

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე, ი.ჩოგოვაძე

**გლობალურ დათბობაზე სავარაუდო  
კლიმატის რეაბირების შეფასება**



თბილისი

2010

ბაკურ ბერიტაშვილი  
ნაილი კაპანაძე  
ირაკლი ჩოგოვაძე

გლობალურ დატბობაზე საქართველოში  
კლიმატის რეაბირების შეფასება

Bakuri Beritashvili  
Naili Kapanadze  
Irakli Chogovadze

Assessment of climate response in Georgia to global  
warming

Бакури Шалвович Бериташвили  
Наили Ивановна Капанадзе  
Ираклий Васильевич Чоговадзе

Оценка реакции климата в Грузии на глобальное  
потепление

თბილისი- Tbilisi –Тбилиси

2010

რედაქტორი:

გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი  
**თამაზ თურმანიძე**

რეცეზენტები:

გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური  
დოქტორი  
**დალი მუმლაძე**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა  
დოქტორი, პროფესორი  
**გიორგი მელაძე**

----- X ----- X -----

**Editor:**

Dr. Sci. in Geography Professor,  
**Tamaz Turmanidze**

**Reviewers:**

Acad. Dr. Sci. in Geography  
**Dali Mumladze**

Dr. Sci. in Agriculture, Professor  
**Giorgi Meladze**

----- X ----- X -----

**Редактор:**

Доктор географических наук, профессор  
**Тамаз Турманидзе**

**Рецензенты:**

Акад. доктор географических наук  
**Дали Мумладзе**

Доктор с.-х. наук, профессор  
**Георгий Меладзе**

## უაკ 551. 583

ნაშრომში განხილულია გავლილი საუკუნის მანძილზე ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების ცვალებადობა საქართველოს სამი კლიმატური ოლქის მახასიათებელ მეტეოსადგურებზე (თბილისი, ქუთაისი, ახალქალაქი), აგრეთვე ძლიერი ქარების რეჟიმის ტრენდები თბილისსა და ქუთაისში. შეფასებულია შერჩეულ სადგურებზე ტემპერატურული მახასიათებლების რეპრეზენტატულობა შესაბამისი ოლქების ტერიტორიისთვის. დადგენილია სამივე სადგურზე საშუალო სეზონური და წლიური ტემპერატურებისა და ნალექთა ჯამების ცვლილების კანონზომიერებანი 30-წლიან კლიმატურ პერიოდებს შორის. განხილულია გავლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე ცენტრალური კავკასიონის ზოგიერთი მყინვარის დინამიკის მახასიათებლები. შეფასებულია საქართველოს რეგიონების მოწყველადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ, აგრეთვე ეკონომიკის წამყვანი დარგებისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების მგრძობიარობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ. განხილულია საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის საკითხები.

ნაშრომი განკუთვნილია კლიმატის ცვლილების პრობლემაზე მომუშავე სპეციალისტთა ფართო წრისთვის. მასში მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნას ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების მიმართ სისტემების მოწყველადობის შესაფასებლად, შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების შესამუშაველად და სამხრეთ კავკასიის რეგიონში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების საპროგნოზო სცენარებში გასათვალისწინებლად.

### UDC 551.583

The variation of air temperature and precipitation during the past century is analyzed at 3 meteorological stations (Tbilisi, Kutaisi, Akhalkalaki) typical for three climatic regions of Georgia, as well as trends in high winds regime in Tbilisi and Kutaisi. The representation degree of temperature features at the selected stations for the entire territories of relevant regions is assessed. The regularities of seasonal and annual variation of air temperature and sums of precipitation between 30-year climate periods are established. The dynamics of some glaciers at the central part of Greater Caucasus is discussed for the past half-a-century. The vulnerability of Georgia's different regions to climate change is assessed, as well as sensitivity of main sectors of economy and natural ecosystems to climate parameters. Some aspects of climate change policies in Georgia are discussed.

The monograph is intended for the wide range of experts in the field of climate change. Obtained data can be used for the assessment of vulnerability of different systems to climate change in Georgia, for preparation of corresponding adaptation measures and application to scenarios of predicted climate change in South Caucasus region.

### **УДК 551.583**

В работе проанализирована изменчивость за прошедшее столетие температуры воздуха и осадков на трех характерных метеостанциях (Тбилиси, Кутаиси, Ахалкалаки) трех климатических областей Грузии, а также выявлены тренды режима сильных ветров в Тбилиси и Кутаиси. Оценена репрезентативность температурных показателей на выбранных станциях для территорий соответствующих областей. Определены закономерности изменения средних сезонных и годовых температур и сумм осадков между 30-летними климатическими периодами. Рассмотрены характеристики динамики некоторых ледников центральной части Большого Кавказа за прошедшие полвека.

Оценена уязвимость регионов Грузии относительно изменения климата, а также чувствительность ведущих отраслей экономики и естественных экосистем относительно климатических параметров. Рассмотрены некоторые вопросы политики изменения климата в Грузии.

Монография рассчитана на широкий круг специалистов по проблеме изменения климата. Полученные в ней результаты могут быть использованы для оценки уязвимости систем относительно изменения климата в Грузии, подготовки соответствующих адаптационных мероприятий, а также уточнения прогностических сценариев ожидаемого изменения климата в регионе Южного Кавказа.

## წინასიტყვაობა

კლიმატის ცვლილების საკითხებმა ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კვლევებში ადგილი დაიმკვიდრა გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან, როდესაც გლობალური დათბობა ჯერ კიდევ არ იყო გამოვლენილი იმ მასშტაბით, რომ იგი მეცნიერთა და პოლიტიკოსთა განსჯის საგანი გამხდარიყო საერთაშორისო დონეზე. აღნიშნული გამოკვლევები მნიშვნელოვანწილად სტიმულირებული იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტში აკად. თ. დავითიას ხელმძღვანელობით წამოწყებული სამუშაოებით, რომლებიც ძირითადად ეყრდნობოდა კავკასიონის მყინვარების გამოყენებას ბოლო ათასწლეულებში კლიმატის ცვალებადობის შესასწავლად.

1995 წლიდან გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციასთან მიერთების შემდეგ საქართველო აქტიურად ჩაება კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებულ საქმიანობაში. ბოლო 15 წლის მანძილზე ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ამ საქმიანობის, და მათ შორის სამეცნიერო გამოკვლევების ფარგლებში მიმდინარე სამუშაოებში. ინსტიტუტის მონაწილეობით შესრულდა ჩარჩო კონვენციისათვის საქართველოს პირველი და მეორე ეროვნული შეტყობინებები, გამოქვეყნდა 8 მონოგრაფია და 60-ზე მეტი სამეცნიერო სტატია, რომლებიც უშუალოდ ეძღვნება საქართველოში კლიმატის ცვლილების პრობლემას.

ბოლო წლებში განსაკუთრებული აქტუალობა შეიძინა კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ ეროვნულ და რეგიონალურ დონეზე საადაპტაციო ღონისძიებების მომზადებამ და განხორციელებამ, რაც თითოეულ ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის უმთავრეს რგოლს წარმოადგენს. აღნიშნული მიმართულებით პროექტების მომზადებამ აუცილებელი გახადა გავლილი საუკუნის მანძილზე ეროვნულ დონეზე კლიმატის ცვლილების ინსტრუმენტულად დასაბუთებული ტრენდების დადგენა, რაც შესაძლებლობას იძლევა შეფასდეს ქვეყანაში არსებული ბუნებრივი და ანთროპოგენული სისტემების მოწყვეადობა და ადაპტაციის უნარი კლიმატის უკვე გამოვლენილი ცვლილების მიმართ.

წინამდებარე ნაშრომი შესრულებულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში აღნიშნული მიმართულებით წარმოებული გამოკვლევების ფარგლებში და იგი მიზნად ისახავს გავლილი საუკუნის მანძილზე საქართველოს სამკლიმატურ ოქტში კლიმატის დაფიქსირებული ცვლილების ტრენდების დადგენას. მიღებული შედეგები საფუძვლად დაედო ინსტიტუტის თემატიკით გათვალისწინებული სამუშაოების შესრულებას, რომლებიც შეეხება მიმდინარე საუკუნის ბოლომდე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების ფონზე საქართველოში ბუნებრივი და ანთროპოგენული სისტემების მოწყვეადობის შეფასებას და შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების მომზადებას.

თ. ცინცაძე

ინსტიტუტის დირექტორი



## Foreword

The topics of climate change have been integrated in the scientific research of the Institute of Hydrometeorology since 1970-es, when global warming was not manifested yet on a scale to be a matter of concern for scientists and politicians at the international level. This research was greatly stipulated by scientific activities initiated at the Institute of Geography of the Georgian Academy of Sciences under the leadership of Academician F.Davitaia that were based upon the use of glaciers of the Greater Caucasus for the exploration of climate change through the last millennia.

Since 1995, after joining the UNFCCC, Georgia has been actively engaged in activities related with the Climate Change problem. For the last 15 years the Institute of Hydrometeorology is playing an important role in the research being carried out in this direction. The Institute took part in the preparation of Georgia's Initial and Second National Communications to the UNFCCC. It has published 8 monographs and more than 60 scientific papers devoted to the problem of climate change in Georgia.

For the last years special urgency has gained the preparation and implementation at national and regional levels of adaptation measures to the anticipated changes of climate, being a crucial part of climate change policy in any country. The preparation of projects in this direction has necessitated the determination at the national level the instrumentally substantiated trends of climatic change during the past century, making it possible to assess the vulnerability and adaptive capacity of country's natural and anthropogenic systems to the already revealed changes in climate.

The work presented is implemented at the Institute of Hydrometeorology of Georgia in the frame of research being conducted in the mentioned above direction. It is aimed at the establishment of revealed climate change trends in 3 climate regions of Georgia. The obtained results are used to assess the vulnerability of natural and anthropogenic systems in Georgia at the background of expected to the end of current century climate change and to prepare the relevant adaptation measures.



T.Tsintsadze  
Director

## Предисловие

Вопросы изменения климата заняли место в научных исследованиях Института гидрометеорологии с 70-х годов прошедшего столетия, когда глобальное потепление еще не проявилось в таком масштабе, чтобы оно стало предметом обсуждения ученых и политиков на международном уровне. Эти исследования в значительной степени были стимулированы работами, начатыми в Институте географии АН Грузии под руководством акад. Ф.Ф.Давитая, которые в основном основывались на использовании ледников Большого Кавказа для изучения изменчивости климата в течение последних тысячелетий.

С 1995 года, после присоединения к Рамочной Конвенции ООН по изменению климата, Грузия активно включилась в деятельность, связанную с проблемой изменения климата. В течение последних 15 лет Институт гидрометеорологии играет значительную роль в научных работах, ведущихся в данном направлении. С участием Института были подготовлены первое и второе Национальное сообщение для РКИК, опубликовано 8 монографий и более 60 научных статей, посвященных проблеме изменения климата в Грузии.

В последние годы особую актуальность приобрели подготовка и осуществление на национальном и региональном уровнях адаптационных мер относительно прогнозируемого изменения климата, что является основным звеном политики изменения климата в каждой стране. Подготовка проектов в данном направлении вызвала необходимость установления на национальном уровне инструментально обоснованных трендов изменения климата за прошедшее столетие, что дает возможность оценить уязвимость и адаптируемость имеющихся в стране естественных и антропогенных систем относительно уже выявленных изменений климата.

Представленная работа выполнена в Институте гидрометеорологии Грузии в рамках исследований, ведущихся в упомянутом направлении. Целью ее является установление трендов зафиксированного за прошедший век изменения климата в трех климатических областях Грузии. Полученные результаты легли в основу выполнения предусмотренных тематикой Института работ, касающихся оценки уязвимости естественных и антропогенных систем в Грузии на фоне ожидаемого к концу текущего столетия изменения климата и подготовки соответствующих адаптационных мероприятий.



