვნური დაწვიმების ახალი სისტემებისა და თვითდინების მეთოდის გამოყენება, გეოსაინფორმაციო ტექნოლოგიების მონაცემთა გამოყენებით. სხვა რეკომენდაციებთან ერთად აღნიშნულია წყალსამეურნეო მართვის ავტომატიზებული სისტემების დანერგვის მიზანშეწონილობა, წყალმოხმარების კონტროლის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით. აღნიშნული პრობლემის გარშემო, მსგავსი მოსაზრებებია გამოთქმული იმავე ინსტიტუტის ავტორების მიერ 2015 წელს მომზადებულ ნაშრომში [26], სადაც დამატებით აღნიშნულია მდ. ალაზნის საირიგაციო პოტენციალის არსებითი გაზრდის შესაძლებლობა დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილში, ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემის დასრულების შემთხვევაში.

კორელაციური კავშირი ნალექებსა და ჩამონადენს შორის მცირე მდინარის მაგალითზე, 2008 წელს შესწავლილ იქნა გ. გრიგოლიას, მ. ალავერდაშვილის, ვ. ტრაპაიძის, გ. ბრეგვაძის, დ. კიკნაძის, ნ. ხუფენიასა და ნ. კოკაიას მიერ [27]. საანალიზოდ შეირჩა 190 კმ<sup>2</sup> ფართობის მქონე მდ. ვერეს აუზი, რომელშიც 1963-2007 წწ. პერიოდში მიმდინარეობდა უწყვეტი დაკვირვებები ატმოსფერულ ნალექებსა და ჩამონადენზე. აღმოჩნდა, რომ თვეების მიხედვით კორელაციის კოეფიციენტი ჩამონადენსა და ნალექებს შორის იცვლება დიაპაზონში 0.17-დან 0.70-მდე, სადაც ყველაზე მჭიდრო კავშირები აღინიშნა უხვნალექიან თვეებში (აპრილი-ივნისი), ხოლო სუსტი - ზამთრის წყალმცირობის თვეებში (ნოემბერი-დეკემბერი), როდესაც ჩამონადენში დომინირებს მიწისქვეშა მდგენელი.



2015 წლისთვის კლიმატის დათბობის სულ უფრო მკვეთრ გამოვლინებასთან ერთად, აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის რესურსების კომპლექსური მართვის იდეამ, რომელიც უკვე განიხილებოდა 2001-2008 წწ. პერიოდში [11, 20 და 23], მზარდი აქტუალობა შეიძინა. ამას მოწმობს ქვეყანაში ბოლო ათი წლის მანძილზე შემუშავებული, კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო პროექტების არასრული ჩამონათვალი [28], რომელშიც 34 პროექტიდან ხუთი შეეხება კახეთის რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო მიწების მორწყვის პრობლემას. ეს პროექტები დეტალურადაა განხილული საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინების თანმდევ დოკუმენტში [29].

2015 წელს თსუ გეოგრაფიის ინსტიტუტის ავტორთა კოლექტივის მიერ (ვ. გელაძე, ნ. ბოლაშვილი, თ. ყარალაშვილი, ნ. მაჭავარიანი, ნ. ჩიხრაძე, დ. ქართველიშვილი) გამოქვეყნდა ზემოთ უკვე ნახსენები ნაშრომი, რომელშიც განხილულია კახეთში წყლის რესურსების მენეჯმენტის სისტემის შექმნის საფუძვლები [26]. გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემის გამოყენებით მიღებული მონაცემების ბაზაზე, სტატიაში მოყვანილია ცნობები მდ. ალაზნის აუზში არსებული სარწყავი სისტემის შესახებ, ხაზგასმულია მისი რეაბილიტაციის აუცილებლობა მორწყვის ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასთან ერთად, მათ შორის ხელოვნური დაწვიმების მეთოდის ფართო გამოყენების პერსპექტიულობა. მდ. ალაზნის შედარებითი წყალუხვობის გათვალისწინებით ნაშრომში ნაკლები ყურადღება დაეთმო მდ. იორის წყლის რესურსების გამოყენების საკითხს, რაზეც აქცენტი გაკეთდა სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ მომდევნო წელს მომზადებულ შრომაში [30]

ეს შრომა ეყრდნობა სტუ რექტორის ა. ფრანგიშვილის მიერ 2016 წლის თებერვალში წამოყენებულ იდეას, საქართველოს ტერიტორიაზე ჰიდრომეტეოროლოგიური ელემენტების მონიტორინგის ავტომატიზებული სისტემის მოწყობის შესახებ. საწყის ეტაპად ჩვენს მიერ 2016 წლის ივნისში შეთავაზებული იქნა მდ. იორის აუზის ტერიტორიაზე, წყლის რესურსების მართვის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნა ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა თანხლებით. ამ პროექტს, პირობითად შეიძლება ეწოდოს „იორი-2“.

მაგალითის სახით აღებული იქნა ავსტრალიაში მიურეი-დარლინგის აუზში წარმოებული წყლის რესურსების ოპტიმალური მართვის პრაქტიკა, რომელიც საშუალებას იძლევა მტკნარი წყლის ლიმიტირებული მოხმარების ფარგლებში, არსებული წყალსამეურნეო ინფრასტრუქტურის გამართული მუშაობის პირობებში, მიღწეულ იქნას ოპტიმალური კომპრომისი წყლის რესურსების შეთანხმებული გამოყენებისა აგრარულ, ურბანულ და ბიოეკოლოგიურ სექტორებს შორის [31].

ამ იდეაზე დაყრდნობით, შრომაში [30] მდ. იორის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების მიმოხილვის შემდეგ, მოყვანილია ცნობები ეკონომიკისა და მოსახლეობის შესახებ აუზში შემავალი მუნიციპალიტეტების მიხედვით, ინფორმაცია აუზში წყლის რესურსების გამოყენების ისტორიიდან და მისი არსებული მდგომარეობის შესახებ. ცალკეა განხილული წყლის მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემის გეგმა და მისი ცალკეული ელემენტები, სამ სექტორად დაყოფილ აუზში ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დეტექტორების სავარაუდო განთავსების რუკები, რომლებიც მოიცავს 92 მეტეოროლოგიურ და 13 ჰიდროლოგიურ დეტექტორს, აგრეთვე აუზში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის მეთოდიკა, რომელიც ეყრდნობა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ 1979-1990 წლებში მდ. იორის აუზში წლის თბილ პერიოდში ჩატარებულ ნალექთა ხელოვნური გამოწვევის სამუშაოთა შედეგებს.

აღნიშნული შრომის მომზადებასთან ერთდროულად, 2016 წელს საქართველოს ადგილობრივ თვითმმართველობათა ეროვნული ასოციაციისა და USAID-ის მიერ გამოქვეყნდა კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი [32], რომელშიც მოყვანილია საგულისხმო ინფორმაცია 2015 წლის მდგომარეობით, საქართველოში ირიგაციის სისტემების ფაქტიური გამოყენების შესახებ მუნიციპალიტეტების მიხედვით. კერძოდ, მოყვანილი ცნობების თანახმად, მდ. არაგვის ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე საირიგაციო სისტემების ფაქტიური გამოყენების მაჩვენებელი მინიმალურია (0.000-0.026) და იგი საშუალოსთან მიახლოებულ სიდიდეს (0.398) აღწევს მხოლოდ მცხეთის მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილში. აღნიშნული მაჩვენებელი მეტად დაბალია აგრეთვე მდ. იორის აუზში

დედოფლისწყაროს ტერიტორიაზე (0.026), სიღნაღის (0.132) და თიანეთის (0.160-0.207) მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე, თუმცა შედარებით მაღალია საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე (0.269). შედარებისთვის, ხსენებული მაჩვენებელი მაქსიმალურ სიდიდეებს აღწევს კასპის (0.983), გარდაბნისა (0.759) და ბოლნისის (0.671) მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე. ყოველივე ეს მოწმობს მდინარეების - არაგვისა და იორის აუზებში საირიგაციო სისტემების რეაბილიტაციისა და გაფართოების აუცილებლობას.

რაც შეეხება წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სისტემის პერსპექტიულ როლს, კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტირების სამუშაოთა განვითარების საქმეში, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ავტორთა კოლექტივის მიერ 2017 წლისთვის განხილული იქნა აღნიშნული სისტემის სავარაუდო დანერგვის უპირატესობანი ქვეყნის ეკონომიკის პრიორიტეტულ სექტორებში - სოფლის მეურნეობასა და ტურიზმში, აგრეთვე დიდი ქალაქების (თბილისი და რუსთავი) კონგლომერატის განვითარებაში [33] (შემსრ. ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, თ. ცინცაძე, ლ. ქართველიშვილი, ნ. ზოტიკიშვილი). კერძოდ, სოფლის მეურნეობის სექტორში აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებისთვის ჩატარებულმა საექსპერტო შეფასებებმა აჩვენა, რომ სარწყავად წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების შემთხვევაში, კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტაციის პოტენციური საშუალო მაჩვენებლით შეიძლება შეფასდეს მესხეთ-ჯავახეთსა და შიდა ქართლში, მაღალი მაჩვენებლით მცხეთა-თიანეთსა, ქვემო ქართლსა და კახეთში. ეს მიგვითითებს იმაზე, რომ მომავალში სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობა აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში, უშუალოდ იქნება განპირობებული წყლის რესურსების მომჭირნე და ეფექტური გამოყენებით და ამ რეგიონებში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის სისტემის დანერგვა უმნიშვნელოვანეს ამოცანას შეადგენს. წინააღმდეგ შემთხვევაში სოფლის მეურნეობა, განსაკუთრებით გვალვიან წლებში, მუდამ ჩამოსარჩენად იქნება განწირული.

რაც შეეხება ეკონომიკის მეორე პრიორიტეტულ სექტორს - ტურიზმს, მისი სამომავლო განვითარება აღმოსავლეთ საქართველოს მთიან რეგიონებში, საერთაშორისო ტურიზმში ამჟამად დამკვიდრებული სტანდარტების გათვალისწინებით, საერთოდ შეუძლებელი იქნება ტურისტული ობიექტების უხვი და ხარისხიანი წყალმომარაგების გარეშე. ცხადია, რომ ამ ამოცანის გადაჭრის ერთ-ერთ მთავარ რგოლს წარმოადგენს წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის დანერგვა, რაც წყალმომარაგების ინფრასტრუქტურის მოწესრიგებასთან ერთად უზრუნველყოფს აღმოსავლეთ საქართველოში, აღნიშნული დარგის წარმატებულ განვითარებას კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პირობებში.

თუ ამას დავუმატებთ წყლის რესურსების გადამწყვეტ როლს ურბანული ინფრასტრუქტურის განვითარებაში (საყოფაცხოვრებო, საწარმოო და სანიტარული წყალმომარაგება, მწვანე საფარის უზრუნველყოფა სარწყავი წყლით და სხვ.), ნათელი ხდება აღმოსავლეთ საქართველოს ბუნებრივად ლიმიტირებული წყლის რესურსების პირობებში მათი ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის აქტუალობა, რომლის პირველ საცდელ პოლიგონად შეიძლება დასახელდეს მდ. იორის აუზი, ხოლო შემდგომში ანალოგიურმა სამუშაოებმა შეიძლება მოიცვას აღმოსავლეთ საქართველოს ცენტრალურ ნაწილში ერთმანეთთან დაკავშირებული 3 წყალსაცავის სისტემა [20], მათ წყალშემკრებზე მოქმედი ტერიტორიულ-ეკონომიკური კომპლექსით.

ამრიგად, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრობლემაზე საქართველოში ბოლო პერიოდში ჩატარებული სამუშაოების მოკლე მიმოხილვიდან შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გამოტანა:

1. განხილული შრომების სიიდან შესაძლებელია 5 ნაშრომის გამოყოფა, რომელთაც შეიძლება საეტაპო მნიშვნელობა მიენიჭოს. მათ შორის, პირველია გ. სვანიძის, ვ. ცომაიასა და რ. მესხიას 2001 წელს გამოქვეყნებული კონცეპტუალური ნაშრომი [11], რომელშიც წყლის რესურსების კომპლექსური მართვის პრობლემასთან მიმართებაში გაანალიზებულია წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების გზები, ხაზგასმულია ახალი, თანამედროვე წყალდამზოგი სისტემების, ძირითადად წვეთოვანი მორწყვის სისტემების დანერგვის აუცილებლობა, წყალსაცავების ქსელის გაფართოების პერსპექტიულობა და ნალექთა



ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების აღდგენის მიზანშეწონილობა. განსაკუთრებით აქცენტირებულია სპეციალური საცდელი პოლიგონის შექმნის იდეა, რომელიც გამოყენებული იქნება წყლის რესურსების დაზოგვის, დაცვისა და კომპლექსური გამოყენების მეთოდების შესაქმნელად და პრაქტიკაში დასაწერად.

მეორე საეტაპო ნაშრომად შეიძლება ჩაითვალოს 2002 წელს გ. გრიგოლიას, ე. საბაძის და გ. ხმაღაძის მიერ გამოქვეყნებული სტატია [20], სადაც გამოთქმულია აღმოსავლეთ საქართველოს ცენტრალურ ნაწილში არსებული 3 წყალსაცავის კომბინირებული მართვის იდეა წყალმოთხოვნილი პრიორიტეტების გათვალისწინებით. ნაშრომში შემოთავაზებულია ჩამონადენის მოდელირების მეთოდი, რომელიც ჰიდროლოგიურ დაკვირვებათა რიგების თანამედროვე მეთოდებით აღდგენის შემდეგ, შეიძლება მიყვანილ იქნას ოპერატიული გამოყენების დონემდე.

ამავე კატეგორიის მესამე საკვანძო ნაშრომად გვესახება ვ. გელაძის, გ. გელაძის, ნ. ბოლაშვილისა და ნ. მაჭავარიანის მიერ 2008 წელს გამოქვეყნებული სტატია [23], რომელშიც გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები (გსს) მითითებულია, როგორც წყლის რესურსული პოტენციალისა და მენეჯმენტის პრობლემის გადაჭრის ძირითადი საშუალება. ნაშრომში მოყვანილია ობიექტების ვრცელი სია, რომელთა მახასიათებლები საფუძვლად დაედება დასმული ამოცანის თანამედროვე დონეზე გადაჭრას.

წყლის რესურსების მართვის საკითხს კახეთის რეგიონში (ძირითადად მდ. ალაზნის აუზში) შეეხება 2011 წელს ნ. მაჭავარიანის, ვ. გელაძის, ნ. ბოლაშვილის, თ. ყარაღაძისა და ნ. გეთიაშვილის მიერ მომზადებული საეტაპო ნაშრომი [25], რომელშიც ჩამოყალიბებულია კახეთის რეგიონში წყლის რესურსების მართვის კონცეფცია გსს მონაცემების გამოყენებით.

დაბოლოს, მოყვანილი სიიდან მეხუთე საეტაპო ნაშრომად უნდა ჩაითვალოს, 2016 წელს, სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში მდ. იორის აუზისთვის ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის ბაზაზე დაგეგმილი წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის დასაბუთება [30], რომელშიც გათვალისწინებულია სტატიაში [11] გამოთქმული შენიშვნა, ღრუბლებზე ზემოქმედების გზით წყლის რესურსების შევსების პერსპექტიულობის შესახებ.

2. წინამდებარე მიმოხილვის ანალიზიდან ვლინდება 2000-იანი წლების დასაწყისიდან, აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მენეჯმენტის იდეის განვითარება ორი მიმართულებით - გსს მონაცემთა გამოყენებით მდ. ალაზნის აუზში და ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის ქსელის მონაცემთა გამოყენებით მდ. იორის აუზში. პირველ მიმართულებას ავითარებს თსუ გეოგრაფიის ინსტიტუტი [25], ხოლო მეორეს - სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი [30]. მეორე მიმართულების სამუშაოებში ატმოსფერულ ნალექთა და მდინარეული ჩამონადენის მონიტორინგთან ერთად, გათვალისწინებულია მდ. იორის აუზში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა წარმოებაც.

3. მდინარის აუზში წყლის რესურსების მართვის ორივე კონცეფციაში დაუმუშავებელი რჩება, ეკონომიკის ცალკეულ დარგებს შორის წყლის რესურსების განაწილების მათემატიკური მოდელი, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს კონკრეტული წლის ამინდის ცვლად პირობებში, დარგების ეფექტურობას წყლის არსებულ და მოთხოვნად რესურსებს შორის.

4. ცალკე სამომავლო ამოცანას შეადგენს შერჩეული მდინარის აუზის ტერიტორიაზე ნალექთა, ზედაპირული ჩამონადენისა და მიწისქვეშა წყლების, ნიადაგის ზედაპირისა და მცენარეული საფარის შესახებ მონაცემთა შეგროვების, კომპიუტერული დამუშავებისა და ანალიზის ერთიანი სისტემის შექმნა, შემდგომში გარემოს მონიტორინგის სისტემაში მისი გაერთიანების პერსპექტივით.

5. ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის ამოქმედების შემდეგ, არანაკლებ მნიშვნელობას შეიძენს მიღებული პროდუქციის /ინფორმაციის მომხმარებლამდე მიყვანა და შედეგების ადგილზე რეალიზება ჩატარებული სამუშაოების ეფექტურობის შესაფასებლად.

## თავი 2. მდინარეთა აუზების ძირითადი ბუნებრივი რესურსები, ფუნქციები და ინტეგრირებული მართვის მექანიზმები

### 2.1. მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის ტერმინის განმარტება

მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვის (მაიმ) ისტორია სათავეს მე-20 საუკუნის 30-იანი წლებიდან იღებს. ამ დროს ამერიკის შეერთებული შტატების გარკვეულ მდინარეთა წყალშემკრებებში შექმნილმა მართვის ადმინისტრაციებმა (მაგ, ტენესის ველის ადმინისტრაცია) [1] შეიმუშავეს და განახორციელეს წყალშემკრებების მართვის გეგმები. გასული საუკუნის 80-90-იან წლებში, მოსაზრება წყლის ინტეგრალური მართვის შესახებ სულ უფრო პოპულარული გახდა და ფართოდ გავრცელდა მთელ მსოფლიოში. აღსანიშნავია, რომ ამ დროს მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში, ინტეგრირებული მართვის ქვეშ იგულისხმებოდა წყლის რესურსების ან მიწისა და ბიოლოგიური რესურსების ინტეგრირებული მართვა. კერძოდ, მაშინ, როცა ამერიკის შეერთებულ შტატებში ინტეგრირებულ მართვაში წყალშემკრები აუზის მიწის და მასთან დაკავშირებული ბიომრავალფეროვნების კომპლექსური მართვა მოიაზრებოდა, ევროპასა და მთლიანად მსოფლიოში წყლის რესურსების ინტეგრირებულ მართვაზე მსჯელობდნენ.

მიუხედავად იმისა, ბუნებრივ რესურსებსა და ეკოსისტემებზე თუ მხოლოდ წყალზე არის საუბარი, ყველა თანხმდება იმაზე, რომ რესურსების მართვა უნდა მოხდეს მდინარის აუზის ბუნებრივ საზღვრებში. ამიტომ, ბუნებრივი რესურსების და წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა საბოლოოდ შეიცვალა ტერმინით „მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვა“.

ლიტერატურაში არსებული მრავალნაირი განმარტებებიდან ტერმინი მაიმ ყველაზე სრულყოფილად წყლის გლობალურმა პარტნიორობამ (GWP) ჩამოაყალიბა. ამ უკანასკნელის მიხედვით: მაიმ არის მაქსიმალური ეკონომიკური და სოციალური სარგებლის მიღების მიზნით, სხვადასხვა სექტორის ინტერესების გათვალისწინებითა და აუზების ეკოსისტემების ღირებულების შენარჩუნებით, მდინარის წყალშემკრები აუზის ფარგლებში მოქცეული წყლის, მიწის და მათთან დაკავშირებული სხვა ბუნებრივი რესურსების კომპლექსური ათვისება, დაცვა და კონსერვაცია [2].

უფრო მარტივად რომ ვთქვათ: მაიმ არის მდინარის წყალშემკრებ აუზში მიწის, მცენარეული საფარის და წყლის რესურსების ანალიზი, დაცვა, ათვისება ან შენარჩუნება, აუზის ყველა რესურსის კონსერვაციის და მოსახლეობის მიერ სარგებლის მიღების მიზნით.

### 2.2 . მდინარეთა აუზების ძირითადი ბუნებრივი რესურსები

მდინარეთა აუზების ძირითადი ბუნებრივი რესურსებია:

- ზედაპირული და მიწისქვეშა წყალი;
- ტყე;
- ბიომრავალფეროვნება (ფლორა და ფაუნა);
- ლანდშაფტი-ეკოსისტემა;
- სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები;
- სამოვრები.

გარდა ამისა, მდინარეთა აუზების რესურსებში შედის, მოსახლეობა და მის მიერ შექმნილი მატერიალური დოვლათი, რომელიც შეიძლება განვიხილოთ აუზის ინტელექტუალურ და მატერიალურ რესურსებად.

აუზის ინტეგრირებული მართვის განსაზღვრაში ძირითადი მნიშვნელობა ენიჭება შემდეგ ასპექტებსა და პრინციპებს:

• ბუნებრივი რესურსების კომპლექსური და ურთიერთშეთანხმებული (ინტეგრირებული) მართვა;

- აქცენტები წყლის და მიწის რესურსებზე;
- სხვადასხვა სექტორების და დაინტერესებული მხარეების ინტერესების გათვალისწინება;
- ეკოსისტემების ღირებულების შენარჩუნება;
- რესურსების მართვა ბუნებრივ საზღვრებში.

მოცემული განსაზღვრა ხაზს უსვამს ბუნებრივი რესურსების შეთანხმებული, კომპლექსური გამოყენების მნიშვნელობას, აღიარებს მათ ურთიერთდამოკიდებულებას ბუნებრივ გარემოში და

განიხილავს მათ ერთიანი ეკოსისტემის კონტექსტში. კერძოდ, ამ კონცეფციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნებისმიერი ერთი მიზნით წყლის გამოყენებას აუცილებლად ექნება რაიმე გავლენა (მეტწილად უარყოფითი) სხვა მიზნებით წყლის გამოყენებაზე და ზოგადად, წყლის რესურსების რაოდენობასა და ხარისხზე. ამიტომ, წყლის რესურსების ათვისებისას საჭიროა ყველა მიზნის გათვალისწინება და სექტორებს შორის კოორდინაცია.

ტყის რესურსების გამოყენების შემთხვევაში, გასათვალისწინებელია მათი ზეგავლენა სხვა რესურსებზე და მთლიანად ეკოსისტემებზე. თუ უკონტროლოდ გავჩეხავთ ტყეებს წყალშემკრების სათავეში, იგი, სავარაუდოდ, გამოიწვევს წყლის არსებული მარაგის შემცირებას, ნიადაგის ეროზიას და შესაბამისად, წყალმოვარდნების, მეწყერული, ღვარცოფული და სხვა გეო-დინამიური პროცესების გაძლიერებას, ბუნებრივი და ხელოვნური წყალსატევების დაშლამვას და წყლის ხარისხის გაუარესებას. ამიტომ, ტყის რესურსების მართვისას გასათვალისწინებელია სხვა რესურსებზე მათი ზეგავლენა.

საკითხის ამგვარი მიდგომა განსაკუთრებულ ყურადღებას ამახვილებს, როგორც წყლის და მიწის რესურსებზე, ისე მდინარის აუზის სხვა ბუნებრივ რესურსებზე, რადგან აუზი არის ჰიდროგრაფიული ქსელის საზღვრებით შემოფარგლული მიწის მონაკვეთი, რომელშიც ყალიბდება სხვადასხვა ტიპის ეკოსისტემა თავისი ბიოლოგიური მრავალფეროვნებითა და რესურსებით.

აუზების ინტეგრირებული მართვა ბუნებრივი რესურსების გამოყენების დროს სხვადასხვა სექტორის და დაინტერესებული მხარეების, ინტერესთა გათვალისწინებასაც გულისხმობს. თუ ბუნებრივი რესურსი მოიხმარება რომელიმე სექტორის მიერ, მხედველობაშია მისაღები სხვა სექტორების და მოსახლეობის მოთხოვნა ამ რესურსზე. არ უნდა დავუშვათ, რომ რესურსის ერთი მიზნით მოხმარებამ შეაფერხოს სხვა მნიშვნელოვანი მიზნით მისი გამოყენება. მაგალითად, თუ რაიმე წყარო ერთდოულად მოიხმარება სასმელად და სარწყავად, გასათვალისწინებელია ორივე სექტორის მოთხოვნა წყალზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში დაზარალდება ერთ-ერთის ინტერესი და სავარაუდოდ, წარმოიქმნება კონფლიქტი სექტორებს ან ინდივიდუალურ მომხმარებლებს შორის. ასეთი შემთხვევის მაგალითია, როცა მოსახლეობა მშრალ სეზონში სასმელ წყალს იყენებს საკარმიდამო ნაკვეთებისა და კუთვნილი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოსარწყავად. ამ დროს ჩნდება სასმელი წყლის დეფიციტი და მოსახლეობა ვერ იკმაყოფილებს მოთხოვნას მასზე.

მდინარის აუზის რესურსების გამოყენების დროს, საჭიროა მისი ეკოსისტემების ფუნქციების და ღირებულების შენარჩუნება. თუ წყალშემკრების მიწისქვეშა წყლები გამოიყენება სასმელ-სამეურნეო მიზნით, საჭიროა მისი ეფექტიანი და რაციონალური გამოყენება, რომ არ მოხდეს რესურსის ამოწურვა. ასევე საჭიროა ზრუნვა წყლის ხარისხზეც, რათა მოსახლეობას მიეწოდოს უსაფრთხო წყალი წყალმომარაგების მთლიან ციკლში - ჭაბურღილიდან ონკანამდე.

### 2.3. მდინარის აუზის ტიპიური ფუნქციები

მდინარის აუზი ერთიან ჰიდროეკოლოგიურ სისტემას წარმოადგენს, რომელსაც გააჩნია მრავალი ეკოსისტემური ფუნქცია (იგივე სერვისი, მომსახურება), რომლებიც დაჯგუფებულია ოთხ ძირითად კატეგორიად [3]:

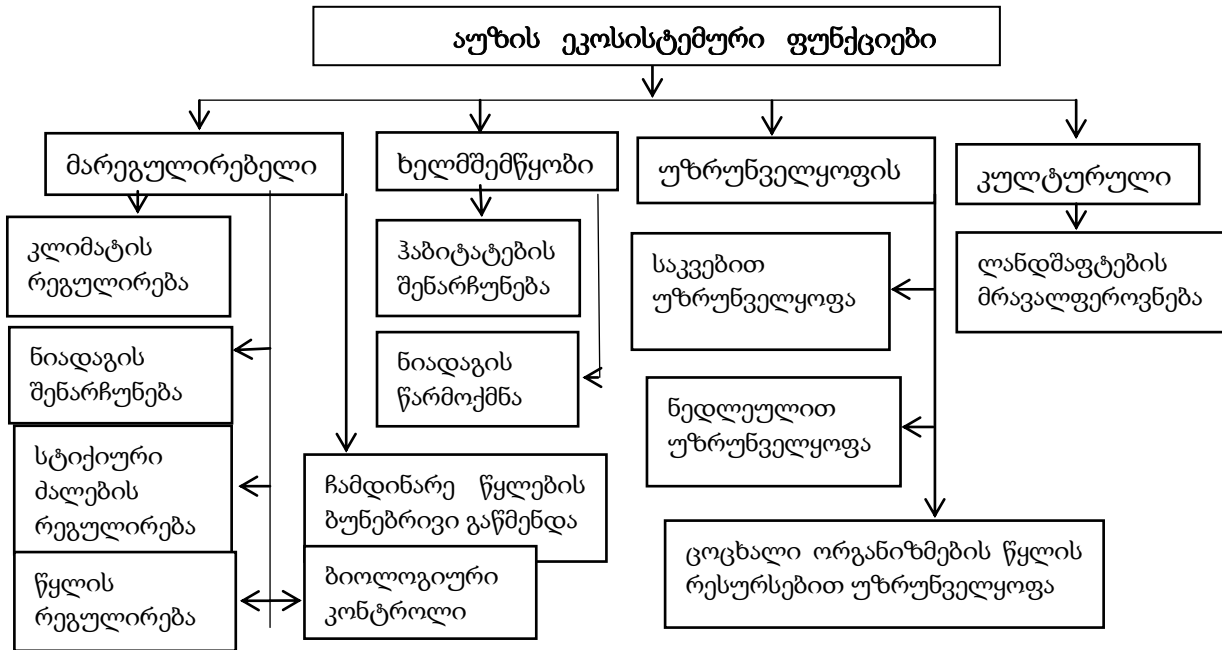
1. მარეგულირებელი ფუნქცია,
2. დამხმარე, ხელმშემწყობი ფუნქცია;
3. უზრუნველყოფის, მიწოდების ფუნქცია;
4. კულტურული ფუნქცია (ნახ. 1).

ნახ.1-ზე მოცემული ფუნქციები და კატეგორიები შესაძლოა დავყოთ უფრო ვიწრო კატეგორიებად და ფუნქციებად, მათი გამოყენების და თავისებურებების მიხედვით.

მდინარის აუზის ტიპიური ფუნქციებია:

- წყალდიდობების ბუნებრივი კონტროლი (წყალდიდობების დესინქრონიზაცია, ჭარბი წყლის შენახვა, მაქსიმალური ხარჯების შემცირება);
- წყლის გამოყენება სასმელ-სამეურნეოდ;
- წყლის გამოყენება საირიგაციოდ;
- წყლის გამოყენება სამრეწველო სექტორის მიერ ;

- ჰიდროელექტროენერჯის წარმოება;
- ბიომასის სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების ბაზის შექმნა;
- ტყის არამერქნული რესურსების ბაზის შექმნა და გამოყენება;
- სოფლის მეურნეობისათვის მიწის, წყლის და საკვები ელემენტების უზრუნველყოფა;
- ბუნებრივი კატასტროფების რისკის შემცირება;
- ბიომრავალფეროვნების და ეკოსისტემების კონსერვაცია-შენარჩუნება;
- რეკრეაციულ-გამაჯანსაღებელი ფუნქცია;
- კულტურული და ისტორიული ღირებულება.



**ნახ. 2.1. ეკოსისტემების ტიპიური ფუნქციები/სერვისები**

90-იან წლებში გაერომ და სხვა რიგმა საერთაშორისო ორგანიზაციებმა შეიმუშავეს წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრინციპები და მეთოდოლოგია, რომლებიც განხილული და მიღებული იქნა სხვადასხვა საერთაშორისო ფორუმებზე. კერძოდ, 1992 წლის 26-31 იანვარს ქალაქ დუბლინში ჩატარდა კონფერენცია წყალსა და გარემოზე, სადაც შემუშავდა დუბლინის დეკლარაცია წყლის რესურსების ინტეგრირებულ მართვაზე. ამ დოკუმენტში მოყვანილია წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის 4 ძირითადი პრინციპი:

1. მტკნარი წყალი ამოწურვადი და მოწყვლადი რესურსია, რომელიც უმნიშვნელოვანესია სიცოცხლის შენარჩუნების, ადამიანის განვითარებისა და გარემოსთვის;
2. წყლის რესურსების ათვისება და მართვა უნდა იყოს თანამონაწილეობრივი პროცესი, რომელშიც გაერთიანდებიან წყლის მომხმარებლები, დამგეგმავები, ცენტრალური და ადგილობრივი მთავრობები;
3. ქალები თამაშობენ უმთავრეს როლს წყლის მოხმარებაში, მართვასა და მისი უსაფრთხოების შენარჩუნებაში;
4. წყალს გააჩნია ეკონომიკური და სოციალური ღირებულება/ფასი მისი ყველა მიზნით გამოყენების დროს და იგი აღიარებულ უნდა იქნას, როგორც ეკონომიკური პროდუქტი.

მოცემული პრინციპები ოფიციალურად მიღებულ იქნა, იმავე წელს გაეროს ეგიდით ჩატარებულ რიოს კონფერენციაზე გარემოსა და განვითარების შესახებ. 2002 წელს კი, იოჰანესბურგის მდგრადი განვითარების გლობალურ სამიტზე შემუშავებული სამოქმედო გეგმით დაისახა ერთობლივი მიზანი, რომლის მიხედვითაც ქვეყნებს 2005 წლისათვის უნდა მოემზადებინათ წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის და წყლის ეფექტიანი მოხმარების გეგმები, ამ პროცესში კი დახმარება გაეწეოდათ განვითარებად ქვეყნებს [4].

2011 წლის მარტში ქალაქ მარსელში გაიმართა წყლის მე-6 მსოფლიო ფორუმი, რომლის მონაწილეებმაც დასახეს წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის შემდეგი მიზნები [5]:

1. ეკონომიკურ განვითარებაში წვლილის შეტანა;
2. თითოეული ადამიანის კეთილდღეობის მიღწევა;
3. გარემოს ეკოლოგიური მდგრადობის შენარჩუნება.

#### **2.4. მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის დანერგვისათვის საჭირო მექანიზმები**

ქალაქ მარსელში გამართულ წყლის მე-6 მსოფლიო ფორუმზე დასახული მიზნების შესრულება მოითხოვდა მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის დანერგვას, რომლის განსახორციელებლად საჭირო იყო კონკრეტული მექანიზმების გამოყენება. ეს მექანიზმები შესაძლოა დავეყთ შემდეგ კატეგორიებად:

- სამართლებრივი;
- პოლიტიკური;
- ინსტიტუციური;
- ეკონომიკური.

ზემოთ აღნიშნული მექანიზმები ერთმანეთთან იერარქიულ კავშირშია, რომლის სათავეშიც **სამართლებრივი** მექანიზმი დგას შესაბამისი კანონმდებლობის სახით. იმისათვის, რომ ეროვნულ დონეზე აუზების ინტეგრირებული მართვა დამკვიდრდეს როგორც სავალდებულო მიდგომა, საჭიროა აუზების ინტეგრირებული მართვის შესახებ გარკვეული დებულებების შემცველი კონკრეტული კანონმდებლობის არსებობა. ასეთია წყლის კანონმდებლობა (კანონი და კანონქვემდებარე აქტები), რომელმაც უნდა დასახოს აუზების ინტეგრირებული მართვის მიზნები და ამოცანები და განსაზღვროს შესაბამისი პროცედურები, მეთოდოლოგია, ინსტიტუციური მოწყობა, პასუხისმგებელი ორგანიზაციების უფლებები და მოვალეობები, მარეგულირებელი და ფინანსური ინსტრუმენტები, კონტროლისა და ზედამხედველობის პროცედურები.

გარდა ეროვნულ დონეზე არსებული იურიდიული მექანიზმისა, არსებობს საერთაშორისო სამართლებრივი ინსტრუმენტები ორმხრივი ან მრავალმხრივი ხელშეკრულებების სახით, რომლებიც ითვალისწინებს აუზისპირა ქვეყნების თანამშრომლობას საერთო წყლების ერთობლივი მართვის მიზნით.

იმისათვის, რომ განხორციელდეს მოცემული კანონები, საჭიროა შესაბამისი **პოლიტიკური** ჩარჩოს არსებობა ეროვნულ და ადგილობრივ დონეებზე. კერძოდ, ეროვნულ დონეზე უნდა არსებობდეს წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის გრძელვადიანი ეროვნული სტრატეგია თუ პროგრამა, რომელიც უნდა შეიცავდეს წყლის რესურსების გამოყენებისა და დაცვის გრძელვადიან მიზნებს, ამოცანებს, მიმართულებებს და მათი შესრულების მექანიზმებს. ადგილობრივ დონეზე კი უნდა შემუშავდეს მდინარეთა აუზების მართვის გეგმები, რომლებიც უნდა შეიცავდეს აუზების რესურსების ათვისებისა და დაცვის დროში გაწერილ მიზნებს, ამოცანებს და განხორციელების გზებს კონკრეტული აუზის მაგალითზე.

იმისათვის, რომ შესრულდეს კანონმდებლობა და გატარდეს შესაბამისი პოლიტიკა, აუცილებელია გარკვეული **ინსტიტუციური** ჩარჩოს არსებობა. კერძოდ, უნდა ფუნქციონირებდეს აუზების ინტეგრირებულ მართვაზე პასუხისმგებელი ორგანიზაცია ან ორგანიზაციათა ჯგუფი. ეს ინსტიტუტი შეიძლება არსებობდეს მხოლოდ ეროვნულ დონეზე, მაგალითად, გარემოს დაცვის სამინისტრო, წყლის სააგენტო ან მხოლოდ ადგილობრივ დონეზე, როგორცაა მდინარის აუზის მართვის ორგანიზაცია. ასევე, შესაძლებელია ასეთი ორგანიზაციების არსებობა ერთდროულად ორივე დონეზე, რომლის დროსაც უფლება-მოვალეობები მკვეთრად უნდა გაიმიჯნოს ცენტრალურ და ადგილობრივ ორგანოებს შორის.

ბოლო დროს სულ უფრო პოპულარული ხდება **ეკონომიკური მექანიზმების** გამოყენება აუზების ინტეგრირებული მართვის დასამკვიდრებლად. კერძოდ, ხდება აუზის წყლის და მასთან ასოცირებული რესურსების ფუნქციების და სერვისების ღირებულების შეფასება და ფულად სიდიდეში გამოსახვა, რომლის შემდეგაც წესდება დიფერენცირებული გადასახადები

წყალადებასა და მოხმარებაზე სხვადასხვ სექტორისთვის, წყლის გამოყენების ნებართვები, რითაც შესაძლებელია ვაჭრობა სხვადასხვა სექტორს, საწარმოებს, რეგიონებს თუ ქვეყნებს შორის, ეკოსისტემებით მომსახურების გადასახადები მდინარის ზედა და ქვედა დინების ფერმერებისათვის და ასე შემდეგ.

საქართველოში წყლის რესურსების მართვა რეგულირდება კანონით წყლის შესახებ [6], თუმცა აღნიშნულ კანონში მოცემული დებულებები ძალიან ზოგადია და არ შეიცავს წყლის სააუზო მართვის განხორციელების კონკრეტულ მექანიზმებსა და პასუხისმგებელი ორგანიზაციების უფლება-მოვალეობებს. წყლის სააუზო მართვის დანერგვისათვის საჭიროა შესაბამისი ინსტიტუტების ჩამოყალიბება. თუმცა, რადგან წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა დინამიურ პროცესს წარმოადგენს, რომელიც მუდმივ განახლებას და განვითარებას ექვემდებარება, შესაძლებელია მისი განხორციელება დაიწყოს მცირე ნაბიჯებით უფრო ადრეც, ვიდრე შეიქმნება შესაბამისი კანონმდებლობა და ინსტიტუტები.

### **თავი 3. მდინარე იორის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და ჰიდრო-მეტეოროლოგიური გამოკვლევა წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის შექმნის მიზნით**

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

1. სამიზნე ტერიტორიის, ჩვენ შემთხვევაში მდ. იორის აუზის, ბუნებრივი პირობები:
  - რელიეფი, ჰავა, ინფრასტრუქტურა.
2. სამიზნე ტერიტორიის ბუნებრივი გარემო:
  - კლიმატური პირობები;
  - ჰიდროლოგიური ქსელი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი;
  - მიწისქვეშა წყლები;
  - ბიომრავალფეროვნება (ლანდშაფტები, ბიომები, მცენარეული და ცხოველური სახეობები, ტყეები);
  - ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები.
3. გარემოს და ბუნებრივი რესურსების მდგომარეობის კვლევა:
  - წყლის რესურსების მდგომარეობა (ხარისხი და რაოდენობა);
  - მიწის რესურსების მდგომარეობა;
  - ბიომრავალფეროვნების მდგომარეობა.

ევროგაერთიანების ჩარჩო დირექტივის მიხედვით, კვლევის ძირითადი საგანი არის წყლის რესურსი, ხოლო სხვა რესურსები განიხილება წყალზე მათი ზემოქმედების კუთხით [1]. ამიტომ, აღნიშნული დირექტივის გათვალისწინებით, წინამდებარე ნაშრომში ძირითადი აქცენტი გადატანილი იქნება მდინარე იორის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და ჰიდრომეტეოროლოგიურ გამოკვლევაზე.

#### **3.1. მდინარე იორის აუზის ზოგადი დახასიათება**

##### **3.1.1. მდ. იორის აუზის 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 სიმაღლით 3294 მ ზ.დ. (სურათი 3.1), ხოლო უმდაბლესი - ელდარის დაბლობის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი სიმაღლით 90 მ.ზ.დ. აუზის ჩრდილო ნაწილი დასავლეთიდან შემოსაზღვრულია ქართლის ქედით, ხოლო აღმოსავლეთიდან - კახეთის ქედით. ქართლის ქედს სამხრეთიდან ემიჯნება საგურამო-იალნოს ქედი, რომელიც სოფ. პალდოსთან აუზის ზემო ნაწილის ჩამკეტს წარმოადგენს.

წყალგამყოფის აღმოსავლეთ ნაწილში კახეთის ქედი გადადის გომბორის ქედში, რომელიც თითქმის დედოფლისწყარომდე გრძელდება და 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 ნახაზზე 3.1.