Т.Н.Цинцадзе  
Директор Института



## შინაარსი

თავი		გვ.
	<b>წინასიტყვაობა</b>	6
	<b>რეზიუმე</b>	15
	<b>შესავალი</b>	26
1	<b>საკვანძო მეტეოროლოგიური სადგურების შერჩევა და მათი რეპრეზენტატიულობის შეფასება</b>	30
2.	<b>ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობა საკვანძო სადგურებზე</b>	43
	2.1. თბილისი	43
	2.2. ქუთაისი	55
	2.3. ახალქალაქი	59
3.	<b>ნალექთა ცვალებადობა საკვანძო სადგურებზე</b>	64
	3.1. თბილისი	64
	3.2. ქუთაისი	73
	3.3. ახალქალაქი	76
4.	<b>ძლიერი ქარების რეჟიმის ცვალებადობა თბილისსა და ქუთაისში</b>	81
	4.1. თბილისი	81
	4.2. ქუთაისი	85
5.	<b>ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა დეგრადაცია გლობალური დათბობის შედეგად</b>	90
	5.1. გლობალური დათბობის გავლენა დედამიწის კრიოსფეროზე	90
	5.2. საქართველოს ფარგლებში მყინვართა დეგრადაცია გასულ საუკუნეში	92
	5.3. ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა ევოლუცია 1985- 2000 წწ. პერიოდში	96
	5.4. კავშირი ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა მასის ბალანსსა და ატმოსფეროს ფართომასშტაბური ცირკულაციის ანომალიებს შორის	102
6.	<b>კლიმატის ცვლილების მიმართ საქართველოს რეგიონების მოწყვლადობის შეფასება</b>	108
	6.1. სისტემის მოწყვლადობა და ადაპტაციის უნარი	108
	6.2. საქართველოში კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადი საცდელი რეგიონების შერჩევა	111
	6.3. კლიმატური ელემენტების ცვლილება საცდელ რეგიონებში	113

	6.4.	საცდელი რეგიონების მოწვევადობის შეფასება და საადაპტაციო ღონისძიებები	119
	6.4.1.	შავი ზღვის სანაპირო ზონა	119
	6.4.2.	ქვემო სვანეთი	120
	6.4.3.	დედოფლისწყაროს რაიონი	122
	6.5.	საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ მოწვევადობის მიხედვით	124
7.	<b>საქართველოს ეკონომიკისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების მგრძობიარობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ</b>		136
	7.1.	ეკონომიკის ცალკეული სექტორები	136
	7.1.1.	სოფლის მეურნეობა	136
	7.1.2.	მეტყვეობა	140
	7.1.3.	წყლის რესურსების მართვა	140
	7.1.4.	ჰიდროენერგეტიკა	141
	7.1.5.	თბური ენერგეტიკა და მრეწველობა	141
	7.1.6.	ტრანსპორტი	142
	7.1.7.	კომუნალური მეურნეობა	143
	7.1.8.	ტურიზმი	143
	7.1.9.	მშენებლობა	144
	7.1.10.	სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა	144
	7.1.11.	მეთევზეობა	145
	7.1.12.	ჯანდაცვა	145
	7.1.13.	ნარჩენების მართვა	146
7.2.	ბუნებრივი ეკოსისტემები	149	
8.	<b>კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის თავისებურებანი საქართველოში</b>		153
	8.1.	კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა საქართველოში	153
	8.2.	კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის შეფასებები	155
	8.3.	ძირითადი პრინციპები საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გასატარებლად	159
<b>გამოყენებული ლიტერატურა</b>			164
<b>დანართები</b>			168

## Contents

		pp.
<b>Foreword</b>		7
<b>Summary</b>		19
<b>Introduction</b>		26
1.	<b>Selection of key meteorological stations and assessment of their representation degree</b>	30
2.	<b>Air temperature variation at key stations</b>	43
	2.1. Tbilisi	43
	2.2. Kutaisi	55
	2.3. Akhalkalaki	59
3.	<b>Precipitation variation at key stations</b>	64
	3.1. Tbilisi	64
	3.2. Kutaisi	73
	3.3. Akhalkalaki	76
4.	<b>Variation of high winds regime in Tbilisi and Kutaisi</b>	81
	4.1. Tbilisi	81
	4.2. Kutaisi	85
5.	<b>Degradation of Central Caucasus glaciers resulting from global warming</b>	90
	5.1. Impact of global warming an Earth's cryosphere	90
	5.2. Degradation of glaciers at the territory of Georgia during the past century	92
	5.3. Evolution of Central Caucasus glaciers in 1985-2000	96
	5.4. Connection between mass balance of Central Caucasus glaciers and large scale atmospheric circulation anomalies	102
6.	<b>Assessment of Georgia's regions vulnerability to climate change</b>	108
	6.1. Vulnerability and adaptive capacity of a system	108
	6.2. Selection of climate change pilot regions in Georgia	111
	6.3. Variation of climate elements in pilot regions	113
	6.4. Assessment of pilot regions vulnerability and adaptation measures	119
	6.4.1. Black Sea coast zone	119
	6.4.2. Kvemo Svaneti	120
	6.4.3. Dedoplistskaro region	122
	6.5. Division of Georgia's territory according to the vulnerability to anticipated climate change	124

7.	<b>Sensitivity of Georgia’s economy and natural ecosystems to climate parameters</b>		136
	7.1.	Sectors of economy	136
		7.1.1. Agriculture	136
		7.1.2. Forestry	140
		7.1.3. Water resources management	140
		7.1.4. Hydroenergy	141
		7.1.5. Heat energy and industry	141
		7.1.6. Transportation	142
		7.1.7. Residential / commercial sectors	143
		7.1.8. Tourism	143
		7.1.9. Construction	144
		7.1.10. Sea coastal zone infrastructure	144
		7.1.11. Fishing	145
		7.1.12. Health -	145
		7.1.13. Waste management	146
	7.2.	Natural ecosystems	149
8.	<b>Features of climate change policies in Georgia</b>		153
	8.1.	Climate change policies in Georgia	153
	8.2.	Assessments of climate change policy efficiency	155
	8.3.	Main principles for the adoption of climate change policies in Georgia	159
<b>Referencies</b>			164
<b>Appendicies</b>			168

## Содержание

		стр.
	<b>Предисловие</b>	8
	<b>Резюме</b>	22
	<b>Введение</b>	26
1.	<b>Подбор ключевых метеостанций и оценка их репрезентативности</b>	30
2.	<b>Изменчивость температуры воздуха на ключевых станциях</b>	43
	2.1. Тбилиси	43
	2.2. Кутаиси	55
	2.3. Ахалкалаки	59
3.	<b>Изменчивость осадков на ключевых станциях</b>	64
	3.1. Тбилиси	64
	3.2. Кутаиси	73
	3.3. Ахалкалаки	76
4.	<b>Изменчивость режима сильных ветров в Тбилиси и Кутаиси</b>	81
	4.1. Тбилиси	81
	4.2. Кутаиси	85
5.	<b>Деградация ледников Центрального Кавказа в результате глобального потепления</b>	90
	5.1. Влияние глобального потепления на криосферу Земли	90
	5.2. Деградация за прошедшее столетие ледников в пределах территории Грузии	92
	5.3. Эволюция ледников Центрального Кавказа в период 1985-2000 гг.	96
	5.4. Связь между балансом массы ледников Центрального Кавказа и аномалиями широкомасштабной циркуляции атмосферы	102
6.	<b>Оценка уязвимости регионов Грузии относительно изменения климата</b>	108
	6.1. Уязвимость и адаптационный потенциал системы	108
	6.2. Подбор уязвимых для изменения климата опытных регионов в Грузии	111
	6.3. Изменчивость климатических элементов в опытных регионах	113
	6.4. Оценка уязвимости опытных регионов и адаптационные мероприятия	119
	6.4.1. Прибрежная зона Черного моря	119
	6.4.2. Квемо Сванети	120
	6.4.3. Дедоплисцкарыйский район	122
	6.5. Районирование территории Грузии по уязвимости ожидаемого изменения климата	124

7.	<b>Чувствительность к климатическим параметрам экономики и естественных экосистем Грузии</b>		136
	7.1.	Секторы экономики	136
		7.1.1. Сельское хозяйство	136
		7.1.2. Лесное хозяйство	140
		7.1.3. Управление водными ресурсами	140
		7.1.4. Гидроэнергетика	141
		7.1.5. Теплоэнергетика и промышленность	141
		7.1.6. Транспорт	142
		7.1.7. Коммунальное хозяйство	143
		7.1.8. Туризм	143
		7.1.9. Строительство	144
		7.1.10. Инфраструктура прибрежной зоны	144
		7.1.11. Рыболовство	145
		7.1.12. Здравоохранение	145
		7.1.13. Управление отходами	146
	7.2.	Естественные экосистемы	149
8.	<b>Особенности политики изменения климата в Грузии</b>		153
	8.1.	Политика изменения климата в Грузии	153
	8.2.	Оценки эффективности политики изменения климата	155
	8.3.	Основные принципы проведения политики изменения климата в Грузии	159
<b>Использованная литература</b>			164
<b>Приложения</b>			168

## რეზიუმე

1. საქართველოს სამ კლიმატურ ოლქში შერჩეულ იქნა საუკუნოვანი დაკვირვების რიგის მქონე 3 საკვანძო მეტეოროლოგიური სადგური (თბილისი, ქუთაისი და ახალქალაქი), რომლებსათვისაც დეტალურად გაანალიზდა გავლილი 100 წლის მანძილზე ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ცვალებადობის თავისებურებანი. შეფასებული იქნა ამ სადგურებზე ტემპერატურული რეჟიმის რეპრეზენტატულობა შესაბამისი ოლქების მთელი ტერიტორიისთვის. დადგენილი იქნა, რომ ამ სამი სადგურისათვის მიღებული შედეგები  $1,1-1,6^{\circ}\text{C}$  სიზუსტით შეიძლება გავრცელდეს საქართველოს მთელი ტერიტორიის დაახლოებით 40% ფართობზე, რომელზედაც ცხოვრობს ქვეყნის მოსახლეობის თითქმის 90%.
2. გავლილი საუკუნის მანძილზე გამოყოფილი 3 კლიმატურ პერიოდს შორის საშუალო სეზონური და წლიური ტემპერატურების შედარებამ აჩვენა, რომ თბილისში პერიოდებს შორის დათბობას ადგილი ჰქონდა ყველა სეზონში, ქუთაისში საუკუნოვანი დათბობა აღინიშნა მხოლოდ გაზაფხულზე, ხოლო ახალქალაქში – გაზაფხულსა და ზაფხულში. შემოდგომაზე ამ ორივე სადგურზე აღინიშნა აგრილება. საშუალო წლიური ტემპერატურა ამ სადგურებზე არ შეცვლილა (ქუთაისი), ან აღინიშნა მისი მცირე მატება (ახალქალაქი).
3. თბილისში გასული თითქმის 130 წლის განმავლობაში საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ წრფივ აპროქსიმაციაში მოიმატა  $1,0^{\circ}\text{C}$ -ით, ხოლო 1906-2005 წწ. პერიოდში ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1901-1950 წწ. საშუალოსგან გაიზარდა –  $0,2^{\circ}\text{C}$ -დან  $+0,7^{\circ}\text{C}$ -მდე. 1844-2008 წწ. პერიოდში ტემპერატურის ნორმიდან (1961-1990) დადებითი სეზონური გადახრების განმეორება ყველაზე მკვეთრად გაიზარდა ზამთარში და გაზაფხულზე, ხოლო ყველაზე ნაკლებად – შემოდგომაზე. ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ზრდამ 1904-1930 და 1974-2008 კლიმატურ პერიოდებს შორის შემოდგომაზე შეადგინა  $0,3^{\circ}\text{C}$ , ხოლო დანარჩენ სეზონებში  $0,7-1,2^{\circ}\text{C}$ .
4. ქუთაისში წლის საშუალო ტემპერატურა გასული 120-ზე მეტი წლის მანძილზე წრფივ აპროქსიმაციაში გაიზარდა მხოლოდ  $0,3^{\circ}\text{C}$ -ით. 1906-2005 წწ. პერიოდში ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1901-1950 წწ. საშუალოსგან 1990-იან წლებამდე იცვლებოდა  $-0,3$ -დან  $+0,2^{\circ}\text{C}$ -მდე, ხოლო ბოლო დეკადაში აღინიშნა ანომალიის მკვეთრი ზრდა  $-0,2^{\circ}\text{C}$ -დან  $+0,7^{\circ}\text{C}$  –მდე. ტემ-

პერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების სხვაობები საუკუნის ერთმანეთის მომდევნო 30-წლიან კლიმატურ პერიოდებს შორის ძირითადად იცვლებოდა  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში. ბოლო პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით ტემპერატურის ზრდას ადგილი ჰქონდა მხოლოდ გაზაფხულზე. სხვა სეზონებში სხვაობები პერიოდებს შორის სხვადასხვა ნიშნის აღმოჩნდა.

5. ახალქალაქში წლის საშუალო ტემპერატურა გავლილი საუკუნის განმავლობაში წრფივი აპროქსიმაციით პრაქტიკულად არ შეცვლილა და მისი ნაზრდი შეიძლება შეფასდეს მხოლოდ  $0,1^{\circ}\text{C}$  -ით. ქუთაისის მსგავსად, 1906-2005 წლებში ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1901-1950 წწ. საშუალოსგან 1990-იან წლებამდე იცვლებოდა  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში, თუმცა ბოლო დეკადაში დაფიქსირდა ანომალიის საგრძნობი ზრდა  $-0,1$ -დან  $+0,3^{\circ}\text{C}$  -მდე. ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების სხვაობები კლიმატურ პერიოდებს შორის იცვლებოდა უმეტესწილად  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში. დადებითი სხვაობების უწყვეტი მატება აღინიშნა გაზაფხულისა და ზაფხულის სეზონებში, ხოლო უარყოფითი მნიშვნელობებისა – შემოდგომაზე.
6. გასული 70 წლის მანძილზე სამივე საკვანძო მეტეოსადგურზე წრფივი აპროქსიმაციით აღინიშნა ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება სხვადასხვა სიჩქარით, რომელმაც 10 წელზე გადაანგარიშებით შეადგინა: თბილისში 2 მმ, ქუთაისში 13 მმ და ახალქალაქში 8 მმ. წლიური ჯამების 10-წლიანი საშუალოების დროში ცვალებადობას სამივე მეტეოსადგურზე განსხვავებული ხასიათი ჰქონდა. კერძოდ, ბოლო ათწლეულში თბილისსა და ახალქალაქში ნალექთა საშუალო რაოდენობა დიდად არ შეცვლილა, მაშინ როცა ქუთაისში ეს სიდიდე მკვეთრად შემცირდა 15%-ით. საბაზისო პერიოდის (1961-1990) საშუალოებიდან ნალექთა სეზონური ჯამების გადახრის ანალიზმა აჩვენა, რომ სამივე კლიმატურ ოლქში გლობალური დათბობის შედეგად მკაფიოდ გამოიკვეთა სეზონური ნალექების არსებითი შემცირება (25-32%) შემოდგომაზე და მათი უმნიშვნელო დაკლება (1-11%) გაზაფხულზე. რაც შეეხება ზამთრის ნალექებს, თბილისსა და ახალქალაქში აღინიშნა მათი საგრძნობი ზრდა (20-25%), ხოლო ზაფხულში მათი მნიშვნელოვანი მატება (26%) დაფიქსირდა მხოლოდ თბილისში.
7. თბილისსა და ქუთაისში სხვადასხვა გენეზისის მქონე ძლიერი ქარების ( $V \geq 20\text{მ/წმ}$ ) რეჟიმის 1946-2005 წწ. მანძილზე ცვალებადო-



ბის ანალიზმა აჩვენა, რომ განხილულ 4-თვიან პერიოდში (დეკემბერი-მარტი) – გასული საუკუნის 80-იან წლებამდე თბილისში ადგილი ჰქონდა ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების როგორც სიჩქარის, ისე სიხშირის შემცირებას, რის შემდეგაც დაიწყო მათი განმეორადობის მატება. ქუთაისში აღმოსავლეთის ძლიერი ქარებისთვის დადგენილ იქნა, რომ 1970-იან წლებამდე აღინიშნებოდა მათი სიჩქარის და სიხშირის ზრდა, რაც შემდგომში შეიცვალა მათი შემცირებით. მონაცემთა ერთობლივმა ანალიზმა აჩვენა აგრეთვე, რომ განხილული 60 წლის მანძილზე, 1990-იანი წლების გამოკლებით თბილისსა და ქუთაისში ადგილი ჰქონდა ძლიერი ქარების საშუალო მაქსიმუმიდან გადახრის ანტიფაზაში ცვალებადობას.

8. კლიმატის ცვლილების ერთ-ერთი მგრძობიარე ინდიკატორის – მყინვარების ცენტრალური კავკასიონის ფარგლებში 1964-1990 წლებში დინამიკის ანალიზმა აჩვენა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე შერჩეულ 9 მყინვარზე 1980-იან წლებამდე დაიკვირვებოდა როგორც უკან დახვევის, ისე წინსვლის ეპიზოდები საშუალო სიჩქარით შესაბამისად 6,1 და 3,4 მ/წელი. მომდევნო წლებში მყინვარების აბსოლუტურ უმრავლესობაზე აღინიშნებოდა მხოლოდ უკან დახვევა საშუალო სიჩქარით 11 მ/წელი. რედინგისა და მოსკოვის უნივერსიტეტების სპეციალისტთა მიერ 1985-2000 წწ. პერიოდში ჩატარებული თანამგზავრული დაკვირვებების მონაცემთა ანალიზის თანახმად, ცენტრალური კავკასიონის 113 მყინვარიდან 106 მყინვარისთვის აღინიშნა უკან დახვევა საშუალო სიჩქარით 8 მ/წელი ამავე პერიოდში რეგიონის მაღალმთიან ზონაში ჩატარებულმა მეტეოროლოგიურმა დაკვირვებებმა დააფიქსირა საშუალო წლიური ტემპერატურის მატება სიჩქარით  $1^{\circ}\text{C}/10$  წელი. მიღებული სიდიდე ახლოსაა ქუთაისში 1990-2000 წლებს შორის შეფასებულ წლიური ტემპერატურის ნამატთან. ეს შედეგი საფუძველს იძლევა ვივარაუდოთ, რომ ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში გლობალური დათბობის შედეგად ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის რეჟიმი მიახლოებით შეიძლება შეფასდეს დასავლეთ საქართველოს კლიმატური მონაცემებით.
9. შერჩეულ სამ კლიმატურ ზონაში კლიმატური რისკების თავისებურებთა და 2100 წლამდე მათი სავარაუდო ცვლილების გათვალისწინებით შედგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების მიმართ 3 ხარისხად დაყოფილი მოწყველადობის განაწილების რუკა. ძლიერი მოწყველადობის არეები მოიცავს შავი ზღვის სანაპირო ზონას, მთიან აჭარას, სვანეთს, ქვემო ქართლსა და დედოფლისწყაროს რაიონს, აგრეთვე ყაზბეგის გა-

მეინვარების ზონას და ჰერეთს. საშუალო მოწყველადობის არეებს მიეკუთვნება ზემო აფხაზეთი და რაჭა-ლეჩხუმი, მესხეთ-ჯავახეთი, სამაჩაბლო და მცხეთა-მთიანეთი, ხოლო სუსტი მოწყველადობის არეებად შეფასებულია სამეგრელოს, იმერეთის, შიდა ქართლისა და შიდა კახეთის რაიონები, ქვემო ქართლის მთიანი ნაწილი და ახალციხის ქვაბული. თითოეული რეგიონისთვის გამოყოფილია ეკონომიკის მოწყველადი სექტორები და შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების მიმართ ძირითადი საადაპტაციო ღონისძიებების მიმართულებანი.

10. შეფასებულია საქართველოს ეკონომიკის ძირითადი დარგების მგრძობიარობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ. მიღებულია, რომ კლიმატური ელემენტების ცვლილების მიმართ ყველაზე მეტად მოწყველადია ტურიზმის, ჯანდაცვის, სოფლის მეურნეობის, ჰიდროენერგეტიკის, ზღვის სანაპირო ზონისა და კომუნალური მეურნეობის სექტორები, ხოლო ყველაზე ნაკლებად – მშენებლობის, მეტყვეობისა და ნარჩენების მართვის სექტორები. ბუნებრივი ეკოსისტემებიდან ყველაზე მაღალი მოწყველადობით შეფასდა ზღვის სანაპირო ზონა, წყლის რესურსები და მათი ეკოსისტემები, ხოლო ყველაზე დაბალით – ნახევრადუდაბნოები. კლიმატური რისკებიდან ეკონომიკის დარგებზე ყველაზე მეტად მოქმედებს გვალვა, უხვი ნალექი და წყალდიდობა, ხოლო ბუნებრივ ეკოსისტემებზე – ჰაერის ტემპერატურის ხანგრძლივ დროში ცვლილება, გვალვა და უხვი ნალექები. განხილულია ჩატარებული ხარისხობრივი შეფასებების რაოდენობრივი კავშირებით დაზუსტების გზები, ამ მიმართულებით შესასრულებელი საქმიანობის წინაშე მდგარი ამოცანები.
11. განხილულია საქართველოში ბოლო 12 წლის მანძილზე კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული პროექტები, რომლებიც შეეხება როგორც კლიმატის ცვლილების კონვენციის მიმართ ძირითადი ვალდებულებების შესრულებას, ასევე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ძირითად მიმართულებებს: ენერგოეფექტურობას, განახლებადი ენერჯიების ათვისებას, სუფთა განვითარების მექანიზმის დანერგვას, საადაპტაციო ღონისძიებათა განხორციელებას, საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლებას. ჩამოყალიბებულია ძირითადი პრინციპები საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გასატარებლად.

## Summary

1. In three climatic regions of Georgia 3 key meteorological stations (Tbilisi, Kutaisi, Akhalkalaki) have been selected for which the variation of air temperature and precipitation during the past 100 years was analyzed in detail. The representation degree of temperature regime at these stations is assessed for the entire territory of corresponding regions. It has been determined that the results obtained for key stations could be spread within 1,1-1,6 °C over about 40% of the whole territory of Georgia where nearly 90% of country's population is living.
2. The comparison of mean seasonal and annual temperatures between 3 climate periods comprising the past century has indicated that in Tbilisi warming between the periods took place in all seasons, in Kutaisi the centennial warming was indicated only in spring, and in Akhalkalaki – in spring and summer. In autumn the cooling took place at both stations. The mean annual temperature at these stations has not changed (Kutaisi), or small increase has been indicated (Akhalkalaki).
3. During the last 130 years the mean annual temperature in Tbilisi has grown in linear approximation by 1,0<sup>0</sup>C, and in the period of 1906-2005 deviations of decadal averages from 1901-1950 mean value have increased from -0,2<sup>0</sup>C to +0,7<sup>0</sup>C. The recurrence of positive seasonal deviations of temperature from the baseline (1961-1990) in the period 1844-2008 has increased most sharply in winter and spring, and less significantly – in autumn. The rise of mean seasonal air temperature between 1904-1930 and 1947-2008 climate periods in autumn made 0,3<sup>0</sup>C, while in other seasons it equaled 0,7-1,2<sup>0</sup>C.
4. In Kutaisi the mean annual temperature for the past 120 years has increased in linear approximation only by 0.3 °C. In the period of 1906-2005 deviations of decadal averages from 1901-1950 mean value until 1990-es varied from – 0,3<sup>0</sup>C to +0,2<sup>0</sup>C, while in the last decade this deviation has sharply increased from -0,2<sup>0</sup>C to + 0,7<sup>0</sup>C. The differences of mean seasonal temperatures between successive 30-year climate periods mainly varied in the range of ± 0,3<sup>0</sup>C. In the last period relative to earlier periods temperature has increased only in spring. In other seasons differences between seasons appeared to have opposite signs.
5. In Akhalkalaki the mean annual temperature during the past century virtually has not changed in linear approximation, and its increment can be defined by only 0.1<sup>0</sup>C. Same to Kutaisi, in the period of 1906-2005 deviations of decadal averages from 1901-1950 mean value varied in the range of ± 0,2<sup>0</sup>C. However,

in the last decade significant increase of anomaly from  $-0,1$  to  $+0,3^{\circ}\text{C}$  has been detected. The differences of mean seasonal temperatures between climate periods varied mainly in the range of  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ . Persistent rise of positive anomalies took place in spring and summer, while of negative anomalies – in autumn.

6. During the last 70 years the decrease of annual sums of precipitation at different rate has been revealed in linear approximation at all 3 stations. The mean decadal rate of decrease made 2 mm in Tbilisi, 13 mm in Kutaisi and 8 mm in Akhalkalaki. Temporal variation of decadal averages of annual sums proved to be different at the selected stations. In particular, for the last decade mean annual sums of precipitation have not changed significantly in Tbilisi and Akhalkalaki, while in Kutaisi they have sharply decreased by 15%.

The analysis of anomalies of seasonal sums of precipitation from the base-line value (1961-1990) has indicated that in all three climate regions essential reduction of seasonal sums (25-32%) took place in autumn and insignificant decrease (1-11%) in spring. As to winter precipitation, significant growth (20-25%) has been revealed in Tbilisi and Akhalkalaki, while in summer its considerable increase (26%) was detected only in Tbilisi.

7. The analysis of high winds ( $v \geq 20$  m/s) regime in Tbilisi and Kutaisi for the period of 1946-2005 has indicated that in the examined 4-month period (December-March) till 1980-es the reduction of both speed of NW high winds took place in Tbilisi, followed by the increase in their recurrence. As to the strong easterly winds in Kutaisi, it has been derived that till 1970-es the growth in their velocity and frequency was observed, followed by their decrease. The combined analysis of data has shown as well that during the examined 60 years, excluding 1990-es, the reverse variation of high winds anomalies from the average maximum took place in Tbilisi and Kutaisi.
8. The dynamics of glaciers at the central part of Greater Caucasus for the period of 1964-1990 has indicated that at 9 selected glaciers on the territory of Georgia till 1980-es both the retreat and advance episodes took place with mean rates correspondingly 6,1 and 3,4 m/yr. In the following years the absolute majority of glaciers exhibited only the retreat at the average rate of 11 m/yr. The satellite imagery data concerning the period of 1985-2000, analyzed by the University of Reading and Moscow State University experts has revealed that the mean retreat rate of glaciers in this region equals to about 8 m/yr at the background of an annual increase of air temperature by  $0,1^{\circ}\text{C}$  in the ablation season temperature. This result is close to the revealed increase of temperature in 1990-2000 at Kutaisi, allowing to assume that the variability of air temperature in the high-mountain zone at the central part of Greater Caucasus, caused

by global warming, could be approximately assessed by West Georgia's climate data.

9. Considering the features of climate risks in the selected 3 climate zones and their anticipated change till 2100, a map is drawn for the distribution of 3-graded vulnerability to climate change over the territory of Georgia. The areas of high vulnerability include the Black Sea coastal zone, mountain part of Adjara, Svaneti, Kvemo Kartli and Dedoplistskaro region and Hereti.

The areas of medium vulnerability comprise Upper Abkhazia and Racha-Lechkhumi, Meskheta and Javakheti, Samachablo and Mtskheta-Mtianeti regions, and of low vulnerability - Samegrelo, Imereti, Shida Kartli and Shida Kartli regions, the mountainous part of Kvemo Kartli and the Akhaltsikhe Hollow.

For each region the vulnerable sectors of economy are identified and main directions of adaptation to climate change measures are proposed.