მდინარის აუზი, მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით, იყოფა სამ ნაწილად: სათავე-სოფ. პალდო (ზედა წელი ანუ ზედა დინება, 940 მ ზ.დ.), სოფ. პალდო - მდ. ოლეს შესართავი (შუა წელი ანუ შუა დინება) და მდ. ოლეს შესართავიდან - მინგეჩაურის წყალსაცავამდე (ქვედა წელი ანუ ქვედა დინება).



**სურათი 3.1. მთა დიდი ბორბალოს საერთო ხედი ( <http://ka.wiki/>- ბორბალოს მთა)**

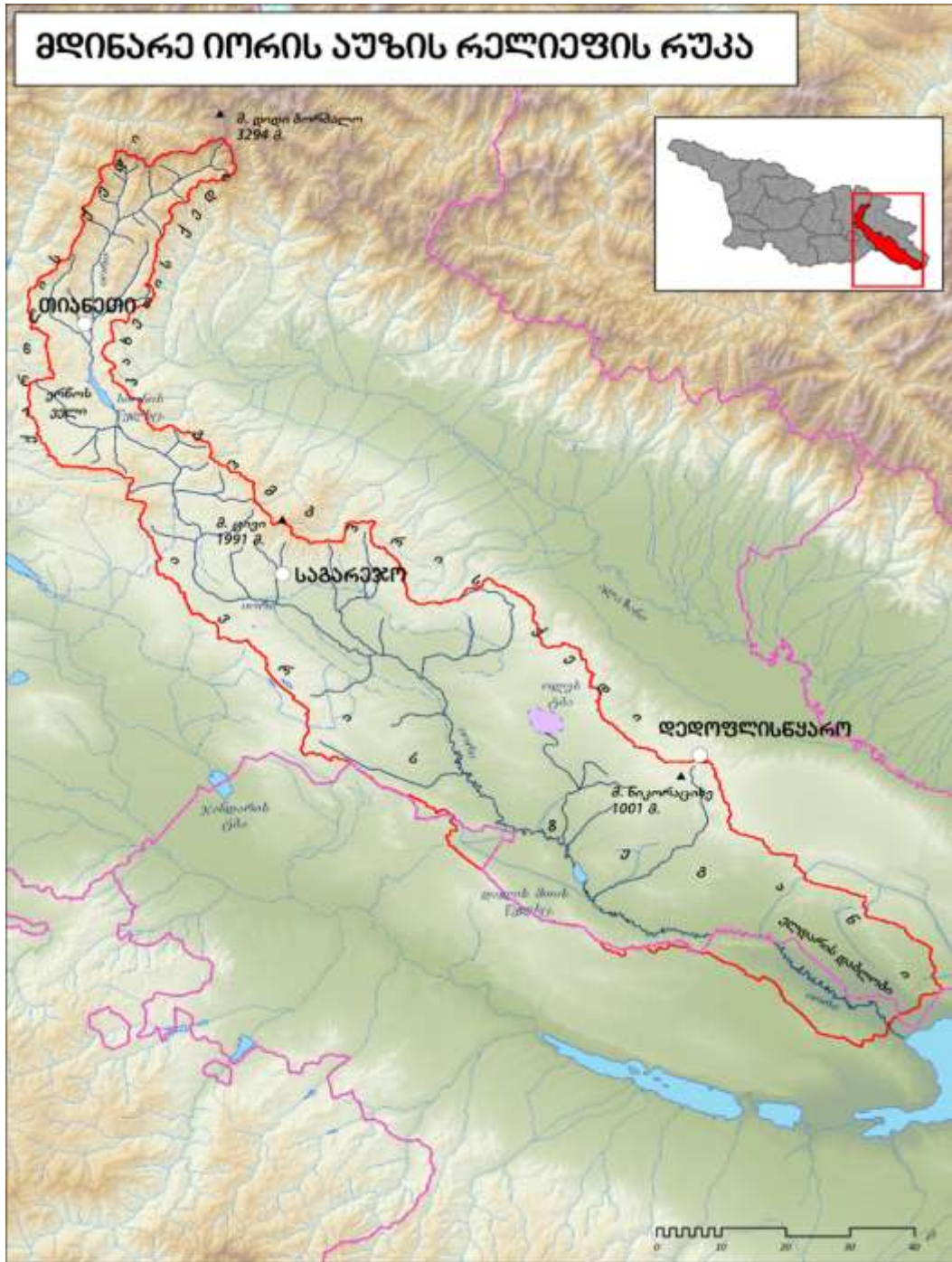
პირველი მონაკვეთი ხასიათდება შერეული ტყეებით დაფარული ხევებითა და მდელოებით. მის შუაგულში, ქართლისა და კახეთის ქედებს შორის, ზღვის დონიდან 1100-1200 მ სიმაღლეზე მოქცეულია თიანეთის ქვაბული, რომელიც რამდენიმე კილომეტრის დაშორებით ესაზღვრება სიონის წყალსაცავს (სურათი 3.2). წყალსაცავის სამხრეთ-დასავლეთით, მისგან 5 კმ მანძილზე 1200 მ სიმაღლეზე გაშლილია ერწოს ველი, სადაც იკრიბება საგურამო-იალნოს ქედებიდან ჩამომდინარე ბევრი პატარა მდინარე და ჩაედინება მდ. იორში მისი მარჯვენა შენაკადის - აძემის სახით.

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, ტყეებს თიხნარებით და რიყნარებით აგებული ტერასების სახით, ეშვება ბუჩქებითა და სტეპის ბალახეულით დაფარულ მდინარის ნაპირებამდე. უფრო მაღლა, ზღვის დონიდან 500-700მ სიმაღლეზე, რელიეფი საკმაოდ თანაბარია და გამოიყენება მიწათმოქმედებისათვის და სამოვრებად. 800 მ ზემოთ, გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობზე გამეფებულია ხშირი ფოთლოვანი ტყეები, რომლებიც ზოლად გასდევს მდ. ალაზნის აუზთან წყალგამყოფს. რელიეფი აქ ძლიერ დახრამულია და მის უმაღლეს წერტილს წარმოადგენს მთა ცივი (1991 მ. ზ.დ.).

მდ. იორის მესამე მონაკვეთი ფართობით ყველაზე დიდია და ძირითადად დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას მოიცავს. ეს მონაკვეთი მთლიანად განლაგებულია იორის ზეგანზე, რომელიც გეოლოგიურად ნაგებია კონგლომერატებით, კაინოზური ქვიშა-ქვებით, თიხებითა და კირქვებით. მის ტერიტორიაზე ბევრია ვაკეები - დიდი და პატარა შირაქი, ოლე, ნაომარი, უდაბნო და ყაჯირი, ტარიზანის, იორისა და ჭაჭუნას სტეპები, ელდარის დაბლობი, აგრეთვე სერები - ამართული, დემუდარაღი, გარეჯა, კოწახურის ქედი, ნაზარლები, ზილიჩა და სხვ. არის ბედლენდები, ტალახის ვულკანები, მლაშე ტბები, მათ შორის აღსანიშნავია ყაჯირი, მუხროვანი, ქოჩები, აზამბურის მომცრო ტბათა ჯგუფი. მესამე 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 სამოვრებად. აქვე მდებარეობს 1980-იან წლებში მდ. იორზე აგებული დალის მთის წყალსაცავი (სურათი 3.3) [2].

წყლის რესურსებით მდიდარია მდინარის მხოლოდ პირველი მონაკვეთი, სადაც იორს აქვს





ნახ. 3.1. მდ. იორის აუზის რელიეფის რუკა

მუდმივი შენაკადები, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ხაშრულა (ბაჩილა), ქუსნო, საგამი, აძეპი და გომბორი. როგორც მდინარე იორი, ისე მისი ზემო წელის შენაკადები წყაროებიდან იწყება და თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით საზრდოობენ. წლიურ ჩამონადენში გრუნტის წყლების წილი 38.7% -ს შეადგენს, წვიმის წყლების - 33.3%-ს, ხოლო თოვლის წყლებისა - 28 %-ს [3].

მდინარის დანარჩენი ორი მონაკვეთი პრაქტიკულად მოკლებულია მუდმივ შენაკადებს და მოიცავს მეორე მონაკვეთში გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებულ რამდენიმე მდინარეს, ხოლო მესამე მონაკვეთის დასაწყისში - შრობად მდინარე ოლეს, რომელიც სათავეს იღებს შრობადი ოლეს ტბიდან.



**სურათი 3.2. სიონის წყალსაცავის საერთო ხედი**



**სურათი 3.3. დალის მთის წყალსაცავის ფრაგმენტის ხედი**

წყლით შევსების შემთხვევაში, ამ ტბის სასარგებლო მოცულობა 200 მლნ მ<sup>3</sup> შეიძლება აღწევდეს. ოლეს შესართავიდან 7-8 კმ-ით დაბლა (264-301 მ ზ.დ.) 1980-იან წლებში, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში მდ. იორზე აშენდა 140 მლნ. მ<sup>3</sup> სასარგებლო მოცულობის საირიგაციო დანიშნულების დალის მთის წყალსაცავი, რომელსაც ტექნიკური წუნისა (ერთი საექსპლუატაციო ფარი დაზიანებულია) და სარწყავი სისტემის შემდგომი დემონტაჟის გამო თავისი დანიშნულებით დღემდე არ უმოქმედია და მხოლოდ თევზის მოსამენებელ სატბორედ გამოიყენება.

აუზის განხილული მონაკვეთის სამხრეთ ნაწილში განთავსებულია ვაშლოვანის ნაკრძალი, რომელიც გარშემორტყმულია 520-580 მ სიმაღლის მთებით, ხოლო მისი ცენტრალური ნაწილის სიმაღლე იცვლება 300-400 მ ფარგლებში. აუზის ამ მონაკვეთის უმაღლესი წერტილია დედოფლისწყაროს სამხრეთით აღმართული მთა ნიკორაცხე (1001 მ ზ.დ.), ხოლო უმდაბლესი - ელდარის დაბლობზე, მინგეჩაურის წყალსაცავის მიმდებარე სანაპირო (90 მ ზ.დ.).

### **3.1.2. ჰავა**

რეგიონის მდებარეობიდან გამომდინარე, იორის აუზში კლიმატური პირობები ძირითადად ყალიბდება კავკასიის ტერიტორიაზე მოქმედი ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების

ურთიერთქმედებით რელიეფის ფორმებთან. დიდი კავკასიონის და მცირე კავკასიონის მთიანი მასივები ძირითადად აიძულებენ ჰაერის მასებს ტროპოსფეროში იმოძრაონ განედური მიმართულებით, რის გამოც ტერიტორიაზე ძირითადად გაბატონებულია დასავლეთის ან აღმოსავლეთის ქარები. დასავლეთიდან ჰაერის ნოტიო მასების შემოჭრა ხდება ატლანტის ოკეანედან, ხმელთაშუა და შავი ზღვის გავლით, თუმცა ლიხის ქედის გადმოლახვის შემდეგ აღმოსავლეთ საქართველოში ქარები ფიონურ ხასიათს ღებულობს და მათი ტენშემცველობა კლებულობს. იორის ზემო წელში დასავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები დამატებით განიცდიან აღმასვლას ქართლისა და კახეთის ქედებზე და დაღმასვლას ერწოს ველსა და თიანეთის ქვაბულში. აღნიშნული პროცესი ძირითადად თბილ პერიოდში ვითარდება და მათი ზედდება ატმოსფეროს ფართომასშტაბურ პროცესებზე ლოკალური ციკლოგენეზისის შემთხვევაში, იორის შუა წელში სიონის წყალსაცავის მიდამოებში იწვევს მძლავრი კონვექციური ღრუბლების განვითარებას.

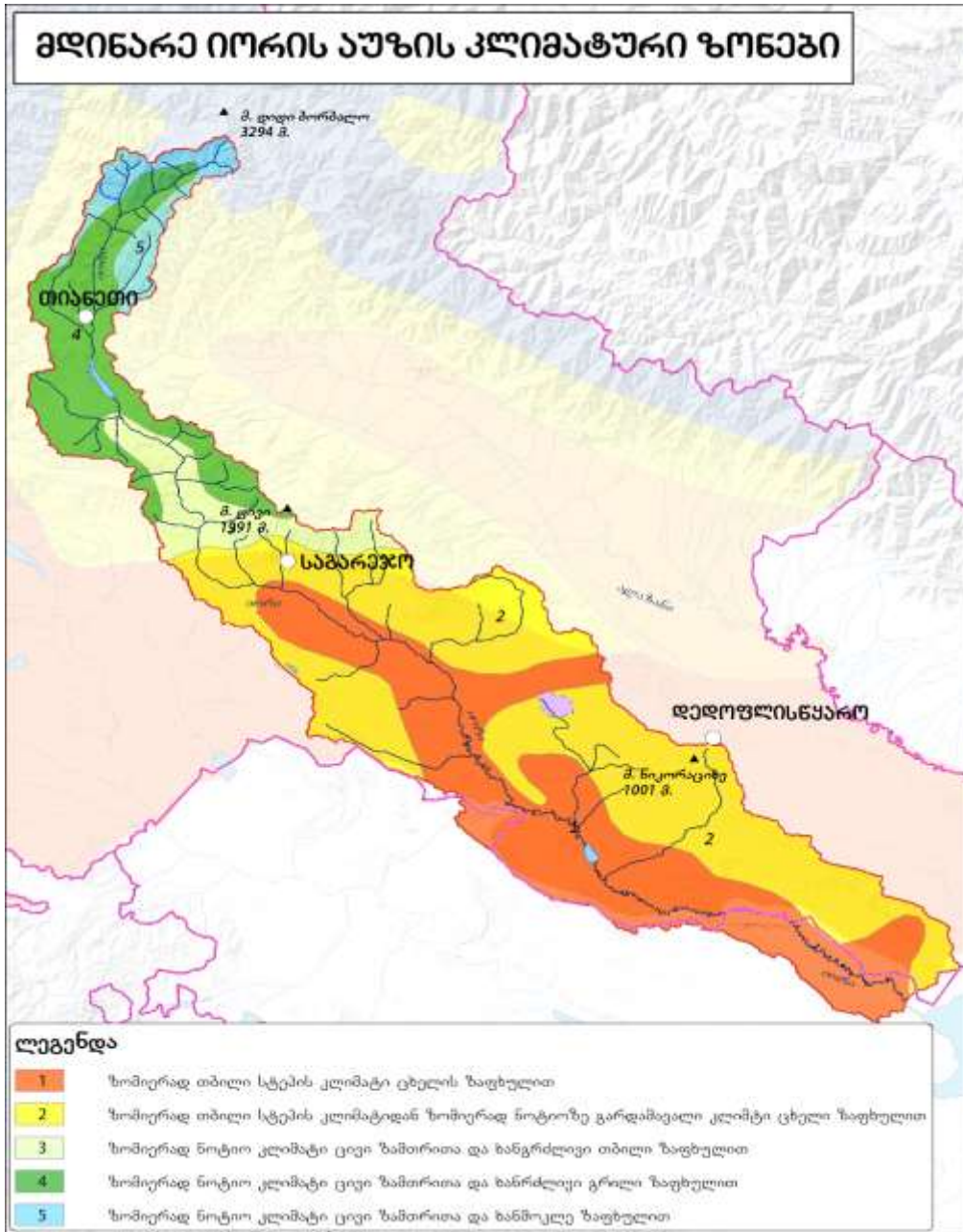
აღმოსავლეთიდან მოქმედი ჰაერის ნაკადები საკვლევ ტერიტორიაზე შემოჭრამდე, სათავეს იღებს არქტიკის აღმოსავლეთ სექტორში და მოჰყვებიან ციმბირის ანტიციკლონის სამხრეთ-დასავლეთის ტოტს, რომელიც საქართველოს ტერიტორიას აღწევს აზერბაიჯანის მშრალი სტეპების გავლით. ამიტომ ჰაერის ასეთი მასების ტენშემცველობა ნაკლებია. ზაფხულში მათი პრევალირება იწვევს გვალვას, ხოლო ზამთარში - არცთუ ძლიერ, მაგრამ ხანგრძლივ თოვლიანობას.

სიმაღლეთა საკმაოდ დიდი სხვაობა, ბორბალოს მთიდან მინგეჩაურის წყალსაცავამდე, მდ. იორის აუზის ფარგლებში, განაპირობებს კლიმატური ზონების ნაირსახეობას. მდ. იორის აუზში მ. კორმახიას კლასიფიკაციის მიხედვით [4], გამოიყოფა 5 კლიმატური ზონა, რომელთა განლაგების სქემა მოცემულია ნახ. 3.2-ზე.

ამ ნახაზზე ყველაზე დაბლა, კახეთის რეგიონის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში მდებარე კლიმატური ზონა შეესაბამება, გარე კახეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელი ზომიერად თბილი სტეპების ჰავას ცხელი ზაფხულით. აუზში ყველაზე ვრცელი ადგილი უჭირავს კლიმატურ ზონას, რომელსაც შეესაბამება ზომიერად თბილი სტეპის კლიმატიდან ზომიერად ნოტიოზე გარდამავალი კლიმატი ცხელი ზაფხულით. მის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მდებარე კლიმატური ზონა, რომელიც ივრის ზეგანის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე, მდ. იორის შუა წელიდანაა შემოჭრილი, ხასიათდება ზომიერად ნოტიო კლიმატით - ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით. შემდეგი ზონა, რომელიც ჩრდილო-დასავლეთით მდებარეობს, შეესაბამება ზომიერად ნოტიო კლიმატს ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით. აღნიშნული ზონის ჩრდილოეთით მდებარე კლიმატური ზონისთვის კი დამახასიათებელია ზომიერად ნოტიო კლიმატი, ცივი ზამთრითა და ხანმოკლე გრილი ზაფხულით.

აღსანიშნავია, რომ მოცემული ტერიტორიის ზემოთ მოყვანილი დარაიონება ჩატარებულია 1990-იანი წლებისთვის არსებული კლიმატური მონაცემების საფუძველზე. განვლილი ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის მანძილზე 1980-იანი წლებიდან დაწყებული, კლიმატის ცვლილების პროცესმა უკვე შეიტანა შესამჩნევი ცვლილებები საქართველოს ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური ელემენტების რეჟიმში. კერძოდ, გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის (UNFCCC) შედგენილ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში [5] ჩატარებული ანალიზის თანახმად, მდინარეების იორისა და არაგვის აუზებში არსებულ მეტეოსადგურებზე 1961-დან 2010 წლამდე საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ მოიმატა 0.5 °C-ით მოდელური გათვლებით მოსალოდნელია 2050 წლამდე 0.9°C, ხოლო 2100 წლამდე 2.3 °C -ით შემდგომი გაზრდა.





ნახ. 3.2. მდ. იორის აუზის კლიმატური დარაიონება [4]-ის მიხედვით

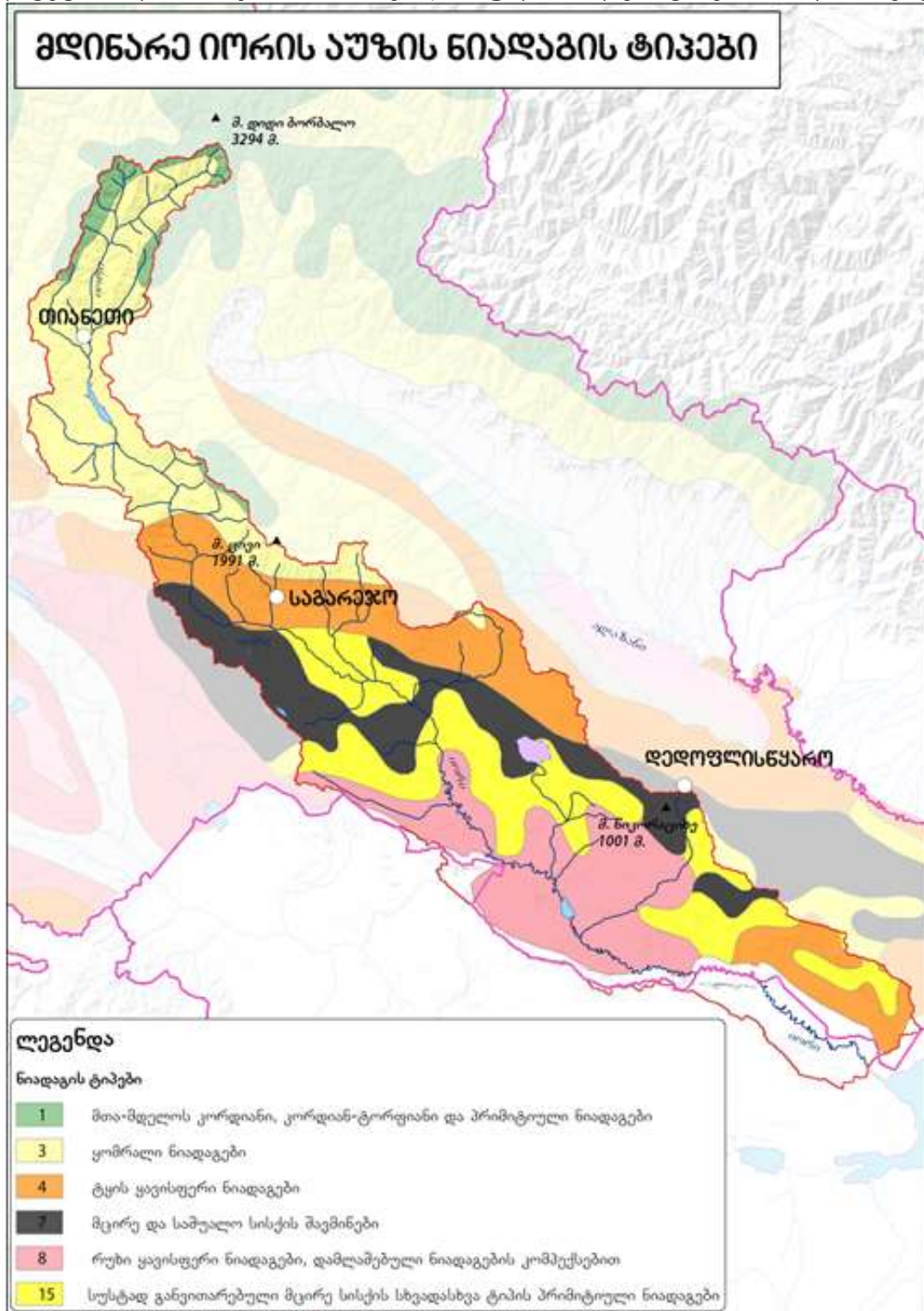
### 3.1.3. ნიადაგები

მდ. იორის აუზში ნიადაგწარმოქმნელი პროცესები საკმაოდ მრავალფეროვანია, რაც განაპირობებს სხვადასხვა, ერთმანეთისაგან განსხვავებული ნიადაგის ტიპების განვითარებას. თანახმად ცნობილი ნაშრომისა [6], იორის აუზის ტერიტორიაზე სულ გამოიყოფა ნიადაგების 18 ჯგუფი, საიდანაც გაბატონებულად შეიძლება ჩაითვალოს 6 ჯგუფი, რომელთა გავრცელების გამარტივებული სქემა მოცემულია ნახ. 3.3-ზე.

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

აუზის შუა ნაწილში, რომელიც მოიცავს საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას და სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სამხრეთ ნაწილს, გაბატონებულია ნახ. 3.3-ზე აღნიშნული ნიადაგის ტიპები 4, 7 და 15, რომლებშიც ალაგ-ალაგ ჩართულია ბიცობი და შავი ნიადაგები, აგრეთვე ძლიერ ჩამორეცხილი ნიადაგები და გაშიშვლებები.

აუზის ქვემო ნაწილში, რომელიც მთლიანად დაკავებულია დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტით, დომინირებს ნახ. 3.3-ზე აღნიშნული ნიადაგის ტიპები 8, 7 და 15, აგრეთვე



**ნახ. 3.3. ნიადაგის გაბატონებული ჯგუფების გავრცელების სქემა მდ. იორის აუზში ([6]-ის მიხედვით).**

ტიპი 4, რომლებშიც 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 ნიადაგის ეროზიის პრობლემა. მდინარის ზემო წელში თიანეთის ქვაბულამდე, სადაც იორი ხშირი ტყით დაფარულ ვიწრო ხეობაში მიედინება,

ეს საკითხი ნაკლებად მტკივნეულად შეიძლება ჩაითვალოს, თუმცა პალდოს კაშხალის ქვემოთ მდინარის ნაპირები სულ უფრო ავლენს წყლისმიერი ეროზიის ზემოქმედებას. მაგალითად, სოფ სართიჭალასთან იორი მიედინება მეტად განიერ კალაპოტში, რომელშიც 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 სახეს ღებულობს ნიადაგური ეროზიის მეორე ფორმა - ქარისმიერი ეროზია, რომელთანაც საბრძოლველად, ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაიწყო ქარსაცავი ზოლების გაშენება. 80-იანი წლებისთვის რაიონის ტერიტორიაზე ქარსაცავ ზოლებს 1700 ჰა-ზე მეტი ფართობი ეკავა, რასაც სარწყავ სისტემასთან ერთად, მნიშვნელოვანი წვლილი შეჰქონდა გარე კახეთის (ქიზიყის) ნიადაგების შენარჩუნებაში [7].

### 3.1.4. მდ. იორის აუზის ბიომრავალფეროვნება

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მდ. იორის აუზის სიმაღლეთა დიდი სხვაობა განაპირობებს კლიმატური ზონების ნაირსახეობას, რაც გავრცელებული ნიადაგების მრავალი ტიპის (18) ფონზე (ალუვიური, ბარის შავმიწა, რუხი, ტყის ყომრალი და სხვ.) [6], იწვევს აუზში მცენარეული საფარის სხვადასხვაგვარობას. მცენარეული საფარით ყველაზე მდიდარია აუზის ზემო მონაკვეთი (>2000 მ ზ.დ.). ქართლისა და კახეთის ქედების მწვერვალებსა და ფერდობებზე გაშლილია ალპური მდელოები, რომლებიც უფრო ქვემოთ იცვლება სუბალპური საძოვრებითა და დეკიანებით. 1800 მეტრის ქვემოთ იწყება მუხის, წაბლის, წიფლისა და რცხილის ხშირი ტყეები. თიანეთისა და სიონის ქვაბულებში ფერდობები წარმოდგენილია სახნავ-სათესებითა და ბაღებით, რომლებიც ენაცვლება ფოთლოვან და შერეულ კორომებს. მათ სამხრეთიდან ეკვრის ხშირი ფოთლოვანი ტყეებით დაფარული საგურამო-იალნოს ქედი.

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

მდ. იორის შუა ნაწილი გაცილებით ღარიბია მცენარეული საფარით ზემო ნაწილთან შედარებით. სოფ. პალდოს სამხრეთით ტყის საფარი გრძელდება აუზის მხოლოდ ჩრდილო ნაწილში, გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე დასახლებული პუნქტებია (პატარძელი, საგარეჯო, ჩაილური). ეს დასახლებები ზოლად გასდევს თბილისი-ბაკურციხის ავტომაგისტრალს, რომლის ქვემოთ (სამხრეთით) ტერიტორია დაკავებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებით, საძოვრებითა და სტეპური მცენარეულით (უროიანი და ვაციწვერიანი ფორმაციები), აგრეთვე შიბლიაკის ტიპის ჰემიქსეროფიული ბუჩქებით. ვერხვნარებითა და მუხნარებით წარმოდგენილი ივრის ჭალები, ამჟამად, თითქმის მთლიანად გაჩეხილია, ისევე როგორც, სოფლების იორმუდანლოს, თულარის, კაზლარისა და ულიანოვკის სავარგულების საზღვრებზე ადრე გაშენებული ქარსაცავი ზოლები.

ასევე ღარიბია მცენარეული საფარით მდ. იორის აუზის ქვემო ნაწილი, სადაც ტყეები და ცალკეული კორომები შემორჩენილია აუზის უკიდურეს ჩრდილო ნაწილში (სოფ. გამარჯვებისა და დედოფლისწყაროს მიდამოებში), სადაც ძირითად სახეობებთან ერთად (მუხა, რცხილა და იფანი) გვხვდება მცენარეთა იშვიათი, გადაშენების პირზე მდგომი, ან ენდემური ჯიშები. მათგან არიდული კლიმატისათვის 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 [8]. თუმცა, ჭარბი ძოვებისა და საძოვრების მკაცრი მენეჯმენტის არარსებობის პირობებში, თანდათან განიცდის დეგრადირებას, რაც დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სამხრეთი ნაწილის ტერიტორიას გაუდაბნოებით ემუქრება. აქ მცენარეული საფარის აღსადგენად და

გასამლიერებლად, საჭიროა სამოვრების რწყვის პრაქტიკის დანერგვა, საქონლის გადასარეკი ტრასების დაცვა და მათი ინფრასტრუქტურის მოწყობა, ქარსაცავი ზოლების აღდგენა [7].

დედოფლისწყაროში, დალის მთის დაბლა მდებარეობს დალის მთის წყალსაცავი. მის ქვემოთა ნაწილშია 5200 ჰა ფართობის ტერიტორიაზე გადაშლილი ჭაჭუნის ალკვეთილიც, რომელიც 1996 წელს დაარსდა და ქვეყნის უკიდურეს სამხრეთ-აღმოსავლეთში, საქართველო-აზერბაიჯანის საზღვართან ახლოსაა.

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში, წლიური ნალექების რაოდენობის შემცირების პარალელურად, ალკვეთილში მიწის საფარის მნიშვნელოვანი ნაწილი დეგრადირებულია. ამის მიზეზი, ჭარბი მოვება და სამოვრების არარაციონალური გამოყენებაა. ასევე, სულ უფრო მცირდება ჭალის ტყის საფარიც, რადგან ცხვარმა სამოვრების დეგრადაციის გამო, სულ უფრო ქვემოთ, ჭალის ტყისკენ გადაინაცვლა. ჭალის ტყის გაქრობა კი ნიშნავს იმას, რომ, მაგალითად, ფრინველებისთვის, როგორცაა, დურაჯი, ბეჭობის არწივი, ფსოვი, ქრება საბუდარი ადგილები, საბუდარი ხეები; და აქ გავრცელებული ისეთი მუშუმწოვრებისთვის, როგორცაა: მაჩვები, გარეული ღორები, მაჩვზღარბები, მგლები, ტურები – ქრება თავშესაფარი, საკვები და დასაწყურებელი ადგილები. ამიტომ, როცა თავშესაფარი ვიწროვდება, რა თქმა უნდა, ეს პირდაპირ გავლენას ახდენს მათ არსებობაზე.

წყალსაცავის სანაპიროსთან გაშენებულია სამონადირეო მეურნეობა „დალის მთა“. სადაც მუშუმწოვრებიდან ბინადრობს ნუტრია, ენოტი, ენოტისებრი ძაღლი, მგელი, კურდღელი, ტურა, მელა, გარეული ღორი. ბევრია ფრინველი, მათ შორის: კაკაბი, ხოხობი, რუხი იხვი, გარეული იხვი, მწყერი, მელიტა, წყლის ქათამი, ტყის ქათამი, ქედანი, გვრიტი და სხვა.

წყალსაცავის ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით კი მის მარჩხობ ნაწილში, საკმაოდ გვხვდება წყალმცენარეები. მისი იქთიოფაუნა და საერთოდ ჰიდროფაუნა, ფორმირებულია ძირითადად მდინარე იორის ჰიდროფაუნით, ხოლო იქთიო-მრავალფეროვნება განპირობებულია წყალსაცავის მდებარეობით, რომელიც მდინარის სხვა უბნებისაგან გამოირჩევა სახეობრივი მრავალფეროვნებით. წყლის ტემპერატურული და ჰიდროლოგიური რეჟიმის გამო, იორში არ შემოდინან თევზების გამსვლელი ფორმები - კასპიური სალამურა, კასპიის ზღვის ორაგული. საერთოდ, მდ. იორში ამჟამად თევზის რაოდენობა ძალიან მცირეა, რაც გამოწვეულია ბუნებრივი პირობების უარყოფითი გავლენითა და მზარდი ანთროპოგენული ზემოქმედებით. 1953 წელს, მინგეჩაურის წყალსაცავის შექმნის შემდეგ, საქართველოს წყლებში და, მათ შორის, მდინარე იორში, დალის მთის წყალსაცავის არეალში შემოადწიეს თევზის იმ სახეობებმა, რომელიც ადრე არ ყოფილა დაფიქსირებული აღმოსავლეთ საქართველოს წყლებში. კერძოდ, მტკვრის თრისა, რომელიც კარგად შეეგუა ადგილობრივ პირობებს და ჩამოყალიბდა მდგრად ფორმად.

დალის მთის წყალსაცავის იქთიოფაუნა ამჟამად ძირითადად ფორმირდება ინტროდუცირებული (თეთრი სქელშუბლა, ქერცლიანი კობრა, თეთრი ამური) და მდინარე იორის ადგილობრივი ჰიდროფაუნით (ხრამული, ჭანარი, ლოქო, მურწა, მტკვრის წვერა). ბოლო წლებში გავრცელდა კარჩხანა [9].

წყლის ინტეგრირებული მართვის დროს მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება თევზის მეურნეობას, როგორც წყალმოსარგებლეს. თევზი ძალიან მომთხოვნია წყლის ხარისხისადმი, წყალსატევების გაჭუჭყიანება ჩამდინარე წყლების მცირე რაოდენობითაც კი ძლიერ გავლენას ახდენს მის სიცოცხლისუნარიანობაზე. თევზის ნორმალურად არსებობა და გამრავლება მოითხოვს წყლის სათანადო სიღრმესა და ტემპერატურას, აუცილებელ საკვებ ბაზას და ჟანგბადის საკმარის რაოდენობას. როგორც არაერთხელ აღვნიშნეთ, დალის მთის წყალსაცავი იკვებება მდინარე იორითა და ატმოსფერული ნალექებით. მის მახლობელ ტერიტორიაზე არცერთი დასახლებული პუნქტი და სამრეწველო ობიექტი არ არის განთავსებული, რომელიც მოახდენს დაბინძურებას. ამიტომ მისი წყალი გამოირჩევა მაღალი ეკოლოგიური სისუფთავით.

დალის მთის წყალსაცავი წარმოადგენს პირველ რიგში მტკნარი წყლის ტერმინალს, ხოლო მეორე რიგში მდინარე იორის თევზების აკუმულირების გარემოს. ამდენად იგი მეტად სენსიტიურია და მოითხოვს განსაკუთრებულ დაცვას და მოფრთხილებას. 2020 წელს შეიქმნა თევზსამეურნეო შპს „დალის მთა“ (ს/ნ: 228523808; გენ. ლიცენზია; ტიპი ბ.მ. N 0023), რომლის მენეჯმენტის პროცესი ითვალისწინებს აღნიშნულ პრობლემებს და პერიოდულად გეგმავს მონიტორინგის განხორციელებას. დალის მთის წყალსაცავის აკვატორიას დასასვენებლად



იყენებენ გადამფრენ ფრინველები, რომელთა დაცვას ბრაკონიერების ხელყოფისაგან თავის თავზე იღებს ზემოთაღნიშნული სამსახური გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს შესაბამის სამსახურებთან ურთიერთთანამშრომლობით [10].

### 3.2. იორის აუზის ბუნებრივი გარემო

#### 3.2.1. კლიმატური პირობები

კლიმატური პირობების რაოდენობრივი შეფასებისთვის საცნობარო ლიტერატურიდან [11,12] შერჩეული იქნა იორის აუზში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე განთავსებული მეტეოროლოგიური სადგურები, რომლებიც დაჯგუფდა აუზის ზემოთ განხილული 3 მონაკვეთის მიხედვით. ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების საშუალო თვიური მნიშვნელობები, 1970-იანი წლების მდგომარეობით მოცემულია ცხრილებში 3.1 და 3.2.

**ცხრილი 3.1. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობები (°C) იორის აუზის ხვადასხვა მონაკვეთისთვის (კლიმატური ცნობარის [11] მიხედვით)**

სადგური თვე	სიმაღლე, 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
	<b>საშუალო</b>	<b>1061</b>	<b>-3.8</b>	<b>-2.5</b>	<b>1.4</b>	<b>7.0</b>	<b>12.2</b>	<b>15.5</b>	<b>18.4</b>	<b>18.5</b>	<b>14.4</b>	<b>9.4</b>	<b>3.6</b>	<b>-1.3</b>	<b>7.7</b>
<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
	<b>საშუალო</b>	<b>677</b>	<b>-0.5</b>	<b>0.9</b>	<b>4.7</b>	<b>10.2</b>	<b>15.6</b>	<b>19.2</b>	<b>22.4</b>	<b>22.0</b>	<b>17.8</b>	<b>12.4</b>	<b>6.1</b>	<b>1.6</b>	<b>11.1</b>
<b>ქვემო წელი</b>															
1	დედოფლისწყ არო	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
	<b>საშუალო</b>	<b>618</b>	<b>-1.4</b>	<b>0.4</b>	<b>3.9</b>	<b>9.7</b>	<b>15.3</b>	<b>19.2</b>	<b>22.7</b>	<b>22.7</b>	<b>17.9</b>	<b>11.9</b>	<b>5.4</b>	<b>0.9</b>	<b>10.7</b>

**ცხრილი 3.2. ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები (მმ) იორის აუზის ხვადასხვა მონაკვეთისთვის (კლიმატური ცნობარის [12] მიხედვით)**

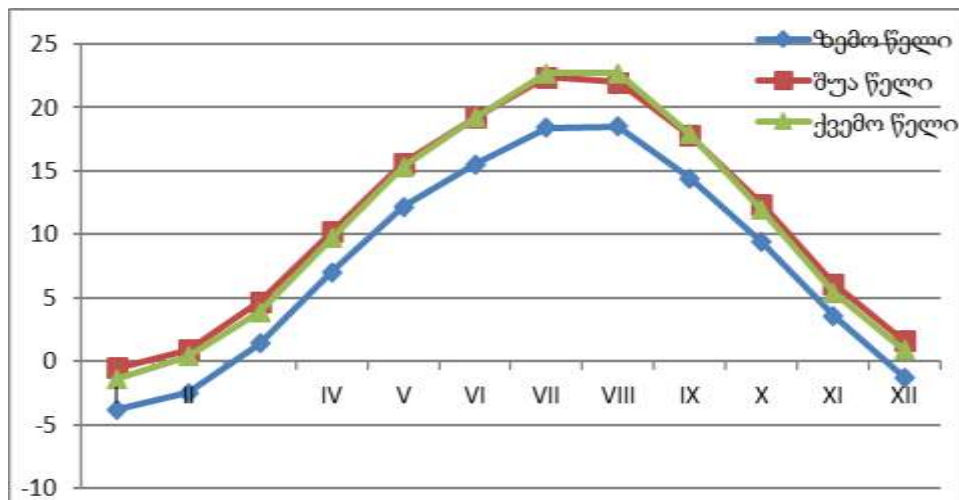
N	სადგური თვე	სიმაღლე, მ ზ.დ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
<b>ზემო წელი</b>															
1	თიანეთი	1099	36	43	50	80	127	113	79	62	66	58	47	34	795
2	ლელოვანი	1000	31	37	43	69	110	96	68	53	57	50	40	31	685
3	სიონი	1000	32	38	44	71	112	99	69	55	58	51	41	30	700
4	ორხევი	950	31	37	43	68	108	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
	<b>საშუალო</b>	<b>1004</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>70</b>	<b>110</b>	<b>97</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>45</b>	<b>29</b>	<b>690</b>
<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
	<b>საშუალო</b>	<b>684</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>63</b>	<b>97</b>	<b>84</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>44</b>	<b>24</b>	<b>607</b>
<b>ქვემო წელი</b>															
1	დედოფლისწყ.	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	500	16	18	29	46	82	71	46	37	41	38	27	19	470
	<b>საშუალო</b>	<b>618</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>51</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>519</b>

ამ ცხრილებში სადგურების რაოდენობას შორის სხვაობა გამოწვეულია იმით, რომ სსრკ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სისტემაში ნალექზომი პუნქტების ქსელი უფრო ხშირი იყო, ვიდრე ტემპერატურის საზომი სადგურებისა.

მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს, რომ მდ. იორის აუზის მონაკვეთებში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურებიდან მიღებული ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების გასაშუალოებული მნიშვნელობები საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. კერძოდ, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ზემო წელში 3°C-ით ნაკლებია დანარჩენი ორი მონაკვეთის საშუალო ტემპერატურაზე (ნახ 3.4).