10. The vulnerability of main sectors of Georgia's economy to climate parameters is assessed. It has been derived that most vulnerable to changes in climate elements are the tourist, health, agriculture, hydroenergy, sea coastal zone and municipal sectors, and least vulnerable - construction, forestry and waste management sectors. Concerning natural ecosystems, by the highest vulnerability are estimated the sea coastal area, water resources and mountain ecosystems, and by the lowest - the semideserts. Among climate risks, the economy sectors most of all are affected by drought, abundant precipitation and floods, and in natural ecosystems - by long-period changes in air temperature, the drought and abundant precipitation. The prospects for quantitative specification of obtained results are discussed along with problems standing in this direction.
11. Projects implemented in Georgia for the last 12 years in relation with the Climate Change problem are discussed. Along with the obligations under the UNFCCC, they concern other major directions of Climate Change policies - energy efficiency, development of renewable energies, adoption of CDM, implementation of adaptation measures, raising of public awareness. Main principles are formulated for the adoption of Climate Change policies in Georgia.

## Резюме

1. В трех климатических областях Грузии подобраны 3 опорные метеостанции (Тбилиси, Кутаиси, Ахалкалаки), имеющие вековой ряд наблюдений. Детально проанализированы особенности изменчивости температуры воздуха и сумм осадков на них за прошедшие 100 лет. Оценена репрезентативность температурного режима на этих станциях по отношению ко всей территории соответствующих областей. Установлено, что результаты, полученные для этих станций с точностью  $1,1 - 1,6^{\circ}\text{C}$  могут быть распространены на площадь, занимающую около 40% всей территории Грузии, на которой проживает почти 90% всего населения страны.
2. Сопоставление за прошедшее столетие средних сезонных и годовых температур между тремя климатическими периодами показало, что в Тбилиси потепление между периодами имело место во всех сезонах, в Кутаиси потепление произошло лишь весной, а в Ахалкалаки – весной и летом. Осенью на двух этих станциях произошло похолодание. Средняя годовая температура на них либо осталась неизменной (Кутаиси), либо незначительно возросла (Ахалкалаки).
3. В Тбилиси за прошедшие почти 130 лет средняя годовая температура возросла в линейной аппроксимации на  $1,0^{\circ}\text{C}$ , а в период 1906-2005 гг. отклонения 10-летних средних от среднего значения за 1901-1950 гг. возросли с  $-0,2^{\circ}\text{C}$  до  $+0,7^{\circ}\text{C}$ . За период 1844-2008 гг. повторяемость положительных сезонных отклонений от нормы (1961-1990) наиболее резко увеличилась зимой и весной, и наименее возросла осенью. Рост средних сезонных значений температуры между климатическими периодами 1904-1930 и 1974-2008 осенью составил  $0,3^{\circ}\text{C}$ , а в остальные сезоны  $0,7 - 1,2^{\circ}\text{C}$ .
4. В Кутаиси средняя годовая температура воздуха за прошедшие 120 лет увеличилась в линейной аппроксимации лишь на  $0,3^{\circ}\text{C}$ . В период 1906-2005 гг. отклонения 10-летних средних от среднего значения за 1901-1950 гг. изменились в пределах от  $-0,3$  до  $+0,2^{\circ}\text{C}$ , а за последнее десятилетие отмечено резкое возрастание аномалии с  $-0,2^{\circ}\text{C}$  до  $+0,7^{\circ}\text{C}$ . Разности средних сезонных значений температуры воздуха между последовательными 30-летними климатическими периодами в основном изменялись в пределах  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . За последний период, рост температуры относительно предыдущего периода был отмечен лишь весной. Для остальных сезонов разности между периодами имели противоположные знаки.

5. В Ахалкалаки за прошедшее столетие средняя годовая температура воздуха в линейной аппроксимации практически не изменилась, и ее прирост может быть оценен равным лишь  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Аналогично Кутаиси, за период 1906-2005 гг. отклонения 10-летних средних значений от среднего значения за 1901-1950 гг. до 1990-х годов изменялись в диапазоне  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , хотя за последнее десятилетие произошел существенный рост этой величины с  $-0,1^{\circ}\text{C}$  до  $+0,3^{\circ}\text{C}$ . Разности средних сезонных значений температуры воздуха между климатическими периодами изменялись преимущественно в пределах  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ . Непрерывный рост положительных разностей отмечен в весенний и летний сезоны, а отрицательных – осенью.
6. За прошедшие 70 лет на всех трех опорных метеостанциях в линейной аппроксимации отмечено уменьшение годовых сумм осадков с различной скоростью, которая в пересчете на 10-летие составила: в Тбилиси 2мм, в Кутаиси – 13мм и в Ахалкалаки – 8мм. Изменчивость во времени 10-летних средних на станциях имела различный характер. В частности, за последнее десятилетие в Тбилиси и Ахалкалаки среднее значение осадков изменилось незначительно, тогда как в Кутаиси эта величина резко уменьшалась на 15%. Анализ отклонений сезонных сумм осадков от средних значений базисного периода (1961-1990) показал, что во всех трех климатических областях в результате глобального потепления резко выявилось существенное уменьшение осадков осенью (25-32%) и незначительное сокращение (1-11%) весной. Что же касается зимних осадков, в Тбилиси и Ахалкалаки отмечено их значительное увеличение (20-25%), а летом существенный рост (26%) произошел лишь в Тбилиси.
7. Анализ изменчивости сильных ветров ( $V \geq 20$  м/с) в Тбилиси и Кутаиси за период 1946-2005 гг. показал, что в рассмотренный 4-месячный отрезок времени (декабрь-март) до 1980-х годов в Тбилиси имело место уменьшение как скорости, так и частоты сильных северо-западных ветров, после чего их повторяемость начала расти. Относительно сильных восточных ветров в Кутаиси установлено, что до 1970-х годов отмечался рост их скорости и частоты, сменившийся в последствии ослаблением ветров. Совместный анализ данных позволяет сделать вывод, согласно которому за прошедшие 60 лет, за исключением 1990-х годов, в Тбилиси и Кутаиси отклонения сильных ветров от среднего максимума происходили в противоположных фазах.
8. Рассмотрение динамики ледников Центрального Кавказа за период 1964-1990 гг. показало, что на девяти отобранных ледниках, находящихся на территории Грузии, до 1980-х годов отмечались эпизоды как отступле-

ния, так и наступления ледников со средней скоростью соответственно 6,1 и 3,4 м/год. В последующие годы на абсолютном большинстве ледников отмечалось только отступление со средней скоростью 11 м/год. Согласно анализу данных спутниковых наблюдений за период 1985-2000 гг., проведенному учеными Ридингского Университета и МГУ, из 113 ледников Центрального Кавказа на 106 ледниках было отмечено отступление со средней скоростью 8 м/год. В этот же период метеорологические наблюдения, проведенные в высокогорной зоне региона, указали на увеличение среднегодовой температуры воздуха со скоростью 1<sup>0</sup>С за десятилетие. Эта величина находится в близком согласии с приростом среднегодовой температуры воздуха в Кутаиси за 1990-2000 годы. Полученный результат позволяет предположить, что режим изменчивости температуры воздуха в высокогорной зоне Центрального Кавказа приблизительно может быть оценен на основе климатических данных по Западной Грузии.

9. С учетом характеристик климатических рисков в выделенных трех климатических зонах и их возможного изменения до 2100 года составлена карта распределения на территории Грузии уязвимости по трем градациям для изменения климата. Области сильной уязвимости включают прибрежную зону Черного моря, горную часть Аджарии, Сванетию, Квемо Картли и Дедоплицсаркойский район, а также зону Казбекского оледенения и северо-восточную часть Кахетии (Эрети). К областям со средней степенью уязвимости отнесены Верхняя Абхазия и Рача-Лечхумский регион, Месхети и Джавахети, Южная Осетия и Мцхета-Мтианетский регион, а к областям наименьшей уязвимости – районы Мегрелии, Имеретии, Шида Картли и Шида Кахети, горная часть Квемо Картли и Ахалцихская впадина. Для каждой области выделены уязвимые секторы экономики и предложены направления основных адаптационных мероприятий относительно изменения климата.
10. Оценена чувствительность основных отраслей экономики Грузии к климатическим параметрам. Получено, что относительно изменения климатических элементов наибольшей уязвимостью характеризуются туризм, здравоохранение, сельское хозяйство, гидроэнергетика, инфраструктура прибрежной зоны Черного моря и коммунального хозяйства, а наименьшей – строительство, лесное хозяйство и сектор отходов. Из природных экосистем наибольшей уязвимостью была оценена прибрежная зона, водные ресурсы и горные экосистемы, а наименьшей – полупустыни. Из числа климатических рисков в наибольшей мере на отрасли экономики влияют засуха, обильные осадки и наводнения, а на природные экосистемы - изменение температуры в течение длительного периода времени



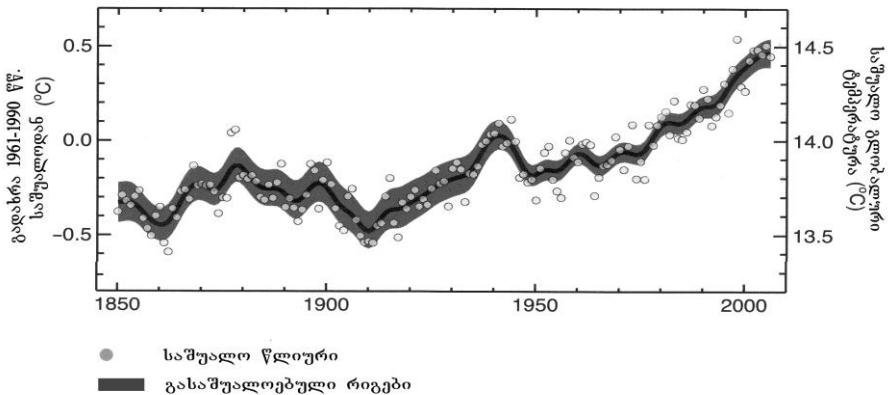
и обильные осадки. Рассмотрены пути уточнения полученных результатов на основе количественных данных, а также задачи, решение которых необходимо для достижения этой цели.

11. Рассмотрены проекты, выполненные в Грузии за последние 12 лет, связанные с проблемой изменения климата. Они касаются как выполнения основных обязанностей по отношению к РКИК, так и главных направлений политики изменения климата: энергоэффективности, освоения возобновляемых источников энергии, внедрения Механизма чистого развития, выполнения адаптационных мер, повышения осведомленности общества. Сформулированы основные принципы развития политики изменения климата в Грузии.

## შესავალი

გლობალური კლიმატის თანამედროვე დაჩქარებული დათბობის პირობებში მისი ცვლილების მიმართ მოწვევადობისა და ადაპტაციის პრობლემა მსოფლიო მასშტაბის ამოცანად იქცა, რომელიც სილატაკესთან და ტერორიზმთან ბრძოლის პარალელურად XXI საუკუნის დასაწყისში ძირითად გამოწვევად იქნა აღიარებული.

თანახმად კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC) მონაცემებისა, ბოლო 100 წლის მანძილზე (1906-2005 წწ.) ჰაერის საშუალო გლობალურმა ტემპერატურამ მოიმატა  $0.74^{\circ}\text{C}$  –ით [25], სხვა შეფასებებით [38] 1861-2005 წწ. პერიოდში საშუალო გლობალური ტემპერატურა გაიზარდა  $0.44^{\circ}\text{C}$  –ით, ამავე დროს ჩრდილო ნახევარსფეროში ტემპერატურამ იმატა  $0.75^{\circ}\text{C}$  –ით, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში  $0.22^{\circ}\text{C}$  –ით. გავლილი 50 წლის განმავლობაში საშუალო გლობალური ტემპერატურის მატების სიჩქარე შეადგენდა  $0.13^{\circ}\text{C}/10$  წელი, ხოლო ბოლო 25 წელიწადში  $0.18^{\circ}\text{C}/10$  წელი, რაც ნათლად მოწმობს ტემპერატურის ზრდის დაჩქარების ფაქტს. ინსტრუმენტული დაკვირვების დაწყებიდან გასული 150 წლის მანძილზე გლობალური ტემპერატურის ცვალებადობის მრუდი მოყვანილია ნახაზზე 1 [25].



**ნახ.1. გლობალური ტემპერატურის ცვალებადობა 1850-2005 წწ. პერიოდში.**

ამ ნახაზის მარცხენა ღერძზე აღნიშნულია ტემპერატურის ანომალიები 1961-1990 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში, ხოლო მარჯვენა ღერძზე – საშუალო გლობალური ტემპერატურები.

რაც შეეხება გლობალური დათბობის გავლენას ატმოსფერულ ნალექებზე, ბევრ დიდ რეგიონში 1900-2005 წლებში ნალექთა მსვლელობაში აღინიშნებოდა ხანგრძლივპერიოდის ტრენდები. კერძოდ, ნალექთა არსებით ზრდას ადგილი ჰქონდა ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ ნაწილებში, ჩრდილო ევროპაში და ჩრდილო და ცენტრალურ აზიაში. ამავე დროს, ნალექებმა შესამჩნევად იკლო საჰელის ზონაში, ხმელთაშუა ზღვის რეგიონში, სამხრეთ აფრიკაში და სამხრეთ აზიის ზოგიერთ ნაწილში. მიუხედავად ამისა, შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნულ პერიოდში ნალექები ხასიათდებოდა სივრცესა და დროში დიდი ცვალებადობით, და სხვა მსხვილი რეგიონებისთვის ხანგრძლივ პერიოდში მათი ტრენდების დადგენა ვერ მოხერხდა.

გლობალური დათბობის შედეგად პოლარულ რაიონებში ყინულის საფარის გადნობამ გამოიწვია მსოფლიო ოკეანის დონის პერმანენტული აწევა, რამაც მე-20 საუკუნეში მიაღწია 0.17 მეტრს. ბოლო ათწლეულში (1993-2003) ზღვის დონის აწევის სიჩქარემ მიაღწია 3.1 მმ/წელი სიდიდეს, მაშინ როცა 1961- 2003 წწ. პერიოდში იგი შეადგენდა 1.8 მმ/წელს [25].

გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებული ზემოთ მოყვანილი მეტად შემამოფოთებელი პროცესები დიდ საფრთხეს უქმნის კაცობრიობას ყველა რეგიონში. ზღვის დონის აწევა იწვევს ტერიტორიების კარგვას სანაპირო ზონაში, სადაც თავმოყრილია მსოფლიო მოსახლეობის დიდი ნაწილი. გლობალური დათბობა იწვევს გვალვების სიხშირისა და ინტენსივობის, მათ მიერ მოცული ტერიტორიების ზრდას, ტროპიკული ქარიშხლების გახშირებასა და გაძლიერებას, თოვლისა და ყინულის საფარის შემცირებას, მუდმივი გაყინულობის ფართობის კლებას, წყალდიდობების გახშირებას, უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ბიომრავალფეროვნებაზე და სხვ.

კლიმატის ცვლილების ყველა ეს ნეგატიური შედეგები მოითხოვს სათანადო საადაპტაციო ზომების მიღებას, რათა ზემოთ ნახსენები პროცესები, რომელთა შეჩერება კაცობრიობის შესაძლებლობებს აღემატება, ნაკლებად საზიანო აღმოჩნდეს მომავალი თაობებისთვის.

ბოლო 20 წლის განმავლობაში ჩატარებული მრავალმხრივი გამოკვლევების თანახმად მაღალი ალბათობით (95%) შეიძლება ჩაითვალოს, რომ კლიმატის მიმდინარე ცვლილება, რომლის სინქარე უპრეცედენტოა უკანასკნელი 10 ათასი წლის მანძილზე, ანთროპოგენული მიზეზებითაა გამოწვეული. ამ მიზეზებს შორის წამყვანი ადგილი უჭირავს წიაღისეული საწვავის მოხმარების შედეგად სათბური გაზების (სგ) ემისიებს, რომელთა შესამცირებლად გამიზნული ღონისძიებები, საადაპტაციო ზომებთან ერთად, თანამედროვე ეტაპზე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის საფუძველს წარმოადგენს [12].

გლობალურ დათბობაზე საქართველოს კლიმატის რეაგირების პირველი შეფასება ჩატარდა პირველი ეროვნული შეტყობინების მომზადების ფარგლებში [13]. მიღებული შედეგების თანახმად, 1906-1995 წწ. პერიოდში დასავლეთ საქართველოს უმეტეს რაიონებში ადგილი ჰქონდა საშუალო წლიური ტემპერატურის დაკლებას  $0.1-0.3^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს რაიონებში ამ სიდიდის მომატებას  $0.5-0.7^{\circ}\text{C}$  –მდე შუალედში. რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს, 1937-1964 წწ. პერიოდთან შედარებით 1964-1990 წწ. პერიოდში საქართველოს თითქმის მთელ ტერიტორიაზე აღინიშნა ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება 5-10 %-ის ინტერვალში.

შეტყობინებასთან ერთდროულად გამოქვეყნებულ შრომაში [4] საქართველოს ტემპერატურული ველის რეაქცია გლობალურ დათბობაზე გაანალიზდა სხვა კუთხით. საქართველოს ლანდშაფტების ძირითადი ტიპებისთვის შეფასებულ იქნა ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის საუკუნოვანი ცვლილების სინქარის ვერტიკალური განაწილება ზღვის დონიდან 0-3000 მ სიმაღლეთა ინტერვალში.

დადგენილ იქნა, რომ გავლელი საუკუნის მანძილზე 0-2000 მ შუალედში ჰუმიდურ ლანდშაფტებში ადგილი ჰქონდა ტემპერატურის უმნიშვნელო კლებას, მაშინ როდესაც სემიჰუმიდურ და სემიარიდულ ლანდშაფტებში დაიკვირვებოდა ტემპერატურის ზრდის ტენდენცია  $0.2-0.7^{\circ}\text{C}$ -ით. 2000 მ ზემოთ მონაცემთა უქონლობის გამო საიმედო დასკვნების მიღება ვერ მოხერხდა.

აღნიშნული მიდგომა მეტად სასარგებლოა სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში გლობალურ დათბობაზე რეაგირების ვერტიკალური განაწილების შესაფასებლად, მაგრამ მის ნაკლს წარმოადგენს ის, რომ გავლელი საუკუნე აქ განიხილება მთლიანობაში და ვერ ასახ-

ავს ტემპერატურის ცვლილების ხასიათს საუკუნის სხვადასხვა პერიოდებში.

იმავე წელს გამოცემულ ნაშრომში [5] მონაცემთა არსებული ბაზა გაანალიზდა კლიმატის ცვლილებაში ციკლური პროცესების გამოსავლენად. მასში, კერძოდ, დადგენილ იქნა თბილისის ტემპერატურის საუკუნეობრივ სვლაში 22.4-წლიანი პერიოდის მქონე ციკლური ცვლილების ფაქტი, თუმცა ტემპერატურის ცვლილების პროცენტებში შეფასება გაუგებრობას იწვევს მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციისას.

ჩვენს მიერ დასმული ამოცანა გულისხმობს გავლილი 100 და მეტი წლის მანძილზე ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ანომალიების შეფასებას საბაზისო პერიოდთან მიმართებაში საქართველოს ძირითადი კლიმატური ოლქების საკვანძო მეტეოსადგურებზე, რომლებიც გარკვეული მიახლოებით ასახავენ კლიმატის თავისებურებებს ამ ოლქების ყველაზე მჭიდროდ დასახლებულ ტერიტორიებზე.

ავტორები გულითად მადლობას უძღვნიან პროფ. ვ. ცომაიას, საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების კოორდინატორს მ. შვანგირაძეს და გარემოს ეროვნული სააგენტოს კლიმატოლოგიის განყოფილების ხელმძღვანელს ლ. ქართველიშვილს ნაყოფიერი თანამშრომლობისა და მონაცემებით უზრუნველყოფისათვის, აგრეთვე ინსტიტუტის დირექტორის თანაშემწეს ნ. არუთინიანს ნაშრომის გაფორმებაში გაწეული დახმარებისათვის.

## 1. საკვანძო მეტეოსადგურების შერჩევა და მათი რეპრეზენტატულობის შეფასება

მთავორიანი რელიეფისა და შავი ზღვის უშუალო ზეგავლენის გამო საქართველოს ტერიტორია კლიმატური და ლანდშაფტური ზონების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. თანახმად შრომებისა [9, 44] აქ შესაძლებელია 3 კლიმატური ერთეულის გამოყოფა: I-ზღვის ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატის ოლქი (დასავლეთ საქართველო); II- ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატის ოლქი (აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითადი ნაწილი) და III- ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატიდან წინა აზიის მთიანეთის მშრალ კლიმატზე გარდამავალი ქვეოლქი (სამცხე-ჯავახეთი). ამ ოლქებიდან პირველი მოიცავს 7 კლიმატურ ზონას, მეორე - 10 ზონას და მესამე - ხუთს. ამ კლიმატურ ზონებთან დაკავშირებული ბუნებრივი ლანდშაფტების გვარების რაოდენობა 22-ს აღწევს [40], და მათი რეაგირება ამჟამად მიმდინარე გლობალურ დათბობაზე სხვადასხვა-გვარია. კერძოდ, ნაშრომში [3] მოყვანილი შედეგების თანახმად, გლობალური დათბობის მიმართ ყველაზე სწრაფ რეაქციას ამჟღავნებენ ძირითადად აღმოსავლეთ საქართველოსთვის დამახასიათებელი ვაკეების სუბჰუმიდური და სუბარიდული ლანდშაფტები, ხოლო ყველაზე სუსტად აღნიშნულ პროცესებზე რეაგირებენ დასავლეთ საქართველოს ვაკე, აგრეთვე მთის ჰუმიდური ლანდშაფტები.

მიუხედავად იმისა, რომ გასული საუკუნის 80-იანი წლებისთვის საქართველოს ტერიტორიაზე 200-ზე მეტი მეტეოროლოგიური სადგური და საგუშაგო ფუნქციონირებდა, მათი უმრავლესობა გახსნილი იყო 30-იან, და განსაკუთრებით 50-იან წლებში. XX საუკუნის დასაწყისში დაკვირვებები წარმოებდა მხოლოდ ოცდაათამდე სადგურზე, ისიც არსებითი წყვეტებით. ამიტომ, კლიმატური და ლანდშაფტური ზონების სიმრავლის გათვალისწინებით, შეუძლებელია კლიმატური ელემენტების საუკუნო მსვლელობის საიმედო დახასიათება ამ ცალკეულ ზონებში. შედეგად, კლიმატურ ოლქებში კლიმატის ცვლილების შესაფასებლად შერჩეულ უნდა იქნას რამდენიმე საკვანძო მახასიათებელი სადგური, რომლებისთვისაც არსებობს დაკვირვების საკმაო ხანგრძლივობის რიგები და რომელთა შესაბამის რეგიონებში კლიმატის ცვლილება დაკავშირებულია გარკვეულ ეკონომიკურ, სოციალურ და ეკოლოგიურ პრობლემებთან.

ამ თვალსაზრისით დასავლეთ საქართველოსთვის აღებულ იქნა რეგიონის ცენტრალურ, მჭიდროდ დასახლებულ ნაწილში მდებარე, დაკვირვების საკმაოდ ხანგრძლივი რიგის მქონე მეტეოსადგური ქუთაისი, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – კლიმატურ დაკვირვებათა ყველაზე დიდი ისტორიის მქონე სადგური თბილისში. სამცხე-ჯავახეთის ქველქში საკვანძო მახასიათებელ სადგურად შერჩეულ იქნა ჯავახეთის პლატოს ცენტრალურ ნაწილში მყოფი მეტეოსადგური ახალქალაქი, რომელზედაც დაკვირვებები წარმოებდა XX საუკუნის დასაწყისიდან.

ქუთაისში 1885-დან 1935 წლამდე დაკვირვებები წარმოებდა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკუმის ტერიტორიაზე, შემდგომ კი გადატანილ იქნა ჰიდრომეტეოსადგურის (ჰმს) მოედანზე. სიახლოვის გამო დაკვირვების ეს ორი რიგი იდენტური აღმოჩნდა. ამის გათვალისწინებით ლიტერატურაში ქუთაისი მხოლოდ ერთი სადგურით ხასიათდება.

სხვა მდგომარეობაა თბილისში, სადაც მეტეოსადგურების რიცხვიც მეტია, და ოროგრაფიული პირობების გამო მათი კლიმატური მახასიათებლებიც განსხვავდება ერთმანეთისგან. ცხრილში 1.1 მოყვანილია 1880-1980 წწ. პერიოდის სხვადასხვა წლებში ჩატარებული კლიმატური დაკვირვებების მონაცემები, საიდანაც ჩანს, რომ ქალაქის შუაგულში მდებარე მეტეოსადგურზე (ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორია-ჰმო) ჰაერის საშუალო ტემპერატურა დაახლოებით  $0.5^{\circ}\text{C}$  -ით მეტია გარეუბნის ტემპერატურაზე, მაშინ როცა ნალექების რაოდენობა აეროპორტში 10%-ზე მეტი სიდიდით ნაკლებია ქალაქის მაჩვენებელზე. განსაკუთრებით მკვეთრი სხვაობა აღინიშნება ქარის რეჟიმში. ქარის საშუალო სიჩქარეც და ძლიერი ქარების განმეორადობაც გაშლილ ადგილზე მდებარე აეროპორტში ბევრად აჭარბებს ქალაქის შესაბამის მონაცემებს, რომლებიც დამახინჯებულია შენობა-ნაგებობებითა და ხშირი მცენარეული საფარით. ქალაქის ინტენსიური განაშენიანების შედეგად 1970-იანი წლებიდან ჰმო დაკვირვებები გადატანილ იქნა დიღომში.

იმის გათვალისწინებით, რომ ჰმო/დიღმისთვის ჰაერის ტემპერატურასა და ნალექებზე XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან არსებობს დაკვირვების რიგები, ამ ორი ელემენტის ცვალებადობას განვიხილავთ ქალაქის მონაცემებით, ხოლო მიღებული პრაქტიკის თანახმად, ქარის რეჟიმს დავახასიათებთ თბილისის აეროპორტში 1936 წლიდან წარმოებული დაკვირვებებით, რომლებიც ქალაქის მჭიდრო განაშენიანების გათვალისწინებით უფრო რეალურად ასახავს ქარის

თავისებურებებს თბილისის ფარგლებში. უფრო დეტალურად აღნიშნული საკითხი განხილულია ნაშრომში [44]. ცხრილში 1.1 მოყვანილი კლიმატური მონაცემები აღებულია ცნობარებიდან [49-51], აგრეთვე შრომიდან [44].