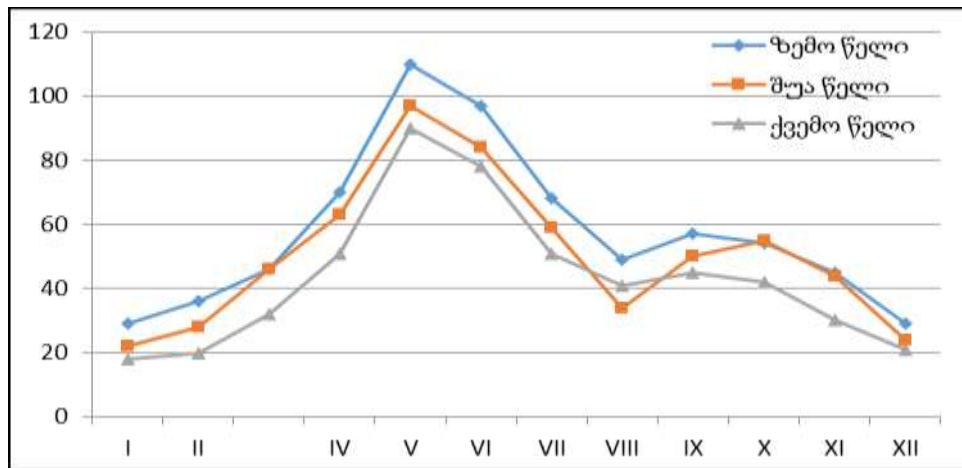


ნახ. 3.4. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობები (°C) მდ. იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისათვის (კლიმატური ცნობარის მიხედვით)

იგივე ცნობარის მიხედვით, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა ზედა მონაკვეთში -34°C-მდე ეცემოდა აბსოლუტური მაქსიმუმი კი +38°C-ს აღწევდა. შუა და ქვემო წელის მონაკვეთებში აბსოლუტური მინიმუმი -32°C-დან -34°C-მდე მერყეობდა, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი 38-39°C-ის საზღვრებში იცვლებოდა.

რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, აქ სურათი შებრუნებულია (ნახ.3.5, ცხრ.3.2). ნალექთა წლიური ჯამები ზემო წელში მაქსიმალურია და თითქმის 700 მმ-ს აღწევს. შუა წელში, ტერიტორიის საშუალო სიმაღლის 320 მეტრით 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. ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება მაისში და მისი საშუალო თვიური მნიშვნელობა ზემო, შუა და ქვემო წელში შეადგენს 110, 97 და 90 მმ შესაბამისად. ნალექების მინიმალური რაოდენობა (18-29 მმ) კი დეკემბერ-იანვრის თვეებში ფიქსირდება.

ცხრილი 3.2-დან ჩანს აგრეთვე, რომ სხვადასხვა მონაკვეთებში არსებული მეტეოსადგურების გასაშუალოებული მნიშვნელობების მიხედვით, ვეგეტაციის პერიოდში (V-IX) ნალექების ჯამი 391, 324 და 305 მმ-ის ტოლია, რაც შესაბამისი წლიური ჯამების 57, 53 და 59%-ს შეადგენს. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ცხრილში მოცემული კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობები 1970-იანი წლების მდგომარეობას შეესაბამება და 1980-იანი წლებიდან დაწყებული კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით, მოითხოვს გარკვეულ კორექტირებას.



ნახ. 3.5. ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები (მმ) იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისთვის (კლიმატური ცნობარის მიხედვით)

კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინების ფარგლებში მიღებული შედეგების თანახმად, 2010 წლისთვის იორის აუზში შემავალ საბაზისო სადგურებზე საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ, ცნობარში მოყვანილ კლიმატურ საშუალოსთან შედარებით მოიმატა 1.1°C-ით [5]. კლიმატური მოდელებით ჩატარებულმა 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%-ის ფარგლებში. ანალიზის შედეგები და 2100 წლამდე საპროგნოზო მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 3.3. საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით აგებული კლიმატური დიაგრამები მოცემულია ნახ. 3.6-ზე.

ცხრილი 3.3. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების ფაქტობრივი ცვლილებები 2010 წლამდე და საპროგნოზო მნიშვნელობები 2050 და 2100 წლებისთვის.

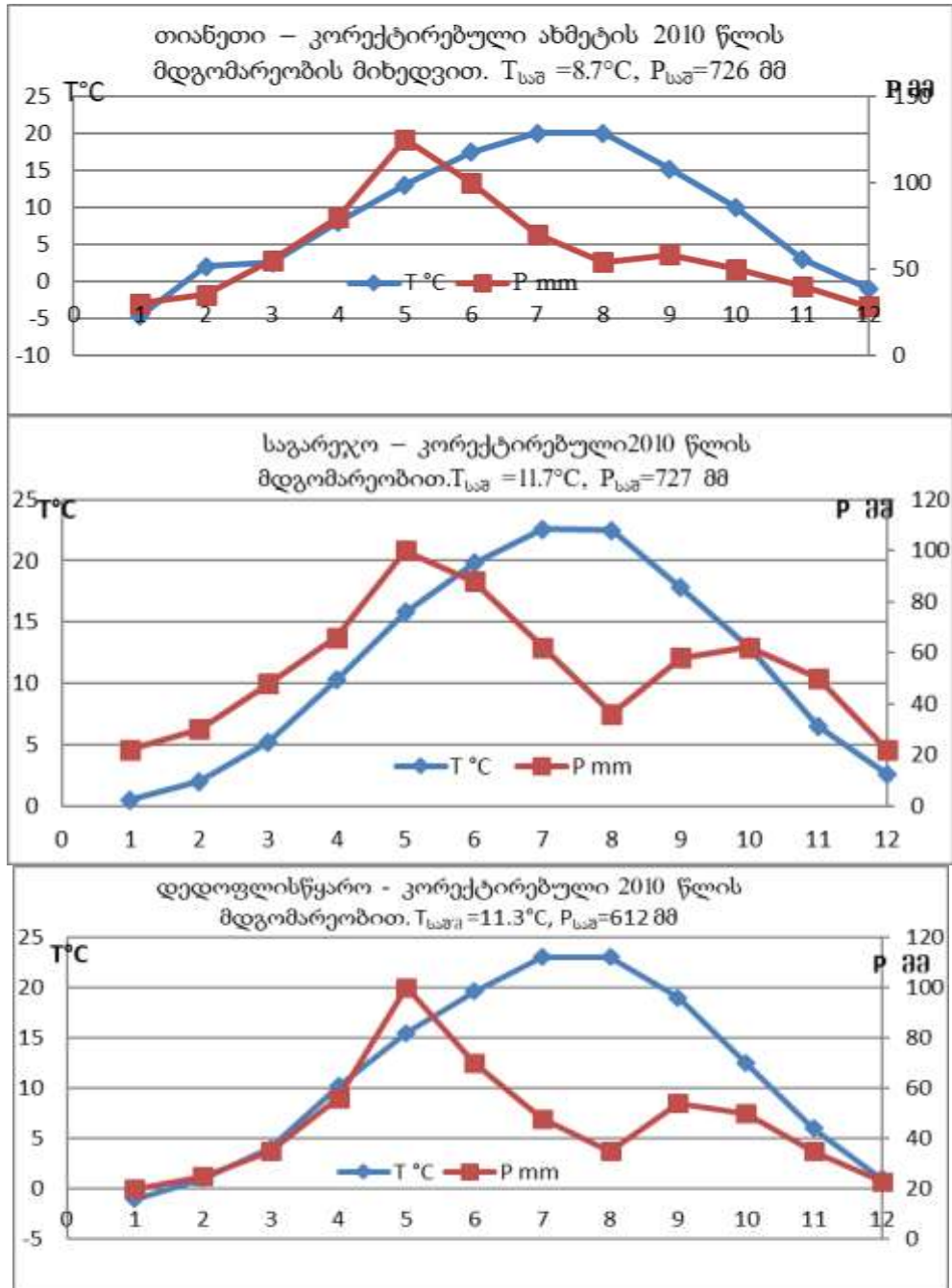
სადგური	კლიმატური ცნობარით		2010 წლის მდგომარეობით		პროგნოზით 2050 წლისთვის		პროგნოზით 2100 წლისთვის	
	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ	T, °C	P, მმ
თიანეთი*	7.5	795	8.7	726	9.8	762	12.1	606
საგარეჯო	11.0	768	11.7	727	12.8	781	15.2	655
დედოფლისწყარო	10.1	585	11.3	612	12.3	589	14.6	525

აღნიშვნები: T - ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, P - ნალექთა წლიური ჯამები.

შენიშვნა: \* - ახმეტის მეტეოსადგურის მიხედვით აღდგენილი სიდიდეები, სათანადო კორექტივების შეტანით.

ბუნებრივია, რომ კლიმატის მიმდინარე და პროგნოზირებული ცვლილება გარკვეულ კორექტივებს შეიტანს ნახ. 3.2-ზე მოცემული კლიმატური ზონების განლაგებაში. კერძოდ, მოსალოდნელი იქნება ზომიერად თბილი სტეპების არეალის გაფართოება ზომიერად ნოტიოზე, გარდამავალი კლიმატური ზონის ხარჯზე და თვით, პირველი ზონის ტერიტორიაზე, ცხელი

სტეპების ზონების გაჩენა ნახევარუდაბნოს არიდული ლანდშაფტებით. შესაბამისად მოსალოდნელი იქნება აუზის ზემო წელში ალპური ზონის შემცირება და ხეობაში არსებული ტყეების გახშირება, ცხელი სტეპების ზონის გაჩენა ნახევარუდაბნოს არიდული ლანდშაფტებით. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილება კიდევ უფრო აქტუალურს გახდის ისედაც წყალმცირე აუზში, წყლის რესურსების მოხმარების ოპტიმიზაციის ამოცანას, რაც მსოფლიოს სხვადასხვა კონტინენტზე მდინარეთა აუზებში წარმოებული პროექტების ძირითად პრობლემას წარმოადგენს.



ნახ. 3.6. მდ. იორის აუზის საბაზისო მეტეოსადგურების კლიმატური დიაგრამები

### 3.2.2. ჰიდროლოგიური ქსელი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი

მდინარე იორის აუზში წყლის რესურსები მეტად არათანაბრადაა განაწილებული. აუზის 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-ია, აუზის ფართობი - 4650 კმ<sup>2</sup>, საერთო ვარდნა - 2520 მ. წყლის საშუალო ხარჯი - 12 მ<sup>3</sup>/წმ (შესართავიდან 43 კმ-ში), საზრდოობს

ძირითადად თოვლისა და წვიმის წყლებით. უშუალოდ მდ. იორში ჩამდინარე შენაკადებია: ხაშრულა (12 კმ სიგრძით), საგამი (18 კმ), ვერხველი (16 კმ), აძეძი (16 კმ), გომბორი (13 კმ), ლაფიანხევი (10 კმ), ლაკბე (32 კმ) და ოლე (29 კმ).

სამ ნაწილად დაყოფილი მდინარის ზედა წელის (სათავიდან სოფ. პალდომდე) სიგრძე 84 კმ-ს შეადგენს, ხოლო მეორე (შუა წელი - სოფ. პალდოდან ოლეს შესართავამდე) და მესამე (ქვემო წელი - მდ. ოლეს შესართავიდან მინგეჩაურის წყალსაცავამდე) მონაკვეთების სიგრძეები 118 კმ-ის ტოლია.

წყლის რესურსებით მდიდარია მდინარის მხოლოდ პირველი მონაკვეთი, სადაც იორს აქვს მუდმივი შენაკადები, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ხაშრულა (ბაჩილა), ქუსნო, საგამი, აძეძი და გომბორი. როგორც მდინარე იორი, ისე მისი ზემო წელის შენაკადები წყაროებიდან იწყება და თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით საზრდოობენ. წლიურ ჩამონადენში გრუნტის წყლების წილი 38.7%-ს შეადგენს, წვიმის წყლების - 33.3%-ს, ხოლო თოვლის წყლებისა - 28 %-ს [3].

მდინარის დანარჩენი ორი მონაკვეთი პრაქტიკულად მოკლებულია მუდმივ შენაკადებს და მოიცავს მეორე მონაკვეთში გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებულ რამდენიმე მდინარეს, ხოლო მესამე მონაკვეთის დასაწყისში - შრობად მდინარე ოლეს, რომელიც სათავეს იღებს შრობადი ოლეს ტბიდან. წყლით შევსების შემთხვევაში, ამ ტბის სასარგებლო მოცულობა 200 მლნ მ<sup>3</sup> შეიძლება აღწევდეს. ოლეს შესართავიდან 7-8 კმ-ით დაბლა 1980-იან წლებში, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში მდ. იორზე აშენდა 140 მლნ. მ<sup>3</sup> სასარგებლო მოცულობის საირიგაციო დანიშნულების დალის მთის წყალსაცავი, რომელსაც ტექნიკური წუნისა (ერთი საექსპლუატაციო ფარი დაზიანებულია) და სარწყავი სისტემის შემდგომი დემონტაჟის გამო თავისი დანიშნულებით დღემდე არ უმოქმედია და მხოლოდ თევზის მოსაშენებელ სატბორედ გამოიყენება.

ინფორმაცია მდ. იორის აუზში არსებული მდინარეების, ტბებისა და წყალსაცავების შესახებ მოცემულია ცხრილებში 3.4 და 3.5.

განვლილი ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში მდ. იორის ჩამონადენმა მისი სამივე მონაკვეთის ფარგლებში არსებითი ცვლილებები განიცადა 1943-1954 წწ. პერიოდში, ანუ სარწყავი სისტემის სრული დატვირთვით ამოქმედებამდე, მისი საშუალო წლიური ჩამონადენი საგულმაგო ლელოვანზე შეადგენდა 10.7 მ<sup>3</sup>/წმ, საგ. ორხევეზე - 11.2 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო შესართავთან ახლოს მდებარე საგ. სალახლიზე (ქესამანი) - 17.4 მ<sup>3</sup>/წმ [13]. 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 [7]. ეს გამოიწვია მდ. იორის აუზში მრავალრიცხოვანი სარწყავი სისტემის აგებამ, რომელთა მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 3.6.

**ცხრილი 3.4. 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
	მლაშე წყალი	16	-	შრობადი

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

**ცხრილი 3.5. მდ. იორის აუზში შემავალი ბუნებრივი და ხელოვნური წყალსატევები**

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

**შენიშვნა:** ქვემო წელის ჯგუფში ჩამოთვლილი, დედოფლისწყაროს ტერიტორიაზე მყოფი მცირე წყალსატევები №№ 6-8, 1990 წლამდე იკვებებოდა მდ. იორზე განთავსებული 3 წყალსატუმში სადგურიდან, რომლებიდანაც მიწოდებული წყლით ირწყვებოდა 16 213 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და გაწელოვანებული იყო (სასმელი წყლის მიწოდება ფერმებზე) 140 000 ჰა საძოვარი. ამრიგად, ეს 16 200 ჰა უნდა დაემატოს ცხრილში 3.6. 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 გაწელოვანების ჩაუთვლელად). 1990-იან წლებში წყალსატუმში სადგურები და მათთან დაკავშირებული მილები ჯართში ჩაბარდა, რის გამოც სარწყავმა სისტემებმა შეწყვიტა ფუნქციონირება.

**ცხრილი 3.6. მდ.იორის წყლის რესურსებით მოსარგებლე საირიგაციო სისტემები ([1]-ის მიხედვით)**

N	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 განთავსებულია 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 ღელეებიდან და წყაროებიდან		2740	
სულ			85 190	
ქვემო წელი				
18	ტარიბანას სარწყავი სისტემა	იორი	3 222	
19	თელაწყაროს სარწყავი სისტემა		1 610	
სულ			4 832	

*შენიშვნა: შირაქის ველის ტერიტორიები ირწყვებოდა აგრეთვე „ზილიჩა-1“ სარწყავი სისტემით, მელიც იკვებებოდა მდ. ალაზნიდან.*

იორის აუზში არსებული მდინარეების, წყალსაცავებისა და სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა 1980-იანი წლების მდგომარეობით მოცემულია ნახაზზე 3.7.



## მდინარე იორის აუზის არხების რუკა (1980 წ.)



ნახ. 3.7. მდინარეების, წყალსაცავებისა და სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა მდ. იორის აუზში (1980 წლის მდგომარეობით).

### 3.2.3. მიწისქვეშა წყლები

საქართველო მდიდარია მიწისქვეშა წყლებით, რაც მის ტერიტორიაზე მოსული უხვი ატმოსფერული ნალექებითაა განპირობებული. მიწისქვეშა წყალი ხმელეთის ზედაპირის ქვემოთ გროვდება, რომელიც მიწის ფოროვან ქანებში წყლის წვეთების ჩაჟონვით ხვდება, შემდეგ კი გრავიტაციით ღრმა ფენებში გადაინაცვლებს მანამ, სანამ წყალგაუმტარ ქანებს არ მიაღწევს და დაგროვებას დაიწყებს. თავად წყალი, რომელიც წყალშემცველ ფენებში გროვდება, მიწისქვეშა წყლის სახელით მოიხსენიება.

მიწისქვეშა წყლის რესურსის განახლების ძირითად წყაროს ატმოსფერული ნალექები და ზედაპირული წყლები წარმოადგენენ, რაც განაპირობებს აღნიშნული წყლების არათანაბარ განაწილებას. ძირითადად გვხვდება ორი ტიპის მიწისქვეშა წყალი. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატული მიწისქვეშა წყალი, რომლის მინერალიზაციის ხარისხი 0.2-0.3 გ/ლ-ია, ხოლო მეორე ჯგუფს წარმოადგენს 0.1-0.3 გ/ლ მინერალიზაციის მქონე წყალი, რომელთა მარაგი საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე 2.52 კმ<sup>3</sup>-ს შეადგენს. უმეტესად ეს წყლები დაბალი მინერალიზაციისაა და სასმელადაა გამოსადეგი. მაგალითად, მიწისქვეშა წყალია წყაროებიდან და ჭებიდან აღებული წყალი.

რაც შეეხება იორი-შირაქის არტეზიული აუზის უმეტესი ჰორიზონტების მიწისქვეშა წყლის რესურსებს, ფუნდამენტური გამოკვლევის [14] თანახმად, ხასიათდება ამაღლებული მინერალიზაციით და სულფატურ-კარბონატული შედგენილობით, იურული კირქვებისა და ალაზნის სერიის წყლების გამოკვლით. მიწისქვეშა ჩამონადენის დაბალი მოდულები ითვლება მოცემული აუზის დამახასიათებელ მაჩვენებლად. მიუხედავად ვრცელი ტერიტორიისა, აღნიშნული აუზის ბუნებრივი რესურსები არ აღემატება 5 მ<sup>3</sup>/წმ. ამის ძირითადი მიზეზია საშუალო წლიური ნალექების სიმცირე და მაღალი აორთქლება.

იორის აუზი არ არის მოკლებული სამკურნალო მინერალურ წყლებს. ატლას [4]-ის დეტალური მონაცემების თანახმად, უპირველესად აღსანიშნავია ბალნეოკლიმატური კურორტი უჯარმა, რომელსაც კეთილმოწყობის პრობებში დიდი რეკრეაციული პოტენციალი გააჩნია. გარდა ამისა, მცირე დებეტის სამკურნალო წყლები 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).

### 3.3. მდინარე იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა

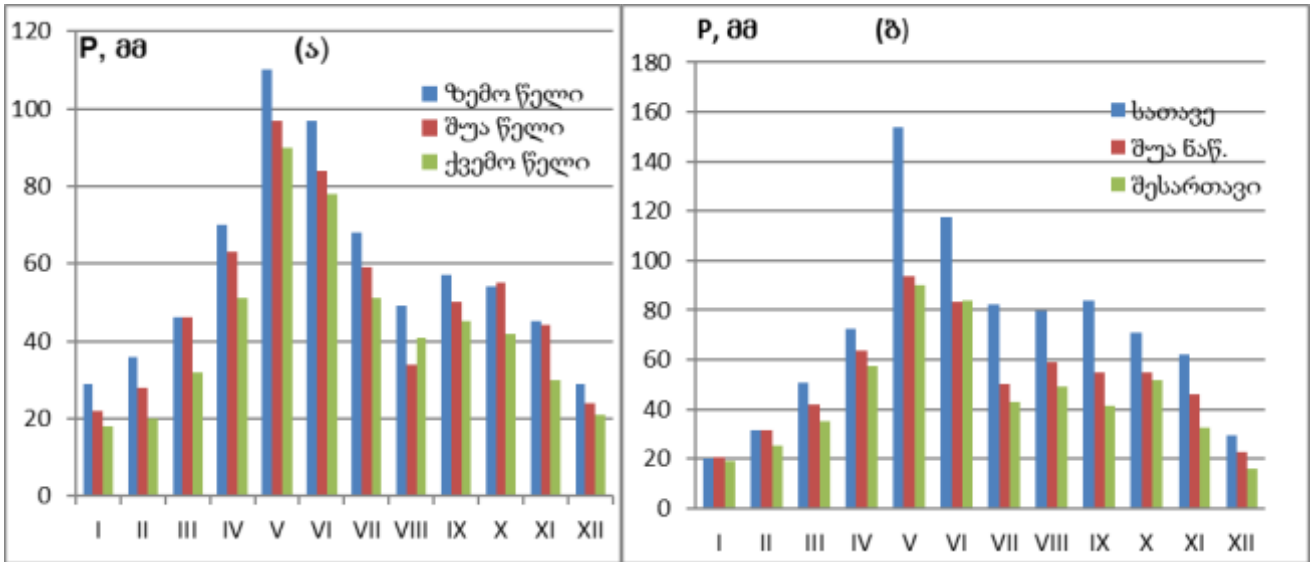
პარაგრაფში 3.2.2 აღნიშნული იყო, რომ მდ. იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთებში არსებული მეტეოსადგურებიდან მიღებული კლიმატური პარამეტრების გასაშუალოებული მნიშვნელობები, რომლის მიხედვითაც ჩავატარეთ ანალიზი, 1970-იანი წლების მდგომარეობას შეესაბამებოდა და მოითხოვდა კორექტირებას. მიღებული შედეგების დასაზუსტებლად გამოყენებული იქნა მდინარის აუზში 1981-2018 წწ პერიოდში მოსული ნალექების რაოდენობის ამსახველი თანამგზავრული მონაცემების [15] საშუალო მნიშვნელობები ( ცხრ. 3.7).

როგორც კლიმატური ცნობარიდან აღებული მეტეოროლოგიური სადგურების [12], ასევე თანამგზავრული დაკვირვების მონაცემების [15] მიხედვით აგებული გრაფიკები გვიჩვენებს, რომ ნალექების სიუხვით მდინარის სათავე გამოირჩევა (ნახ. 3.8).

**ცხრილი 3.7. ნალექთა ჯამების (P, მმ) საშუალო მნიშვნელობები იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისთვის [12, 15] მიხედვით.**

მდინარის დინება	ნალექთა საშ. ჯამები, P, მმ	თვე												აღკმ
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ზემო წელი	ცნობარიდან	29	36	46	70	110	97	68	49	57	54	45	29	690
	თანამგზავრული	20	32	51	72	154	118	82	80	84	71	62	30	854
შუა წელი	ცნობარიდან	22	28	46	63	97	84	59	34	50	55	44	24	607
	თანამგზავრული	20	31	42	64	94	84	50	59	55	55	46	23	623
ქვემო წელი	ცნობარიდან	18	20	32	51	90	78	51	41	45	42	30	21	519
	თანამგზავრული	19	26	35	58	90	84	43	49	41	52	33	16	545





ნახ. 3.8. ნალექთა ჯამების საშუალო მნიშვნელობები (მმ) იორის აუზის სხვადასხვა მონაკვეთისთვის (ა) კლიმატური ცნობარისა [12] და (ბ) თანამგზავრული მონაცემების (1986-2018 წწ) მიხედვით [15].

მდინარის სათავეებში ნალექების რაოდენობა ბევრად აღემატება შუა წელში და ქვემო წელში მოსული ნალექების რაოდენობას, რაც განპირობებულია ერთი მხრივ აუზის მაღალი ჰიფსომეტრული ცვლილებებით, ხოლო მეორე მხრივ კლიმატური პირობებით. კერძოდ, გვიან გაზაფხულსა და ადრე ზაფხულში ბარში ტემპერატურის სწრაფი მატება, მაღალი ტენიანობა, მთაში თოვლის არსებობა და მისი ინტენსიური დნობა ხშირად ხელსაყრელ პირობებს ქმნის თავსხმა წვიმების ჩამოყალიბებასა და მდინარის კალაპოტის ზუსტად ამ ნაწილში მაქსიმალური ხარჯის ფორმირებაზე.

გარდა ნალექებისა, მდინარე იორის ბუნებრივი რეჟიმის ცვლილებაზე დაკვირვების კარგ შესაძლებლობას იძლევა ჰიდროლოგიური საგუშაგოები ორხევი და ლელოვანი, რომლებიც სიონის წყალსაცავის ზედა ბიეფში და ქვედა ბიეფში ფუნქციონირებდნენ (სურათი 3.4).



სურათი 3.4. ჰიდროლოგიური საგუშაგოების განლაგება სიონის წყალსაცავის მიმართ [15].  
წყარო: მომზადებულია ნ. წითელაშვილის მიერ, ESA-ის 2019 წლის 19 სექტემბრის თანამგზავრული გამოსახულების გამოყენებით. 2020 წ. [15].

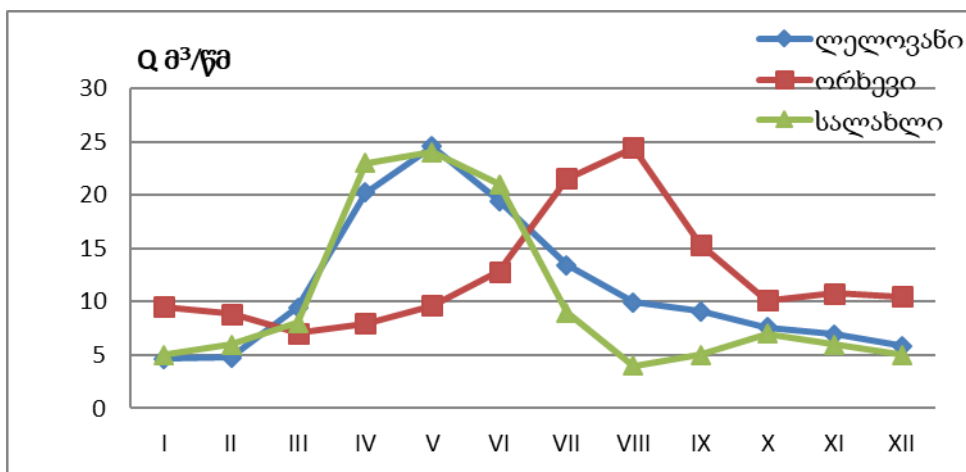
ცნობილია, რომ პირველი ჰიდროლოგიური საგუშაგო ჯერ კიდევ 1937 წელს გაიხსნა პეპენასმორევისა და კაზანიანის მთის მახლობლად, რასაც შემდეგ სხვა საგუშაგოებიც დაემატა ორხევიში, ლელოვანში, სართიჭალასა და პალდოში. მათ შორის ჩვენთვის ყველაზე საინტერესოა, ხანგრძლივი დაკვირვების ისტორიის მქონე, ორხევის ჰიდროლოგიური საგუშაგო, რომელიც გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ გამოქვეყნებული წელიწადური მხედვით 1946 წელს გაიხსნა.

აღნიშნული სადგური იმითაცაა საინტერესო, რომ იგი ფუნქციონირებდა როგორც სიონის წყალსაცავის აგებამდე, ასევე აგების შემდეგაც. სიონის წყალსაცავიდან ქვემოთ ორხევის ჰიდროლოგიურ საგუშაგომდე მდინარე იორს არ უერთდება ისეთი შენაკადი, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენს წყლის ხარჯსა და დონეზე. ამიტომ სიონის წყალსაცავის მარეგულირებელი გავლენა კარგად ჩანს ქვედა ბიეფის ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე.

კერძოდ, სიონის წყალსაცავის მშენებლობის შემდეგ, 1953 წლიდან დაწყებულმა ჩამონადენის ყოველწლიურმა დარეგულირებამ გარკვეულწილად იმოქმედა საგ. ორხევის მონაცემებზე. ამასთან ერთად, თბილისის წყალსაცავისა და სამგორის სარწყავი სისტემის ექსპლუატაციაში შესვლამ, გავლენა მოახდინა საგ. სალახლის კვეთში გაზომილ წყლის ხარჯის მნიშვნელობებზე. ამიტომ მდ. იორის სხვადასხვა მონაკვეთში წყლის ჩამონადენის დინამიკის წარმოსადგენად, საჭირო გახდა საგ. სალახლის ჩამკეტ კვეთში დაკვირვებათა ბუნებრივი რიგების გაზრდა (ნალექთა ჯამების გათვალისწინებით) 1941-1952- დან 1985 წლამდე.

ნახ. 3.9-ზე წარმოდგენილია საგუშაგოების - ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის (აღდგენილი რიგებით) კვეთებში წყლის ხარჯის დინამიკა თვეების მიხედვით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ბუნებრივი ჩამონადენი ზემო წელში, საგ. ლელოვანზე (ანთროპოგენური ჩარევის გარეშე), ხასიათდება გაზაფხულის მაქსიმუმით და ზამთრის მინიმუმით. 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 (საგ. სალახლი) გაზაფხულის მაქსიმუმი მკვეთრად ეცემა ივლისიდან და აგვისტოში ღებულობს მინიმალურ მნიშვნელობას (წლიური ჩამონადენის 3,2%). წყალმარჩხოვა გრძელდება მარტის ჩათვლით.

კერძოდ, გაზაფხულზე ლელოვანსა და სალახლში წყლის ხარჯი წლიური ჩამონადენის 40-45%-ს შეადგენს შესაბამისად, ზაფხულში 32-28% -ს, ხოლო შემოდგომაზე 18-15%-ს. ზამთრის ჩამონადენი არის აღნიშნული საგუშაგოებისთვის წლიური ჩამონადენის მხოლოდ 11-13%.



ნახ. 3.9. ჩამონადენის შიდა წლიური განაწილება საგუშაგოების - ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის კვეთებში თვეების მიხედვით.

რაც შეეხება ორხევის საგუშაგოს, აქ გაზაფხულზე წყლის ხარჯის მინიმალური მნიშვნელობა - 16% ფიქსირდება, ზაფხულში აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას - 40%-ს, ხოლო შემდეგ თანდათანობით მცირდება და შემოდგომაზე და ზამთარში შესაბამისად 24.5 და

19.4%-ს უტოლდება. ცალკეულ წლებში მაქსიმალური ჩამონადენის არსებობა დაკავშირებულია მოსული ატმოსფერული ნალექების სიუხვეზე.

ამჟამად, იორი სათავიდან შესართავამდე დარეგულირებულია სიონის წყალსაცავით (სურათი. 3.5).



**სურათი 3.5. მდინარე იორის წყალშემკრები აუზის დარეგულირების სქემა [16].**

*წყარო: მომზადებულია ნ. წითელაშვილის მიერ, ESA-ის 2019 წლის 19 სექტემბრის თანამგზავრული გამოსახულების გამოყენებით. 2020 წ.*

წლების განმავლობაში ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემა უზრუნველყოფდა საგარეჯოს, გურჯაანისა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების 26678 საპროექტო ჰა-ს მორწყვას, რომელიც დღეისათვის შემცირებულია სატუმბი სადგურების მწყობრიდან გამოსვლისა და წლების განმავლობაში მარცხენა და მარჯვენა მაგისტრალური არხების გაუწმენდაობის გამო. თუმცა უკვე მიმდინარეობს არხის 3 500 კმ სიგრძის მონაკვეთის რეაბილიტაცია. გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს შპს „საქართველოს მელიორაცია“ საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში სამელიორაციო ინფრასტრუქტურის მოწყობას აგრძელებს. იმავე კომპანიის მიერ რეაბილიტაცია ჩატარდა ზემო სამგორის მაგისტრალური არხის წყალგამანაწილებელს და მასზე არსებულ სხვადასხვა ტიპის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს, დამონტაჟდა წყალაღების კვანძები და პარაბოლური ღარები. სამუშაოები, რომელიც საირიგაციო სისტემას ჩატარდა, უზრუნველყოფს სოფელ სართიჭალაში დამატებით 1 200 ჰექტარი სასოფლო-სამეურნეო მიწის ფართობის მორწყვას.

უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის ინტეგრირებული მართვის უზრუნველსაყოფად, ზემოაღნიშნული ტექნიკური სამუშაოების განხორციელების გარდა, აუცილებელია წყალსაცავებით მოსარგებლე ხარჯვითი ობიექტების ინვენტარიზაციის ჩატარება და მათი წყალმომხარების ნორმების დადგენა, წყლის გამანაწილებელი სისტემის აღჭურვა წყლის ხარჯის გამზომი ხელსაწყოებით, რათა მასზე დაყრდნობით განისაზღვროს წყალაღების მოცულობის უზრუნველყოფა გვალვის პერიოდში მოსალოდნელი დეფიციტის გათვალისწინებით [16].

### **3.4. მდინარე იორის აუზის წყლის რესურსების ძირითადი მომხმარებლები**

მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების ძირითადი მომხმარებელია მოსახლეობა და აუზის ფარგლებში მოქმედი ეკონომიკის ცალკეული სექტორები. წლის მოხმარების არსებული ტენდენციის ანალიზზე დაყრდნობით, შესაძლოა ითქვას, რომ მდ. იორის სააუზო უბანში წყლის რესურსების მთავარ მომხმარებელ სექტორებს ენერგეტიკის, ირიგაციის და შიდა წყალმომარაგების სექტორები წარმოადგენენ.

იმის გათვალისწინებით, რომ აუზის ტერიტორიაში შემავალი მუნიციპალიტეტების - თიანეთის, საგარეჯოს, სიღნაღის (ნაწილობრივ) და დედოფლისწყაროს ბუნებრივი პირობები და

ეკონომიკის საქმიანობის სფეროები გარკვეულწილად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, მიზანშეწონილი იქნება მათი ცალ-ცალკე განხილვა და შემდეგ საერთო დასკვნების გამოტანა.

### 3.4.1. თიანეთის მუნიციპალიტეტი

თიანეთის მუნიციპალიტეტში (ფართობი 900 კმ<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, მელორეობა, მეფრინველეობა), აგრეთვე მარცვლეული და სხვა საკვები კულტურების მოყვანით. მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობი 30 850 ჰა, საიდანაც 9 448 ჰა (30%) სახნავ-სათესი მიწებია, 20 880 ჰა (68%) სათიბ-სამოვარი, ხოლო 552 ჰა (2%) მრავალწლიან ნარგავებს (ხეხილის ბაღები) უკავია. 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 სიონჰესის ელექტროსადგურით. სამაგიეროდ, მუნიციპალიტეტს გააჩნია ტურიზმისა და რეკრეაციული ინდუსტრიის განვითარების მაღალი, მაგრამ ჯერჯერობით აუთვისებელი პოტენციალი.

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

აღსანიშნავია ისიც, რომ თიანეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, 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 ჩრდილოეთისაკენ სოფელ 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.

### 3.4.2. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი

საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი (ფართობი 1554 კმ<sup>2</sup>) აერთიანებს 1 ქალაქს (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 9 000 - საგარეჯოში.

ეკონომიკის მთავარი დარგი სოფლის მეურნეობაა, რომელშიც დომინირებს მიწათმოქმედება, მეცხოველეობა და მევენახეობა. 2013 წლის მდგომარეობით მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობია 94 373 ჰა, საიდანაც 29 575 ჰა (31%) სახნავ-სათესი მიწებია, 56 073 ჰა (59%) სათიბ-სამოვრებია, 3 530 ჰა (4%) უკავია ვენახებს და 5 205



3ა (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 საწვავად გარდამქმნელი წარმოებით, სართიჭალის ნავთობმომპოვებელი საწარმოებით, საღერდი და საფქვავი, 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, სტრატეგიული დანიშნულების სარაკეტო ბაზის არსებობის გამო. ტყეებით დაფარული სოფ. გომბორის შემოგარენი, ალპური 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 დამსვენებლებისთვის. აქვე აღსანიშნავია, მდ. იორის აუზის ზედა ზონაში არსებულ დასახლებულ პუნქტებში (უჯარმა, პატარძეული, მარტყოფი, ნინოწმინდა, გიორგიწმინდა, მანავი, ჩაილური და სხვ.) ისტორიული ძეგლების სიმრავლე, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებისთვის.

### 3.4.3. 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 ჩათვლილი იქნა, რომ მდ. იორის აუზში ხვდება მისი საერთო ფართობიდან 600 კმ<sup>2</sup>, რომლის ჩრდილო ნაწილში მდებარეობს მხოლოდ 3 სოფელი - ულიანოვკა, ქვემო მაღარო და ქვემო ბოდბე. 2014 წლის მდგომარეობით მუნიციპალიტეტის მოსახლეობა შეადგენდა 29.9 ათასს, საიდანაც აღნიშნულ 3 სოფელში დაახლოებით ცხოვრობდა არაუმეტეს 6 ათასი კაცისა. ამავე წლის მონაცემებით, რაიონში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია 93 375 ჰა, საიდანაც მდ. იორის აუზში ხვდება დაახლოებით 40 ათასი ჰა, რომელიც, სავარაუდოდ, მთლიანად სათიბ-სამოვრად გამოიყენება. 2013 წლის მდგომარეობით, მუნიციპალიტეტში მთლიანად მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის სულადობა შეადგენდა 13 200, საიდანაც აღნიშნულ 3 სოფელში იქნებოდა არა უმეტეს 500, ხოლო ცხვრის საერთო რაოდენობიდან (35 000) ამ სოფლებში დაახლოებით 5 ათასი ცხვარი მაინც დაფიქსირდებოდა. უნდა ითქვას, რომ ამ გაანგარიშებებს უფრო ფორმალური ხასიათი აქვს, რადგანაც მუნიციპალიტეტის სამხრეთი ნაწილი, ფაქტობრივად, თითქმის მთლიანად სამოვრებად გამოიყენება კახეთის რეგიონის სხვა მუნიციპალიტეტების მიერაც (განსაკუთრებით ზამთრის თვეებში), რაც საბჭოთა პერიოდში არ ხდებოდა კასპიისპირეთს ზამთრის სამოვრების 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.

აღნიშნული სიტემის აგება 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 107 კმ შეადგენდა [3]. მშენებლობის მესამე ეტაპზე, 83 კმ სიგრძის არხი წყალსაცავიდან უნდა გაგრძელებულიყო ტარიბანა-ელდარის მასივისაკენ და მოერწყა 67 ათასი ჰა ოლე-ნაომარის, ტარიბანის, იორისა და ელდარის ველები, 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 კვალობაზე, იგი მომავალში მიუზღუნდეს 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.

#### **3.4.4. დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი**

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში (საერთო ფართობი 2 532 კმ<sup>2</sup>) შედის 1 ქალაქი (დედოფლისწყარო) და 14 სოფელი. 2014 წლის მონაცემებით მოსახლეობა შეადგენს 30.5 ათასს, საიდანაც 28.9 ათასი სოფლის მეურნეობასთან არის დაკავშირებული, თავად დედოფლისწყაროს მოსახლეობა კი 7 ათასს შეადგენს. მიგრაციული პროცესები მოსახლეობაში ნაკლებადაა გამოხატული.

მუნიციპალიტეტის ეკონომიკის წამყვანი დარგი სოფლის მეურნეობაა, რომელიც ძირითადად მიწათმოქმედებითა და მეცხოველეობითაა წარმოდგენილი. 2014 წლის მონაცემებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართობი იყო 188 900 ჰა, საიდანაც 131 400 ჰა ეკუთვნოდა ზამთრის საძოვრებს, ხოლო 57 500 სხვა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებს (სახნავ-სათესი - 35 000 ჰა, სათიბ-საძოვრები - 21 150 ჰა და მრავალწლიანი ნარგავები - 1 350 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 - ვაშლოვანის ნაკრძალს. გამოუყენებელი მიწებით ( ბიცობი, ბედლენდი, უდაბნო, ჭაობი) დაკავებულია საერთო ტერიტორიის 12% (30 348 ჰა). მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მიწის დეგრადაციისა და გაუდაბნობის პროცესებს კლიმატის ცვლილებასთან ერთად, ხელს უწყობს მოსახლეობის ანთროპოგენული ზემოქმედება მიწის რესურსებზე, გამოხატული ქარსაფარი ზოლების გაჩეხვით და სარწყავი სისტემის მოშლით.

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 ცხვარი ბინადრობდა. ბოლო მონაცემებით, ცხვრის რაოდენობა მუნიციპალიტეტში 200 ათასს აღწევს, თუმცა ეს სტატისტიკა არასაიმედოდ შეიძლება ჩაითვალოს. ამავე დროს, ადგილი აქვს სხვა მუნიციპალიტეტებიდან შემოყვანილი 10 ათასამდე ცხვრის მოვებას, რაც იწვევს საძოვრების გადაძოვებასა და მიწის ეროზიას.

ეკონომიკის სხვა დარგები დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში 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 ტურისტებისათვის.

1930-იანი წლებიდან მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე წარმოებს ნავთობის მოპოვება. ამჟამად, აქ მოქმედებს 3 საბადო (მირზაანი, პატარა შირაქი და ტარიბანა), სადაც მცირე

რაოდენობით ხდება ნავთობისა და გაზის მიღება. რაიონში მუშაობს აგრეთვე სამშენებლო მასალების და წიაღისეული ნედლეულის (კირქვა ცემენტისა და კირისთვის, საფლუსე კირქვა, სააგურე თიხა) მომპოვებელი რამდენიმე მცირე საწარმო.

ეკონომიკის დარგებიდან დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში საკმაო პერსპექტივები გააჩნია ტურიზმს, რასაც ხელს უწყობს აქ დაცული ტერიტორიების არსებობა. ხსენებული ვაშლოვანის პარკის და მასში შემავალი ნაკრძალის გარდა, 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 კახეთის ტურისტული რაიონის ერთიანი კომპლექსი.