**ცხრილი 1.1. მეტეოროლოგიური ელემენტების კლიმატური საშუალოები თბილისისა და ქუთაისის სხვადასხვა მეტეოსადგურებზე**

ელემენტი სადგური	საშ. წლიური ტემპერატურა T °C	ნალექთა წლიური ჯამები, Q მმ	ქარის საშ. წლიური სინქარე, V მ/წმ	ძლიერი ქართ დღეთა რიცხვი წელიწადში, n
თბილისი, ჰმო	12.7	505	2.4	23
თბილისი, აეროპორტი	12.3	448	5.8	131
თბილისი, დიღომი	12.1	505	3.9	15
ქუთაისი, ს/ს ტექნიკუმი	14.5	1380	–	–
ქუთაისი, ჰმს	14.5	1380	5.0	81

ახალქალაქის მეტეოსადგურზე დაკვირვებები კლიმატურ ელემენტებზე დაიწყო 1900 წელს. თბილისისა და ქუთაისისაგან განსხვავებით, რომლებიც შესაბამისად მტკვრისა და რიონის ხეობებში იმყოფებიან, აქ ჰორიზონტი გახსნილია ყველა მიმართულების ქარებისთვის. ამიტომ ჩვენ ჩავთვალეთ, რომ მკვეთრად გამოხატული დომინირებული მიმართულების არარსებობის გამო, გლობალური დათბობის შედეგად ახალქალაქში ქარის რეჟიმის შესამჩნევ ცვლილებას არ უნდა ველოდეთ და ძლიერი ქარების რეჟიმის ანალიზისას შემოვიფარგლეთ თბილისისა და ქუთაისის მონაცემებით. ამ მოსაზრებას ამართლებს ისიც, რომ თანახმად [50]-ისა, ძლიერი ქარებით დღეების საშუალო რიცხვი წელიწადში შეადგენს თბილისში 127, ქუთაისში-81 და ახალქალაქში - მხოლოდ 14-ს. სამივე შერჩეულ



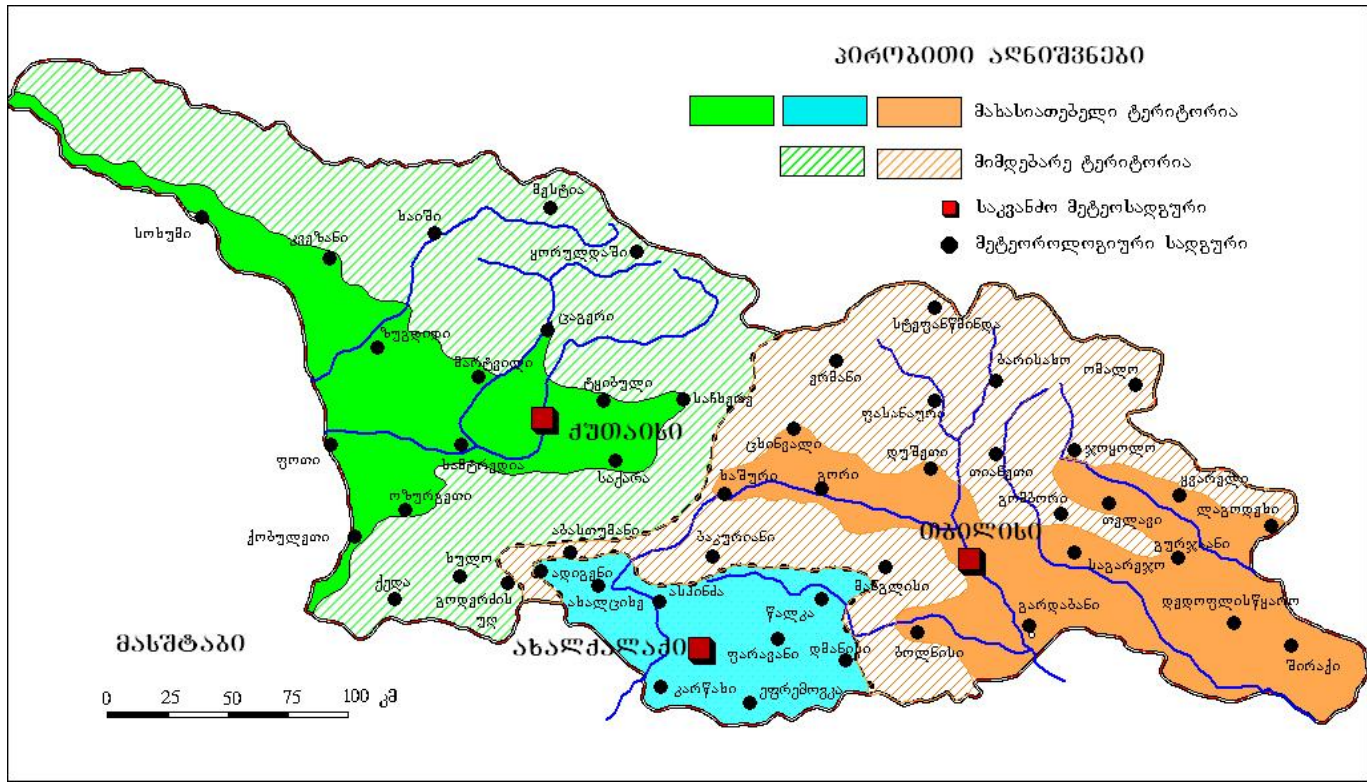
სადგურზე ქარის სხვადასხვა მიმართულების განმეორადობები, კლიმატური ცნობარის [50] მიხედვით, მოყვანილია ცხრილში 1.2.

**ცხრილი 1.2. შერჩეულ მეტეოსადგურებზე ქარის მიმართულებათა წლიური განმეორადობა (%)**

მიმართულება სადგური	C (N)	NCa (N E)	a (E)	sa (SE)	s (S)	sd (SW)	d (W)	Cd (NW)
თბილისი	1	4	6	12	6	2	3	66
ქუთაისი	1	3	53	2	1	3	35	2
ახალქალაქი	10	2	12	28	11	8	5	24

ამ ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ოროგრაფიის ზეგავლენით თბილისში ჩრდილო-დასავლეთი/სამხრეთ-აღმოსავლეთი რუმბის ქარების განმეორადობა თითქმის 80%-ს აღწევს, ქუთაისში აღმოსავლეთ/დასავლეთი მიმართულების განმეორადობა 90%-ს უახლოვება, მაშინ, როდესაც ახალქალაქში დომინირებული მიმართულების სამხრეთ-აღმოსავლეთი/ჩრდილო-დასავლეთის განმეორადობა მცირედით აღემატება 50%-ს და საკმაოდ ხშირია სხვა რუმბის ქარებიც.

შერჩეული საკვანძო სადგურების რეპრეზენტატულობის შესაფასებლად საქართველოს კლიმატური დარაიონების მიხედვით [45] დასავლეთ საქართველოში მახასიათებელ ტერიტორიად გამოყოფილ იქნა ნოტიო კლიმატის ზონა თბილი ზამთრითა და ცხელი ზაფხულით, რომელსაც მიეკუთვნება ქუთაისი, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე - ზომიერად ნოტიო კლიმატის ზონა ზომიერად ცივი ზამთრითა და ცხელი ზაფხულით, რომელსაც მიეკუთვნება თბილისი (ნახ.1.1). განსხვავებული კლიმატური ზონები, რომლებშიც შევიდა მთიანი აფხაზეთი, სვანეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, ზემო იმერეთი, გურიისა და აჭარის უმეტესი ნაწილი, აგრეთვე აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთი (კავკასიონის სამხრეთი ფერდობები და თრიალეთის მასივი) გაერთიანებულ იქნა მიმდებარე ტერიტორიებში. სამცხე-ჯავახეთი მთლიანად ჩათვლილ იქნა ახალქალაქის საკვანძო სადგურის მახასიათებელ ტერიტორიად მიმდებარე კლიმატური ზონების არარსებობის გამო.



ნახ.1.1. მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიების განლაგების სქემა.

თითოეულ მახასიათებელ და მიმდებარე ტერიტორიაზე მეტ-ნაკლებად თანაბარი სისწორით შერჩეულ იქნა 1951-1965 წწ. პერიოდში სინქრონული დაკვირვების უწყვეტი რიგების მქონე მეტეოროლოგიური სადგურები, რომლებიც ასახავენ შესაბამისი ტერიტორიების ცალკეული ნაწილების ტემპერატურულ რეჟიმს. აღნიშნული სადგურების საშუალო წლიური ტემპერატურები, გამოთვლილი ცნობარში [52] მოყვანილი მონაცემებით, შედარებულ იქნა შესაბამის საკვანძო სადგურების ამავე პერიოდის საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან როგორც მახასიათებელ, ასევე მიმდებარე ტერიტორიებზე. თითოეული ტერიტორიისთვის გასაშუალოებული სიდიდეები მოყვანილია ცხრილში 1.3. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს მახასიათებელ ტერიტორიაზე სხვაობა თბილისისა და შერჩეული სადგურების საშუალო წლიურ ტემპერატურებს შორის იცვლება 3.3-დან  $-0.2^{\circ}\text{C}$ -მდე და საშუალოდ შეადგენს  $1.6^{\circ}\text{C}$ . მიმდებარე ტერიტორიისთვის შესაბამისმა სიდიდემ შეადგინა  $6.6^{\circ}\text{C}$ , რაც მოწმობს იმას, რომ თბილისის მონაცემები საკმაოდ მიახლოებით ასახავს მახასიათებელი ტერიტორიის ტემპერატურულ რეჟიმს, რაც არ ითქმის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

განსხვავება საკვანძო და მახასიათებელი სადგურების საშუალო წლიურ ტემპერატურას შორის კიდევ უფრო მცირე აღმოჩნდა დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოსთვის: ქუთაისი, ისევე როგორც თბილისი, უფრო თბილი აღმოჩნდა შესაბამის მახასიათებელ ტერიტორიაზე ( $1.2^{\circ}\text{C}$ -ით), მაშინ როცა ახალქალაქი – დაახლოებით  $1^{\circ}\text{C}$  -ით უფრო გრილი.

იმის შესაფასებლად, თუ რამდენად დიდია საშუალო წლიური ტემპერატურისთვის მიღებული სხვაობის სიდიდე, მოვიყვანთ საქართველოს 3 დიდი ქალაქისთვის და მათ მიმდებარე ტერიტორიაზე სხვადასხვა დროს მოქმედი მეტეოსადგურების შესაბამის კლიმატურ მონაცემებს (ცხრილი 1.4), საიდანაც ირკვევა, რომ ჩვენს მიერ მიღებული სხვაობები აბსოლუტური სიდიდით არ აღემატება და ნაკლებიცაა ერთი დიდი ქალაქის ფარგლებში საშუალო წლიური ტემპერატურის მერყეობაზე. ცხრილში 1.4 განხილულ სადგურებზე დაკვირვების რიგების ხანგრძლივობა იცვლება 5-დან (კელასური) 80 წლამდე (თბილისი, ჰმო) და საშუალოდ შეადგენს 25 წელს. საკვანძო და მახასიათებელ სადგურებს შორის საშუალო წლიური ტემპერატურის სხვაობებისთვის t-სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით

**ცხრილი 1.3. საშუალო წლიური ტემპერატურის გადახრები (°C) საკვანძო სადგურების ტემპერატურიდან (1951-1965)**

N	საკვანძო სადგურების სიმაღლე ზ.დ. და საშ.წლ. ტემპერატურა	მასსიათებელი სადგურები			მიმდებარე სადგურები		
		დასახელება	სიმაღლე ზ.დ. მ	$\Delta T^*$ °C	დასახელება	სიმაღლე ზ.დ. მ	$\Delta T^*$ °C
1	თბილისი, 403 მ. 13.2 °C	ხაშური	690	3.2	ერმანი	2240	11.0
		ცხინვალი	862	3.2	სტეფანწმინდა	1744	8.0
		გორი	588	1.8	ფასანაური	1070	5.2
		დუშეთი	922	3.3	ბარისახო	1325	6.6
		ბოლნისი	534	0.6	თიანეთი	1099	5.4
		გარდაბანი	300	-0.2	ომალო	1880	9.5
		საგარეჯო	802	1.9	ჯოყოლო	663	2.1
		თელავი	568	1.0	გომბორი	1085	4.6
		გურჯაანი	410	0.4	მანგლისი	1194	4.8
		ყვარელი	449	0.3	აბასთუმანი	1265	6.7
		ლაგოდეხი	362	0.1	ბაკურიანი	1665	8.5
		დ/წყარო	800	2.6			
შირაქი	555	2.5					
	<b>საშუალო</b>	<b>603</b>	<b>1.6</b>	<b>საშუალო</b>	<b>1384</b>	<b>6.6</b>	
2	ქუთაისი 114 მ. 14.7 °C	სოხუმი	116	0.2	ხაიში	730	4.1
		ფოთი	3	0.2	მესტია	1441	9.0
		ქობულეთი	7	1.2	ყორულდაში	1943	11.2
		კვეზანი	266	1.4	ქელა	256	2.1
		სუგდილი	117	0.9	ხულო	923	4.2
		მარტვილი	170	0.9	გოდერძის უღ.	2025	12.1
		სამტრედიო	28	0.3			
		ანასეული	116	1.0			
		ცაგერი	474	3.2			
		ტყიბული	535	2.2			
		საქარა	148	0.6			
სახხერე	415	2.9					
	<b>საშუალო</b>	<b>200</b>	<b>1.2</b>	<b>საშუალო</b>	<b>1220</b>	<b>7.1</b>	
3	ახალქალაქი 1716 მ. 5.2 °C	ადიგენი	1185	-3.1			
		ახალციხე	982	-4.0			
		ასპინძა	1098	-4.3			
		კარწახი	1863	0.8			
		ეფრემოვკა	2112	3.1			
		ფარავანი	2100	2.4			
		წალკა	1457	-0.9			
		ღმანისი	1256	-3.1			
	<b>საშუალო</b>	<b>1507</b>	<b>-1.1</b>				