### 3.4.5. იორის აუზის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტების მოსახლეობის,

#### მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის შემაჯამებელი სტატისტიკური ინფორმაცია

ჩვენს მიერ განხილული, მდ. იორის აუზში შემავალი ოთხივე მუნიციპალიტეტის მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის სტატისტიკური ინფორმაცია მოყვანილია შემაჯამებელ ცხრილში 3.8.

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

**ცხრილი 3.8. იორის აუზის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტების მოსახლეობის, მეცხოველეობისა და მიწის ფონდის სტატისტიკური ინფორმაცია**

მუნიციპალიტეტი	ფართობი, კმ <sup>2</sup>	მოსახლეობა	პირუტყვი		მიწის ფონდი, ჰა				
			მსხვილ-ფეხა რქოსანი	ცხვარი	სახნავი	სათიბ-სადოვარი	მრავალწლიანი ნარგავი	ვენახი	ტყე
თიანეთი	900	9500	9000	6000	9 448	20 880	552		1500
საგარეჯო	1554	51760	28 000	120000	29 575	56 073	5 205	3 530	42 065
სიდნაღის სამხრეთი ნაწილი	600	6000	500	5000	-	40000	-	-	-
დედოფლისწყარო	2 532	30500	18000	125000	35 000	21150	1 350		3 400

იორის აუზში ეკონომიკის განვითარებისთვის 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 დაკავშირებული 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 განმსაზღვრელი კომპონენტია ტურიზმის ობიექტების წყალმომარაგება. ამ პრობლემის დაძლევა, ისევე, როგორც სოფლის მეურნეობაში, განპირობებული იქნება აუზში წყლის მენეჯმენტის თანამედროვე სისტემის შექმნისა და მის დანერგვაში მიღწეული წარმატებებით.

მოსახლეობის საერთო რაოდენობა იორის აუზის ტერიტორიაზე 2014 წლის მდგომარეობით შეადგენს 97.8 ათასს, საიდანაც 84% თავმოყრილია საგარეჯოსა და დედოფლისწყაროს რაიონებში.

სიღნაღის რაიონის სამხრეთი ნაწილი, პრაქტიკულად დაუსახლებელია და აქ განლაგებულია მხოლოდ ზამთრის სადგომები.

### 3.5. ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედება მდ. იორის აუზზე

წყლის ჩარჩო დირექტივის (WFD) ძირითადი საკითხების გათვალისწინებით, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროსა და წყლის ექსპერტებთან, დაზუსდა სხვადასხვა ტიპის ზეწოლა მიწისქვეშა წყლის ობიექტებზე და ზედაპირული წყლის ობიექტებზე.

ევროკავშირის ანგარიშგების სახელმძღვანელოს 4.9.2015-ის თანახმად, არსებობს ზეწოლის შემდეგი ტიპები [17]

- დაბინძურების წერტილოვანი ზეწოლა;
- დაბინძურების დიფუზური ზეწოლა;
- ჭარბი წყალაღების ზეწოლა;
- ფიზიკური ცვლილება;
- სხვა ზეწოლა [18].

ეს ზეწოლები ეხება შესაბამის მთავარ გამომწვევ მიზეზებს, როგორცაა ურბანული განვითარება, მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა და ა.შ.

**დაბინძურების წერტილოვანი წყარო.** ზედაპირული წყლის ობიექტების წერტილოვანი წყაროსთან დაბინძურების თვალსაზრისით, გამოიყო შემდეგი მნიშვნელოვანი საკითხები:

- ურბანული ჩამდინარე წყლების ჩაშვება;
- საწარმოო ჩამდინარე წყლების ჩაშვება;

- ზედაპირულ წყლებში სხვა სახის ჩაშვებები: მაგალითად მრეწველობის ჩამდინარე წყლების ჩაშვება, წყლის მასების მახლობლად მდებარე ნაგავსაყრელით დაბუნძურებული მიწები, სოფლის მეურნეობა (თხევადი თიხა, სილოსირებული საკვები და სხვა სახის საკვები, ცხვრების დაბანა, ნაკელის ჩაყრა და ა.შ).

**ურბანული ჩამდინარე წყლების ჩაშვება** ძირითადად დაკავშირებულია მუნიციპალურ ჩამდინარე წყლებთან. გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების წყალჩაშვება ძირითადად აღრიცხული იყო მდ.იორის აუზის მცირე ქალაქებისთვის. საპილოტე აუზში ცენტრალიზებული კანალიზაციის სისტემები გაყვანილია საგარეჯოს, დედოფლისწყაროს (კახეთი) და თიანეთის (მცხეთა-მთიანეთი) მუნიციპალურ ცენტრებში. მდინარის აუზში არ არსებობს ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობა (WTP).

**საწარმოო ჩამდინარე წყლები.** წყლის წლიური მოხმარების მონაცემთა ბაზის თანახმად (MEPA, 2017), მდინარის აუზში განხორციელებული ძირითადი ეკონომიკური საქმიანობა, რომელიც იწვევს წყლის ჩაშვებას ზედაპირული წყლის ობიექტებში არის ღვინის წარმოება, ქვიშის და ხრემის გადამუშავება (საგარეჯოსა და თიანეთის მუნიციპალიტეტებში). ამ საქმიანობების შედეგად ჩამდინარე წყლები მიედინება მდინარე იორში.

**დაბინძურება მუნიციპალური ნაგავსაყრელებიდან** - მდინარე იორის აუზში არსებულ ნაგავსაყრელებს მართავს შპს საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანია (SWMCG). ნაგავსაყრელები ფუნქციონირებს, სიღნაღში, საგარეჯოსა, და თიანეთში. მიუხედავად აღნიშნულისა, გამონაჟონი და ნაგავსაყრელის აირის ემისიები სერიოზულ პრობლემებად რჩება. საყოფაცხოვრებო და მსგავს ნარჩენებში ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობა, ასევე მისი თხევადი შემადგენლობა იწვევს გამონაჟონისა და ნაგავსაყრელის გაზების (რომელიც მეთანისგან შედგება, იგი გაცილებით უფრო მეტად უწყობს ხელს კლიმატის ცვლილებას ვიდრე CO<sub>2</sub>) ფორმირებას. უნდა აღინიშნოს, რომ არცერთი ზემოთხსენებული ნაგავსაყრელი ზედაპირული წყლის ობიექტთან ახლოს არ მდებარეობს, შესაბამისად მათ მიერ განხორციელებული ზემოქმედება ვერ იქნება განხილული როგორც დაბინძურების წერტილოვანი წყარო.

**დიფუზური დაბინძურება** განიხილება, როგორც ძირითადი ზეწოლა წყლის ეკოსისტემებზე და კონკრეტულად მდინარე იორის აუზზე. აუზის წყლის ობიექტებისათვის მნიშვნელოვან ზეწოლას ახდენს სოფლის მეურნეობა. სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისგან გამოწვეული დიფუზური დაბინძურება ასევე მიწისქვეშა წყლის ობიექტების დაბინძურების პოტენციურ



წყაროს წარმოადგენს. სოფლის მეურნეობის საქმიანობასთან დაკავშირებით, ზეწოლის გამომწვევი ძირითადი მიზეზებია:

ნუტრიენტების კარგვა სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობიდან (ზედაპირის გადარეცხვის, ნიადაგის ეროზიით და ა.შ.); პესტიციდების კარგვა; სედიმენტის კარგვა (ნიადაგის, ნაპირისა და მდინარის კალაპოტის ეროზიის შედეგად).

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მდ. იორის აუზში დიფუზური დაბინძურებისგან ზეწოლის გამომწვევის პოტენციალის მთავარი მიზეზი არის სოფლის მეურნეობა (მემცენარეობა, მეცხოველეობა და მოვება). გარდა ამისა, უნებართვო ნაგავსაყრელები, რომლებიც მდებარეობს აუზში, შესაძლებელია განიხილულ იქნას, როგორც დაბინძურების დიფუზური წყაროები. ალაზანი-იორის აუზში არსებული წყლის მოხმარების ანალიზით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ენერგეტიკის, სარწყავი და შიდა წყალმომარაგების სექტორებს წამყვანი როლი ენიჭებათ წყალმომხმარებელთა შორის. წყალაღების შედეგად ზეწოლის მთავარ გამომწვევ მიზეზებს აუზში წარმოადგენენ სარწყავი სისტემები, ჰიდროელექტროსადგურები, სასმელი წყალმომარაგება, თევზის მეურნეობები, ქვიშა-ხრემის მოპოვება. მნიშვნელოვანია ხაზი გაესვას მდინარე იორის აუზში მიწისქვეშა წყლის ობიექტებიდან წყალაღების ადგილმდებარეობასა და მოცულობას.

**ურბანული განვითარებით** გამოწვეული დაბინძურება კიდევ ერთი პრობლემური საკითხია. ფართოდ გავრცელებულია დაბინძურება მუნიციპალური ჩამდინარე წყლებისგან. ამ საკითხებთან დაკავშირებული პრობლემების ძირითადი მიზეზებია კანალიზაციის სისტემის გაუმართაობა; კანალიზაციაში ისეთი ნივთიერებების არსებობა, რომლებიც რთულად მუშავდება გამწმენდ ობიექტებში ასევე იწვევს პრობლემებს (მაგ. მძიმე მეტალები). მნიშვნელოვანი ზეწოლის წყაროდ შეიძლება ჩაითვალოს ის ადგილები, სადაც საკანალიზაციო სისტემიდან და ნაგავსაყრელებიდან გამოჟონილი გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლები ჩადის აუზის წყლის ობიექტებში. გარდა ამისა, **გადაჭარბებული წყალაღება** შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც პრობლემური საკითხი, იგი უკავშირდება სარწყავ სისტემებს, ჰიდროენერგეტიკულ სექტორს, სასმელი წყლით მომარაგებას, მეთევზეობას, ქვიშა/ხრემის მოპოვებას და ა.შ.

წყლის ჩარჩო დირექტივის მიხედვით, მდინარის სააუზო უბნისთვის განისაზღვრა ღონისძიებების პროგრამა გამოვლენილი ძირითადი გამომწვევების საპასუხოდ და დასახული მიზნების მისაღწევად [17]. ღონისძიებების პროგრამა მდინარის აუზის მართვის გეგმის მნიშვნელოვანი ნაწილია და შეესაბამება ზეწოლა-ზეგავლენის ანალიზს, რისკების შეფასებასა და წყლის სტატუსის შეფასებას მონიტორინგის გზით (თუ შესაძლებელია).

ღონისძიებები, როგორც არის საკანალიზაციო სისტემის განახლება/მშენებლობა და ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების (WWTP) მშენებლობა, შეირჩა ურბანული ჩამდინარე წყლების ჩაშვებით წარმოქმნილი დაბინძურების წერტილოვანი წყაროს საკითხების მოსაგვარებლად (სიღნაღი). დაბინძურების დიფუზური წყაროებით (მცენარეების კულტივირება, მესაქონლეობა) გამოწვეული პრობლემების მოსაგვარებლად შემუშავდა შემდეგი ღონისძიებები: სოფლის მეურნეობის სადრენაჟე სისტემის განახლება, ბუფერული ზოლის და საზღვრების დაწესება და ვერმიკომპოსტის საწარმოს აშენება (ზიო-ჰუმუსის წარმოება). რაც შეეხება ჭარბ წყალაღებას ირიგაციისთვის, შეირჩა ღონისძიებები, რომლებიც ითვალისწინებს ქვემო სამგორის (მარჯვენა და მარცხენა მაგისტრალური არხები) და ზემო სამგორის (ზემო მაგისტრალური არხი) სარწყავი სისტემების რეაბილიტაციას. შერჩეული დამხმარე ღონისძიებები მიზნად ისახავს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების, სოფლის მეურნეობით გამოწვეული დაბინძურებისა და წყალაღების საკითხების მოგვარებას საგანმანათლებლო კამპანიის, ტრენინგებისა და საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების გზით.

აღსანიშნავია, რომ წყლის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით ასევე შეირჩა შემდეგი დამხმარე ღონისძიებები: გამომდებითი მონიტორინგის შეთავაზება-ქვიშა-ხრემის საწარმოების შესწავლა და მონიტორინგი (გამწმენდი ნაგებობების შესწავლა, შეწონილი ნაწილაკების შესწავლა); ნაგვის უნებართვოდ განთავსების მონიტორინგი (მუნიციპალიტეტების მიერ), გარკვეული სანქციების დაწესება, ნარჩენების მართვის გაუმჯობესება; სანიტარიული დაცვის ზონების მოწესრიგება, რომელიც უნდა განხორციელდეს მუნიციპალიტეტების მიერ. გარდა ამისა, ერთ-ერთი შერჩეული დამხმარე ღონისძიება ითვალისწინებს კლიმატის ცვლილების არსებული და შესაძლო გავლენების კვლევას წყლის ობიექტებზე.

## თავი 4. წყლის რესურსების მენეჯმენტი მდ. იორის აუზში

### 4.1. ისტორიული მიმოხილვა

ისტორიული 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-მაჰმად-ხანის შემოსევის შემდეგ, მისი მშენებლობა აღარ გაგრძელდებულა. 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 თვითღირებულებით 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 წყალგამწვები 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 [1].

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.

### 4.2. 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 ნალექებზე, მყინვა-

რებზე, 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 ნალექზომი საგუშაგო (ცხრილები 2 და 3), აგრეთვე 2 ჰიდროლოგიური საგუშაგო (ლელივანი 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 ენერგეტიკული 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 ფუნქციონ-

ირებდა 2 სატუმბი 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.

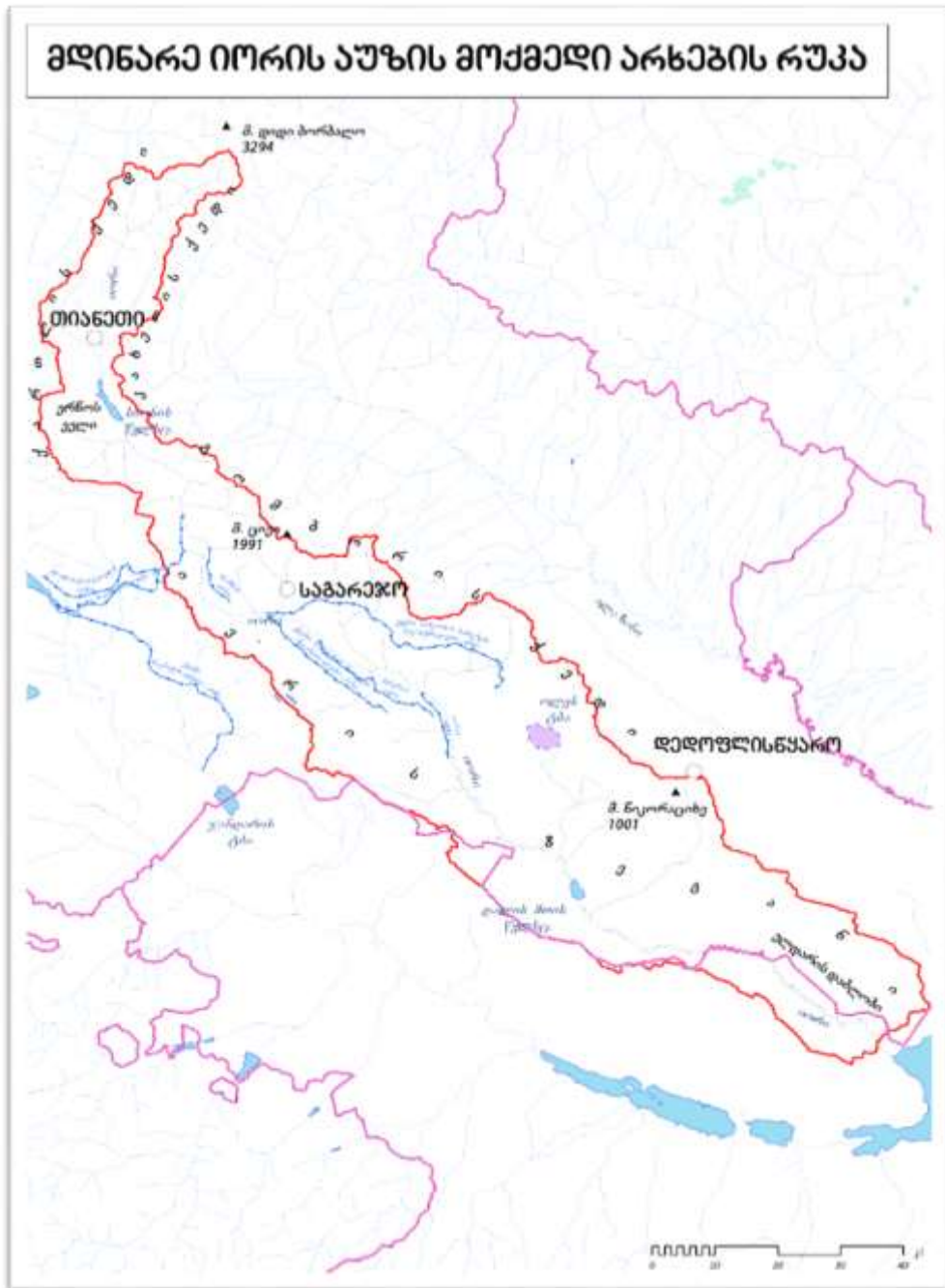
სარწყავი სისტემების ყველა არხებზე სისტემატურად წარმოებს წყლის ხარჯის გაზომვები. მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების გამოყენების საკმაოდ დიდ პოტენციალს შეიცავს **დალის მთის (დალის) წყალსაცავი**, რომელიც აგებულ იქნა მდ. იორზე გასული საუკუნის 80-იან წლებში დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, მდინარის შესართავიდან 60 კმ მანძილზე. 34 მეტრი 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) 2 900 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგული, მათ შორის მექანიკური აწევით 2 700 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 4.1.

ნახაზებზე 3.5 და 4.1 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 ჩასასხმელი ტიპის მცირე წყალსაცავებიდან. ელექტროენერჯის გაძვირებამ, სატუმბი 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 ვმართოთ 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.



ნახ. 4.1. მოქმედი და სარეაბილიტაციო სარწყავი სისტემების განლაგების სქემა იორის აუზში (2016 წელი)

#### 4.3. მონიტორინგის ინტეგრირებული ინფორმაციული სისტემის როლი წყლის რესურსების მართვის პროცესში

წყლის რესურსების მართვა კომპლექსური ამოცანაა. მენეჯერებმა და გადაწყვეტილების მიმღებმა პირებმა ყველაზე ეფექტიან და ქმედით გზებს უნდა მიაგნონ წყლის პრობლემების გადასაჭრელად. ამისათვის ისინი კარგად უნდა იცნენ ინფორმირებულები წყლის ობიექტების მდგომარეობის შესახებ. გადაწყვეტილების მიმღებ პირებს უნდა გააჩნდეთ მონაცემები: ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების, წყლის რაოდენობასა და ხარისხის შესახებ, რამდენად ეფექტიანად გამოიყენება წყალი, როგორია უახლოეს მომავალში წყალზე მოთხოვნის ტენდენცია და როგორია ბუნებრივი კატასტროფების რისკი კონკრეტულ ტერიტორიაზე. წყლის მონიტორინგის პროცესში შეგროვებული მონაცემები ინფორმაციის ერთერთი მნიშვნელოვანი წყაროა გადაწყვეტილების მისაღებად. წყლის მონიტორინგის პროცესში ხდება დაკვირვება იმაზე, შეიცვალა თუ არა წყლის რაოდენობა და ხარისხი და რა შედეგს გამოიღებს მომავალში ეს ცვლილება გარემოსა და ადამიანებისათვის. ამ თვალსაზრისით ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს

როგორც ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების, ასევე ქიმიურ- ფიზიკური და ბიოლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის ინტეგრირებული ინფორმაციული სისტემის შექმნას.

#### 4.3.1. ჰიდრომეტეოლოგიური 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 სინოტივე;
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:

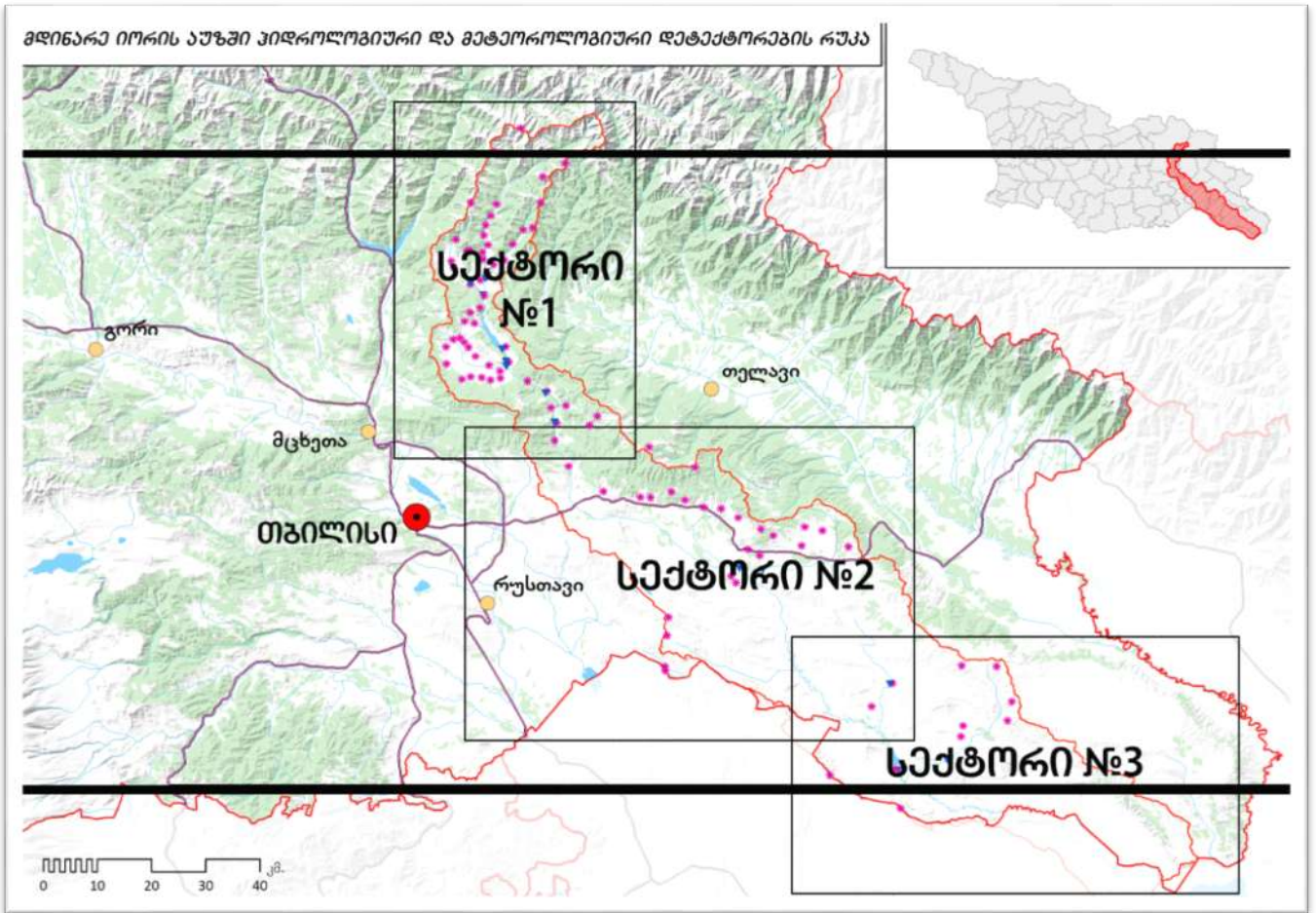
1. მოცემულ წერტილში დედამიწის ზედაპირზე ან გარკვეულ სიღრმეზე სეისმური აქტივობა;
2. გარკვეულ სიმაღლეზე რადიაციული ფონის ინტენსივობა;
3. გარკვეულ სიმაღლეზე ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია;
4. დედამიწის ზედაპირიდან ღრუბლის ქვედა საზღვრის სიმაღლე.

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 აუზის სამივე სექტორში ჰიდრომეტეოროლოგიური დეტექტორების განთავსების სავარაუდო სქემა მოცემულია ნახაზებზე 4.2, 4.3, 4.4. და 4.5. ნახაზებზე დატანილი მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური დეტექტორების ადგილმდებარეობა (დასახლება, მთა) სექტორების მიხედვით მოყვანილია ცხრილში 4.1. 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 [2].

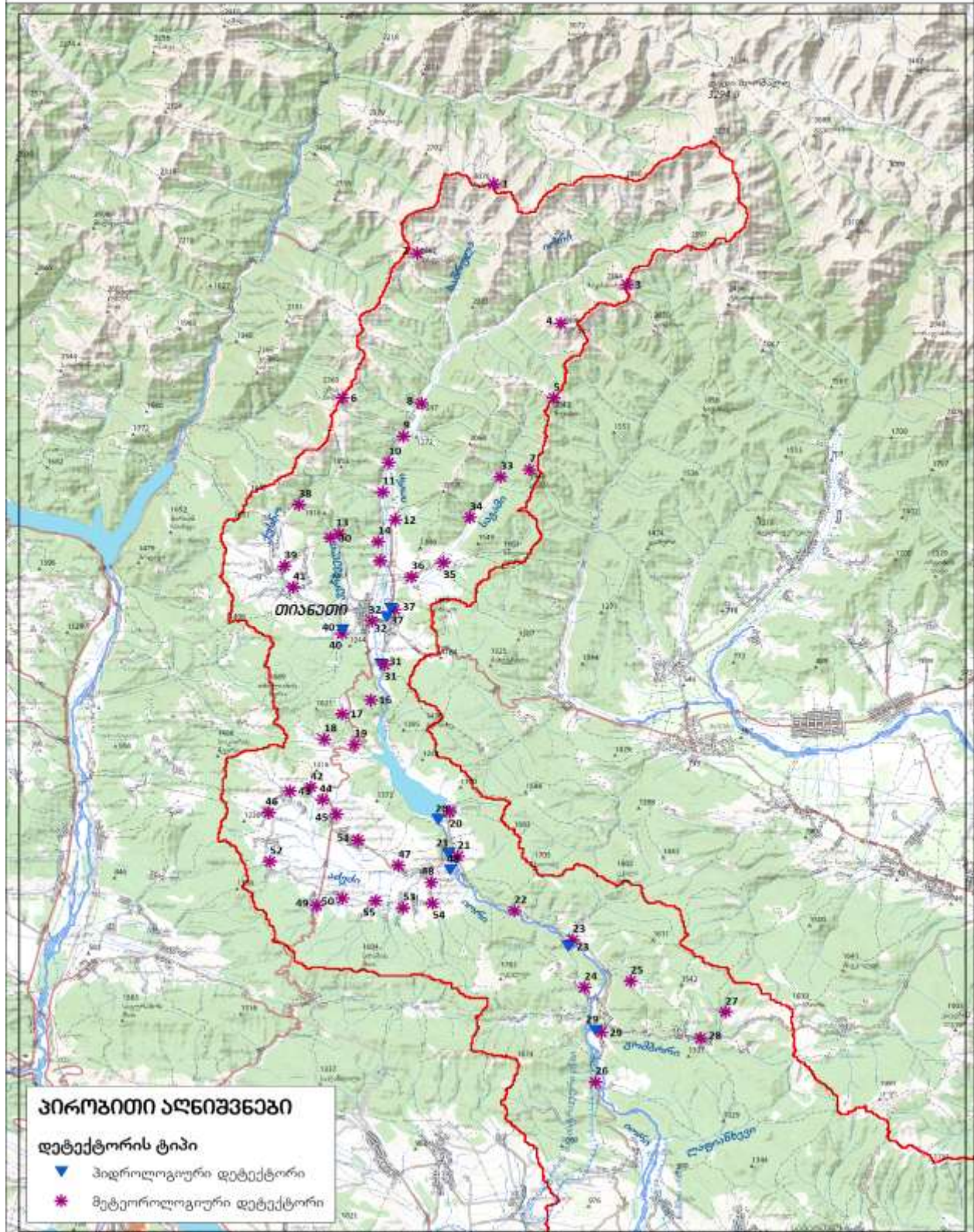




ნახ. 4.2. მდ. იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა



სექტორი №1 – მდ. იორის ზემო ნაწი (სათავე-სოფ.კალდო)



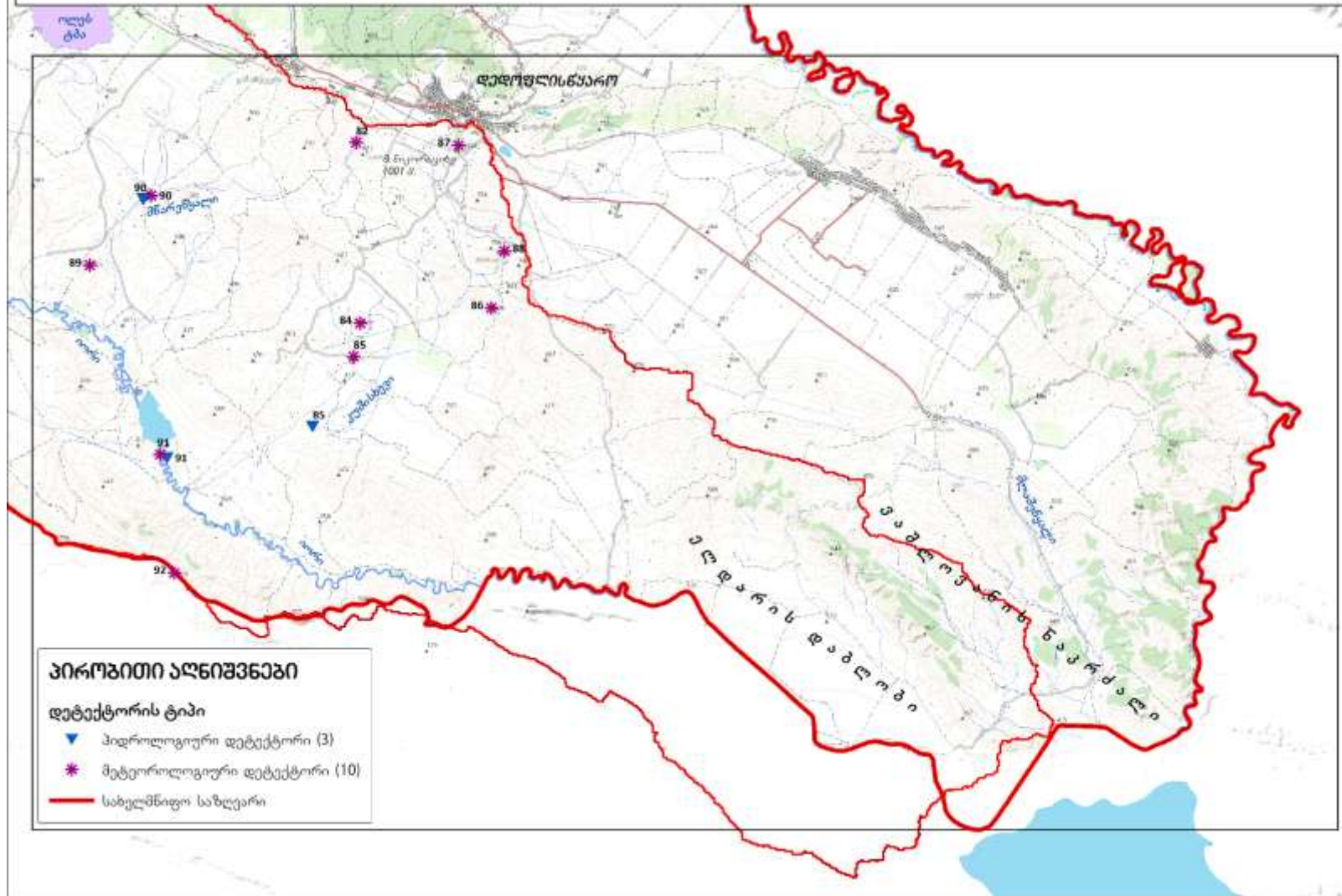
ნახ. 4.3. მდ. იორის აუზის ზემო წელში (სექტორი I) დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა





ნახ. 4.4. მდ. იორის აუზის ზემო შუა წელში (სექტორი II) დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა

სექტორი №3 - მდ. იორის ქვემო ნაღი (მდ. ოლას უსართავი-მიწაჩავერის წყლსც.)



ნახ. 4.5. მდ. იორის აუზის ქვემო წელში (სექტორი III) დეტექტორების სავარაუდო განთავსების სქემა



ცხრილი 4.1. მდ. იორის აუზის სამივე სექტორში ჰიდრომეტეოროლოგიური დეტექტორების ადგილმდებარეობა დასახლებებისა და მთების მწვერვალების მიხედვით

№	დასახლება/მთა (სიმაღლე, მ ზ.დ.)	მდინარე	დეტექტორი		კოორდინატები UTM, WGS-84 Zone-38 N სისტემაში	
			მეტეო *	ჰიდრო ▼	გრძედი	განედი
სექტორი №1. ზემო წელი / სათავე – სოფ. პალდო						
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	დულუზაურები	იორი	*			
13	საჭურე	იორი	*			
14	მამადაანები	იორი	*			
15	ჭურჭელაურები	იორი	*			
16	ბოკონი	იორი	*			
17	ალოტი	იორი	*			
18	ევენტი	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	პალდო	იორი	*			
27	რუსიანი	გომბორი	*			
28	გომბორი	გომბორი	*			
29	ოთარაანი	გომბორი	*	▼		
30	საკრეჭიო	ვერხველი				
31	ლელოვანი	იორი, ვერხველი	*	▼	311500*	4614500*
32	თიანეთი	იორი, ვერხველი	*	▼		
33	ხაიშო	საგამი	*			
34	ჭიაურა	საგამი	*			
35	ჩაბანო	საგამი	*			

36	ახალსოფელი	საგამი	*			
37	ჟებოტა	საგამი	*	▼		
38	ვერხველი	ქუსნო	*			
39	ზარიძეები	ქუსნო	*			
40	თეთრახევა	ქუსნო	*	▼		
41	ტუშურები	ქუსნო	*			
42	თოლენჯი	აძეძი	*			
43	სიმონიანთხევი	აძეძი	*			
44	მელიასხევი	აძეძი	*			
45	ხევსურთსოფელი	აძეძი	*			
46	გორანა	აძეძი	*			
47	ვეძათხევა	აძეძი	*			
48	ქვ.ნაქალაქარი	აძეძი	*	▼		
49	ლულელები	აძეძი	*			
50	წყაროთუბანი	აძეძი	*			
51	საყდრიონი	აძეძი	*			
52	სიონთგორი	აძეძი	*			
53	მაგრანეთი	აძეძი	*			
54	ზ. ნაქალაქარი	აძეძი	*			
55	თრანი	აძეძი	*			
<b>სექტორი №2. შუა წელი / სოფ. პალდო – მდ. ოლეს შესართავი</b>						
56	უჯარმა	იორი	*			
57	პატარძეული	იორი	*			
58	საგარეჯო	იორი	*			
59	მ. ცივი (1991)	იორი	*			
60	მ.მანავისცივი (1681)	იორი	*			
61	მარიამჯვარი	იორი	*			
62	გიორგიწმინდა	იორი	*			
63	თოხლიაური	იორი	*			
64	მანავი	იორი	*		536500*	4614500*
65	დიდი ჩაილური	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	ბადიაური	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	*			
<b>სექტორი №3. ქვემო წელი (მდ. ოლეს შესართავი – მინგეჩაურის წყლსაცავი)</b>						

81	მ. ჩობანდალი (890)	იორი	*			
82	მ. სუჩხუმი (863)	იორი				
83	მ.პატარა ქვაბები (662)	იორი				
84	მ. დიდითელა (567)	იორი				
85	ტარიბანა	კუმისხევი	*	▼		
86	მ. პტიჩია (826)	იორი				
87	მ.ნიკორაცხე (1001)	იორი				
88	მირზაანი	იორი				
89	მ. ხმელი თაფა (455)	ოლე				
91	დალის წყლსცავი	იორი	*	▼		
92	მ. ტახტაფა (763)	იორი				

*შენიშვნა: \* - მიახლოებითი კოორდინატები*

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.

#### 4.3.2. წყლის ხარისხი მონიტორინგი

წყლის ჩარჩო დირექტივა 2000/60/EC-ის მიხედვით წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია წყლის მაღალი ხარისხის უზრუნველყოფა, რაც მიიღწევა ჩამდინარე წყლებით გამოწვეული დაბინძურების და სახიფათო ნივთიერებათა ჩაშვების შემცირებით. წყლის სტატუსის დასადგენად კი საჭიროა ეფექტური ქიმიურ-ფიზიკური და ჰიდრობიოლოგიური მონიტორინგის ქსელის არსებობა.

იორის სააუზო უბანში წყლის ხარისხის შესახებ არსებული ინფორმაცია ძალიან მწირი და არასრულია, რადგან წყლის ხარისხის ეფექტური მონიტორინგის ქსელი არ არსებობს. ამის გამო წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შედეგების განხილვა რთულია. წყლის ბუნებრივ რესურსებზე ზემოქმედების გათვალისწინებით, შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ იორის და მათი შენაკადების დაბინძურება ძირითადად ორგანული ნივთიერებებით, გაუწმენდავ ჩამდინარე წყლებში არსებული ბიოგენური ნივთიერებებით, ასევე კანონიერი და უკანონო ნაგავსაყრელებით, სასოფლო სამეურნეო სავარგულებით, დრენაჟით და სანიაღვრე წყლით ხდება. მდინარე იორზე მოქმედებს წყლის ხარისხის მონიტორინგის 2 სადგური (სოფლებთან სასადილო, სართიჭალა), რომლებიც გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს დაქვემდებარებაშია. აღნიშნულ წერტილებში მონიტორინგი სისტემატურად არ მიმდინარეობს, რის გამოც ძნელია წყლის ხარისხის შესახებ სრულყოფილი სურათის დანახვა. აღნიშნულ სადგურებზე იზომება შემდეგი ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრები: pH, წყალში გახსნილი ჟანგბადი, ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება, ნიტრიტი, ნიტრატის და ამონიუმის აზოტი, ფოსფატები, სულფატები, ელექტროგამტარობა, მინერალიზაცია, რკინა, თუთია, სპილენძი, ტყვია, მანგანუმი. დღესდღეობით, წყლის ხარისხის მონიტორინგის ეროვნული პროგრამის ფარგლებში არ ხდება კონკრეტული ნივთიერებების მონიტორინგი, როგორებიცაა პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადი (PAH), პოლიქლორირებული ბიფენილი (PCB), პესტიციდები და სხვ. თუმცა, გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ 2014-2017 წლებში განხორციელდა იორის წყლის მონიტორინგი. ტენდენციების სადემონსტრაციოდ შემდეგი ათი კომპონენტი იქნა შერჩეული: ჟბმ<sub>5</sub> (BOD<sub>5</sub>), NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub>, Cu, Fe, Mn, Pb და მინერალიზაცია (ცხრ. 4.2) [3].

ცხრილი 4.2. გვიჩვენებს მოცემულ პერიოდში ამ ნივთიერებების მინიმალურ და მაქსიმალურ კონცენტრაციას. მდინარე იორში წყლის ხარისხის სისტემატიურმა მონიტორინგმა, წყლის ხარისხის მნიშვნელოვანი ცვლილება 4 წლის განმავლობაში არ გამოავლინა. ამასთან,

ამონიუმის აზოტის კონცენტრაცია ხშირად აჭარბებს ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას, რაც გამოწვეული უნდა იყოს მდინარეებში ჩამდინარე წყლების უკონტროლო ჩაშვებით.

**ცხრილი 4.2. მდინარე იორის აუზში წყლის ხარისხის მონიტორინგის შედეგები (2014-2017) [3]-ის მიხედვით**

კომპონენტები	სასადილო	სართიქალა	ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/ლ
BOD <sub>5</sub>	0.69-2.87	0.64-2.41	3
NH <sub>4</sub>	0.016-0.731	0.023-1.672	0.39
NH <sub>3</sub>	0.004-0.44	0.01-1.52	4.5
NH <sub>2</sub>	0.001-0.108	0.001-0.125	3.3
PO <sub>4</sub>	0.001-1.353	0.001-1.353	3.5
Cu	0.0013-0.6292	0.001-0.446	1
Fe	0.162-0.3818	0.0308-0.4.1684	0.3
Mn	0.0005-0.1068	0.0048-0.5974	0.1
Pb	0.0003-0.0185	0.00095-0.885	0.03
მინერალიზაცია	100.15-332.32	193.2-874.68	1000

წყლის ხარისხის შესაფასებლად ასევე განხილული იქნა ზედაპირული წყლების საველე კვლევის შედეგები, რომელიც EUWI+-ის ფარგლებში 2018 წლის სექტემბერში ჩატარდა [3]. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ზედაპირული წყლების საველე კვლევის ფარგლებში ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების მონიტორინგის მიზანი იყო ბიოლოგიურ მონაცემებთან დაკავშირებული დამატებითი ინფორმაციის შეგროვება და არა წყლის ზოგადი ხარისხის შეფასება. საველე კვლევის დროს იორის აუზის ზედაპირული წყლების 4 ნიმუში იქნა აღებული (ცხრ.4.3).