**შენიშვნა:** ცხრილში 1.3  $\Delta T^* = T^* - T_i$ , სადაც  $T^*$  არის საკვანძო სადგურის საშუალო წლიური ტემპერატურა,  $T_i$  აღნიშნავს  $i$ -ური სადგურის საშუალო წლიურ ტემპერატურას

**ცხრილი: 1.4. საქართველოში დიდი ქალაქების ფარგლებში მიმდებარე მეტეოსადგურების საშუალო წლიური ტემპერატურა (კლიმატური ცნობარის [49] მიხედვით)**

ქალაქი	მეტეოსადგური	სიმაღლე მ. დ.მ სა მ.	წლიური ტემპერატურა, T °C	აბსოლუტული $\Delta T$ °C
თბილისი	1. ობსერვატორია	403	12.7	2.2
	2. ჰმო დილომი	436	12.1	
	3. აეროპორტი	490	12.3	
	4. მთაწმინდის პარკი	734	10.8	
	5. ბოტანიკური ბაღი	465	12.6	
	6. სამგორი, წყალსაცავი	549	11.8	
	7. ვაზიანი	622	11.7	
	8. რუსთავი	374	13.0	
სოხუმი	1. ეშერა	10	14.5	1.5
	2. აგროსადგური	116	14.1	
	3. ბოტანიკური ბაღი	26	14.7	
	4. საცდელი სადგური	52	14.3	
	5. პორტი	4	15.0	
	6. შუქურა	9	14.5	
	7. კელასური	22	14.1	
	8. გულრიფში	120	14.5	
	9. ბაბუშარა, აეროპორტი	8	13.5	
	10. აძიუბუა	30	13.7	
ბათუმი	1. ქალაქი	5	14.5	1.9
	2. შუქურა	2	14.4	
	3. ადლია, აეროპორტი	10	14.3	
	4. კაპანდიბა	20	14.4	
	5. მახინჯაური	15	13.8	
	6. მწვანე კონცხი, ზემო	94	14.1	
	7. მწვანე კონცხი, ქვემო	70	12.6	
	8. ჩაქვი	30	14.1	
	9. ქობულეთი	7	13.4	

შეფასებულ იქნა ნიშნადობის დონე. შეფასების შედეგები მოყვანილია დანართში I. ნიშნადობის დონე რიგებში წვერთა რაოდენობასა და მათ დისპერსიასთან ერთად განპირობებულია ტემპერატურის

სხვაობის სიდიდით. განხილული 15-წლიანი რიგებისთვის ეს კავშირი ზოგადი სახით აღმოჩნდა შემდეგი (ცხრ. 1.5).  $\Delta T \geq 1.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  მნიშვნელობებისთვის ნიშნადობის დონე P ხდება ტოლი 0.999-ისა.

**ცხრილი 1.5. ნიშნადობის დონის დამოკიდებულება საშუალო წლიური ტემპერატურის სხვაობაზე საკვანძო და მახასიათებელ სადგურებს შორის (1051-1965)**

ტემპერატურის სხვაობა, $^{\circ}\text{C}$	ნიშნადობის დონე, P
0.1	არანიშნადი
0.2	არანიშნადი
0.3	0.60-0.70
0.4	0.80-0.90
0.5	0.90-0.95
0.6	0.95-0.96
0.7	0.96-0.97
0.8	0.97-0.98
0.9	0.99-0.995

შეგნიშნავთ, რომ ნიშნადობის დონის  $0.90 < P > 0.60$  მნიშვნელობები მიღებულია სტიუდენტის t-კრიტერიუმის გამოსათვლელ ცხრილურ მონაცემთა ექსტრაპოლაციით, ხოლო  $P < 0.60$  ( $t < 1$ ) შეესაბამება არანიშნადობის აღნიშვნა.

საშუალო წლიურ ტემპერატურებთან ერთად განხილულ იქნა იგივე 1951-1965 წწ. პერიოდში გასაშუალებული სეზონური ტემპერატურების გადახრები საკვანძო სადგურების შესაბამისი მნიშვნელობებიდან მახასიათებელ და მიმდებარე ტერიტორიებზე (ცხრილი 1.6). ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ მახასიათებელ ტერიტორიებზე სეზონური საშუალოების წლიურიდან გადახრები ძირითადად მერყეობს  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  ის ფარგლებში, მაშინ როცა მიმდებარე ტერიტორიებზე ეს გადახრები იცვლება  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  შუალედში.

ცხრილში 1.3 მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიებისთვის საშუალო ტემპერატურებთან ერთად მოყვანილია ზღვის დონიდან სადგურების სიმაღლის საშუალო მნიშვნელობები. ამ მონაცემებით შესაძლებელია საკვანძო სადგურსა და შესაბამისი ტერიტორიის საშუალო დონეს შორის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის საორიენტაციო შეფასება (ცხრილი 1.7). ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის მინიმალური

მნიშვნელობით ხასიათდება სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი, ხოლო მაქსიმალური მნიშვნელობით – დასავლეთ საქართველოს კლიმატური ოლქი.

**ცხრილი 1.6. მახასიათებელ და მიმდებარე ტერიტორიებზე გასაშუალოებული ტემპერატურების გადახრები  $\Delta T$  ( $^{\circ}C$ ) საკვანძო სადგურების ტემპერატურებიდან სეზონების მიხედვით (1951-1965)**

N	საკვანძო სადგური	მახასიათებელი ტერიტორია					მიმდებარე ტერიტორია				
		ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1	თბილისი	1.5	1.6	1.2	1.3	1.5	5.9	6.6	7.5	6.1	6.6
2	ქუთაისი	1.4	1.1	0.9	1.4	1.2	9.0	8.0	7.8	8.5	8.4
3	ახალქალაქი	-1.5	-1.1	-1.0	-0.9	-1.1					

**ცხრილი 1.7. ჰაერის გასაშუალოებული ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის მნიშვნელობები ( $^{\circ}C/100$ მ) მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიებისთვის**

№	საკვანძო სადგური	მახასიათებელი ტერიტორია	მიმდებარე ტერიტორია
1.	თბილისი	1.0	0.7
2.	ქუთაისი	1.4	0.8
3.	ახალქალაქი	0.5	–

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საკვანძო სადგურისა და მახასიათებელი ტერიტორიის საშუალო სიმაღლეს შორის მცირე სხვაობის გათვალისწინებით აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოსთვის ვერტიკალური გრადიენტის შესაბამისი მნიშვნელობები (1.0 და 1.4/100 მ) არასაიმედოა და ტემპერატურის საშუალო ვერტიკალურ გრადიენტად აღმოსავლეთ საქართველოში შეიძლება მიღებულ იქნას 0.7  $^{\circ}C/100$  მ, დასავლეთ საქართველოში 0.8  $^{\circ}C/100$  მ და სამცხე-ჯავახეთში 0.5  $^{\circ}C/100$  მ.

იმის დასადგენად, თუ რამდენად რეპრეზენტატულია სოციალურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით შერჩეული მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიები, მათ ფართობებთან ერთად, ცნობარების დახმარებით [2,11] შეფასებულ იქნა ამ ტერიტორიებზე დასახლებული პუნქტების რაოდენობა და მოსახლეობის მიხედვითი რიცხოვნობა.

ეს მონაცემები მოყვანილია ცხრ.1.8-ში, საიდანაც შეიძლება მიღებულ იქნას, რომ მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიების ფართობები შეადგენს საქართველოს მთელი ტერიტორიის შესაბამისად 40 და 60%, ხოლო დასახლებული პუნქტების რაოდენობა – მთელი რაოდენობის სათანადოდ 60 და 40%-ს. ეს პროპორცია მკვეთრად იცვლება დასახლებულ პუნქტებში მოსახლეობის რაოდენობის გათვალისწინებით, რადგანაც ქალაქების აბსოლუტური უმრავლესობა მახასიათებელ ტერიტორიებზეა განლაგებული, მათ შორის თბილისი 1300 ათასი მოსახლით, ქუთაისი – 300 ათასით, რუსთავი – 150 ათასით, ბათუმი, ზუგდიდი და სოხუმი – ას-ასი ათასით და ა.შ.

ცხრ. 1.8-ის მიხედვით შედგენილი მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიების ფარდობითი მაჩვენებლები, დემოგრაფიული მონაცემების გათვალისწინებით, მოყვანილია ცხრ. 1.9. ამ ცხრილში მახასიათებელი ტერიტორიების საერთო ფართობში  $S_1$  შევიდა სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაც, რამაც გამოიწვია მთლიანად საქართველოსთვის  $S_2S_1$  თანაფარდობის შემცირება თბილისისა და ქუთაისის საშუალოსთან შედარებით.

**ცხრილი: 1.8. მახასიათებელი და მიმდებარე ტერიტორიების ძირითადი მაჩვენებლები**

№	საკვანძო სადგური. (სიმაღლე ზ.დ., მ)	ფართობი $S_1$ , კმ <sup>2</sup>	სადგურების რაოდენობა $n$	საშუალო სიმაღლე ზ. დ. მ. H	$\Delta T^{\circ}$ C	დასახლ. პუნქტ. რაოდ. N	მოსახლ. რაოდ. (ათასი) M
<b>მახასიათებელი ტერიტორიები</b>							
		$S_1$	$n_1$	$H_1$	$\Delta T_1$	$N_1$	$M_1$
1.	თბილისი (403)	13500	12	603	1.6	910	2600
2.	ქუთაისი (114)	9800	12	200	1.2	1380	1540
3.	ახალქალაქი (1716)	5400	8	1507	-1.1	310	70
	<b>სულ</b>	<b>28700</b>	<b>32</b>			<b>2600</b>	<b>4210</b>
<b>მიმდებარე ტერიტორიები</b>							
		$S_2$	$n_2$	$H_2$	$\Delta T_2$	$N_2$	$M_2$
1.	თბილისი	19000	12	1384	6.6	980	323
2.	ქუთაისი	22000	6	1220	8.4	760	221
	<b>სულ</b>	<b>41000</b>	<b>18</b>			<b>1740</b>	<b>544</b>
	<b>საერთო ჯამი</b>	<b>69700</b>	<b>50</b>			<b>4340</b>	<b>4754</b>



**ცხრილი: 1.9. მახასიათებელი (1) და მიმდებარე (2) ტერიტორიების ფარდობითი მაჩვენებლები**

საკვანძო სადგური	$S_2/S_1$	$N_2/N_1$	$M_2/M_1$
თბილისი	1.41	1.08	0.12
ქუთაისი	2.24	0.55	0.14
მთლიანად საქართველო	1.43	0.67	0.13

ბოლო ცხრილიდან შეიძლება შემდეგი დასკვნების გამოტანა:

– დასახლებული პუნქტების რაოდენობა  $N$  აღმოსავლეთ საქართველოს მიმდებარე ტერიტორიაზე დაახლოებით უტოლდება პუნქტების რაოდენობას მახასიათებელ ტერიტორიაზე, თუმცა მოსახლეობის რაოდენობა  $M$  მიმდებარე ტერიტორიაზე შეადგენს მახასიათებელი ტერიტორიის მოსახლეობის მხოლოდ 12 %-ს.

– დასვლეთ საქართველოში მახასიათებელმა ტერიტორიამ მოიცვა პუნქტების თითქმის 2-ჯერ მეტი რაოდენობა, ვიდრე მიმდებარე ტერიტორიამ, ხოლო ამ უკანასკნელის მოსახლეობამ შეადგინა მახასიათებელი ტერიტორიის მხოლოდ 14 %. მთლიანად საქართველოს მასშტაბით, სამცხე-ჯავახეთის ტერიტორიის ჩათვლით, ამ შეფარდებას შეადგინა 13%, მაშინ როდესაც დასახლებული პუნქტების რაოდენობა მიმდებარე ტერიტორიებზე უტოლდება მახასიათებელი ტერიტორიების შესაბამისი მაჩვენებლის 2/3-ს.

– მიღებული დისპროპორცია გამოწვეულია იმით, რომ საქართველოს მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილი თავმოყრილია დიდ და საშუალო სიდიდის ქალაქებში, რომელთა აბსოლუტური უმრავლესობა იმყოფება მახასიათებელ ტერიტორიებზე.