**ცხრილი 4.3. მდინარე იორის ზედაპირული წყლების საველე კვლევის შედეგები (2013-2017) [5]-ის მიხედვით**

გაზომილი პარამეტრები	შედეგები საკვლევი ადგილების მიხედვით				ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია*
	იორი - ჭაჭუნა	იორი - დალის ქვედა დინება	იორი - ბოჭორმა	იორი - თიანეთის ზედა დინება	
ტემპერატურა, °C	20,6	27,1	16.5	15.1	
pH	8.4	8,47	8,54	8,59	6,5-8,5
გამტარობა, ომ/სმ	1328	1035	253	220	
გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	8,0	7,34	8,95	116	
გახსნილი ჟანგბადი %	84,3	83,6	91,1	11,6	
შეჩერებული მყარი ნივთიერებები, მგ / ლ	27,0	1,60	1,40	1,80	
BOD <sub>5</sub> მგ/ლ	0,94	1,04	0,78	0,94	6.0
COD, მგ/ლ	1,55	2,72	1,20	1,40	30.0
ამიაკი, მგ/ლ	0.078	0.086	0.179	0.171	0.39
ნიტრატი, მგ/ლ	2.049	2.319	0,388	0,196	10.0
ფოსფატი, მგ/ლ	0.286 5	0.533	0,084	0,095	3.5
სულფატი, მგ/ლ	745.84	844.50	20,08	10,80	500
ქლორიდი, მგ/ლ	43.66	49.57	2,47	1,84	350
კალიუმი, მგ/ლ	4,15	4,65	0,85	0,43	
ნატრიუმი, მგ/ლ	111,45	88,02	7,61	3,06	200
კალციუმი მგ/ლ	135,44	96,00	28,1	24,09	180
მაგნიუმი მგ/ლ,	25,97	22,50	9,22	8,04	
სულ ფოსფორები	0,386	0,600	0.134	0.112	



ზედაპირული წყლების საველე კვლევის შედეგები აჩვენებს, რომ სულფატის გარდა (იორი-ქიაური და იორი-დალის ქვემოთ) ყველა გაზომილი პარამეტრი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ფარგლებშია. თუმცა, ზედაპირული წყლების საველე კვლევის ფარგლებში ნიმუშების აღების წერტილები გაუწმენდავი საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვების წერტილებიდან მოშორებითაა აღებული. შესაბამისად, ეს შედეგები ვერ იქნება გამოყენებული მტკიცებულებად გაუწმენდავი საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებისგან გამოწვეული დაბინძურების ზეგავლენის შეფასებისთვის.

#### **4.3.3. წყლის ბიომონიტორინგი**

წყლის რესურსების მონიტორინგის ტრადიციული მეთოდები მოიცავს წყლის ხარისხის ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების განსაზღვრას. ეს პარამეტრები გვეხმარება წყლის ობიექტის დაბინძურების ხარისხის შეფასებაში, მაგრამ ამავდროულად, მწირ ინფორმაციას იძლევა წყლის ეკოსისტემების სიჯანსაღის შესახებ. მონიტორინგის ტრადიციული მეთოდებისაგან განსხვავებით, ბიომონიტორინგი, რომელიც საქართველოში შედარებით ახალი დამკვიდრებულია (მაკროუხერ-ხემლოებზე დაკვირვება საქართველოში სულ ცოტა ხნის წინ დაიწყო), წყლის ობიექტში არსებული ორგანიზმების რაოდენობაზე, წარმოდგენილი სახეობების მრავალფეროვნებაზე და აგრეთვე მათ საცხოვრებელ პირობებზე დაკვირვების გზით, ადგენს თუ რა ზეგავლენას ახდენს წყლის ხარისხის დეგრადაცია ეკოსისტემებზე, ბიომრავალფეროვნებასა და ჰაბიტატებზე. ბიომონიტორინგი აგრეთვე გვეხმარება იმის განსაზღვრაში, იყო თუ არა ოდესმე წყლის ობიექტის რომელიმე მონაკვეთი დამაბინძურებელი ნივთიერებების ზემოქმედების ქვეშ. გამომდინარე იქედან, რომ წყლის ხარისხის ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების მონიტორინგი მხოლოდ განსაზღვრული სიხშირით ხორციელდება, მონიტორინგის ეს მეთოდი მხოლოდ დროის იმ მონაკვეთში არსებული მდგომარეობის შესახებ იძლევა ინფორმაციას, როცა წყლის სინჯის აღება განხორციელდა. ამგვარად, მდინარეში დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ზოგიერთი შემთხვევა შეიძლება ვერასოდეს დაფიქსირდეს (მაგალითად, თუ დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების კანონდარღვევით ჩაშვება ღამით განხორციელდა). თუმცა, ამგვარი დაბინძურება „შეუნიშნავი“ არ რჩება წყალში არსებული ორგანიზმებისათვის. ამგვარად, ბიომონიტორინგი გვეხმარება შევავსოთ თუ რა მდგომარეობა იყო წყლის ობიექტში შედარებით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში და არა მარტო დროის იმ კონკრეტულ მონაკვეთში, როცა წყლის სინჯი იქნა აღებული. წყლის ობიექტის მდგომარეობის შესაფასებლად ბიომონიტორინგი აკვირდება ცხოველებს და მცენარეებს, განსაკუთრებით კი - უხერხემლოებს, წყალმცენარეებს, მაკროფიტებს (წყლის მცენარეებს), თევზებსა და ამფიბიებს [4].

## თავი 5. წყლის რესურსების მართვის მოდელები

### 5.1. წყლის რესურსების მართვის კომპიუტერულ მოდელები

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 ინფრატრუქტურული ელემენტები);
- კლიმატი და მისი ცვლილების პროგნოზი მიმდინარე საუკუნის ბოლომდე (ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები და მათი განაწილება სიმაღლის მიხედვით, ქარი და აორთქლება, მოღრუბულობა და მზის რადიაციის რეჟიმი);
- აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი და მისი რეჟიმული მახასიათებლები (მდინარეთა ჩამონადენი და წყლის ხარჯები, მყარი ნატანი, ტბები და წყალსაცავები ჭაობები, არხები, დამბები და სხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობები);
- სასოფლოსამეურნეო 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);
- მოდელში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ატმოსფერული ნალექების ცვალებადობისა და მათი პროგნოზირების საკითხს, აგრეთვე აორთქლების პროგნოზირებას, რაც გრუნტის წყლებთან ერთად აუზში წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილს განსაზღვრავს;
- მოდელი უნდა შეიცავდეს განსახილველ აუზში სტიქიური ბუნებრივი მოვლენების ალბათობის შეფასებებს. კერძოდ, უხვი ნალექების ექსტრემალური მნიშვნელობები არსებითად ზრდის წყლის ბალანსის საშემოსავლო ნაწილს, ისევე, როგორც ხანგრძლივი გვალვა ამცირებს მას;
- მოდელში გათვალისწინებული უნდა იყოს აგრეთვე წყალმოვარდნები და ღვარცოფები, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს წყალმომარგებისა და საირიგაციო სისტემების ფუნქციონირებაზე.

უკანასკნელ პერიოდში, მტკნარი წყლის დეფიციტის საფრთხის წინაშე მდგომ მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში, წყლის ინტეგრირებულ მართვაში ზემოთ ჩამოთვლილი საკითხების პრაქტიკული განხორციელებისათვის შექმნილ მოდელთა შორის აღსანიშნავია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში აპრობირებული წყლის მართვის მოდელი - WEAP 21 (Water Evaluation and Planning Version 21) [1]. იგი ეყრდნობა ძირითად დაშვებას, რომლის თანახმად წყლის მიწოდება განისაზღვრება წყალშემკრების ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობით, ადამიანის მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილებითა და მისი ჩარევებით [2]. მოდელის თანახმად, აუზი თავად წარმოადგენს მოსული ნალექების გაყოფის საწყის ობიექტს დედამიწა-ატმოსფეროს ურთიერთქმედების შედეგად ევაპორანსპირაციის გზით. ეს პროცესი აღიწერება წყალბალანსური მოდელით, რომლითაც განისაზღვრება აორთქლების, ნალექების განაწილებისა და ჩამონადენის ფორმირების პროცესები, მიწისქვეშა წყლის შევსება და რწყვის მოთხოვნილება.

მოდელი განიხილავს ერთმანეთთან ურთიერთდაკავშირებულ მუნიციპალურ და სასოფლო-სამეურნეო სისტემებში წყლის რესურსების გამოყენების ისეთ საკითხებს, როგორცაა მრავალრიცხოვანი ზედაპირული და/ან მიწისქვეშა წყაროები, სექტორული მოთხოვნის ანალიზი,

წყლის დაცვა, წყლის განაწილების პრიორიტეტები, წყლის ერთობლივი გამოყენება, წყალსაცავების საერთო მოხმარება და საფინანსო დაგეგმარება.

WEAP 21 მოდელი ეფუძნება მასის ბალანსის განტოლებას, ჩაწერილ შემდეგი სახით:

$$Sw_j \frac{dZ_{i,j}}{dt} = Pe(t) - PET(t)k_{c,j}(t)(5Z_{i,j} - 2Z_i^2)/3 - Pe(t)Z_{i,j}^{LA_j/2} - f_j k_{j,z^2,i} - (1 - f_j) k_{j,z^2,j} \quad (1)$$

სადაც  $Sw_j$  არის ნიადაგის წყალშემცველობა (მმ) მიწის ზედაპირის ნაწილისთვის  $j$ ,  $Z_{i,j}$  – ნიადაგის ზედაპირული წყლის ფარდობითი მარაგი,  $Pe(t)$  – ეფექტური ატმოსფერული ნალექი.  $PET(t)$  – პენმან-მონტიეს პოტენციური ევაპოტრანსპირაციის მაჩვენებელი (მმ/დღე) ეტალონური მცენარისათვის,  $k_{c,j}(t)$  – მცენარის მახასიათებელი კოეფიციენტი მიწის შემხები ზედაპირისთვის. განტოლების მესამე წევრი აღწერს ზედაპირულ ჩამონადენს, სადაც  $LA_j$  არის ფოთლებისა და ღეროების ფართობის ინდექსი, რომელიც მინიმუმს აღწევს მაქსიმალური ჩამონადენის პირობებში, მაგ. გაშიშვლებული ნიადაგისთვის. მეოთხე წევრი ასახავს ნიადაგის შიდა ნაკადებსა და ჩაქონვას, სადაც  $k_j$  არის ნიადაგის მაქსიმალური წყალშემცველობის გამტარუნარიანობა (მმ/დრო) და  $f_j$  – კვაზიფიზიკური პარამეტრი, დაკავშირებული ნიადაგთან, მიწის დაფარულობის ტიპთან და ტოპოგრაფიასთან, რომელიც ჰყოფს წყალს ჰორიზონტალურ ან ვერტიკალურ ნაკადებად.

გარდა ამისა, მოდელი შეიცავს ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენის ტრანსფორმაციის, აგრეთვე მიწისქვეშა საბაზისო ნაკადისა და აკუმულირებული თოვლის დნობასთან დაკავშირებულ განტოლებებს. ცალკე ყურადღება ეთმობა ზედაპირული წყლების დაბინძურების საკითხს, რისთვისაც მოდელში შეყვანილია ტემპერატურისა და წყალში გახსნილი ჟანგბადის ტრანსფორმაციის განტოლებები.

მოდელი, რომელიც დამუშავდა სტოკჰოლმის გარემოსდაცვითი ინსტიტუტის ბოსტონის ფილიალში, პირველად გამოყენებული იყო 1992 წელს არალის ზღვის შესწავლისას, თუმცა მთელი რიგი დაშვებებისა და შეზღუდვების გამო მიღებულმა შედეგებმა არსებითი შესწორებები მოითხოვა.

საქართველოში WEAP 21 მოდელი გამოყენებულ იქნა 2009 წელს გაეროს კლიმატის ჩარჩო კონვენციისათვის მეორე ეროვნული შეტყობინების მომზადებისას [3], როდესაც PRECIS კლიმატის რეგიონული მოდელით პროგნოზირების პირობებში მოხდა მდინარეების ალაზნისა და იორის, აგრეთვე რიონისა და ცხენისწყლის ჩამონადენის 2100 წლამდე მოსალოდნელი ცვლილების შეფასება. ანალოგიური შეფასებები ჩატარდა 2015 წელს საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინების მომზადებისას [4] მდინარეების აჭარისწყლის, ენგურისა და ხრამისთვის.

რადგან ზემოთ ჩამოთვლილი ინფორმაციის სრულად გათვალისწინება მოდელში, მონიტორინგის შეზღუდულობის პირობებში, დიდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული, შესაძლებელია ერთი წყალშემკრები აუზის წყალმომარაგების მართვასა და წყლის დეფიციტის გამოთვლისათვის გამოყენებული იქნას წყლის ბალანსის გამარტივებული ფორმულა

$$P+Q = ET + Q + \Delta S, \quad (2)$$

სადაც  $P$  არის ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა,  $Q$  – წყლის ჩამონადენი,  $ET$  – ევაპოტრანსპირაცია და,  $\Delta S$  – წყლის მარაგის ცვლილება ნიადაგსა და ქანებში. მოცემული ფორმულა ეფუძნება დახურულ სისტემაში მასის შენახვას (ბალანსი), სადაც (ნალექების სახით) სისტემაში შემავალი ნებისმიერი წყალი გარდაიქმნება ერთქლად, ზედაპირულ ჩამონადენად (რომელიც საბოლოოდ ჩაედინება ბუნებრივ კალაპოტებში და გარდაიქმნება მდინარის ჩამონადენად) ან გროვდება მიწაში.

ბალანსის გამოთვლა გამოიყენება ირიგაციაში, ჩამონადენის შეფასებაში, წყალდიდობების და დაბინძურების კონტროლში. გარდა ამისა, წყლის ჰიდროგეოლოგიური ბალანსი და მიწისქვეშა წყლების მოდელირება საუკეთესო ინსტრუმენტებია მიწისქვეშა სადრენაჟე სისტემების დასაპროექტებლად.

## 5.2. წყლის რესურსების სააუზო მართვის მოდელები

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, საქართველოში წყლის რესურსების მართვა რეგულირდება კანონით წყლის შესახებ [5], თუმცა აღნიშნულ კანონში მოცემული დებულებები ძალიან ზოგადია და არ შეიცავს წყლის სააუზო მართვის განხორციელების კონკრეტულ მექანიზმებსა და პასუხისმგებელი ორგანიზაციების უფლება-მოვალეობებს. საზღვარგარეთის ბევრ ქვეყანაში (საფრანგეთი, ნიდერლანდი, ინგლისი და უელსი, ბულგარეთი, ავსტრია, ამერიკის შეერთებული შტატები) კი აქტიურად მიმდინარეობს წყლის რესურსების სააუზო მართვის პროცესი, რომელთა გამოცდილების გათვალისწინების მიზნით მოგვყავას აღნიშნულ ქვეყანაში არსებული სააუზო მართვის მოდელების შემოკლებული ვარიანტები [6].

### საფრანგეთი

- 6 ჰიდროგრაფიული აუზი;
- აუზებში შექმნილია წყლის კომიტეტები (წყლის პარლამენტები) და წყლის სააგენტოები;
- წყლის კომიტეტის ფუნქცია – აუზის განვითარების პოლიტიკის განსაზღვრა, წყალზე ტარიფების დადგენა (შემადგენლობაში შედიან წყალმოსარგებლეთა, მუნიციპალიტეტები-სა და სახელმწიფო ადმინისტრაციის წარმომადგენლები);
- წყლის სააგენტო წარმოადგენს ადმინისტრაციულ ორგანოს, რომლის ფუნქცია არის აუზის განვითარების პოლიტიკის რეალიზაცია თვითდაფინანსების საფუძველზე. ექვემდებარება გარემოს დაცვის სამინისტროს და ფინანსთა სამინისტროს;
- დაფინანსების წყარო – გადასახადები წყლის აღებაზე და ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე.

### ნიდერლანდი

• წყლის საბჭოების დაკომპლექტება ხდება არჩევნებით (ნებისმიერი მოქალაქეს აქვს უფლება

მიიღოს მონაწილეობა);

- წყლის საბჭოები არიან თვითდაფინანსებაზე. დაფინანსების წყაროებია: გადასახადი, რომელსაც იხდიან ყველა მოქალაქე და მიწის მფლობელი, აგრეთვე გადასახადი

ჩამდინარე

წყლების ჩაშვებაზე;

- მუნიციპალიტეტი პასუხისმგებელი არის მხოლოდ საკანალიზაციო სისტემების (ქსელების) ექსპლუატაციაზე. მუნიციპალიტეტები საკმაოდ ავტონომიურია და ფინანსურად ძლიერია
- ქვეყანაში წყლის მართვის სისტემა ხასიათდება: წყლის საბჭოებისა და

მუნიციპალიტეტების

მჭიდრო კონტაქტში მუშაობით; მოსახლეობის ძალიან მაღალი აქტიურობით;

- სისტემა ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე ჩამოყალიბებული.

### ინგლისი და უელსი

- წყლის რესურსების მართვის პოლიტიკის განსაზღვრაზე პასუხისმგებელია გარემოს, სურსათისა და სოფლის მეურნეობის დეპარტამენტი;
- გარემოს დაცვის სააგენტო – პასუხისმგებელია დაგეგვმაზე, წყალსარგებლობაზე, ნებართვების გაცემაზე, წყლის მონიტორინგზე, თევზჭერისა და სანაოსნოს საკითხების რეგულირებაზე, წყალდიდობების პრობლემებზე;
- განსაზღვრულია 10 მდინარეთა აუზი, მაგრამ მართვა ძირითადად ცენტრალიზებულია;
- დაფინანსების წყარო – წყალსარგებლობაზე ლიცენზირების გადასახადი;
- 8 რეგიონში შექმნილია აგრეთვე წყალდიდობებთან ბრძოლის კომიტეტები, რომელთა საქმიანობის დაფინანსება ხდება სახელმწიფო გრანტებით და ადგილობრივი მთავრობის ფინანსური დახმარებით.

### ბულგარეთი

- 4 წყლის რესურსების აუზური მართვის დირექტორატი (ექვემდებარება გარემოს დაცვისა და წყლის სამინისტროს);
- სამინისტრო: შეიმუშავებს წყლის ეროვნულ პოლიტიკას და ეროვნულ პროგრამებს, შეიმუშავებს წყლის ეროვნულ გეგმას, ამტკიცებს მდინარეების მართვის აუზურ გეგმებს.

- აუზური მართვის დერექტორატი: გასცემს ნებართვებს წყალაღებაზე და ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე;
- აკონტროლებს ნებართვების პირობების შესრულებას; აგროვებს გადასახადებს წყალაღებაზე და წყალჩაშვებაზე (გადასახადები გროვდება სპეციალურ ფონდში და გამოიყენება პრიორიტეტული პროექტების განხორციელებაზე) ახორციელებს წყლის მონიტორინგს;
- დაფინანსების წყაროა – სახელმწიფო ბიუჯეტი.

### **ავსტრია.**

- პოლიტიკას განსაზღვრავს სოფლის მეურნეობის, ტყის, გარემოსა და წყლის ფედერალური სამინისტრო
- სამინისტროს დაქვემდებარებაშია გარემოს დაცვის სააგენტო (შპს – 100% სახელმწიფოს საკუთრება)
- სააგენტოს ფუნქციებია (წყლის დარგში): საკანონმდებლო და ნორმატიული აქტების შემუშავება, წყლის რესურსების მართვა, მონიტორინგი, კონტროლი, საინფორმაციო ბაზების შექმნა ;
- შექმნილია 8 რეგიონული სამმართველო, რომლებიც არიან სააგენტოს დაქვემდებარებაში.
- სააგენტო უზრუნველყოფს რეგიონული სამმართველოების შორის კოორდინაციას, რათა მიღწეული იქნას ევროკავშირის წყლის ჩარჩო დირექტივის (2000) მოთხოვნების შესრულება, კერძოდ, მდინარეების აუზების რაიონირება და მართვის გეგმების შემუშავება (დირექტივის

მიხედვით გეგმების შემუშავების ვადა არის 2009 წელი)

- მუნიციპალიტეტები ვალდებული არიან წარმოადგინონ სააგენტოს საჭირო ინფორმაცია
- დაფინანსების წყაროებია – სახელმწიფო ბიუჯეტი, შემოსავალი მომსახურებიდან (საკონსულტაციო და საპროექტო სამუშაოები, ტექნიკური ექსპერტიზა და სხვა).

### **ესპანეთი**

- 14 აუზური კონფედერაცია. რომლებით ხელმძღვანელობენ პრეზიდენტი და დირექტორთა კომიტეტი (წარმომადგენლები წყალმომხმარებლის სამინისტროდან, ავტონომიებიდან – ფუნქციონალური მმართველობა, წყალმომხმარებლებელთა საერთო თათბირი – საკონსულტაციო ორგანო). პრეზიდენტები დანიშნულია მინისტრთა საბჭოს მიერ.

კონფედერაციის ფუნქციებია:

- წყლის სამუშაოები (კაშხლებისა და რეზერვუარების მშენებლობა);
- წყლის აუზური გეგმების შემუშავება;
- წყლის აღებაზე და ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე ლიცენზიების გაცემა;
- წყლის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მონიტორინგი;
- წყლის რაოდენობისა და ხარისხის ნორმების კონტროლი;
- დაფინანსების წყაროა – ცენტრალური ბიუჯეტი (სუბსიდიები), გადასახადი წყლის

აღებაზე

და ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე, გადასახადი ინერტული მასალების ამოღებაზე, გადასახადი აუზში წარმოებულ ელექტროენერგიაზე.

### **ამერიკის შეერთებული შტატები (ტენესის ხეობის ორგანიზაცია – Tennessee Valley Authority)**

• ითვლება როგორც ერთერთი უკეთესი ორგანიზაცია წყლის რესურსების მართვის სფეროში;

- წყლის მართვის ფუნქციების გარდა ახორციელებს სხვა პროგრამებს (ენერგეტიკა, ეკონომიკური; განვითარება, ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნება და სხვა)
- წყლის მართვის სფეროში: გასცემს ნებართვებს წყალაღებაზე და წყალჩაშვებაზე; აქვს თავის

განკარგულებაში 54 კაშხალი და წყალსაცავი; აკონტროლის მდ. ტენესის აუზის წყლის

- მდგომარეობას; იხილავს კონფლიქტებს სხვადასხვა წყალმოსარგებლეთა შორის;
- ახორციელებს მიზნობრივ პროგრამებს წყლის რესურსების მართვისა და დაცვის სფეროში.
- ორგანიზაციის ბიუჯეტი ყოველწლიურად მტკიცდება აშშ-ს კონგრესით.
- 1959 წლიდან აქვს უფლება ნაწილობრივ თვითდაფინანსებაზე (გასცემს ბონდს).

### 5.3. მდ.იორის აუზის მართვის გამარტივებული მოდელი

ამჟამად საქართველოში არ არსებობს სამართლებრივი საფუძველი წყლის ჩარჩო დირექტივის (WFD) განხორციელების ხელშესაწყობად;

- არ არსებობს მდინარის აუზის მართვის საბჭოები;
- არ არსებობს მდ. იორის აუზის ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების მონიტორინგის ქსელი;
- ორის აუზში არ არის საკმარისი რაოდენობის ავტომატური ჰიდროგრაფიული და წყლის ხარისხის მონიტორინგის სადგურები;
- დაიკვირვება წყლის სიმცირე ენერგეტიკის, საირიგაციო და წყალმომარაგების სისტემების წყალზე გაზრდილი მოთხოვნილების პირობებში;
- წყლის ხარისხის მონიტორინგის სისტემა, რომელიც მოიცავს ბიოლოგიურ მონიტორინგს, მიწისქვეშა წყლის მონიტორინგს და მონაცემთა დამუშავებას გაუმართავია;
- პესტიციდების და სასუქების გამოყენების შესახებ ინფორმაციის ნაკლებობა დიდ სიძნელებებს ქმნის წყლის ინტეგრალური მართვის სფეროში.

საქართველოს აქვს თავისი ეროვნული კანონმდებლობის ევროკავშირის სტანდარტებთან ჰარმონიზაციის ვალდებულება, მათ შორის წყლის ჩარჩო დირექტივასთან (WFD) [7]. წყლის რესურსების მართვის შესახებ კანონის პროექტი, რომელიც დაკავშირებულია მდ. იორი -ალაზნის აუზის მართვასთან, შემუშავებულია და ამჟამად მიმდინარეობს კონსულტაციის პროცესი სხვადასხვა სამინისტროებთან და სხვა დაინტერესებულ მხარეებთან, რომელიც საბოლოოდ 2024 წელს შევა ძალაში. აღნიშნული აუზის მართვის გეგმის შემუშავებისა და განხორციელების პროცესთან დაკავშირებული კომპეტენტური ორგანოებია:

- საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო;
- სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო;
- შპს საქართველოს მელიორაცია;
- საქართველოს რეგიონული განვითარების და ინფრასტრუქტურის სამინისტრო;
- შპს საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია;
- საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო;
- ადგილობრივი ხელისუფლება: აუზში არსებული მუნიციპალიტეტები, წყლის მართვასთან დაკავშირებული ცენტრალური სააგენტოების ფილიალები (მელიორაციის დეპარტამენტი, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ცენტრები).

საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო (MEPA) პასუხისმგებელია მდინარის სააუზო მართვის გეგმების შემუშავებისა და განხილვის პროცესის ორგანიზებაზე, რომლებიც შემდეგ წარედგინება საქართველოს მთავრობას დასამტკიცებლად.

მანამ აღნიშნული კანონ-პროექტი შევა ძალაში, ჩვენ შემოგთავაზებთ ჩვენი პროექტის ფარგლებში, მდ. იორის აუზისთვის სააუზო მართვის საპილოტე მოდელს მსოფლიოს ზემოთ განილულ ქვეყნებში არსებული სააუზო მოდელების გათვალისწინებით.

დღეისათვის წყლის რესურსების მართვა ხდება ცენტრალიზებულად და არა ამა თუ იმ წყლის ობიექტის გეოგრაფიულ საზღვრებში - მდინარის აუზის/სააუზო უბნის დონეზე, რაც შეუძლებელს ხდის წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას. ალტერნატივას წარმოადგენს **სააუზო მართვის მოდელი**, რომელიც გულისხმობს ინტეგრირებულ მიდგომას და მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების გამოცდილებიდან გამომდინარე, უზრუნველყოფს წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას. სააუზო მოდელის ქვა კუთხედს წარმოადგენს **სააუზო გეგმა**, იგივე



სამოქმედო გეგმა, ანუ ინსტრუმენტი, რომელიც აღწერს წყლისა და წყლის აუზთან დაკავშირებული მიწის რესურსების მართვის სქემას.

წყლის რაოდენობისა და ხარისხის უზრუნველსაყოფად და სამართლიანად გასანაწილებლად აუცილებელია საკანონმდებლო ორგანოთა მიერ შეიქმნას შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზა (კანონები და რეგულაციები) და უზრუნველყოფილ იქნეს მათი აღსრულება. ასევე აუცილებელია ქვეყანას გააჩნდეს ის ინსტიტუციები, რომლებიც ამ კანონებს განახორციელებენ. წყლის ინსტიტუციები ის დაწესებულებები და ორგანიზაციებია, რომლებიც წყლის მართვის სხვადასხვა საკითხებითაა დაკავებული. მაგალითად, ზოგიერთი ინსტიტუცია წყლის ხარისხის მონიტორინგს ახორციელებს ან კანონის აღსრულებას უზრუნველყოფს, ზოგიერთი კი პასუხსიმგებელია წყლის ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოებაზე.

წყლის რესურსების მართვას რამდენიმე ძირითადი მიზანი აქვს:

- ყველა წყალმოსარგებლე, მათ შორის გარემო და ეკოსისტემები, უზრუნველყოს სათანადო ოდენობის წყლით;
- უზრუნველყოს წყლის რესურსების სათანადო ხარისხი და მათი ეფექტიანად გამოყენება;
- მინიმუმამდე დაიყვანოს წყალთან დაკავშირებული რისკები (როგორცაა მაგალითად წყალდიდობა, გვალვა და დაბინძურება).

ამ მიზნების განხორციელებაში მონაწილეობენ კანონმდებლები (პარლამენტარები), წყლის რესურსების მენეჯერები (ინსტიტუციებში), წყლის სერვისის მიმწოდებელი კომპანიები და წყალმოსარგებლები (საწარმოო ობიექტები, ენერგეტიკული ობიექტები, სასოფლო-სამეურნეო ფერმები და მოსახლეობა).

აუზის მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანია აუზში არსებულ პრობლემებს სხვადასხვა კუთხით მივუდგეთ. მაგალითად, წყლის რესურსების მდგრადი მართვის მიდგომების გამოყენებით შესაძლოა თავიდან იქნეს აცილებული მდინარეებში წყლის ჩამონადენის შემდგომი შემცირება და წყლის ხარისხის გაუარესება. **მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენება** დაგვეხმარება წყლის რესურსების დაზოგვაში (კონსერვაციაში) და შესაბამისად წყლის ობიექტებიდან წყალადების შემცირებაში; **კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია** მინიმუმამდე დაიყვანს კლიმატის ცვლილების მავნე შედეგებს; ტრანსსასაზღვრო თანამშრომლობის გაძლიერება ქვეყნებს წყლის რესურსების ტრანსსასაზღვრო დონეზე მდგრადი მართვის წახალისებაში დაეხმარება.

**წყლის რესურსების მდგრადი მართვა** წყლის რესურსების მდგრადი მართვისათვის წყლის რესურსების მენეჯერებმა გარკვეული პრინციპები და წესები უნდა მიიღონ მხედველობაში. მაგალითად, გადაწყვეტილება ახალი ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობის შესახებ ვერ იქნება მიღებული მხოლოდ ერთი წყალმოსარგებლის მიერ, მდინარის აუზში არსებული რესურსის სხვა მოსარგებლეთა, მაგალითად, ფერმერებისა და ამ აუზზე დამოკიდებული მუნიციპალიტეტების (მდ. იორის აუზისთვის - თიანეთის, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების) ინტერესების გათვალისწინების გარეშე. წყალმოსარგებლეთა ქმედებები და გეგმები უნდა იყოს კოორდინირებული და მხარეებს შორის შეთანხმებული. წყლის რესურსების მენეჯერებმა უნდა უზრუნველყონ, რომ თუკი წყლის ობიექტებიდან დამატებით მოხდება წყლის აღება, მაშინ დარჩენილი რესურსი საკმარისი იქნება გარემოსა და ეკოსისტემური სერვისების შენარჩუნებისათვის.

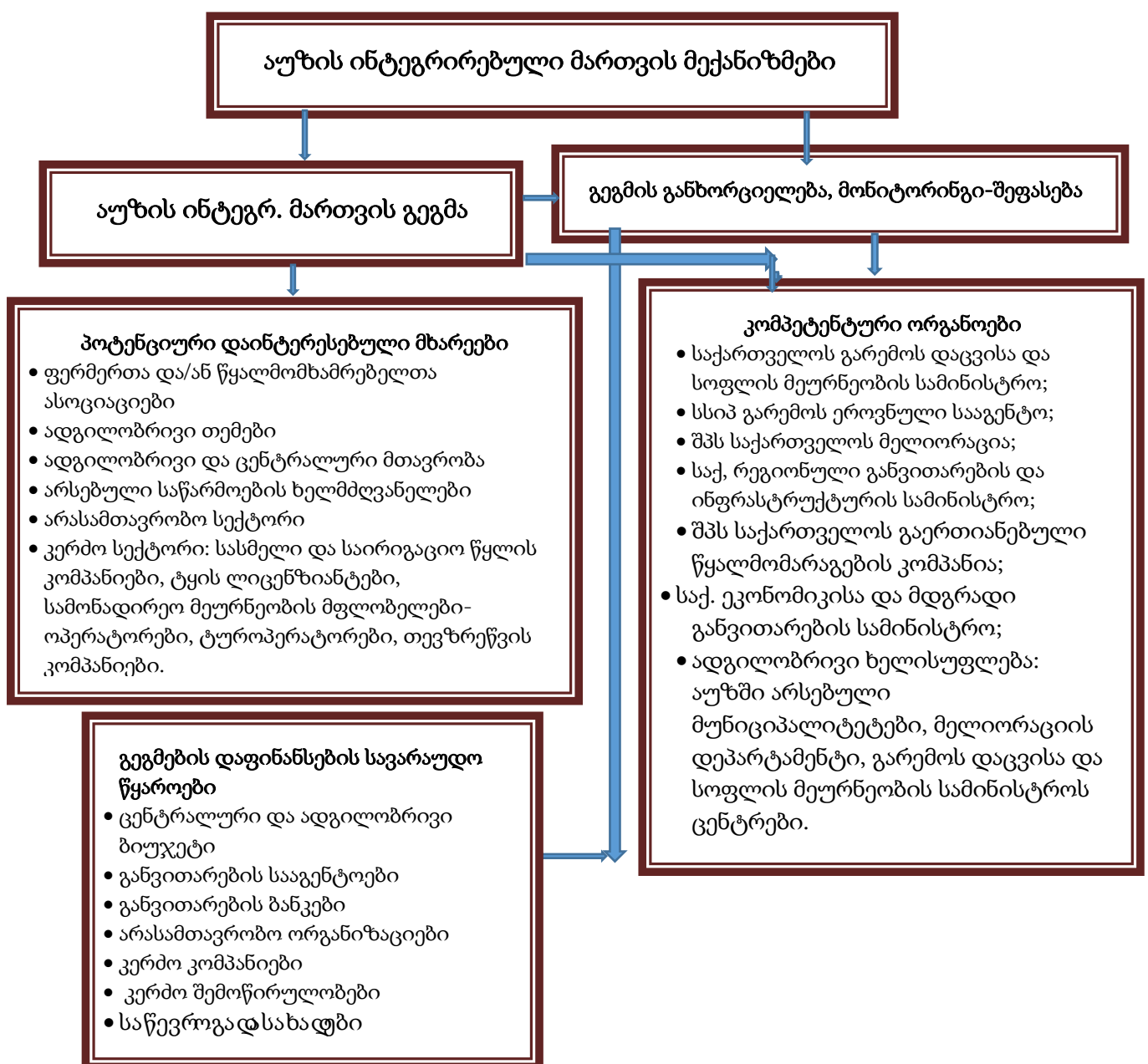
უმნიშვნელოვანესია წყლის ობიექტების მონიტორინგი ეკოსისტემებისა და წყლის ობიექტების დაბინძურების დონის გასაკონტროლებლად და მნიშვნელოვანი ცვლილებებისგან დასაცავად. ასევე მნიშვნელოვანია წყალმოსარგებლების წახალისება, რათა წყლის რესურსები უფრო ეფექტიანად გამოიყენონ და წყლის დანაკარგები შეამცირონ. ამ მიზნით საჯარიმო სანქციების ამოქმედებაც შეიძლება გახდეს საჭირო. ამგვარი მიდგომები წყლის რესურსების კონსერვაციას (დაზოგვას) წახალისებს და მნიშვნელოვანია წყლის რესურსების მდგრადი მართვისთვის. როგორც საერთაშორისო პრაქტიკა გვიჩვენებს, წყლის რესურსებს მართვის ზემოთ

ჩამოთვლილი მიდგომები პოზიტიურ შედეგს მხოლოდ იმ შემთხვევაში მოგვცემს, როდესაც მთელი აუზის მასშტაბით იქნება გამოყენებული.

სწორედ ამიტომ, წყლის მმართველებს მართებთ შეიმუშაონ მდინარის აუზის მართვის გეგმა, რომელიც მხარეებს შესთავაზებს დროის მოცემულ მონაკვეთში განსახორციელებელ კონკრეტულ ქმედებებს. როდესაც მდინარე ტრანსსასაზღვროა, აუზის მართვის ამგვარი გეგმები შეთანხმებული და განხილული უნდა იყოს აუზში მდებარე ყველა ქვეყნის მიერ.

სააუზო მართვის საპილოტე მოდელის სქემა მოყვანილია ნახაზზე 5.1.

საქართველოში მოქმედი კანონი წყლის შესახებ, რომელიც 1997 წელს იქნა მიღებული, მოძველებულია, ხოლო ახალი კანონმდებლობა წყლის რესურსების სააუზო მართვის შესახებ, დამუშავების პროცესშია. წყლის სააუზო მართვის დანერგვისათვის კი როგორც უკვე აღვნიშნეთ საჭიროა შესაბამისი ინსტიტუტების ჩამოყალიბება. თუმცა, რადგან წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა დინამიურ პროცესს წარმოადგენს, რომელიც მუდმივ განახლებას და განვითარებას ექვემდებარება, შესაძლებელია მისი განხორციელება დაიწყოს მცირე ნაბიჯებით, უფრო ადრეც, ვიდრე შეიქმნება შესაბამისი კანონმდებლობა და ინსტიტუტები.



ნახ. 5.1. სააუზო მართვის საპილოტე მოდელის გამარტივებული სქემა

## თავი 6. კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო სტრატეგიის დამუშავება მდინარე იორის აუზისთვის

### 6.1. კლიმატის ცვლილება

პოლიტიკოსებსა და მეცნიერებს შორის უკვე ექვს არ იწვევს ის ფაქტი, რომ ტემპერატურის მატების დღეს არსებული ტენდენციის პირობებში კლიმატის ცვლილება მიმდინარე საუკუნის განმავლობაში და მის შემდგომაც გაგრძელდება. ის, თუ რამდენად შეიცვლება კლიმატი და რამდენად პრობლემური იქნება ადამიანისათვის ამ ცვლილებით გამოწვეული შედეგები იმაზეა დამოკიდებული, თუ როგორ მოახდენს ადამიანი შეცვლილ პირობებთან ადაპტირებას და შეძლებს თუ არა კაცობრიობა ატმოსფერული ტემპერატურის შემდგომი ზრდის შეჩერებას.

ამ თვალსაზრისით ჩვენთვის მნიშვნელოვანია მდ. იორის ჩამონადენზე კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების შეფასება, რომელიც ჩატარდა კლიმატის ცვლილებაზე საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში [1].

მდ. იორის აუზში კლიმატური პარამეტრების პროგნოზირებისთვის გამოყენებულ იქნა კლიმატის გლობალური მოდელი Hadam3P, რომელშიც საწყის მონაცემებად შევიდა 1964-1990 წლებში თიანეთის მეტეოსადგურზე ჩატარებული დაკვირვების მასალები. ტემპერატურისა და ნალექთა 2070 და 2100 წლისთვის პროგნოზირებული მონაცემებით, მდ. იორის საპროგნოზო მოდელის მიხედვით მოსალოდნელია ჩამონადენის შემცირება 2071-2100 წწ პერიოდში 10%-ით, 1964-1990 წწ პერიოდის საშუალოსთან შედარებით, ხოლო წყალაღებების მოდელირებამ 10-50% ფარგლებში აჩვენა, რომ მდინარის ზემო წელში ამჟამად არსებული წყლის შედარებით უმნიშვნელო დეფიციტი საუკუნის ბოლოსთვის გამძაფრდება, რაც გამოიწვევს სასოფლო სამეურნეო პროდუქტიულობის შემცირებას, საძოვრების დეგრადაციას, ექსტრემალური ამინდის შემთხვევების გახშირებას და სხვა თანმდევ მოვლენებს. ტემპერატურის ზრდა და ნალექების რაოდენობის ცვლილებები სავარაუდოდ ზეგავლენას იქონიებს აუზის ბიომრავალფეროვნებასა და ეკოსისტემების სერვისებზეც და, საბოლოო ჯამში, გამოიწვევს ქვეყნის განვითარების შეფერხებას. ამიტომ, კლიმატის ცვლილების ნეგატიური შედეგების შესამცირებლად საჭიროა და აუცილებელი ადაპტაციის გარკვეული შესაძლებლობების ძიება.

### 6.2. კლიმატის ცვლილების გავლენა მდ. იორის აუზში შემავალ მუნიციპალიტეტების ეკონომიკაზე და საადაპტაციო ღონისძიებები

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მდ იორის აუზის წყალმომხმარებლებია თიანეთის, საგარეჯოს, სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტები. ოთხივე მუნიციპალიტეტი ეკონომიურად ორიენტირებულია სოფლის მეურნეობაზე, რომელშიც დომინირებს მეცხოველეობა და მიწათმოქმედება. აუზის ტერიტორია მდიდარია სათიბ-საძოვრებით (განსაკუთრებით მდინარის ზემო წელში) და ზამთრის საძოვრებით (ქვემო წელში).

**თიანეთის მუნიციპალიტეტის** წამყვანი ეკონომიკური საქმიანობა სოფლის მეურნეობაა, კერძოდ კი მეცხოველეობა. მუნიციპალური განვითარების 2007-2012 წწ გეგმის პრიორიტეტებია სოფლის მეურნეობის პროდუქციის გადამამუშავებელი საწარმოების აღდგენა-მოწყობა, ტურიზმის განვითარება, მცირე ჰესების მოწყობა, საზოგადოებრივი ინფრასტრუქტურის (გზები, კანალიზაცია, წყალმომარაგება, ელექტრომომარაგება) გაუმჯობესება [2].

გამგეობის თანამშრომელთა გამოკითხვის შედეგების შეფასების საფუძველზე მუნიციპალიტეტის მოწყვლადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ შემდეგ საკითხებს უკავშირდება:

**ბუნებრივი საფრთხეები** - ბუნებრივი საფრთხეებიდან თიანეთის მუნიციპალიტეტისთვის განსაკუთრებით პრობლემატურია ღვარცოფი, მეწყერი და მდინარეთა ნაპირების წარეცხვა. მეწყერი. ღვარცოფები უფრო მეტად მდ. იორის ზედა წელში, მაღალმთიან მონაკვეთებზე ვითარდება, ხოლო მეწყრული უბნები შედარებით დაბალ ზონაშია მოქცეული. ამ სტიქიური მოვლენების რისკები მნიშვნელოვნად გაზრდილია ანთროპოგენული ზემოქმედების გამო, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ტყის ინტენსიური ჭრა და ხელოვნური წყალსაცავის მოწყობა. გარემოს ეროვნული სააგენტოს ანგარიშის (2012) მიხედვით, მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე

მდინარეთა ხეობების ფერდობებზე დიდი რაოდენობითაა დაგროვილი გამოფიტული და ნაშალი მასალა, რის გამოც მოსალოდნელია ღვარცოფული, მეწყრული და დახრამვითი ეროზიები. პროცესების გააქტიურება მოსალოდნელია სოფლებში: არტანი, ზოდახევი, ჩაბანო, ჭიაურა, ახალსოფელი, დელუზაურები, ლელოვანი, ჯიჯეთი, ზარიძეები, ტუმურები, ჩეკურიანთგორი, ერწოს ქვაბულის ირგვლივ განლაგებულ სოფლებში, სიონის წყალსაცავის ირგვლივ. მდ. იორისა და მისი შენაკადების ხეობებში მოსალოდნელია ნაპირების წარეცხვა.

**სოფლის მეურნეობა** - თიანეთის მუნიციპალიტეტში სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, კერძოდ კი სათიბ-სამოვრები დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ამიტომ, მუნიციპალიტეტი ხელსაყრელია მეცხოველეობის განვითარებისთვის. თიანეთში ისტორიულად უფრო მეცხვარეობას მისდევდნენ, ვიდრე მსხვილფეხა პირუტყვის მოშენებას. თუმცა, 1990-იანი წლების შემდეგ მეცხვარეებს ხელი აღარ მიუწვდებოდათ ზამთრის სამოვრებზე და ცხვრის რაოდენობაც მნიშვნელოვნად შემცირდა. მცხეთა-მთიანეთს რეგიონის განვითარების 2012-2017 წწ. სტრატეგიის თანახმად სახელმწიფომ უნდა უზრუნველყოს კახეთისა და ქვემო ქართლისკენ ცხვრის გადასარეკი ინფრასტრუქტურის შექმნა და ფუნქციონირება. ასეთი პროექტის განხორციელება ხელს შეუწყობს ამ დარგის ხელახალ აღორძინებას თიანეთში.

როგორც მემცენარეობაში, ასევე მეცხოველეობაში არსებული გამოწვევებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია აგრონომიული/ვეტერინარული და საკონსულტაციო მომსახურების ნაკლებობა, ასევე ამ დარგების ხელშემწყობი პროექტების დეფიციტი. თიანეთის მუნიციპალიტეტისთვის სტრატეგიის თანახმად, არსებული პირობებიდან გამომდინარე (სამოვრების სიუხვე, სიმაღლე ზღვის დონიდან) მუნიციპალიტეტისთვის პრიორიტეტულია მეცხვარეობის განვითარების ხელშეწყობა, ასევე კარტოფილის თესლის წარმოების განვითარება.

**ტყის რესურსები** - თიანეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის დიდი ნაწილი ტყეებითაა დაფარული. ამჟამად ტყეები ინტენსიურად იჩეხება. შედეგად, ზოგ ადგილებში ტყის საფარის სიხშირე ძალიან შემცირდა. ტყეებზე ასეთი ზეწოლის გამო გააქტიურებულია გეოლოგიური პროცესები. ტყის მონიტორინგის და აღდგენის პროექტები ადგილობრივი ან ცენტრალური ხელისუფლების მიერ არ ხორციელდება.

**წყლის რესურსები და წყალმომარაგება** - თიანეთის მუნიციპალიტეტში წყლის რესურსი უხვადაა. ადგილობრივი მოთხოვნა წყალზე მცირეა და რესურსის დიდი ნაწილი სამგორის სარწყავი სისტემის საშუალებით გადაისროლება სხვა მუნიციპალიტეტებში სარწყავად და ჰიდროელექტროენერჯის საწარმოებლად.

მუნიციპალიტეტში გარკვეული საქმიანობა ხორციელდება კლიმატის ცვლილებებისადმი ადაპტაციისთვის. თუმცა, ასეთი საქმიანობა საკმაოდ მცირემასშტაბიანია. კერძოდ, ამ მიმართულებით ხორციელდება ნაპირსამაგრი სამუშაოები და წყალმომარაგების რეაბილიტაცია. სოფლის მეურნეობის ხელშემწყობი პროექტები, ასევე ტყის საფარის მონიტორინგის და აღდგენის პროექტები პრაქტიკულად არ ხორციელდება. როგორც წესი, მუნიციპალიტეტის გამგეობას არასრული ინფორმაცია გააჩნია ისეთი საკითხების შესახებ, რომლებმაც შესაძლოა განსაზღვროს მუნიციპალიტეტის სენსიტიურობა კლიმატის ცვლილების მიმართ და როგორებიცაა ბუნებრივი კატასტროფები, სოფლის მეურნეობა, წყლის რესურსები და წყალმომარაგება, ტყის რესურსები. ეს ზღუდავს მათ შესაძლებლობას გაანალიზონ მოსალოდნელი საფრთხეები, ასევე დაგეგმონ და განახორციელონ პრევენციული ღონისძიებები.

კლიმატის ცვლილებებთან ადაპტირებისთვის თიანეთის მუნიციპალიტეტში რეკომენდებულია შემდეგი ზომების გატარება:

- ტყის ჭრის ნორმების გადახედვის ლობირება სატყეო დეპარტამენტთან, რათა თავიდან იქნას აცილებული ტყეების მნიშვნელოვანი დეგრადაცია;
- ტყის ჭრის მონიტორინგის განხორციელება, რათა დროულად დაფიქსირდეს და აღიკვეთოს პრობლემები;
- ტყის საფარის აღდგენა-განაშენიანების პროექტების დაგეგმვა და განხორციელება სატყეო დეპარტამენტთან ერთად;

- მდინარის კალაპოტის მართვის მეთოდების შეფასება, რათა დადგინდეს თუ რომელი მეთოდებია უფრო ეფექტური მოსალოდნელი კატასტროფების რისკების შესამცირებლად;
- სოფლის მეურნეობის განვითარების პროექტების განხორციელება, კერძოდ საკონსულტაციო, ვეტერინარული თუ აგრონომიული მომსახურეობის განვითარება;
- სათიბ-სამოვრების მოვლა-შენარჩუნების სტრატეგიის შემუშავება, რათა მეცხოველეობის განვითარების შემთხვევაში თავიდან იქნას აცილებული ჭარბი მოვება;
- მონაცემთა ბაზის წარმოება ბუნებრივი საფრთხეების და მათ მიერ მიყენებული ზარალის, სოფლის მეურნეობის, წყლის რესურსების, ტყის რესურსების და ნარჩენების მართვის შესახებ, რათა არსებობდეს მუნიციპალიტეტის წინაშე მდგარი გამოწვევების სრული სურათი და შესაძლებელი იყოს ამ გამოწვევების საპასუხო საქმიანობის დაგეგმვა.

**საგარეჯოს** მეტეოსადგურის დაკვირვების თანახმად მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ნალექების წლიური რაოდენობა ბოლო 25 წელიწადში შემცირებულია 10%-ით, მაგრამ ყველა სეზონზეა გაზრდილი დღე-ღამური მაქსიმუმები და ყველაზე მეტად (33%) შემოდგომაზე. მომავალში 2050 წლამდე ნალექების 7%-ით ზრდაა მოსალოდნელი, რის შემდეგაც იწყება კლება და 2100 წლისთვის ნალექების რაოდენობა სავარაუდოდ 10%-ით ნაკლები იქნება ვიდრე დღეს. ნალექების დღეღამური მაქსიმუმებიც იკლებს, რასაც დიდი გავლენა ექნება სოფლის მეურნეობაზე.

საგარეჯოში გამოვლენილია იმის მაგალითები თუ როგორ ცვლის ცენოზს ტემპერატურული ცვლილებები (მაგ. გვალვები). განსაკუთრებულ დიდი ცვლილებები განიცადა სტეპის მცენარეულობამ. სტეპის უდიდესი სამოვრები გადატვირთულია და ხდება ცხვრის ჭარბი მოვება, რის შედეგადაც სტეპის ეკოსისტემების დიდი ნაწილი დეგრადირებულია, რამაც გამოიწვია გვალვების ზეგავლენით მცენარეთა მრავალი სახეობის გამდევნა სამოვრიდან და სარეველებისა და გვალვაგამძლე სახეობების გაბატონება.

თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების საშუალო მაჩვენებლების კლებასთან ერთად იზრდება გვალვების საშიშროება რაიონის ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში. პრობლემად რჩება და შესაძლოა უფრო გართულდეს სასოფლო-სამეურნეო ფართობების სარწყავი წყლით უზრუნველყოფა.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებებით გამოწვეული პრობლემების თავიდან აცილების მიზნით, საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში უნდა განხორციელდეს შემდეგი ღონისძიებები:

- მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული სარწყავი სისტემების რეაბილიტაცია თანამედროვე ტექნოლოგიების (ფერტიგაცია, მულჩირება, წვეთოვანი მორწყვა, დაწვიმება) გამოყენებით და მათი სათანადოდ ექსპლოატაციის უზრუნველყოფა, საჭიროების შემთხვევაში ახალი სისტემების გაყვანა იქ, სადაც ადრე არ იყო ამის საჭიროება (მაგ. უდაბნო);
- მუნიციპალიტეტის მასშტაბით სამოვრების მართვის გეგმის შემუშავება;
- გადასარევი ტრასების ინფრასტრუქტურის (მოსასვენებლები, საჩრდილობლები, სარწყულებლები, საბანებლები და ა.შ.) მოწყობა;
- ნიადაგის ხარისხის გასაუმჯობესებლად მრავალწლიანი კულტურების, მაგ. ესპარცეტის გავრცელება, რომელიც კარგად ხარობს დეგრადირებულ ნიადაგზე, უძლებს გვალვებს და ამდიდრებს ნიადაგს აზოტით;
- მეცხოველეობის, როგორც პრიორიტეტული დარგის მაღალრენტაბელური მეურნეობის განვითარების მიზნით სანაშენე მეურნეობის ორგანიზება, სადაც მოხდება ჯიშების სელექცია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

**დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი** წარმოადგენს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ რეგიონს, რომელიც საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების მომზადების ფარგლებში შერჩეულია



როგორც გაუდაზნოების საფრთხის წინაშე მდგარი ტერიტორია, სადაც აუცილებელია კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების ეფექტური დანერგვა.

დედოფლისწყარო მდიდარია ნაყოფიერი მიწებით და ვრცელი სამოვრებით, მაგრამ ღარიბია წყლის რესურსებითა და ატმოსფერული ნალექებით. ჰაერის ტემპერატურა აქ აღწევს 35-40°C, რაც ხანგრძლივ უნალექო პერიოდებთან ერთად ხშირად იწვევს გვალვას. 1986-2010 წლებში 11-ით მეტ გვალვას ჰქონდა ადგილი დედოფლისწყაროს ტერიტორიაში წინა 25 წლიან პერიოდთან შედარებით. ამ ცვლილებებმა გარკვეული გავლენა მოახდინა მზესუმზირაზე, რომლის ფართობებიც შემცირდა 40%-ით და ზოგადად ნიადაგის დეგრადაციის ინტენსიფიკაციაზე.

დედოფლისწყაროს მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების ანალიზმა აჩვენა ბოლო 25 წლის განმავლობაში დაიკვირვება საშუალო წლიური ნალექების (0.8%-ით) და ჰაერის ტენიანობის (3%-ით) ოდნავ მომატება. ეს მომატება თანაბრად არის გადანაწილებული სეზონებზე და ზაფხულის სეზონზე 22%-იანი კლებაა. ამასთან გაზრდილია თავსხმა ნალექიან დღეთა რიცხვი (დღეში 20 მმ-ზე მეტი ნალექი 23 დღით და დღეში 50 მმ-ზე მეტი ნალექი 3 დღით). ერთ დღეში მოსული მაქსიმალური ნალექის რაოდენობა გაზრდილია 67%-ით.

თავსხმა ნალექების მოსვლა საგრძნობლად ამცირებს წყლის ჩაქონვოს პროცესს ნიადაგში, რის შედეგადაც იზრდება ჩამონადენი წყლის რაოდენობა ნიადაგის ზედაპირზე. ამ პროცესის გაგრძელება გამოიწვევს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის საკმაოდ დიდ ნაწილზე ნიადაგსაფარის დამლაშების მკვეთრ გაძლიერებას, რასაც ხელს უწყობს მისი არახელსაყრელი მელიორაციული თავისებურებანი, კერძოდ, ნიადაგის სიღრმით ფენებში განვითარებული სულფატური მარილები (თაბაშირი, მოლაბირიტი) და უკონტროლო რწყვა.

ბოლო პერიოდში ყველა სეზონზე, ზამთრის გარდა, დაფიქსირდა აბსოლუტური მაქსიმუმების მომატება (ზაფხულში +3°C), ამასთან ზაფხულში ექსტრემალური ცხელი დღეების რაოდენობა გაზრდილია 16 დღით, ხოლო ტროპიკული დამეების 5 დღით [3]. პროგნოზის თანახმად 2050 წლისთვის დედოფლისწყაროს ტერიტორია კიდევ უფრო ცხელი და გვალვიანი გახდება თითქმის უცვლელი ნალექების ფონზე.

ტემპერატურის ასეთი ცვლილებები, ტყეებისა და ქარსაფარების არარსებობის პირობებში სავარაუდოდ გამოიწვევს მუნიციპალიტეტის დიდ ნაწილზე მიწების დეგრადაციას და გაუდაზნოების პროცესის სტიმულირებას, რაც საბოლოო ჯამში გამოიწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების შეჩერებას, მოსავლის მნიშვნელოვან შემცირებას, ურწყავ ფართობებში ნათესებისა და ნარგავების გამეჩხერებას, ხოლო ხანგრძლივი გვალვის დროს მცენარეთა ხმობასაც.

მეცხოველეობის სექტორში კლიმატის ცვლილების გავლენა აისახება საკვების ხარისხის ცვლილებაზე. თივა საკმაოდ დიდი რაოდენობით მოიცავს შალიფა ბალახს, რომელიც მრავალწლიანია, გვალვაგამძლეა და დომინირებს ნაწვერალზე. აღსანიშნავია, რომ ძლიერი გვალვის პირობებში, იგი შეიცავს ჭარბი რაოდენობით ალკოლოიდებს და შესაძლებელია გამოიწვიოს საქონლის ინტოქსიკაცია, რიგ შემთხვევაში ლეტალური შედეგიც. თივის მოსავალი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ზაფხულის ნალექებზე, რომელიც დედოფლისწყაროს ტერიტორიაზე შემცირებულია 22%-ით საერთო წლიური ნალექების ჯამის ოდნავმა ტემპის ფონზე.

მუნიციპალიტეტის გადასარეკი ტრასა 1383 ჰექტარია. გვალვების გახშირება და გამკაცრება იწვევს პირუტყვის სასმელი წყლის წყაროების დებეტის შემცირებას, ხშირ შემთხვევაში გაქრობას. ასევე სერიოზული პრობლემებია პირუტყვის განზანებასთან დაკავშირებით, ისედაც მწირი ინფრასტრუქტურის გაუარესება, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს დაავადების აფეთქებას და გავრცელებას, ტრასის მიმდებარე ტერიტორიებზე მცხოვრები მოსახლეობის უკმაყოფილების ზრდას.

მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ადგილი აქვს უკონტროლო მოვებას, რაც იწვევს საკვებად ვარგისი ბალახის გამეჩხერებას, ბალახსაფარის დასუსტებას, საკვებად უვარგისი სარეველა ბალახების გაძლიერებას. შედეგად სამოვრები სუსტდება და ნიადაგი ადვილად ექვემდებარება ეროზიულ პროცესებს.



კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებით განპირობებული პრობლემების თავიდან აცილების მიზნით, მუნიციპალიტეტისთვის რეკომენდებულია განხორციელდეს შემდეგი ღონისძიებები:

- ქარსაფარი ზოლების აღდგენა - გაშენება გვალვებისა და ქარებისაგან სოფლის მერნეობის სავარგულების დასაცავად და ქარისმიერი ეროზიის შესამცირებლად;
- ხელოვნური ტყეების გაშენება ეროზირებული ნიადაგების რეაბილიტაციისა და მიმდებარე ტერიტორიების გვალვებისაგან და ქარებისაგან დასაცავად;
- რაიონის უზრუნველყოფა გვალვაგამძლე, სწრაფმზარდი ქარსაფარი ზოლების შემქმნელი ხეების ნერგებით;
- დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული სარწყავი სისტემების რეაბილიტაცია თანამედროვე ტექნოლოგიების (ფერტიგაცია, მულჩირება, წვეთოვანი რწყვა, დაწვიმება) გამოყენებით და მათი სათანადო ექსპლოატაციის უზრუნველყოფა;
- სარწყავი არხებიდან მოშორებულ ტერიტორიებზე არსებული ჭაბურღილების რეაბილიტაცია და გრუნტის წყლების ეფექტური და ეკონომიური გამოყენება და შეძლებისდაგვარად ახლების მოწყობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და სათიბ-სამოვრების სარწყავად, პირუტყვის დასარწყურებლად;
- ნიადაგდამცავი აგრომელიორაციული ღონისძიებების სისტემატურად გატარება;
- მუნიციპალიტეტის მასშტაბით სამოვრების მართვის გეგმის შემუშავება, რომელიც უნდა განიხილავდეს შემდეგ საკითხებს: სათიბებზე ძოვების ვადების დადგენას იმის გათვალისწინებით, რომ ზამთრისათვის ბალახნარის მოსამზადებლად დარჩეს არანაკლებ 15-20 დღისა, რათა მცენარეულმა საფარმა კარგად გადაიტანოს ზამთრის პერიოდი; განმეორებითი ძოვებისათვის დაცული იქნას 20-30 დღიანი ინტერვალი; განისაზღვროს სამოვრების დატვირთვის ნორმები; მოეწყოს გადსარეკი ტრასების ინფრასტრუქტურა (მოსასვენებლები, საჩრდილობლები, სარწყულებლები, გასაბანები და ა.შ.), რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს სამოვრების დეგრადაციას და დაავადებების გავრცელებას;
- მეცხოველეობის, როგორც პრიორიტეტული დარგის მაღალრენტაბელური მეურნეობის განვითარება; ფერმების ელექტროფიცირება; განახლებადი ენერგოწყაროების (მზე) გამოყენებით და ფერმებთან მისასვლელი გზების მოწყობა.

**სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ფარგლებში** კლიმატური პარამეტრების ცვლილების შესასწავლად გამოყენებულ იქნა წნორის მეტეოსადგური. საკვლევ ტერიტორიაზე ძირითადად დაიკვირვება ტემპერატურის ზრდა, განსაკუთრებით კი ექსტრემალური ტემპერატურებისა და გვალვების. ნალექები უმნიშვნელოდაა შემცირებული(1%).

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის დაბალ ზონაში ზამთარი ბოლო 25 წლის მანძილზე საგრძნობლად დამთბარია და შემცირებულია ზამთრის წაყინვების რისკი, თუმცა კვლავ რჩება გაზაფხულის წაყინვების რისკი. ზაფხული გახდა საგრძნობლად ცხელი და შედარებით მშრალი. 5%-ით დაიკლო ნალექებმა ვეგეტაციის პერიოდში და 15%-ით ზაფხულის სეზონზე. ორ პერიოდს შორის (1961-1985; 1986-2010) ყველაზე მეტად დათბა შემოდგომა და ზამთარი (+0.7 °C), ხოლო აგრილდა გაზაფხული (-0.2°C). ნალექებმა საგრძნობლად დაიკლო ზაფხულში (-15%), თუმცა მოიმატა შემოდგომასა და ზამთარში (+11, +14 შესაბამისად).

ადმინისტრაციულ ერთეულში სახნავ-სათესი მიწების დაახლოებით 80% საჭიროებს რწყვას, თუმცა საირიგაციო სისტემის სიმცირე პრობლემებს უქმნის რწყვის პროცესს. სასოფლო-სამეურნეო მიწის დაახლოებით 40 % საჭიროებს დრენაჟს. ტერიტორიულ ერთეულში არსებობს სადრენაჟო სისტემები, თუმცა გამოსულია მწყობრიდან და საჭიროებს გაწმენდას, რის გამოც შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო მიწების სათანადო დრენაჟის უზრუნველყოფა.

გვალვასთან ერთად სიღნაღის რაიონში პრობლემას წარმოადგენს მაღალი სიჩქარის ქარები გაზაფხულზე. ქარსაფარი ზოლები სიღნაღში თითქმის სულ გაჩეხილია, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კლიმატით გამოწვეულ რისკებს.

ხანგრძლივი გვალვები და ძლიერი ქარები სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ყველაზე სერიოზული პრობლემაა კლიმატის ცვლილების ფონზე. ამით ეს რაიონი თითქმის იმეორებს

დედოფლისწყაროს, მაგრამ ოდნავ ნაკლებად ცხელია. ამიტომ რეკომენდაციები მოსალოდნელი ცვლილებებით განპირობებული პრობლემების თავიდან აცილების მიზნით, მსგავსია დედოფლისწყაროსთვის გაცემული რეკომენდაციებისა, რომლის გამეორებასაც აღარ ვთვლით მიზანშეწონილად.

ამრიგად, მდ. იორის აუზის წყლის მომხმარებელი მუნიციპალიტეტებისთვის კლიმატის ექსტრემალური მოვლენებიდან სერიოზულ პრობლემად გამოიკვეთა: გვალვა, ტემპერატურის მატება (ექსტრემალური ცხელი დღეების მატება) და ნიადაგის ქარისმიერი ეროზია. აღნიშნულ კლიმატური რისკების შემცირებაში, ადაპტირების ზემოთ აღნიშნულ ღონისძიებების გარდა, გამოსავალს წარმოადგენს დასავლეთის ქვეყნების გამოცდილება სოფლის მეურნეობის წარმოების დაზღვევის შესახებ, რაც აქტიურად უნდა იქნეს გამოყენებული ზარალის შესამცირებლად.

**შენიშვნა:** მიმდინარე ქვეთავის შედგენისას ნაწილობრივ გამოყენებულ იქნა ცნობები გაეროს განვითარების პროგრამის ხელშეწყობით გამოცემულ ნაშრომიდან „კახეთის სოფლის მეურნეობა და კლიმატის ცვლილება“ [3].

### **6.3. ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა წყლის რესურსების კონსერვაციისთვის**

უახლოეს ათწლეულებში იორის აუზში მოსალოდნელია წყალზე მოთხოვნის მატება. წყალზე გაზრდილი მოთხოვნის დაკმაყოფილების ორი გზა არსებობს:

- 1) გაიზარდოს წყალაღება წყლის ობიექტებიდან და
- 2) წყალზე მოთხოვნის მართვა წყლის კონსერვაციის გზით დარეგულირდეს.

წყლის კონსერვაცია გულისხმობს ისეთ ქმედებებს, რომელთა მიზანია წყალზე მოთხოვნის შემცირება, წყლის გამოყენების ეფექტიანობის გაუმჯობესება და წყლის უყარათო ხარჯვით გამოწვეული დანაკარგების შემცირება. მაშინ როცა პირველი გზა წყლის ინფრასტრუქტურის ახალი ობიექტების (წყალსატევები, წყლის გამანაწილებელი ქსელი და ა.შ.) შესაქმნელად დიდ ინვესტიციებს საჭიროებს, მეორე გზა შესაძლებელს ხდის უკვე მიწოდებული წყალი, რომელიც წყალმომარაგების ქსელში იკარგებოდა (გაჟონვის შედეგად) ან წყლის დაბალი ეფექტიანობის გამო უყარათოდ მოიხმარებოდა, დაიზოგოს და გონივრულად განიკარგოს. ამასთან, კლიმატის ცვლილების შედეგებს თუ გავითვალისწინებთ, პირველი გზა არ იძლევა იმის გარანტიას, რომ მტკნარი წყლის რესურსები საკმარისი იქნება წყალზე უსასრულოდ მზარდი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად. მაგრამ, თუ წყლის დანაკარგები მნიშვნელოვნად შემცირდება და გაიზრდება წყლის პროდუქტიულობა და წყლის მოხმარების ეფექტიანობა, წყლის დამატებითი მოცულობები გამოთავისუფლდება, რითაც შესაძლებელი გახდება წყალზე გაზრდილი მოთხოვნის დაკმაყოფილება.

მოწინავე ტექნოლოგიებს დამატებითი წყლის მარაგების შექმნაში გადამწყვეტი როლის შესრულება შეუძლიათ. ქვემოთ მოცემულია წყლის კონსერვაციის მიზნით მსოფლიოში გამოყენებული მოწინავე ტექნოლოგიების რამდენიმე მაგალითი.

**სოფლის მეურნეობა:** მორწყვის თანამედროვე მეთოდები, როგორცაა **წვეთოვანი და დაწვიმებითი რწყვა**. წვეთოვანი რწყვა შესაძლებელს ხდის, რომ წყლის წვეთი უშუალოდ მცენარის ფესვებს მიეწოდოს და მცენარემ წყლის ზუსტად ის რაოდენობა მიიღოს, რაც მას სჭირდება. დაწვიმებითი რწყვა ჰაერში შხევის სახით ასხურებს წყალს და ქმნის წვიმის ეფექტს. ორივე მეთოდი სოფლის მეურნეობაში ნაკლები წყლის გამოყენებას უწყობს ხელს და შესაბამისად წყლის დამატებით მოცულობებს გამოათავისუფლებს აუზში სარწყავი მიწების ფართობების გასაზრდელად, ისე რომ სოფლის მეურნეობისათვის აღებული წყლის ჯამური მოცულობა უმნიშვნელოდ შეიცვლება. **გვალვაგამძლე კულტურების კულტივაცია** ასევე შეუწყობს ხელს სოფლის მეურნეობაში წყალმომხმარებლის შემცირებას, რადგან ისინი ტრადიციული სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისაგან განსხვავებით უფრო ნაკლებ წყალს საჭიროებენ.

**საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო სექტორი:** წყლის რესურსების კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი წყაროა **ჩამდინარე წყლები**. ჩამდინარე წყლების 99% წყლისგან შედგება. ეს წყალი რომ გამოცალკევდეს და სათანადოდ გაიწმინდოს ის მოხმარებისათვის კვლავ უსაფრთხო ხდება. ამ

გზით დიდი რაოდენობით წყლის გამოთავისუფლება იქნება შესაძლებელი სოფლის მეურნეობისა და მრეწველობისათვის. ზოგიერთ ქვეყანაში ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესი იმდენად სრულყოფილია, რომ გაწმენდილი წყალი სასმელი მიზნებისთვისაც კი გამოიყენება. მაგალითად, ავსტრალიის, ნამიბიის, სინგაპურის, ნიუ მექსიკოს და ასევე აშშ-ს რამდენიმე დასახლებული პუნქტის, მათ შორის კალიფორნიის და ვირჯინიის მცხოვრებნი უკვე გამოიყენებენ გაწმენდილ წყალს სასმელად.

ისრაელმა მოახერხა მნიშვნელოვნად გაეზარდა სასოფლო სამეურნეო პროდუქციის წარმოება წყალმომარების მხოლოდ მცირედით მომატებით. ქვეყანამ ამას მიაღწია მორწყვის ეფექტიანობის გაზრდით (77%-მდე) და გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების სარწყავად გამოყენებით. ამჟამად სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული წყლის 38% გაწმენდილი ჩამდინარე წყლებია. ისრაელი გეგმავს ეს ციფრი 2050 წლისთვის 67%-მდე გაზარდოს. კანადაში მრეწველობის სფეროში გამოყენებული წყლის 51% ხელმეორედ გამოყენებული/რეციკლირებული წყალია [4].

ძველი საყოფაცხოვრებო დანადგარების (როგორცაა ნაკლებად ეფექტიანი სარეცხის მანქანები, ჭურჭლის სარეცხი მანქანები, უნიტაზები, ონკანები და საშხაპეები) იმ თანამედროვე მოდელებით ჩანაცვლება, რომლებიც ნაკლებ წყალს მოიხმარს, საგრძნობლად შეამცირებს წყლის მოხმარებას.

მსოფლიოს რამდენიმე წერტილში, სადაც ნალექების დონე მაღალია, სახლში წყლის მოხმარების შემცირების ერთ-ერთ გზას წარმოადგენს წვიმის წყლის შეგროვება. მაგალითად, ბელგიის ფლამანდრიულ რეგიონში მცხოვრებთა 43% წვიმის წყალს აგროვებს და მას სხვადასხვა დანიშნულებით გამოიყენებს.

**მრეწველობა:** წყალი შესაძლოა მნიშვნელოვნად დაიზოგოს მრეწველობაშიც. ეს მიღწეული იქნება წყლის ხელახალი გამოყენებით, წყლის გამოყენების ეფექტიანი ტექნოლოგიების დანერგვითა და წყლის დანაკარგის აღმოფხვრით. საწარმოო პროცესის თავისებურებებიდან გამომდინარე სამრეწველო ობიექტს თავისივე ჩამდინარე წყალი შეუძლია ხელახლა გამოიყენოს გაწმენდილი ან გაუწმენდავი სახით. წყლის გაწმენდა ამ პროცესში რამდენჯერმე შეიძლება განხორციელდეს.

**წყალთან დაკავშირებული ბუნებრივი კატასტროფებისგან (გრიგალი, სეტყვა, წყალდიდობა და გვალვა) დასაცავდ საჭიროა** სახელმწიფოს მიერ დაფინანსებულ სოფლის მეურნეობის დაზღვევის პროგრამებში მონაწილეობა. კულტურების, სათევზე მეურნეობების და მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის დაზღვევა ამცირებს ბუნებრივი კატასტროფების დროს მიყენებული ზარალის ოდენობას. ასევე მნიშვნელოვანია ექსტრემალური ამინდის პირობებისათვის მზადყოფნა ამინდის პროგნოზის რეგულარულად შემოწმების და წინასწარი გაფრთხილების სერვისების გამოყენების გზით.

#### **6.4. ნალექთა ხელოვნური გაზრდა, როგორც ადაპტაციის ძირითადი საშუალება**

გასული საუკუნის 70-იან წლებში აკად. გივი სვანიძის ინიციატივით, ერთ-ერთ ასეთ მიმართულებად დასახელდა, მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების გაზრდა ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გაზრდის გზით. ამისთვის 1977 წელს მიღებულ იქნა სამთავრობო დადგენილება, რომლითაც ამიერკავკასიის სამეცნიერო-კვლევით ჰიდრომეტეოროლოგიურ ინსტიტუტს (ამჟამად სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი) დაევალა მდ. იორის ზემო წელში 100 ათასი ჰა ფარობზე საცდელ-საწარმოო სამუშაოთა ჩატარება მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების ხელოვნური გაზრდის პერსპექტიულობის დასადგენად და ამ გამოცდილების აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა მდინარეების აუზებში გამოსაყენებლად. 1978 წელს შედგენილ იქნა სამუშაოთა ჩატარების სამეცნიერო დასაბუთება [5] და 1979-1990 წწ. პერიოდში ჩატარდა ზემოქმედების საკმაოდ დიდი სერია, წლის თბილ პერიოდში კონვექციური ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გამოწვევის ან მათი გაზრდის მიზნით. ზემოქმედება ტარდებოდა 4 საცეცხლე წერტილიდან იოდოვანი ვერცხლით აღჭურვილი „ალაზნის“ ტიპის სეტყვასაწინააღმდეგო 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 ნალექების რაოდენობა. სეზონში დამუშავებული კონვექციური უჯრედების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 50-60-ს, ხოლო 1 უჯრედზე გახარჯული რაკეტების საშუალო რიცხვი არ აღემატებოდა 2-3-ს.

საცდელ აუზში სეზონური ნალექების საშუალო მომატებამ შეადგინა 10-15%, სანდო ალბათობის დონეზე 0.90. ზემოქმედების ეფექტურობა ფასდებოდა რადიოლოკაციური დავირვების, ნალექზომი 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, რაც მდ. იორის სრული წლიური ჩამონადენის (440 მლნ მ<sup>3</sup>) არცთუ უმნიშვნელო (7-16%) ნაწილს წარმოადგენს [6,7].

იორის პოლიგონზე ნხგ. ოპერაციების ჩატარების მთავარ მიზანს შეადგენდა მდ. იორის წყლის რესურსების გაზრდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის პირობების ხელშესაწყობად, ჰესების კასკადის ენერგოეფექტურობის ამაღლება და ქალაქების თბილისისა და რუსთავის წყალმომარაგების გაუმჯობესება. იორის პოლიგონის ფუნქციონირების ეფექტურად წარმოჩენის ხელსაყრელი პირობები შეიქმნა 1989 წელს, როდესაც ხანგრძლივი გვალვის გამო გარდაბნისა და საგარეჯოს რაიონების სოფლის მეურნეობის სექტორი, რომელიც 20 ათას ჰა სავარგულეებს მოიცავდა, განადგურების საშიშროების წინაშე აღმოჩნდა. ამ საფრთხისაგან აღნიშნული რაიონები იხსნა სიონის წყალსაცავში დაგროვილმა წყალის რესურსებმა, რომელიც მოხმარდა ამ რაიონების სავარგულების რწყვას [8].

კერძოდ, მეტეოროლოგიური ქსელის მონაცემების თანახმად 1989 წლის იანვარ-ოქტომბერში განხილულ რეგიონში მოსულმა ნალექებმა კლიმატური ნორმის ნახევარი შეადგინა. სავარგულების ინტენსიურმა რწყვამ გამოიწვია სიონის წყალსაცავში წყლის მოცულობის შემცირება 164-დან 13 მლნ მ<sup>3</sup>-მდე, საიდანაც ორივე რაიონში სავარგულების სარწყავად მიწოდებულ იქნა 16 მლნ მ<sup>3</sup>. საქსტატის მონაცემებით გარდაბნის რაიონის 10247 ჰა სარწყავი სავარგულების რწყვის საერთო ეკონომიკურმა ეფექტურობამ შეადგინა 14.4 მლნ მანეთი, ხოლო საგარეჯოს რაიონის 7594 ჰა სარწყავი სავარგულებისათვის 13.7 მლნ მანეთი, ანუ სულ რეგიონისათვის 28.1 მლნ მანეთი. ამავე დროს საქენერგოს მონაცემებით, ზემო სამგორის ენერგეტიკულ კასკადში შემავალმა 4 ჰიდროელექტროსადგურმა 1989 წელს ფაქტობრივად გამოიმუშავა 51.6 მლნ კვტ.სთ ელექტროენერგია, რომლის საერთო ღირებულებამ მაშინდელ ფასებში 1.03 მლნ მანეთი შეადგინა.

ამრიგად, 1989 წელს სიონის წყალსაცავიდან გამომუშავებული წყლის რესურსების საერთო ეკონომიკურმა ეფექტურობამ მხოლოდ სოფლის მეურნეობასა და ჰიდროენერგეტიკის კათვალისწინებით 29 მლნ მანეთს გადააჭარბა [9].

1990 წლიდან იორის აუზში დამატებით დაიგემა, წლის ცივ პერიოდში ფენა-გროვა ტიპის საღრუბლო სისტემებიდან ნალექთა (თოვლის) ხელოვნური სტიმულირების სამუშაოთა ჩატარება მიწის ზედაპირზე დამონტაჟებული სააეროზოლო გენერატორების ცენტრალიზებული სისტემის გამოყენებით. 30 გენერატორისა და მართვის ცენტრალიზებული პუნქტისაგან შემდგარი სისტემა ატანილ იქნა იორის პოლიგონის გორშევარდნის ბაზაზე, მაგრამ სსრკ-ს დაშლამ, ისევე როგორც თბილ პერიოდში ნალექთა გაზრდა, შეუძლებელი გახდა ამ მიმართულებით უკვე აწყობილი ხელსაწყობების ქსელის ამოქმედება.

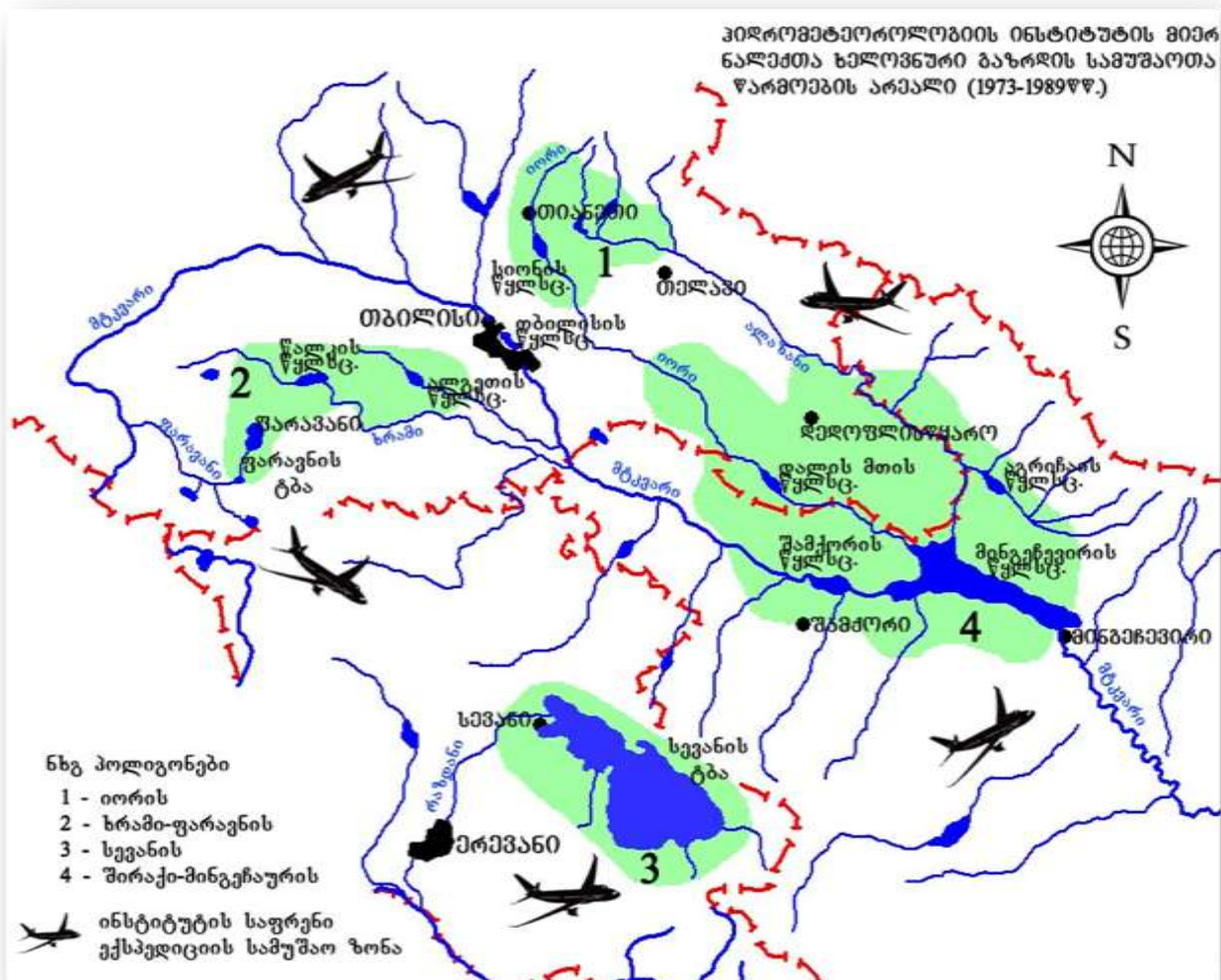
1973-1989 წლებში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მიერ ნხგ დარგში წარმოებულ დადაგეგმილ სამუშაოთა ტერიტორიული გავრცელების საზღვრები ნაჩვენებია ნახაზზე 6.1.

ხანგრძლივი პაუზის შემდეგ, 2013 წელს საქართველოს მთავრობამ მიიღო გადაწყვეტილება კახეთის რეგიონში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა აღდგენის შესახებ, რომელთა წარმოება დაევალა თავდაცვის სამინისტროსთან არსებული 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 მშედარებითი ანალიზის



საფუძველზე მოცემული იქნა რეკომენდაციები აღმოსავლეთ საქართველოში ამ ტიპის სამუშაოთა ახალ ფორმატში აღსადგენად [10]. ბულგარულ და სხვა უცხოელ სპეციალისტებთან თანამშრომლობის შედეგად სეტყვასთან ბროლის ოპერატიული სამუშაოები კახეთის რეგიონში თსუ გეოფიზიკის ინსტიტუტის მეთოდური ხელმძღვანელობით დაიწყო 1916 წელს. მათში გამოყენებულია რადიოლოკაციის ინფორმაციის მიღებისა და დამუშავების თანამედროვე მეთოდები და ღრუბლებზე ზემოქმედების წარმოების ავტომატიზებული სისტემა. ღრუბლებში რეაგენტის შესატანად გამოიყენება მაკედონიაში წარმოებული იოდოვანი ვერცხლის შემცველი ერთსაფეხურიანი რაკეტები.

საქართველოში ღრუბლებზე ზემოქმედების სამუშაოთა აღდგენამ გარკვეული საფუძველი შექმნა მომავალში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა განახლებისთვისაც, რადგანაც კონვექციური ღრუბლებზე რადიოლოკაციური დაკვირვების ჩატარებისა და ზემოქმედების წარმოების ტექნოლოგია სეტყვასთან ბრძოლისა და ნალექთა ხელოვნური 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.



ნახ. 6.1. სამხრეთ კავკასიაში ნხგ სამუშაოთა ტერიტორიული გავრცელება 1989 წ. მდგომარეობით.

სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტს, წინა წლებში მიღებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით, გააჩნია პოტენციალი, სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა ანალოგიურად, ნხგ

სამუშაოები ახალ დონეზე აიყვანოს და სტუ ტექნიკურ 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.

### **6.5. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები**

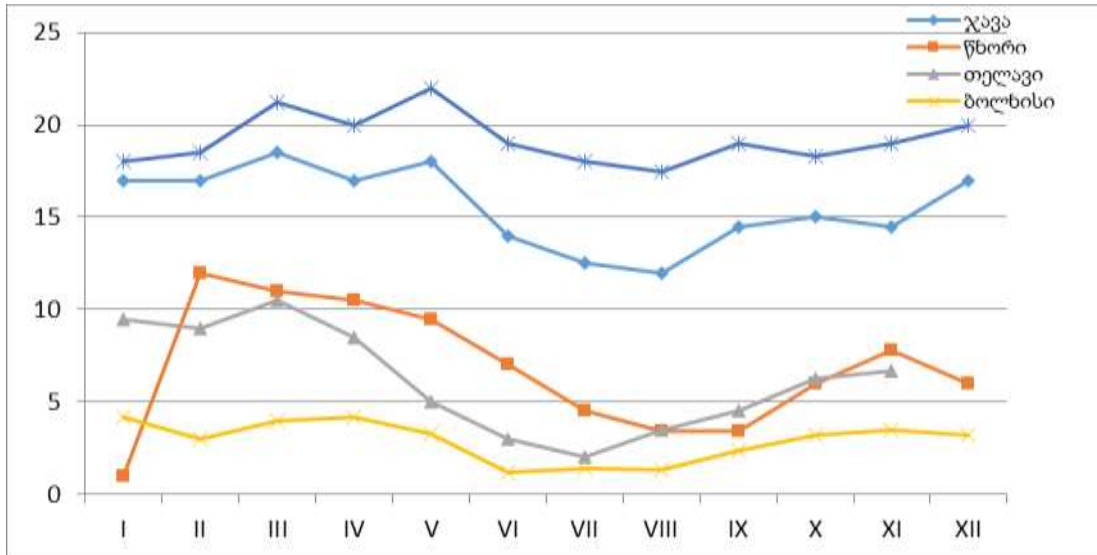
კლიმატის ცვლილების ზეგავლენით XXI საუკუნის დასასრულისთვის აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ნალექთა საშუალო წლიური ჯამების 15%-ით შემცირება [11]. ეს პროგნოზი გარკვეულწილად შეამცირებს ნალექთა ხელოვნური რეგულირებისათვის შესაფერისი მოღრუბლულობის სარესურსო პოტენციალს, მაგრამ ამავდროულად გაზრდის ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების საჭიროებასა და მნიშვნელობას.

ღრუბელთა რესურსულობისა და ნალექთა ხელოვნური გაზრდის თვალსაზრისით ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარების შესახებ ამოცანის გადასაწყვეტად აღმოსავლეთ საქართველოს 27 მეტეოროლოგიური სადგურისთვის TM-1 ცხრილიდან 15 წლიანი დაკვირვების რიგისთვის (1966-1980 წწ.) ღრუბელთა ბალიანობისა და განმეორადობის შესახებ მიღებული ინფორმაციისა და თვითმფრინავით ზონდირების მონაცემების გამოყენებით ღრუბელთა პარამეტრების – სიმძლავრის, ქვედა საზღვრის სიმაღლის, ტემპერატურის, ღრუბელთა წყლიანობის შესახებ ჩატარებული იქნა ყველა ტიპის ფენა ღრუბლისათვის რესურსული ანალიზი [12]. მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისად ითვლება ფენა ღრუბლები, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში არ იძლევიან ნალექებს, ან დაიკვირვება სუსტი ნალექი და გააჩნია მინიმალური ტემპერატურა არა უმეტეს  $-4^{\circ}\text{C}$ -ისა, გადაცივებული ნაწილის ვერტიკალური სიმძლავრე 300 მ-ისა, ქვედა საზღვრის სიმაღლე St და Sc ტიპის ღრუბლებისათვის არა უმეტეს 1000 მ-ისა, უნალექო Ns და As ტიპის ღრუბლებისათვის – 3000 მ, ხოლო ნალექიან Ns და As ტიპის ღრუბლისთვის სიმაღლეს მნიშვნელობა არა აქვს, რადგან ღრუბლის ქვედა ფენა დატენიანებულია ბუნებრივი ნალექებით. ყველა ტიპის ღრუბლისათვის სიცოცხლის ხანგრძლივობა 6 სთ-ს მაინც უნდა შეადგენდეს.

ზემოაღნიშნული კრიტერიუმებით განსაზღვრული ზემოქმედებისათვის ვარგისი ღრუბლების რიცხვის ( $n$ ) შეფარდებით შესწავლილ ღრუბელთა საერთო რიცხვთან ( $N$ ) გამოთვლილი იქნა ვარგისიანობის კოეფიციენტი  $K=n/N$ . აღმოჩნდა, რომ ყველა ტიპის ფენა ღრუბლისათვის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობა დაიკვირვება წლის ცივ პერიოდში, განსაკუთრებით იანვარში, თებერვალში, მარტსა და დეკემბერში, რაც განაპირობებს აღნიშნულ თვეებში ნალექთა გაზრდის მიზნით ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარების მიზანშეწონილობას. საილუსტრაციოდ ნახ. 6.2-ზე მოცემულია ( $Ns$ ) ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა.

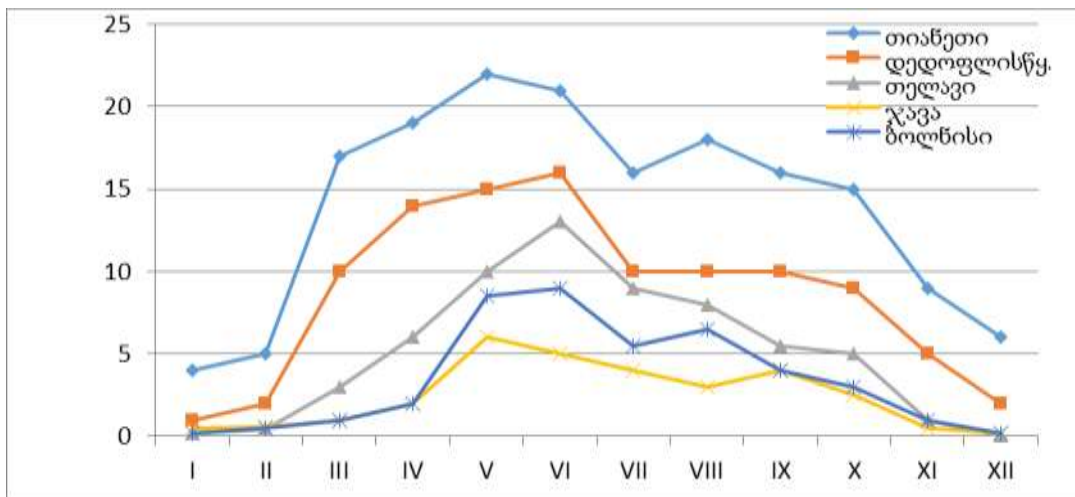
საქართველოს რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი და ცირკულაციური პროცესების მოქმედება განაპირობებს წლის თბილ პერიოდში რესურსული გროვა-საწვიმარი ( $Cb$ ) ღრუბლების წარმოქმნასა და განვითარებას. ფენა ღრუბლებისათვის აღწერილი მეთოდის მსგავსად შესწავლილი იქნა გროვა საწვიმარი ღრუბლების სივრცულ-დროითი განაწილება. შედგენილი იქნა  $Cb$  ტიპის ღრუბლიან დღეთა რიცხვის ტერიტორიული განაწილების რუკა და აღნიშნული ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო რიცხვის წლიური სვლა, რაც იძლევა საშუალებას განისაზღვროს წლის რომელ პერიოდში უფრო ხელსაყრელია ზემოქმედების ჩატარება (ნახ. 6.3).





ნახ. 6.2. Ns ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა

ნახაზიდან ჩანს, რომ ღრუბლიან დღეთა საშუალო რიცხვის მაქსიმუმი მკვეთრად არის გამოხატული მაის-ივნისში და თიანეთში აღწევს 22 დღეს, დედოფლისწყაროში 16-ს, თელავში 13-ს, ჯავახში 10-ს, თბილისში 6-ს. სადგურთა უმრავლესობისათვის აგვისტო-სექტემბერში დაიკვირვება მეორადი მაქსიმუმი.



ნახ. 6.3. Cb ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა

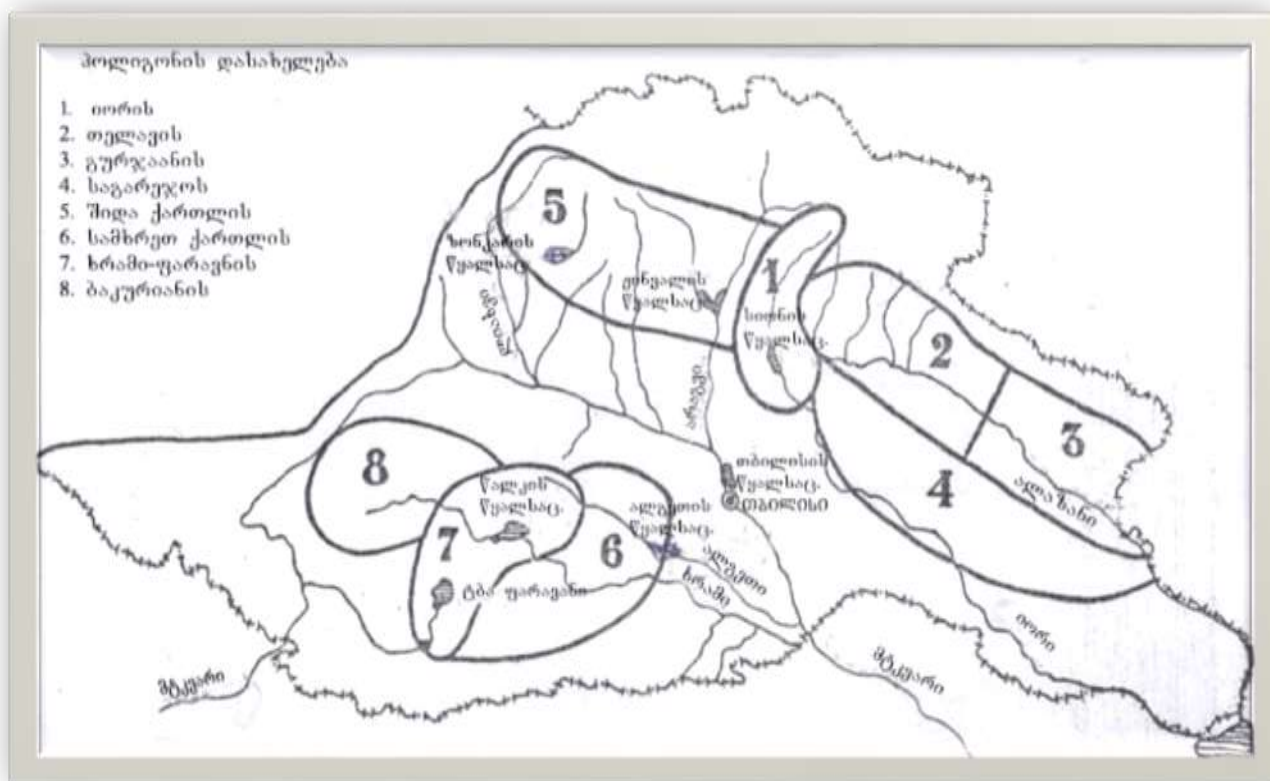
აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე რესურსულ ღრუბელთა და ნალექთა წლიური და სეზონური ჯამების განაწილების გათვალისწინებით გამოყოფილია დამატებით ნალექთა ხელოვნური სტიმულირების თვალსაზრისით პერსპექტიული და ნაკლებად პერსპექტიული რეგიონები [13]. პერსპექტიულ რეგიონებს მიეკუთვნება:

- კავკასიონის სამხრეთი ფერდობები მდ. ლიახვის, არაგვის, იორისა და ალაზნის ზემო წელის ზონაში (ნალექთა წლიური ჯამები 800-1200 მმ);
- სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ზონა, შემავალი თრიალეთის, სამსარისა და ჯავახეთის ქედების არეში (ნალექთა წლიური ჯამები 600-800 მმ);
- ნალექთა ხელოვნური სტიმულირების თვალსაზრისით ნაკლებად პერსპექტიულადაა ჩათვლილი შემდეგი რეგიონები:
- იორის ზეგანი მდ იორის ქვემო წელის ზონაში (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);
- ქვემო ქართლის ვაკე (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);

- სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილი (ნალექთა წლიური ჯამები 600 მმ-მდე);
- შიდა ქართლის ვაკე (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);

ნალექთა ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიულ რაიონებში პირობითად შესაძლებელია 8 პოლიგონის გამოყოფა (ნახ. 6.3). თითოეული მათგანისთვის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტისა და სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურის პოლიგონებზე მიღებული მონაცემების გამოყენებით შეფასებულ იქნა ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციალი წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის.

თბილი სეზონის ნალექებისთვის გაანგარიშების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 6.1.



ნახ. 6.4. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პოლიგონების პირობითი განლაგების სქემა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე

ცხრილი 6.1. დამატებით ნალექთა შესაძლო რაოდენობა წლის თბილ პერიოდში აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა პოლიგონისთვის

N <sup>o</sup>	პოლიგონის დასახელება	S, კმ <sup>2</sup>	N, უჯრედი	Δ P, მმ	P <sub>საგ</sub> , mm	$\frac{\Delta P}{P}$ , %	ΔM, 10 <sup>6</sup> მ <sup>3</sup>
1	იორი	1000	400	120	600	20	120
2	თელავი	1500	500	100	500	20	150
3	გურჯაანი	1200	400	100	600	17	120
4	საგარეჯო	2000	400	60	400	15	120
5	შიდა ქართლი	2000	500	75	500	15	150
6	ქვემო ქართლი	1500	300	60	500	12	90
7	ხრამი-ფარავანი	1500	150	30	500	6	45
8	ბაკურიანი	1000	300	90	700	13	90
	სულ	11700	2950				885

ამ ცხრილში S აღნიშნავს პოლიგონის ფართობს, N – სეზონის განმავლობაში დასამუშავებელი კონვექციური უჯრედების რაოდენობას,  $\Delta P$  – პოლიგონის ფართობზე გაანგარიშებულ შესაძლო დამატებით ნალექთა რაოდენობას,  $P_{1,2,3}$  – თბილი პერიოდის ნალექთა კლიმატურ ჯამს განსახილველ რეგიონში,  $\frac{\Delta P}{P}$  – დამატებითი სეზონური ნალექების რაოდენობას %-ში,  $\Delta M$  – პოტენციური დამატებითი ნალექების მასას.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარეობს, რომ შერჩეულ 8 პოლიგონზე წლის თბილ პერიოდში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა საწარმოო მასშტაბით ჩატარებისას შესაძლებელია მიღებული იქნას დამატებითი ნალექის რაოდენობა სეზონური ჯამის 6-დან 20%-მდე (საშუალოდ 15%) ოდენობით, რასაც აბსოლუტური გამოსახულებით შეესაბამება წვიმის სახით მიღებული წყლის რაოდენობა 45-დან 150 მლნ მ3-მდე, რომელიც ჯამში იძლევა 885 მლნ მ3-ს. ეს ციფრი ემთხვევა წლის თბილ პერიოდში აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში დასამუშავებელი 2950 კონვექციური უჯრედიდან მიღებული დამატებითი წყლის რაოდენობას იმ დაშვებით, რომ თითოეული უჯრედიდან ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია საშუალოდ 300 კილოტონა (3.105 მ3) დამატებითი ნალექის მიღება.

რაც შეეხება ცივ პერიოდში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პოტენციალს, თოვლიან დღეთა რაოდენობისა და თოვლის საფარის ხანგრძლივობის შესახებ კლიმატური მონაცემების გათვალისწინებით საღრუბლო სისტემებზე ზემოქმედებისათვის პერსპექტიულად იქნა ჩათვლილი პოლიგონების №№ 1, 5 და ნაწილობრივ №7 და №8 ტერიტორია, რომელიც მოიცავს მდ. ლიახვის, ქსნის, არაგვის, იორისა და ალაზნის ზემოწელს, აგრეთვე მდ. ფარავნისა და ხრამის სათავეებს და ბორჯომის ხეობის ზედა ნაწილს.

ზამთარში თოვლის მდგრადი საფარი, 1980-იან წლებში გლობალური დათბობის დაწყებამდე, აღნიშნულ ტერიტორიაზე წარმოიქმნებოდა 800-1200 მ სიმაღლეზე და ზემოთ, ხოლო მისი ხანგრძლივობა იცვლებოდა 80-დან 150-200 დღემდე. განხილულ ტერიტორიაზე ცივი სეზონის დამატებითი ნალექების შესაფასებლად საორიენტაციოდ აღებული იქნა სევანის ტბის აუზში მიწისზედა სააეროზოლო გენერატორების გამოყენებით 10 წლის მანძილზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები, რომელთა თანახმად ზამთრის პერიოდში ზემოქმედებისას შესაძლებელია ნალექთა (თოვლის) დღელამური ჯამების გაზრდა საკონტროლო ტერიტორიასთან შედარებით 40%-ით [14] და სეზონური ჯამების მომატება 30%-მდე. იორისა და შიდა ქართლის პოლიგონებზე, სადაც ზამთრის ნალექთა საშუალო ჯამები 150-300 მმ შეადგენს, ცივ პერიოდში სისტემატური ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია 150-180 მლნ მ<sup>3</sup> დამატებითი ნალექის მიღება. სამხრეთ საქართველოს პოლიგონების მაღალმთიანი ნაწილისთვის, საერთო ფართობით 1000 კმ<sup>2</sup> ნალექთა პოტენციურმა დანამატმა შესაძლოა 45 მლნ მ<sup>3</sup>-ს მიაღწიოს. მიღებული სიდიდეები, მართალია, 4-5-ჯერ ნაკლებია თბილი პერიოდის ნალექთა შესაძლო დანამატებზე, მაგრამ მაინც მიუთითებს ზამთრის ნალექებზე ზემოქმედების ჩატარების პერსპექტიულობაზე მათი რაციონალურად გამოყენების შემთხვევაში (მაგ. სათხილამურო სპორტის განვითარების მიზნით).

ამრიგად, საქართველოს გვალვიანი რაიონები საკმაოდ მდიდარია რესურსული ფენისებრი და კონვექციური ღრუბლებით. იმისათვის რომ საგრძნობი შედეგი იქნას მიღებული საჭიროა ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ჩატარება წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდში და მიღებული დამატებითი ნალექის დაგროვება ხელოვნურ ან ბუნებრივ წყალსაცავებში, მისი შემდგომი საჭიროებისამებრ მაღალეფექტურად გამოყენების მიზნით [15].

## 6.6. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ჩართვა მდ. იორის წყლის რესურსების ინტეგრალური მართვის სამომავლო სისტემაში

აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატურ თავისებურებათა გათვალისწინებით სასოფლო-სამეურნეო წარმოება აღნიშნულ ტერიტორიაზე რწყვის გარეშე დიდ რისკებთანაა

დაკავშირებული. გვალვიანი პერიოდი ქართლისა და კახეთის რეგიონებში შეიძლება გაგრძელდეს 60-80 დღეს [16], რაც მოსავლის განადგურების სრულ გარანტიას იძლევა. ამიტომაც საუკუნეების მანძილზე სარწყავი სისტემების მოწყობას აღმოსავლეთ საქართველოში ყოველთვის დიდი ყურადღება ექცეოდა [17]. ამჟამინდელი საირიგაციო სისტემების ძირითად კომპონენტად მოიაზრება არხების სისტემასთან დაკავშირებული მარეგულირებელი წყალსაცავების არსებობა, რომლებშიც წყლის რესურსების შევსების ერთ-ერთ დამატებით წყაროდ ნალექთა ხელოვნური გაზრდა (ნხგ) სახელდება. სწორედ ამ იდეაზეა დამყარებული მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში მსგავს სამუშაოთა დიდი ნაწილის შესრულება წყლის ინტეგრირებული მართვის სისტემის განსახორციელებლად [18].

**ცხრილი 6.2. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ნხგ 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	მალ		

ნხგ სამუშაოთა ექსპერიმენტული ფაზა აღმოსავლეთ საქართველოში 1979-1990 წლებში ჩატარდა. კლიმატური მასალების, რადიოლოკაციური და ნალექზომი დაკვირვების მონაცემთა გამოყენებით დეტალურად იქნა შეფასებული აღმოსავლეთ საქართველოში ნხგ სამუშაოთა პოტენციალი და მათი განვითარების პერსპექტივები. ამჟამად, ახალი რეალობის გათვალისწინებით, შესაძლებელია ნხგ სამუშაოთა განვითარების თანამედროვე პერსპექტივების დასახვა და საზოგადოების, ტექნოლოგიებისა და მეცნიერების არსებულ დონესთან მათი ადაპტირების გზების შეფასება.

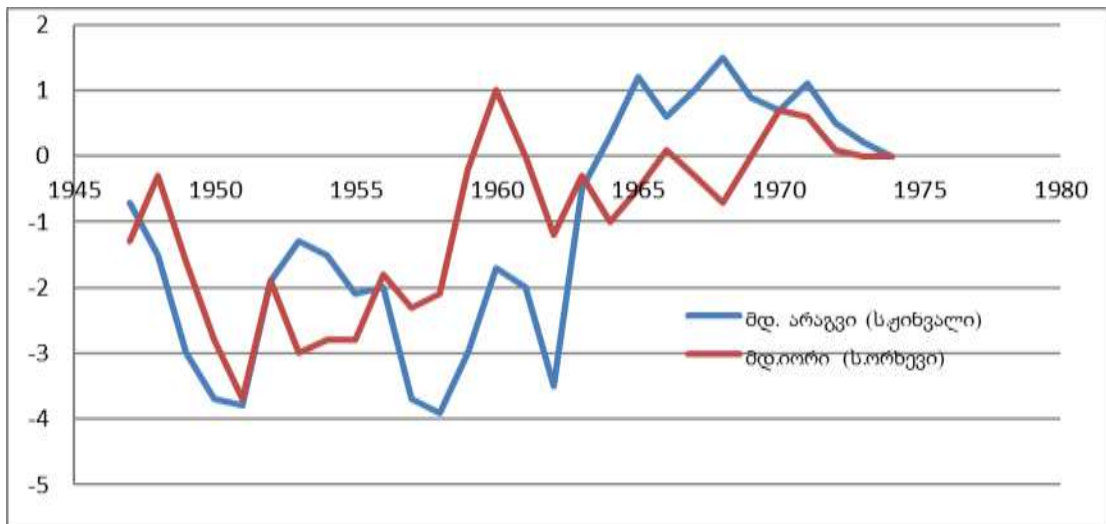
აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ნხგ სამუშაოთა საწარმოებლად შერჩეულ პოლიგონებზე მიღებული წყლის პოტენციური დამატებითი რესურსების ეფექტურად გამოყენების ერთ-ერთ რეალურ გზად შეიძლება დასახელდეს თბილისი-რუსთავის ურბანული აგლომერაციის გარშემო არსებული 3 წყალსაცავის ერთობლივ გამოყენებაზე აგებული ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის ამოქმედება. ბოლო პერიოდში ამ სისტემის ფუნქციონირების ზოგადი სქემა განხილულ იქნა ნარომში [19]. მასში აღნიშნულია, რომ იორი-არაგვის კომპლექსური ჰიდროსისტემა, რომელშიც შედის სიონისა და ჟინვალის წყალსაცავები და მათი შემაერთებელი თბილისის წყალსაცავი, მიზნად ისახავს წყლის რესურსების ინტეგრირებულ გამოყენებას ეკონომიკის სხვადასხვა დარგში. კერძოდ, მდ. იორის ჩამონადენი გროვდება სიონის წყალსაცავში, რომელიც ძირითადად გამოიყენება სამგორის სარწყავი სისტემით გარდაბნისა და საგარეჯოს რაიონების სასოფლო-სამეურნეო

სავარგულების სარწყავად და ზემო სამგორის ენერგეტიკულ კასკადში შემავალ 4 ჰიდროელექტროსადგურზე ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად. ამასთან ერთად, სიონის წყალსაცავის დარეგულირებული წყალი ზემო მაგისტრალური არხით ამარაგებს თბილისის წყალსაცავს, რომელიც უზრუნველყოფს თბილისისა და რუსთავის წყალმომარაგებას და მათი შემოგარენის ირიგაციას. თავის მხრივ, ჟინვალის წყალსაცავი ემსახურება მდ. არაგვის წყლით თბილისის წყალმომარაგებას, მცხეთის რაიონის სავარგულების მორწყვასა და ჟინვალზე ელექტროენერჯის გენერირებას.

დიდი მნიშვნელობა აქვს სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავის შეთანხმებულ რეჟიმში მუშაობას, რადგან ცვალებადია თითოეული მათგანის როგორც შემოსავლითი ნაწილის მოცულობა, ასევე გამოყენებითი ხარჯი. აღნიშნული წყალსაცავების პარალელურ რეჟიმში მუშაობისათვის კი აუცილებელია მათი მკვებავი მდინარეების ჩამონადენის როგორც მრავალწლიური, ისე შიდა წლიური განაწილების ერთობლივი ანალიზი.

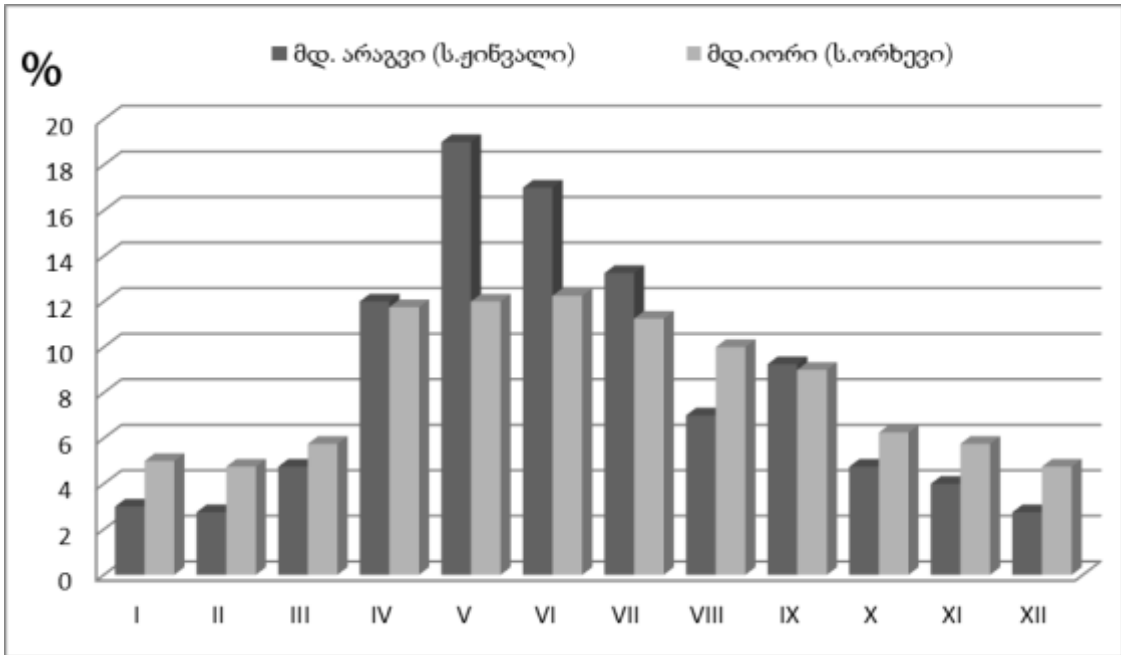
მიუხედავად იმისა, რომ განხილული ორი მდინარის ხეობა მეზობლადაა განთავსებული, მათი ჩამონადენის პარამეტრები საგრძნობლად განსხვავდება ერთმანეთისგან (ნახ. 6.5 და ნახ. 6.6), რაც გამოწვეულია მდ. არაგვის კვებაში მყინვარების ნარჩენების მონაწილეობით, მაშინ, როცა მდ. იორი იკვებება მხოლოდ ატმოსფერული ნალექებითა და მიწისქვეშა წყლებით.

$$\sum_{i=1}^m \frac{(ki - 1)}{Cv}$$



ნახ. 6.5. მდ. არაგვისა და იორის წლიური ჩამონადენის ინტეგრალური მრუდები





ნახ. 6.6. მდ. არაგვისა და იორის ჩამონადენის შიგაწლიური განაწილება პროცენტებში

მნიშვნელოვანია აგრეთვე სიონისა და ჟინვალის წყალსაცავების რესურსების შეთანხმებული გამოყენებაც, რომლისთვისაც საჭიროა წყალმოხმარების დროს გარკვეული პერიოდისათვის ჩამონადენის ხარჯის, ანდა მისი უზრუნველყოფის ცოდნა, რათა შემდგომ მასზე დაყრდნობით განისაზღვროს წყალაღების მოცულობის უზრუნველყოფა გვალვის პერიოდში მოსალოდნელი დეფიციტის გათვალისწინებით.

ზემოთ განხილული 3 წყალსაცავის საერთო აუზში ნხვ სამუშაოთა პერსპექტიულ პოლიგონებზე (პარაგრაფი 6.4.), რომლებიც მოიცავს მდ. ლიახვის, ქსნის, არაგვის, იორისა და ალაზნის ზემოწელს, აგრეთვე მდ. ფარავნისა და ხრამის სათავეებს და ბორჯომის ხეობის ზედა ნაწილს, ზემოქმედების ჩატარების შედეგად მიღებული დამატებითი წყლის რესურსების წილის გამოყოფა წყლის საერთო ხარჯებში ცალკე ამოცანას წარმოადგენს. ზამთარში, თოვლის საფარის ფიქსირებულ ტერიტორიაზე ზემოქმედების შედეგად მისი გაზრდის შემთხვევაში ეს ამოცანა შედარებით მარტივად შეიძლება გადაიჭრას.

რაც შეეხება წლის თბილ პერიოდში კონვექციურ ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარების შედეგად მიღებული წყლის დანამატის მაღალ სანდო დონეზე გამოყოფას, სათანადო მეთოდის საიმედო ფორმით დამუშავებამდე ჯერ-ჯერობით ძნელი იქნება. თუმცა ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების აღდგენის შემთხვევაში, აღნიშნულ სამუშაოთა საკმაო პერიოდის (5-10 წლის) განმავლობაში ჩატარებისას, სხვადასხვა ფიზიკური და სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით, შესაძლებელი გახდება ამ დანამატის იდენტიფიცირება წყლის საერთო ხარჯიდან.

წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრინციპები შეიძლება გამოყენებული იქნას აგრეთვე საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში შერჩეული პოლიგონებისთვისაც. კერძოდ, ქვემო ქართლის, ხრამი-ფარავნისა და ბაკურიანის პოლიგონებზე ორივე სეზონში ჩატარებული ზემოქმედების შედეგად ფარავნის ტბაში, წალკისა და ალგეთის წყალსაცავებში დაგროვილი წყლის დამატებითი რესურსები შეიძლება მოხმარდეს ნინოწმინდის, წალკისა და თეთრიწყაროს რაიონების რწყვას, ხრამის კასკადისა და ფარავნის ტბის ელექტროსადგურებზე დამატებითი ენერჯის გამომუშავებას, ტურისტულ-რეკრეაციული პოტენციალის გაზრდას ბაკურიანისა და თეთრიწყაროს ბაზებზე, მეთევზეობის განვითარებას პოლიგონებში შემავალი დიდ და საშუალო ზომის წყალსაცავებზე. წყლის ინტეგრირებული მართვის ამოცანა სამხრეთ საქართველოს რეგიონში გაადვილებული იქნება მოცემულ ეტაპზე მსხვილი ქალაქებისა და სამრეწველო საწარმოების არ არსებობით [20].

## რეკომენდაციები

აუზის მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანია აუზში არსებულ პრობლემებს სხვადასხვა კუთხით მივუდგეთ. მაგალითად, წყლის რესურსების მდგრადი მართვის მიდგომების გამოყენებით შესაძლოა თავიდან იქნეს აცილებული მდინარეებში წყლის ჩამონადენის შემდგომი შემცირება და წყლის ხარისხის გაუარესება. მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენება დაგვეხმარება წყლის რესურსების დაზოგვაში (კონსერვაციაში) და შესაბამისად წყლის ობიექტებიდან წყალადების შემცირებაში; კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია მინიმუმამდე დაიყვანს კლიმატის ცვლილების მავნე შედეგებს.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, **კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებით განპირობებული პრობლემების თავიდან აცილების მიზნით, მდ. იორის აუზში შემავალი მუნიციპალიტეტებისთვის რეკომენდებულია განხორციელდეს შემდეგი ღონისძიებები:**

- ქარსაფარი ზოლების აღდგენა - გაშენება გვალვებისა და ქარებისაგან სოფლის მერნეობის სავარგულების დასაცავად და ქარისმიერი ეროზიის შესამცირებლად;
- ხელოვნური ტყეების გაშენება ეროზირებული ნიადაგების რეაბილიტაციისა და მიმდებარე ტერიტორიების გვალვებისაგან და ქარებისაგან დასაცავად;
- რეგიონის უზრუნველყოფა გვალვაგამძლე, სწრაფმზარდი ქარსაფარი ზოლების შემქმნელი ხეების ნერგებით;
- იორის აუზში არსებული მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე არსებული სარწყავი სისტემების რეაბილიტაცია თანამედროვე ტექნოლოგიების (ფერტიგაცია, მულჩირება, წვეთოვანი რწყვა, დაწვიმება) გამოყენებით და მათი სათანადო ექსპლოატაციის უზრუნველყოფა;
- სარწყავი არხებიდან მოშორებულ ტერიტორიებზე არსებული ჭაბურღილების რეაბილიტაცია და გრუნტის წყლების ეფექტური და ეკონომიური გამოყენება და შეძლებისდაგვარად ახლების მოწყობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და სათიბ-სამოვრების სარწყავად, პირუტყვის დასარწყურებლად;
- ნიადაგდამცავი აგრომელიორაციული ღონისძიებების სისტემატურად გატარება;
- მუნიციპალიტეტის მასშტაბით სამოვრების მართვის გეგმის შემუშავება, რომელიც უნდა განიხილავდეს შემდეგ საკითხებს: სათიბებზე მოვების ვადების დადგენას იმის გათვალისწინებით, რომ ზამთრისათვის ბალახნარის მოსამზადებლად დარჩეს არანაკლებ 15-20 დღისა, რათა მცენარეულმა საფარმა კარგად გადაიტანოს ზამთრის პერიოდი; განმეორებითი მოვებისათვის დაცული იქნას 20-30 დღიანი ინტერვალი; განისაზღვროს სამოვრების დატვირთვის ნორმები; მოეწყოს გადსარევი ტრასების ინფრასტრუქტურა (მოსასვენებლები, საჩრდილობლები, სარწყულებლები, გასაბანები და ა.შ.), რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს სამოვრების დეგრადაციას და დაავადებების გავრცელებას;
- სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს სამოვრებზე მიწის ეროზიასთან ბრძოლის ღონისძიებებს - საქონლის გადასარევი ტრასების მოწყობას, ზამთრის სამოვრების ინფრასტრუქტურის მოწესრიგებას, გადამოვების საწინააღმდეგო მოწინავე ტექნოლოგიების დანერგვას, მეცხოველეობის დარგში მომუშავე პერსონალის ცნობიერების დონის ამაღლებას.
- მეცხოველეობის, როგორც პრიორიტეტული დარგის მაღალრენტაბელური მეურნეობის განვითარება; ფერმების ელექტროფიცირება; განახლებადი ენერგოწყაროების (მზე) გამოყენებით და ფერმებთან მისასვლელი გზების მოწყობა.
- დამლაშებული და ბიცობი ნიადაგების რეაბილიტაცია და რეკულტივაცია საგრძნობ პოტენციალს შეიცავს აღმოსავლეთ საქართველოში სათიბ-სამოვრების გასაფართოებლად. ბოლო მონაცემების თანახმად მარტო დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში ბიცობი მიწების ფართობი 5 ათას ჰექტარს აღწევს, რაც შესაბამისი ღონისძიებების ჩატარების შემდეგ წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული სათიბ-სამოვრებად, ქარსაფარი ზოლების ან ენერგეტიკული ტყეების

გასაშენებლად, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის გადამამუშავებელი საწარმოების ასაგებად და სხვ

**წყლის ობიექტების დაბინძურების, დანაგვიანების, დაშრეტის და სხვა უარყოფითი ზემოქმედებისაგან დაცვის მიზნით, აკრძალულია:**

- ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების დაბინძურება ნებისმიერი სახის ჩამდინარე წყლებით;
- ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ჩაშვება, თუ არ არის დაცული წყალჩაშვებაზე ნებართვით დადგენილი პირობები;
- ნარჩენების ჩაყრა, განთავსება და დამარხვა სანაპირო წყლებში, წყლის სხვა ობიექტებში და მათი დაცვის ზონებში;
- მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების ამოღება, თუ ამან შეიძლება გამოიწვიოს წყლის დონის დასაშვებზე დაბლა დაწევა ან/და წყლის ობიექტის დაშრეტა (მიწისქვეშა წყლების ამოღება, თუ ამან შეიძლება გამოიწვიოს მიწისქვეშა წყლის ობიექტის ბალანსის დარღვევა);
- მდინარეებიდან წყლის ამოღება, ჰიდროტექნიკური და საწარმოო ობიექტების მშენებლობა/ექსპლუატაცია, სარწყავი სისტემების მოწყობა/ექსპლუატაცია და სხვა მიზნით წყალაღება მდინარის გარემოსდაცვითი ხარჯის გათვალისწინების გარეშე;
- ისეთი საქმიანობა, რამაც შესაძლოა დააზიანოს წყალამღები ნაგებობა და გააუარესოს წყლის ხარისხი.
  
- **წყალი შესაძლოა მნიშვნელოვნად დაიზოგოს მრეწველობაშიც.** ეს მიღწეული იქნება წყლის რეციკლირებით, წყლის გამოყენების ეფექტიანი ტექნოლოგიების დანერგვითა და წყლის დანაკარგის აღმოფხვრით. საწარმოო პროცესის თავისებურებებიდან გამომდინარე სამრეწველო ობიექტს თავისივე ჩამდინარე წყალი შეუძლია ხელახლა გამოიყენოს გაწმენდილი ან გაუწმენდავი სახით. წყლის გაწმენდა ამ პროცესში რამდენჯერმე შეიძლება განხორციელდეს.
  
- **საყოფაცხოვრებო სექტორში წყლის რესურსების დაზოგვა შესაძლებელია:** ძველი საყოფაცხოვრებო დანადგარების (როგორცაა ნაკლებად ეფექტიანი სარეცხის მანქანები, ჭურჭლის სარეცხი მანქანები, უნიტაზები, ონკანები და საშხაპეები) იმ თანამედროვე მოდელებით ჩანაცვლება რომლებიც ნაკლებ წყალს მოიხმარს, საგრძნობლად შეამცირებს წყლის მოხმარებას.
  
- **წყალთან დაკავშირებული ბუნებრივი კატასტროფებისგან (გრიგალი, სეტყვა, წყალდიდობა და გვალვა) დასაცავდ საჭიროა** სახელმწიფოს მიერ დაფინანსებულ სოფლის მეურნეობის დაზღვევის პროგრამებში მონაწილეობა. კულტურების, სათევზე მეურნეობების და მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის დაზღვევა ამცირებს ბუნებრივი კატასტროფების დროს მიყენებული ზარალის ოდენობას. ასევე მნიშვნელოვანია ექსტრემალური ამინდის პირობებისათვის მზადყოფნა ამინდის პროგნოზის რეგულარულად შემოწმების და წინასწარი გაფრთხილების სერვისების გამოყენების გზით.
  
- და ბოლოს სოფლის მეურნეობის შემდეგ იორის აუზში მეორე პრიორიტეტული დარგის - ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარება, სრულყოფა და ახალი ობიექტების აგება შეუძლებელი იქნება მათი სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების გაუმჯობესებისა და თანამედროვე დონეზე აყვანის გარეშე, რისთვისაც

აუცილებელი იქნება ტურისტული ობიექტების ხარისხიანი გამდინარე წყლითა და კანალიზაციით, აგრეთვე ნახმარი წყლების გამწმენდი ნაგებობებით უზრუნველყოფა. ეს ძალზე შრომატევადი სამუშაო მოითხოვს წყლის დამაგროვებელი რეზერვუარებისა და წყლის გამანაწილებელი სისტემების მოწყობას, ნახმარი წყლების ნეიტრალიზაციის ობიექტების აგებას და მათ მომსახურებას, რაც უამრავი საადაპტაციო პროექტის საგანს შეიძლება შეადგენდეს, ეს პროექტები შეიძლება შესრულდეს როგორც ტურიზმის განვითარებით დაინტერესებული საერთაშორისო ორგანიზაციების, ისე ადგილობრივი თვითმმართველობისა და კერძო სექტორის მონაწილეობით. აღნიშნული პრობლემის მოგვარების გზაზე ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ცალკეულ მდინარეთა აუზებში წყლის რესურსების მართვის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა, რომელშიც კომპიუტერული მოდელის ბაზაზე რეალიზებული იქნება ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით (ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები, ზედაპირული და მიწისქვეშა ჩამონადენი) წყლის რესურსების ოპტიმალური მოხმარება სარწყავად, საყოფაცხოვრებო მიზნებისთვის, სამრეწველო ობიექტების ფუნქციონირებისთვის, ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად, ტურისტულ-რეკრეაციული ობიექტებისა და მეთევზეობის დარგის უზრუნველსაყოფად. ასეთი ტიპის ინტეგრირებული სისტემის შექმნა საცდელი პროექტის სახით შეიძლება განხორციელდეს მდ. იორის აუზში, რომელიც ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ კომპონენტს შეიცავს.

## დასკვნები

1. წინამდებარე ნაშრომში ჩატარებულ იქნა წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის პრობლემაზე საქართველოში ბოლო პერიოდში წარმოებულ სამუშაოთა დეტალური მიმოხილვა. მიმოხილვის ანალიზიდან ვლინდება 2000-იანი წლების დასაწყისიდან, აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის რესურსების ინტეგრირებული მენეჯმენტის იდეის განვითარება ორი მიმართულებით -გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების (გსს) მონაცემთა გამოყენებით მდ. ალაზნის აუზში და ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის ქსელის მონაცემთა გამოყენებით მდ. იორის აუზში. პირველ მიმართულებას ავითარებს თსუ გეოგრაფიის ინსტიტუტი, ხოლო მეორეს - სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. მეორე მიმართულების სამუშაოებში ატმოსფერულ ნალექთა და მდინარეული ჩამონადენის მონიტორინგთან ერთად, გათვალისწინებულია მდ. იორის აუზში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა წარმოებაც.
2. მდინარის აუზში წყლის რესურსების მართვის ორივე კონცეფციაში დაუმუშავებელი რჩება, ეკონომიკის ცალკეულ დარგებს შორის წყლის რესურსების განაწილების მათემატიკური მოდელი, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს კონკრეტული წლის ამინდის ცვლად პირობებში, დარგების ეფექტურობას წყლის არსებულ და მოთხოვნად რესურსებს შორის.
3. ცალკე სამომავლო ამოცანას შეადგენს შერჩეული მდინარის აუზის ტერიტორიაზე ნალექთა, ზედაპირული ჩამონადენისა და მიწისქვეშა წყლების, ნიადაგის ზედაპირისა და მცენარეული საფარის შესახებ მონაცემთა შეგროვების, კომპიუტერული დამუშავებისა და ანალიზის ერთიანი სისტემის შექმნა, შემდგომში გარემოს მონიტორინგის სისტემაში მისი გაერთიანების პერსპექტივით.
4. ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის ამოქმედების შემდეგ, არანაკლებ მნიშვნელობას შეიძენს მიღებული პროდუქციის /ინფორმაციის მომხმარებელამდე მიყვანა და შედეგების ადგილზე რეალიზება ჩატარებული სამუშაოების ეფექტურობის შესაფასებლად.
5. დღეს უკვე საყოველთაოდ აღიარებულია და ეჭვს აღარ იწვევს მჭიდრო კავშირი სიღარიბესა და ბუნებრივი რესურსების არამდგრად გამოყენებას შორის, რომლის მაგალითებია: ჭარბი, უკონტროლო წყალაღება და წყლის არაეფექტიანი მოხმარება, გაუფილტრავი ჩამდინარე წყლების წყლის ობიექტებში ჩაშვება, პირწმინდა ჭრები, ჭრები ციცაბო ფერდობებზე, ტყის ხელოვნური, ხანძრები, გადაძოვება ძოვება ნაწვიმარზე, სამოვარი ფერდობების მიშვებით რწყვა, არასწორი მელიორაცია და ა.შ. გამოსავალი არის აუზების ინტეგრალური მართვაში, რომელიც გულისხმობს მდინარის წყალშემკრებ აუზში მიწის, მცენარეული საფარის და წყლის რესურსების ანალიზს, დაცვას, ათვისებას ან შენარჩუნებას, აუზის ყველა რესურსის კონსერვაციის და მოსახლეობის მიერ სარგებლის მიღების მიზნით.
6. მდინარის აუზის წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის დანერგვის განხორციელების უზრუნველსაყოფად გამოიკვეთა ერთმანეთთან იერარქიულად დაკავშირებული სამართლებრივი, პოლიტიკური, ინსტიტუციური და ეკონომიკური მექანიზმების არსებობა.

**სამართლებრივი** მექანიზმი შეიცავს გარკვეულ დებულებებს კანონმდებლობის სახით, რომელმაც უნდა დასახოს აუზების ინტეგრირებული მართვის მიზნები და ამოცანები და განსაზღვროს შესაბამისი პროცედურები, მეთოდოლოგია, ინსტიტუციური მოწყობა, პასუხისმგებელი ორგანიზაციების უფლებები და მოვალეობები, მარეგულირებელი და ფინანსური ინსტრუმენტები, კონტროლისა და ზედამხედველობის პროცედურები.

მოცემული კანონების განსახორციელებლად საჭიროა შესაბამისი **პოლიტიკური** ჩარჩოს არსებობა ეროვნულ და ადგილობრივ დონეებზე. კერძოდ, ეროვნულ დონეზე უნდა არსებობდეს წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის გრძელვადიანი ეროვნული სტრატეგია თუ პროგრამა, რომელიც უნდა შეიცავდეს წყლის რესურსების გამოყენებისა და დაცვის გრძელვადიან მიზნებს, ამოცანებს, მიმართულებებს და მათი შესრულების მექანიზმებს. ადგილობრივ დონეზე კი უნდა შემუშავდეს მდინარეთა აუზების მართვის



გეგმები, რომლებიც უნდა შეიცავდეს აუზების რესურსების ათვისებისა და დაცვის დროში გაწერილ მიზნებს, ამოცანებს და განხორციელების გზებს კონკრეტული აუზის მაგალითზე. მოცემული კანონების განსახორციელებლად და შესაბამისი პოლიტიკის გასატარებლად აუცილებელია გარკვეული ინსტიტუციური ჩარჩოს არსებობა. კერძოდ, უნდა ფუნქციონირებდეს აუზების ინტეგრირებულ მართვაზე პასუხისმგებელი ორგანიზაცია ან ორგანიზაციათა ჯგუფი მხოლოდ ეროვნულ ან მხოლოდ ადგილობრივ დონეზე ან ერთდროულად ორივე დონეზე, რომლის დროსაც უფლება-მოვალეობები მკვეთრად უნდა გაიმიჯნოს ცენტრალურ და ადგილობრივ ორგანოებს შორის.

აუზების ინტეგრირებული მართვის დასამკვიდრებლად ბოლო დროს სულ უფრო პოპულარული ხდება ეკონომიკური მექანიზმების გამოყენება. კერძოდ, ხდება აუზის წყლის და მასთან ასოცირებული რესურსების ფუნქციების და სერვისების ღირებულების შეფასება და ფულად სიდიდეში გამოსახვა, რომლის შემდეგაც წესდება დიფერენცირებული გადასახადები წყალაღებასა და მოხმარებაზე სხვადასხვა სექტორისთვის, წყლის გამოყენების ნებართვები, რითაც შესაძლებელია ვაჭრობა სხვადასხვა სექტორს, საწარმოებს, რეგიონებს თუ ქვეყნებს შორის, ეკოსისტემებით მომსახურების გადასახადები მდინარის ზედა და ქვედა დინების ფერმერებისათვის და ასე შემდეგ.

6. მდ. იორის აუზის წყლის რესურსების მართვის სისტემის შესაქმნელად და სათანადო მოდელური გამოთვლების ჩასატარებლად არსებითი მნიშვნელობა გააჩნია აუზის მთელი რიგი მახასიათებლების დადგენას და სისტემატიზაციას, რისთვისაც განხილული და გაანალიზებული იქნა აუზის ბუნებრივი პირობები - რელიეფი, ჰავა, ნიადაგები; ბუნებრივ გარემო - კლიმატური პირობები, ჰიდროლოგიური ქსელი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი, მიწისქვეშა წყლები, მდ. იორის აუზის ბიომრავალფეროვნება.

7. ჩატარებული იქნა მახასიათებლებისა და კალაპოტის მიხედვით სამ ნაწილად (ზედა, შუა და ქვედა დინებები) გაყოფილი, მდ. იორის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგიური გამოკვლევა როგორც მეტეოსადგურების, ისე სატელიტური მონაცემებით.

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ წყლის რესურსებით მდიდარია მდინარის მხოლოდ პირველი მონაკვეთი, სადაც იორს აქვს მუდმივი შენაკადები, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია ხაშრულა (ბაჩილა), ქუსნო, საგამი, აძეძი და გომბორი. წლიურ ჩამონადენში გრუნტის წყლების წილი 38.7% -ს შეადგენს, წვიმის წყლების - 33.3%-ს, ხოლო თოვლის წყლებისა - 28 %-ს.

მდინარის დანარჩენი ორი მონაკვეთი პრაქტიკულად მოკლებულია მუდმივ შენაკადებს და მოიცავს მეორე მონაკვეთში გომბორის ქედის სამხრეთ ფერდობებიდან საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებულ რამდენიმე მდინარეს, ხოლო მესამე მონაკვეთის დასაწყისში - შრობად მდინარე ოლეს, რომელიც სათავეს იღებს შრობადი ოლეს ტბიდან.

9. როგორც კლიმატური ცნობარიდან აღებული მეტეოროლოგიური სადგურების (1970-იან წლებს შეესაბამებოდა), ასევე 1981-2018 წწ პერიოდში მოსული ნალექების რაოდენობის ამსახველი თანამგზავრული მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების მიხედვით აგებული გრაფიკებიც გვიდასტურებს, რომ მდინარის სათავეებში ნალექების რაოდენობა ბევრად აღემატება შუა წელში და ქვემო წელში მოსული ნალექების რაოდენობას, რაც განპირობებულია ერთის მხრივ აუზის მაღალი ჰიფსომეტრული ცვლილებით, ხოლო მეორე მხრივ კლიმატური პირობებით. კერძოდ, გვიან გაზაფხულსა და ადრე ზაფხულში ბარში ტემპერატურის სწრაფი მატება, მაღალი ტენიანობა, მთაში თოვლის არსებობა და მისი ინტენსიური დნობა ხშირად ხელსაყრელ პირობებს ქმნის თავსხმა წვიმების ჩამოყალიბებასა და მდინარის კალაპოტის ზუსტად ამ ნაწილში მაქსიმალური ხარჯის ფორმირებაზე.

10. გარდა ნალექებისა, მდინარე იორის ბუნებრივი რეჟიმის ცვლილებაზე დაკვირვების კარგ შესაძლებლობას იძლევა ჰიდროლოგიური საგუშაგოები ორხევი და ლელოვანი, რომლებიც სიონის წყალსაცავის ზედა ბიეფში და ქვედა ბიეფში ფუნქციონირებდნენ. საგუშაგოების -

ლელოვანის, ორხევისა და სალახლის (აღდგენილი რიგებით) კვებებში წყლის ხარჯის შიდა წლიური განაწილება გვიჩვენებს, რომ ბუნებრივი ჩამონადენი ზემო წელში, საგ. ლელოვანზე (ანთროპოგენური ჩარევის გარეშე), ხასიათდება გაზაფხულის მაქსიმუმით და ზამთრის მინიმუმით. 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 (საგ. სალახლი) გაზაფხულის მაქსიმუმი მკვეთრად ეცემა ივლისიდან და აგვისტოში ღებულობს მინიმალურ მნიშვნელობას (წლიური ჩამონადენის 3,2%). წყალმარჩხოვა გრძელდება მარტის ჩათვლით.

11. განვლილი ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის განმავლობაში მდ. იორის ჩამონადენმა მისი სამივე მონაკვეთის ფარგლებში არსებითი ცვლილებები განიცადა 1943-1954 წწ. პერიოდში, ანუ სარწყავი სისტემის სრული დატვირთვით ამოქმედებამდე, მისი საშუალო წლიური ჩამონადენი საგუშაგო ლელოვანზე შეადგენდა 10.7 მ<sup>3</sup>/წმ, საგ. ორხეზე - 11.2 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო შესართავთან ახლოს მდებარე საგ. სალახლიზე (ქესამანი) - 17.4 მ<sup>3</sup>/წმ. 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, რაც განპირობებულია მდ. იორის აუზში მრავალრიცხოვანი სარწყავი სისტემის აგებით.
12. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში არ მიმდინარეობს მდ. იორისა და მისი შენაკადების, ასევე ბუნებრივ და ხელოვნურ წყალსატევების წყლის რეჟიმის შესწავლა და სისტემატური დაკვირვებები, რის გამოც უცნობია მდინარის ზემო, შუა და ქვემო წელში ჩამონადენის სიდიდე და მისი ცვალებადობა სეზონების მიხედვით. მანამ ეს პრობლემები არ მოგვარდება შეუძლებელი იქნება მდ. იორის აუზში წყლის მენეჯმენტის კომპლექსური სისტემის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს საკმაოდ შეზღუდული წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებას და ეკონომიკის პრიორიტეტული დარგების განვითარებას;
13. მდ. იორის აუზში წყლის რესურსების ძირითადი მომხმარებელს თიანეთის, საგარეჯოს, დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების მოსახლეობა და აუზის ფარგლებში მოქმედი ეკონომიკის ცალკეული სექტორები - ენერგეტიკის, ირიგაციის და შიდა წყალმომარაგების სექტორები წარმოადგენს. გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ოთხივე მუნიციპალიტეტი ეკონომიკურად ორიენტირებულია სოფლის მეურნეობაზე, რომელშიც დომინირებს მეცხოველეობა და მიწათმოქმედება. აუზის ტერიტორია მდიდარია სათიბ-სამოვრებით (განსაკუთრებით მდინარის ზემო წელში) და ზამთრის სამოვრებით (ქვემო წელში). სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის შუა და ქვემო წელში აუცილებელია სარწყავი სისტემების და ქარსაცავი ზოლების აღდგენა-განვითარება. იორის აუზში ეკონომიკის განვითარებისთვის 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 დაკავშირებული წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებასთან და წყლის მენეჯმენტის სისტემის დანერგვასთან. რაც შეეხება ეკონომიკის მეორე პრიორიტეტული დარგს - ტურიზმს, მისი განვითარება შეუძლებელი იქნება სათანადო ინფრასტრუქტურის შექმნის გარეშე, რომლის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი კომპონენტია ტურიზმის ობიექტების წყალმომარაგება. ამ პრობლემის დაძლევა, ისევე, როგორც სოფლის მეურნეობაში, განპირობებული იქნება აუზში წყლის მენეჯმენტის თანამედროვე სისტემის შექმნისა და მის დანერგვაში მიღწეული წარმატებებით.
14. ევროკავშირის ანგარიშგების სახელმძღვანელოს 4.9.2015-ის თანახმად, არსებობს ზეწოლის შემდეგი ტიპები: დაბინძურების წერტილოვანი ზეწოლა, დაბინძურების დიფუზური ზეწოლა, ჭარბი წყალაღების ზეწოლა, ფიზიკური ცვლილება და სხვა ზეწოლა [18]. ეს

ზეწოლები ეხება შესაბამის მთავარ გამომწვევ მიზეზებს, როგორცაა ურბანული განვითარება, მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა და ა.შ.

**ურბანული ჩამდინარე წყლების** ჩაშვება (წერტილოვანი ზეწოლა) ძირითადად დაკავშირებულია მუნიციპალურ ჩამდინარე წყლებთან. გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების წყალჩაშვება ძირითადად აღრიცხული იყო მდ.იორის აუზის მცირე ქალაქებისთვის. საპილოტე აუზში ცენტრალიზებული კანალიზაციის სისტემები გაყვანილია საგარეჯოს, დედოფლისწყაროს და თიანეთის მუნიციპალურ ცენტრებში. მდინარის აუზში არ არსებობს ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობა (WTP).

**საწარმოო ჩამდინარე წყლები** (წერტილოვანი ზეწოლა). წყლის წლიური მოხმარების მონაცემთა ბაზის თანახმად (MEPA, 2017), მდინარის აუზში განხორციელებული ძირითადი ეკონომიკური საქმიანობა, რომელიც იწვევს წყლის ჩაშვებას ზედაპირული წყლის ობიექტებში არის ღვინის წარმოება, ქვიშის და ხრემის გადამუშავება (საგარეჯოსა და თიანეთის მუნიციპალიტეტებში). ამ საქმიანობების შედეგად ჩამდინარე წყლები მიედინება მდინარე იორში.

აუზში **დიფუზური** დაბინძურებისგან ზეწოლის გამომწვევის პოტენციალის მთავარი მიზეზი არის სოფლის მეურნეობა (მემცენარეობა, მეცხოველეობა და ძოვება). გარდა ამისა, უნებართვო ნაგავსაყრელები, რომლებიც მდებარეობს აუზში, შესაძლებელია განიხილულ იქნას, როგორც დაბინძურების დიფუზური წყაროები. მდ. იორის აუზში არსებული წყლის მოხმარების ანალიზით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ენერგეტიკის, სარწყავი და შიდა წყალმომარაგების სექტორებს წამყვანი როლი ენიჭებათ წყალმომხმარებელთა შორის.

**წყალაღების შედეგად** ზეწოლის მთავარ გამომწვევ მიზეზებს აუზში წარმოადგენენ სარწყავი სისტემები, ჰიდროელექტროსადგურები, სასმელი წყალმომარაგება, თევზის მეურნეობები, ქვიშა-ხრემის მოპოვება. მნიშვნელოვანია ხაზი გაესვას მდინარე იორის აუზში მიწისქვეშა წყლის ობიექტებიდან წყალაღების ადგილმდებარეობასა და მოცულობას.

**გადაჭარბებული წყალაღება** შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც პრობლემური საკითხი, იგი უკავშირდება სარწყავ სისტემებს, ჰიდროენერგეტიკულ სექტორს, სასმელი წყლით მომარაგებას, მეთევზეობას, ქვიშა/ხრემის მოპოვებას და ა.შ.

15. დღეისათვის წყლის რესურსების მართვა ხდება ცენტრალიზებულად და არა ამა თუ იმ წყლის ობიექტის გეოგრაფიულ საზღვრებში - მდინარის აუზის/სააუზო უბნის დონეზე, რაც შეუძლებელს ხდის წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას. ალტერნატივას წარმოადგენს **სააუზო მართვის მოდელი**, რომელიც გულისხმობს ინტეგრირებულ მიდგომას და მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების გამოცდილებიდან გამომდინარე, უზრუნველყოფს წყლის რესურსების მდგრად გამოყენებას. სააუზო მოდელის ქვა კუთხედს წარმოადგენს **სააუზო გეგმა**, იგივე სამოქმედო გეგმა, ანუ ინსტრუმენტი, რომელიც აღწერს წყლისა და წყლის აუზთან დაკავშირებული მიწის რესურსების მართვის სქემას.

სააუზო გეგმის განხორციელებაში, მონიტორინგსა და შეფასებაში მონაწილეობენ კანონმდებლები (პარლამენტარები), წყლის რესურსების მენეჯერები (ინსტიტუტებში), წყლის სერვისის მიმწოდებელი კომპანიები და წყალმოსარგებლები (საწარმოო ობიექტები, ენერგეტიკული ობიექტები, სასოფლო-სამეურნეო ფერმები და მოსახლეობა).

16. აუზის მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანია აუზში არსებულ პრობლემებს სხვადასხვა კუთხით მივუდგეთ. მაგალითად, წყლის რესურსების **მდგრადი მართვის** მიდგომების გამოყენებით შესაძლოა თავიდან იქნეს აცილებული მდინარეებში წყლის ჩამონადენის შემდგომი შემცირება და წყლის ხარისხის გაუარესება. **მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენება** დაგვეხმარება წყლის რესურსების დაზოგვაში (კონსერვაციაში) და შესაბამისად წყლის ობიექტებიდან წყალაღების შემცირებაში; **კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია** მინიმუმამდე დაიყვანს კლიმატის ცვლილების მავნე შედეგებს

17. ტემპერატურისა და ნალექთა 2070 და 2100 წლისთვის პროგნოზირებული მონაცემებით, მდ. იორის საპროგნოზო მოდელის მიხედვით მოსალოდნელია ჩამონადენის შემცირება 2071-2100 წწ პერიოდში 10%-ით, 1964-1990 წწ პერიოდის საშუალოსთან შედარებით, ხოლო წყალაღებების მოდელირებამ 10-50% ფარგლებში აჩვენა, რომ მდინარის ზემო წელში

ამჟამად არსებული წყლის შედარებით უმნიშვნელო დეფიციტი საუკუნის ბოლოსთვის გამძაფრდება, რაც გამოიწვევს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტიულობის შემცირებას, სამოვრების დეგრადაციას, ექსტრემალური ამინდის შემთხვევების გახშირებას და სხვა თანმდევ მოვლენებს. ტემპერატურის ზრდა და ნალექების რაოდენობის ცვლილებები სავარაუდოდ ზეგავლენას იქონიებს აუზის ბიომრავალფეროვნებასა და ეკოსისტემების სერვისებზეც და, საბოლოო ჯამში, გამოიწვევს ქვეყნის განვითარების შეფერხებას. ამიტომ, კლიმატის ცვლილების ნეგატიური შედეგების შესამცირებლად საჭიროა და აუცილებელი ადაპტაციის გარკვეული შესაძლებლობების ძიება.

18. იორის პოლიგონზე ნხგ. ოპერაციების ჩატარების მთავარ მიზანს შეადგენდა მდ. იორის წყლის რესურსების გაზრდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის პირობების ხელშესაწყობად, ჰესების კასკადის ენერგოეფექტურობის ამაღლება და ქალაქების - თბილისისა და რუსთავის წყალმომარაგების გაუმჯობესება. იორის პოლიგონის ფუნქციონირების ეფექტურად წარმოჩენის ხელსაყრელი პირობები შეიქმნა 1989 წელს, როდესაც ხანგრძლივი გვალვის გამო გარდაბნისა და საგარეჯოს რაიონების სოფლის მეურნეობის სექტორი, რომელიც 20 ათას ჰა სავარგულებს მოიცავდა, განადგურების საშიშროების წინაშე აღმოჩნდა. ამ საფრთხისაგან აღნიშნული რაიონები იხსნა სიონის წყალსაცავში დაგროვილმა წყლის რესურსებმა, რომელიც მოხმარდა ამ რაიონების სავარგულების რწყვას. საქსტატისა და საქენერგოს მონაცემებით სიონის წყალსაცავიდან გამომუშავებული წყლის რესურსების საერთო ეკონომიკურმა ეფექტურობამ მხოლოდ სოფლის მეურნეობასა და ჰიდროენერგეტიკის გათვალისწინებით 29 მლნ მანეთს გადააჭარბა, რაც გვამლევს მოტივაციას, რომ ნხგ სამუშაოები შემოთავაზებული იქნას როგორც კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალება.
19. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინებით, პირობითად გამოყოფილია ნალექთა ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიული 8 პოლიგონი. თითოეული მათგანისათვის შეფასებულია ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციული წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის. წყლის პოტენციურმა დანამატმა თბილი სეზონისათვის შეადგინა 885 მლნ მ<sup>3</sup>, ხოლო ცივ პერიოდისთვის - 200-250 მლნ. მ<sup>3</sup>, რაც მიუთითებს აღნიშნულ ტერიტორიაზე ნხგ სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტიულობაზე.
20. შესწავლილია პოტენციური დამატებითი წყლის რესურსების ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა წყლის ინტეგრირებული მართვის სტრუქტურაში, როგორც იორი-არაგვის ჰიდროსისტემაში შემავალი სიონის, ჟინვალისა და თბილისის წყალსაცავების, ასევე საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში არსებული ფარავნის ტბის, წალკისა და ალგეთის წყალსაცავებისთვის.  
მდ. იორის აუზში, ნხგ სამუშაოთა აღდგენით, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის საკითხებთან ერთად შემოქმედებული იქნება ამ რესურსების შევსების შესაძლებლობა ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების გზით, რაც მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის კლიმატის პროგნოზირებულ ცვლილებასთან ადაპტირების ერთ-ერთი ქმედითი გზა იქნება.

# გამოყენებული ლიტერატურა

## შესავალი

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.ლ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.

## I თავი

Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005.

1. INBO Newsletter, 2016, N 24.
2. უკლება ნ.ლ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
3. Tsintsadze T.N. A Mathematical Model of Formation of the River Run-off in the Case of Anthropogenic Influence on Croud Systems. Internat. Conference “Hydrological Processes in the Catchment”. Krakow, Poland, 1986, pp 163-169.
4. Сванидзе Г.Г., Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н. О гидрологическом методе оценки эффекта воздействия в рандомизированных экспериментах по увеличению осадков из конвективных облаков. Сообщения АН Груз.ССР, 1985, том 117, №1, с. 69-72.
5. Сванидзе Г.Г., Ватьян М.Р., Капанадзе Н.И. К оценке рандомизированных экспериментов в проекте увеличения осадков "Иори". Матер. Всесоюзного семинара-совещания "Планирование и оценка эффективности работ по искусственному увеличению осадков". Тбилиси, 1986, с. 43-45.
6. სვანიძე გ., ბეგალიშვილი ნ., ბერიტაშვილი ბ. აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პროექტის შედეგები. თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის 150 წლისთავისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული. „მეცნიერება“, თბილისი, 1997, გვ. 51-58.
7. ჩიკვაიძე გ., შველიძე ო., გელაძე ი. საქართველოში სამელიორაციო სისტემების პროექტირებისა და ექსპლუატაციისათვის საჭირო კომპლექსური წყალბალანსური გამოკვლევები. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 1996, ტომი 100, გვ. 143-147.
8. ჩიკვაიძე გ. წვეთოვანი მორწყვის სისტემა და მისი აღჭურვილობა. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 1998, ტომი 101, გვ. 234-244
9. ჩიკვაიძე გ., შველიძე ო., გელაძე ი., დევდარიანი ნ., არქიელიძე ნ. გვალვიან რაიონებში წვეთოვანი მორწყვის დანერგვა, როგორც წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების და გვალვასთან ბრძოლის ღონისძიება. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2002, ტომი 107, გვ. 218-222.
10. სვანიძე გ., ცომაია ვ., მესხია რ. საქართველოს წყლის რესურსების მოწყვლადობა და ადაპტაციის ღონისძიებები. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2001, ტომი 106, გვ. 11-30.
11. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ჩარჩო კონვენციაზე. თავი 8. კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ ადაპტაციის ღონისძიებათა ანალიზი და სტრატეგია. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი. თბილისი, 1999, გვ. 119-124.
12. სვანიძე გ., ჩიკვაიძე გ. აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეთა აუზებში სარწყავი წყლის დეფიციტის საკითხისთვის. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2001, ტომი 106, გვ. 31-39.



13. გელაძე ი., დევდარიანი ნ., კოპაძე ს., ჩიკვაძე გ., შველიძე ო. ოპტიმიზებული მორწყვის ნორმები ძირითადი კულტურების ზრდა-განვითარების სხვადასხვა პერიოდისათვის აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2001, ტომი 106, გვ. 108-118.
14. მესხია რ. წყლის ბალანსის სტრუქტურა ლანდშაფტის ტიპების მიხედვით. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2001, ტომი 106, გვ. 165-169.
15. მესხია რ. ნიადაგისა და მცენარეული საფარის მიერ ნალექის დაკავების ფენის გაანგარიშება მდინარის ჩამონადენის მოდელირებისათვის. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2007, ტომი 111, გვ. 58-61.
16. ბეგალიშვილი ნ. ცომაია ვ., ბეგალიშვილი ნ.ნ. კლიმატის ცვლილების პირობებში მდინარეული ჩამონადენის ცვლილების შეფასება მათემატიკური მოდელის საფუძველზე. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2002, ტომი 107, გვ. 133-138.
17. ბასილაშვილი ც., კარტაშოვა ნ., კობახიძე ნ. მდინარეთა წყლიანობა სავეგეტაციო პერიოდში და მისი პროგნოზირება მთავარი სარწყავი სისტემების მომსახურებისთვის. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2002, ტომი 107, გვ. 139-146.
18. Basilashvili Ts. Impact of climate change on river resources flowing into mountain water reservoir and its forecast (on the example of Zhinvali water reservoir). Proceedings ICAE-2015. Tbilisi State University, 2015, pp. 70-74.
19. გრიგოლია გ. საბაძე ე., ხმალაძე გ. გვალვის შედეგების შერბილების შესაძლებლობა იორი-არაგვის წყალსამეურნეო კომპლექსური სისტემის გამოყენებით. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტ. შრომები, 2002, ტომი 107, გვ. 200-205.
20. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. საქ. გარემოს დაცვისა და ბუნ. რეს. სამინისტრო/UNDP. თბილისი, 2009, გვ. 164-166.
21. Yates D., Purkey D., Sieber Y., Huber – Lee a., Galbraith H. WEAP21 –A demand -, priority,- and preference - driven water planning model. Water International, 2005, vol. 30, N4, pp. 501-512.
22. ვ. გელაძე, გ. გელაძე ნ. ბოლაშვილი, ნ. მაჭავარიანი. საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსული პოტენციალი და მენეჯმენტი. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2008, ტომი 115, გვ. 41-45.
23. Водные ресурсы Закавказья (под ред. Г.Г. Сванидзе и В.Ш. Цома), гл. 6-Водообеспеченность и использование водных ресурсов. Гидрометеиздат, Ленинград, 1988, стр. 255-258.
24. მაჭავარიანი ნ., გელაძე ვ., ბოლაშვილი ნ., ყარალაშვილი თ., გეთიაშვილი ნ. კახეთის წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენების პრობლემები კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების ფონზე. თსუ გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2011, ახალი სერია, N3 (82), თბილისი, გვ. 247-250.
25. Geladze V., Bolashvili N., Karalashvili T., Machavariani N. , Chikhradze N., Kartvelishvili D. Proceedings ICAE 2015. Tbilisi State University, 2015, pp. 79-82.
26. გრიგოლია გ., ალავერდაშვილი მ., ტრაპაძე ვ., ბრეგვაძე გ., კვიციანი დ., ხუფენია ნ., კოკია ნ., კლიმატის ცვლილების ფონზე მდინარის ჩამონადენის და ნალექების ერთობლივი სტატისტიკური ანალიზი. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2008, ტომი 115, გვ. 105-111.
27. Beritashvili B., Shvangiradze M., Kapanadze N., Tsintsadze N. Adaptation to climate change in Georgia. Proceedings ICAE-2015. Tbilisi State University, 2015, pp. 67-69.
28. კლიმატის ცვლილება და კახეთის სოფლის მეურნეობა. სტრატეგიული სამოქმედო გეგმა UNDP-GEORGIA, 2014, გვ. 190.
29. მდინარე იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის დასაბუთება. ნაწილი I. ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის სისტემა. ნალექთა ხელოვნური გაზრდა. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2016, (პროექტი „იორი-2“).
30. Jones R. Water resources case study: The Murray- Daling Basin in Australia. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005, pp. 241-244.

32. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი. სოფლის მეურნეობის მგრძობიარობა კლიმატის ცვლილების მიმართ. ირიგაციის სისტემის ფაქტური გამოყენების მაჩვენებლები მუნიციპალიტეტების მიხედვით 2015 წლისთვის. NALAG/USAID, 2016, გვ. 113.
33. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის პოტენციალის დადგენა საქართველოს ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორებისათვის. დასკვნითი ანგარიში (2015-2017). შემსრულებლები ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, თ. ცინცაძე, ლ. ქართველიშვილი, ნ. ზოტიკიშვილი. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი 2017.

## II თავი

1. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001864/186417e.pdf>
2. <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/>
3. <http://nala.ge/uploads/TrainingModules>. მდინარეთა აუზების ინტეგრირებული მართვა
4. მოკლე სასწავლო კურსი. მარიამ შოთაძე
5. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001864/186417e.pdf>
6. <http://www.solutionsforwater.org/priorities>
7. საქართველოს კანონი წყლის შესახებ.  
[http://moe.gov.ge/files/kanonmdebloba/kanonebi\\_2013/8\\_kanoni.pdf](http://moe.gov.ge/files/kanonmdebloba/kanonebi_2013/8_kanoni.pdf)

## III თავი

1. ვროკავშირი წყლის ჩარჩო-დირექტივა (2000/60/EC). <http://www.eiec.gov.ge>.
2. მდინარე იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის დასაბუთება. ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის სისტემა. ნაწილი I. ნალექთა ხელოვნური გაზრდა. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2016, (პროექტი „იორი-2“).
3. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
4. საქართველოს სსრ კურორტები და საკურორტო რესურსები. მოსკოვი, 1989, გვ. 25.
5. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. საქ. გარემოსა და ბუნ. რეს. დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015.
6. საქართველოს ნიადაგების რუკა (რედ. თ. ურუშაძე). „კარტოგრაფია“, თბილისი, 1999.
7. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე. საქ. მეორე ეროვ. შეტყობინების მომამზ. ჯგუფი. თბილისი, 2008.
8. ლაჩაშვილი ი., ლაჩაშვილი ნ., ხაჩიძე მ. ქიზიყის (აღმოსავლეთ საქართველო) ფლორის კონსპექტი. „უნივერსალი“, თბილისი, 2007
9. <https://mepa.gov.ge> .შპს „დალის მთა“(ს/ნ: 228523808)
10. <https://mepa.gov.ge> .სანადირო მეურნეობა, „იორის რესურსები“მართვის გეგმა. ნიკა წითელშვილი, გიორგი გულაშვილი, მამუკა ბიწაძე. მდინარე იორის ჰიდროლოგიური ანგარიში. თბილისი, 2020. <https://sabuko.ge>.
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. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 9. Гидрометеиздат, Ленинград, 1974.
14. Богомолов Ю., Буачидзе И., Зедгенидзе С. Подземные воды. Мысль, Москва, 1983.
15. ნიკა წითელშვილი, გიორგი გულაშვილი, მამუკა ბიწაძე. მდინარე იორის ჰიდროლოგიური ანგარიში. თბილისი, 2020. <https://sabuko.ge>.
16. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩართვა აღმოსავლეთ საქართველოში წყლის ინტეგრირებული მართვის სამომავლო სისტემაში. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნ. რეფერირებულ შრომათა კრებული, თბილისი, 2019, ტ. 127, გვ. 39-41
17. EUWI+: Thematic summary River basin of Alazani-Iori river Basin

18. [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts\\_figures/guidance\\_docs\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm)].

#### IV თავი

1. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
2. მდინარე იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის დასაბუთება. ნაწილი I. ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის სისტემა. ნალექთა ხელოვნური გაზრდა. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2016, (პროექტი „იორი-2“).
3. ევროკავშირის წყლის ინიციატივა პლიუსი აღმოსავლეთ პარტნიორობის ქვეყნებისათვის (EUWI+): ალაზანი-იორის მდინარეთა სააუზო მართვის გეგმის შემუშავება საქართველოში, 2020.
4. მდ. მტკვრის აუზის დაცვის პროექტი. <https://kura-river.org>.
5. მაკაროვა მ. ევროპის პოლიტიკა და კანონმდებლობა წყლის რესურსების მართვის სფეროში. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. <http://nala.ge › uploads › TrainingModules>

#### V თავი

1. Bauwer, H. Integrated water management: Emerging issues and challenges. Agricultural Water Management, vol.45, N.3.
2. Yates D. et al. WEAP 21 - A demand -, priority-, and preference - driven water planning model. Part 1: Model characteristics. Water International, vol. 30, N4, pp.487-500, 2005.
3. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.
4. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. საქ. გარემოსა და ბუნების დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015.
5. საქართველოს კანონი წყლის შესახებ. [http://moe.gov.ge/files/kanonmdebloba/kanonebi\\_2013/8\\_kanoni.pdf](http://moe.gov.ge/files/kanonmdebloba/kanonebi_2013/8_kanoni.pdf)
6. მაკაროვა მ. ევროპის პოლიტიკა და კანონმდებლობა წყლის რესურსების მართვის სფეროში. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. <http://nala.ge › uploads › TrainingModules>
7. ალაზანი-იორის მდინარეთა სააუზო მართვის გეგმა 2020”. <https://www.euwipluseast.eu › 2021/05 ›>

#### VI თავი

1. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. საქ. გარემოს დაცვისა და ბუნ. რეს. სამინისტრო/UNDP. თბილისი, 2009.
2. tianeti.pdf - კლიმატის ცვლილების ადაპტაცია და ზემოქმედების შერბილება ადგილობრივ დონეზე. <http://nala.ge › uploads › BaselinePerMunicipality>
3. კახეთის სოფლის მეურნეობა და კლიმატის ცვლილება. საქ. გარემოს დაცვისა და ბუნ. რეს. სამინისტრო/UNDP. თბილისი, 2014.
4. Rejwan, A. 2011; WWDR 2017.
5. 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.
6. 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. Гудушаური). Москва, Гидрометеиздат, 1986. 25стр.

- 7 ბ. ბერიტაშვილი, თ. ცინცაძე, ნ. კაპანაძე. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოები საქართველოში. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2020, 122 გვ.
- 8 სვანიძე გ., ბეგალიშვილი ნ., ბერიტაშვილი ბ., შავიშვილი ნ. სიონის წყალსაცავის წყლის რესურსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა (1989 წლის მაგალითზე). საქ სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 1990, ტომი 139, №3, გვ. 649-652.
9. Сванидзе Г.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш. О физической и экономической эффективности работ по искусственному увеличению осадков Закавказье. Тр. ВГИ, 1992, вып. 85, с. 80-90.
10. ცინცაძე თ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., სალუქვაძე მ. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2013, 78 გვ.
11. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015, გვ. 265-285.
12. ნ. ბეგალიშვილი, ნ. კაპანაძე. ნ. რობიტაშვილი, გ. რობიტაშვილი, ი. რუხაძე. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ღრუბელთა რესურსების სტატისტიკური ანალიზი. ჰმი-ს შრომათა კრებული, ტ.107, 2002, გვ. 241-253.
13. ბერიტაშვილი ბ. ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა წარმოების მეთოდოლოგიური საფუძვლები (აღმოსავლეთ საქართველოს მაგალითზე). დისერტაცია გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თსუ, თბილისი, 1994.
14. Сванидзе Г.Г., Бегалишвили Н.А., Ватьян М.Р., Зорян З.А., Никогосян, Г.Т., Цинцадзе Т.Н., Шакарашвили В.Ш., Менабде Ш.Ш., Смирнов., Д.Е. О методах и результатах оценки работ по искусственному увеличению осадков в Закавказье. Всесоюзная конференция по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Тезисы докладов, г. Киев, 17-21 ноября 1987 г. Обнинск, 1987, с. 185-186.
15. ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები კლიმატურ მონაცემთა გათვალისწინებით. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2019, ტ. 126.
16. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды ЗакНИГМИ, 1971, вып. 44(50). Гидрометеиздат, Ленинград, с . 245.
17. უკლება ნ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
18. ფრანგიშვილი., გასიტაშვილი ზ., ცინცაძე ბ., ბერიტაშვილი ბ. და სხვ. მდ. იორის აუზში წყლის ინტეგრირებული მენეჯმენტის სისტემის შექმნის დასაბუთება. ნაწილი I. ჰიდრომეტეოროლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის სისტემა. ნალექთა ხელოვნური გაზრდა. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2016, გვ. 51-52.
19. გრიგოლია გ., საბაძე ე., ხმალაძე გ. გვალვის შედეგების შერბილების შესაძლებლობა იორი-არაგვის წყალსამეურნეო კომპლექსური სისტემის გამოყენებით. საქ. მეცნ. აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, თბილისი, 2002, ტომი 107, გვ. 202-205.
20. ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე, თ. ცინცაძე. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩართვა საქართველოში წყლის ინტეგრირებული მართვის სამომავლო სისტემაში. სტუ ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2020, ტ. 127, გვ.