– მიმდებარე ტერიტორიებს უჭირავს საქართველოს მთელი ფართობის დაახლოებით 60%. მიუხედავად ამისა, მოსახლეობის სიმჭიდროვის გათვალისწინებით, ზემოთ მიღებული შედეგები საფუძველს იძლევა დავასკვნათ, რომ საკვანძო მეტეოსადგურების მონაცემებით დახასიათებული კლიმატის ცვლილების ტრენდები არსებითად მოქმედებს საქართველოს მოსახლეობის უმეტეს ნაწილზე და შესაბამის ზემოქმედებას ახდენს მის ეკონომიკურ საქმიანობაზე.

ამჟამად გლობალური კლიმატის ცვლილების საერთაშორისო პროგრამებში საქართველოს ტერიტორია ხასიათდება მხოლოდ ერთი სადგურით-თბილისით, რომელსაც გააჩნია სათანადო ხანგრძლივობის დაკვირვების რიგები. იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველოში გამოიყოფა სამი კლიმატური ერთეული, ქვეყნის ტერიტორიის ერთი სადგურით წარმოდგენა საკმაოდ უხემ მიახლოებად მიგვაჩნია. ჩვენი აზრით, საქართველოში გასული საუკუნის მანძილზე კლიმატის ცვლილების უფრო მაღალი გარჩევისუნარიანობით დასახასიათებუ-

ლი უნდა იქნას მინიმუმ 3, შესაფერისი ხანგრძლივობის რიგების მქონე მეტეოსადგური.

ზემოთ, ასეთი მიდგომით, საკვანძო სადგურებად შერჩეულ იქნა თბილისი, ქუთაისი და ახალქალაქი, რომლებსთვისაც გამოყოფილ იქნა რეპრეზენტატიული (მახასიათებელი) და ნაკლებად რეპრეზენტატიული (მიმდებარე) ტერიტორიები. დადგენილ იქნა, რომ ამ ტერიტორიების ფართობები შეადგენს საქართველოს მთელი ტერიტორიის შესაბამისად 40 და 60%-ს. ცხადია, რომ ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების უფრო ზუსტი დახასიათებისათვის საჭიროა ანალოგიური ანალიზის ჩატარება სხვა კლიმატურ ზონებში განლაგებულ როგორც მახასიათებელ, ასევე მიმდებარე სადგურებისთვისაც.

კლიმატური ცნობარის [49] თანახმად, ჰაერის ტემპერატურაზე დაკვირვების მქონე, 10 წელზე მეტი ხანგრძლივობის 180 მეტეოსადგურიდან 1906 წლამდე დაკვირვებები დაწყებული იყო 30 სადგურზე. შემდგომში ამას დაემატა 1906-1930 წლებში გახსნილი 50 და 1931 წლიდან ამოქმედდა კიდევ 100 სადგური. დაკვირვების საუკუნოვანი, მეტნაკლებად უწყვეტი რიგების მქონე სადგურებიდან ამ გამოკვლევის ჩასატარებლად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია შემდეგი სადგურების განხილვა (ცხრ.1.10):

**ცხრილი 1.10. გასულ საუკუნეში ტემპერატურის ტრენდების დასაზუსტებლად გამოსაყენებელი, ასწლიანი დაკვირვების რიგების მქონე სადგურების ჩამონათვალი**

საკვანძო სადგური	მახასიათებელი ტერიტორია	მიმდებარე ტერიტორია
თბილისი	გორი გარდაბანი თელავი	აბასთუმანი ბაკურიანი ჯვრის უღელტეხილი გუდაური თეთრიწყარო
ქუთაისი	ფოთი ანასუელი ბათუმი სამტრედია საქარა ტყიბული სანხერე	

ახალქალაქის საკვანძო სადგურის მახასიათებელ ტერიტორიაზე სათანადო ხანგრძლივობის რიგის მქონე სხვა სადგური არ გააჩნია, ისევე როგორც ქუთაისის საკვანძო სადგურს -მიმდებარე ტერიტორიაზე.

ბუნებრივია, დაკვირვების რიგების სხვადასხვა მეთოდებით აღდგენისა და დაგრძელების პირობებში, დასმული ამოცანის გადასაწყვე-

ტად შესაძლებელია შემდგომ პერიოდებში ამოქმედებული სადგურების გამოყენებაც, თუმცა ეს მოითხოვს სათანადო მეთოდოლოგიურ დასაბუთებას, რაც ცალკე გამოკვლევის საგანს უნდა შეადგენდეს.

## **2. ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობა საკვანძო მეტეოსადგურებზე**

### **2.1. თბილისი**

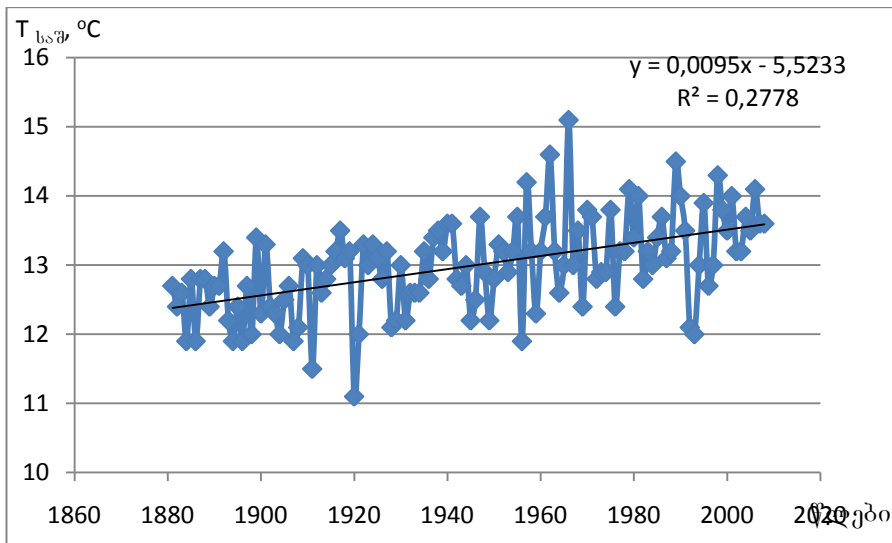
ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის მერყეობის თავისებურებების გამოვლენას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება არამარტო წარსული პერიოდის კლიმატური პირობების შესწავლისათვის, არამედ მათი ტრენდული განვითარების ხასიათის დადგენის მიზნითაც, რასაც თავისთავად საპროგნოზო მნიშვნელობა გააჩნია. ამისთვის, თბილისის თვის საშუალო ტემპერატურის შესახებ არსებული საარქივო მასალების გამოყენებით, გაანალიზებულ იქნა ამ პარამეტრის დროში ცვალებადობის თავისებურებები დაკვირვების დაწყებიდან დღემდე. ყურადღებას ვამახვილებთ დაკვირვების ხანგრძლივ პერიოდზე (165 წელი), რაც ბევრად უფრო შესაძლებელს ხდის დასახული მიზნის მიღწევას.

როგორც ცნობილია, თბილისში ჰაერის ტემპერატურაზე სისტემატური დაკვირვებები დაიწყო 1844 წელს, რის გამოც თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან გადახრების გაანალიზებისას ქვემოთ მოყვანილი იქნება ამ წლიდან დაწყებული რიგები. რაც შეეხება საშუალო წლიური ტემპერატურის საუკუნო მსვლელობას, მისი განხილვის დასაწყისისთვის შერჩეულ იქნა 1881 წელი, რადგანაც ამ წლიდან არსებობს თბილისში ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვების უწყვეტი რიგი და, ამრიგად, შესაძლებელია ამ ორი ძირითადი კლიმატური ელემენტის თბილისში დროის ერთსა და იმავე პერიოდში ცვალებადობის შედარება.

წლის საშუალო ტემპერატურის გასული, თითქმის 130 წლის მანძილზე რყევადობის გრაფიკი მოყვანილია ნახ.2.1.1-ზე. საკვლევი ელემენტის ცვალებადობის წრფივი ტრენდით აპროქსიმაციის შემთხვევაში მიიღება, რომ დროის აღნიშნული პერიოდის განმავლობაში თბილისში წლის საშუალო ტემპერატურამ მოიმატა  $1.0^{\circ}\text{C}$ -ით  $12.5^{\circ}\text{C}$  - დან  $13.5^{\circ}\text{C}$ -მდე. იგივე შედეგი მიღებულ იქნა 19-წლიანი მცოცავი საშუალოების გამოყენებითაც.

ნახ.2.1.1-ზე მოყვანილ გრაფიკზე განსაკუთრებით თვალში საცემია 1900-იანი წლების დასაწყისში დაფიქსირებული აცივების ორი მინიმუმი (1911 წელს  $11.5$  და 1920 წელს  $11.1$ ), ისევე როგორც 1950-1960-იან წლებში დაკვირვებული სამი მაქსიმუმი (1957 წელს  $14.2^{\circ}\text{C}$ , 1962 წელს  $14.6^{\circ}\text{C}$  და 1966 წელს  $15.1^{\circ}\text{C}$ ). სწორედ ამ მაქსიმუმების არსებობით უნდა აიხსნას ის გარემოება, რომ საქართველოს მეორე ეროვნულ მეტეოლოგიურ გასაზომებში გამოყენებული 1955-1970 წწ პერიოდის

საშუალო მნიშვნელობა (13.3°C) ტოლი აღმოჩნდა გლობალური დათბობის გამოვლინების ე.წ. “სტანდარტული” პერიოდის (1990-2005) საშუალოსი.



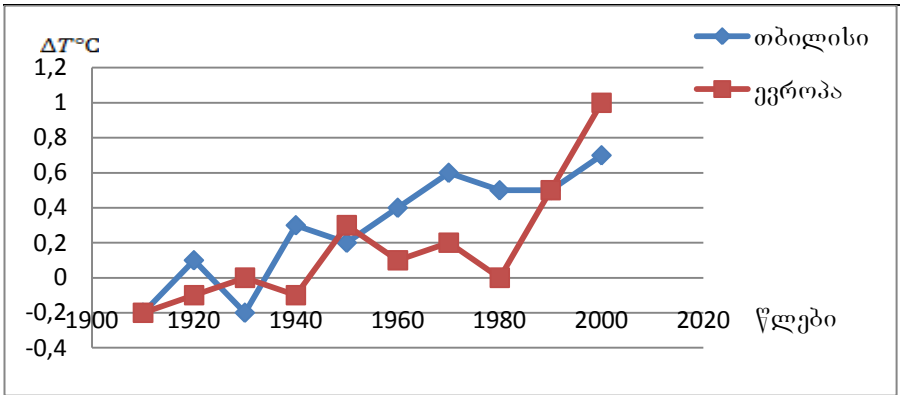
**ნახ. 2.1.1. საშუალო წლიური ტემპერატურის რყევადობა თბილისში 1881-2008წწ.პერიოდში.**

1966 წლის ტემპერატურული მაქსიმუმი აღნიშნულია საქართველოს ყველა მეტეოსადგურზე, სადაც მან ტრენდულ საშუალოებს გადააჭარბა 3-4 °C -ით. ამის შემდეგ, 1970-იან წლებში თითქმის ყველა რეგიონში დაიკვირვებოდა აგრილება, რომლის დროსაც წლიური ტემპერატურა ნაკლები იყო კლიმატურ საშუალოზე 1-2 °C -ით.

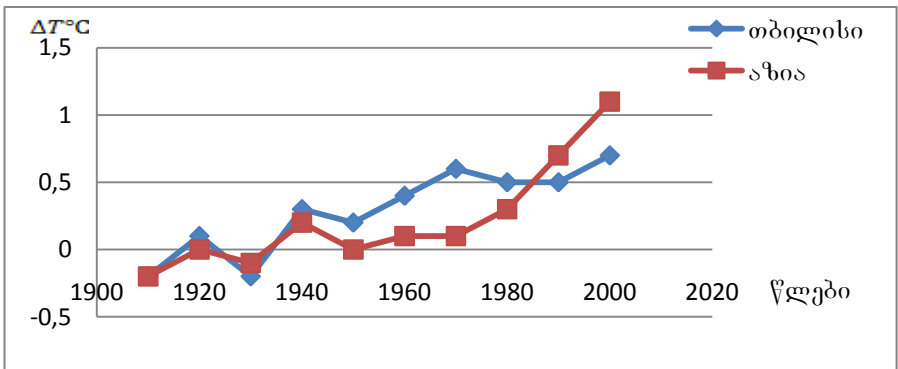
მოყვანილ მონაცემებთან დაკავშირებით უდავო ინტერესს შეადგენს თბილისში გასული საუკუნის მანძილზე საშუალო წლიური ტემპერატურის რყევადობის შედარება დედამიწის იმ მსხვილ რეგიონებში დაფიქსირებულ ცვალებადობასთან, რომლებიც ესაზღვრება საქართველოს, აგრეთვე გლობალურად გასაშუალოებულ რყევადობასთან.

IPCC ანგარიშში [25] სხვადასხვა კონტინენტებისათვის მოყვანილია 1906-2005 წწ. პერიოდში ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1901-1950 წწ. საშუალოს მიმართ. იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველო იმყოფება ევროპისა და აზიის კონტინენტების საზღვარზე, თბილისის შესაბამისი მონაცემები

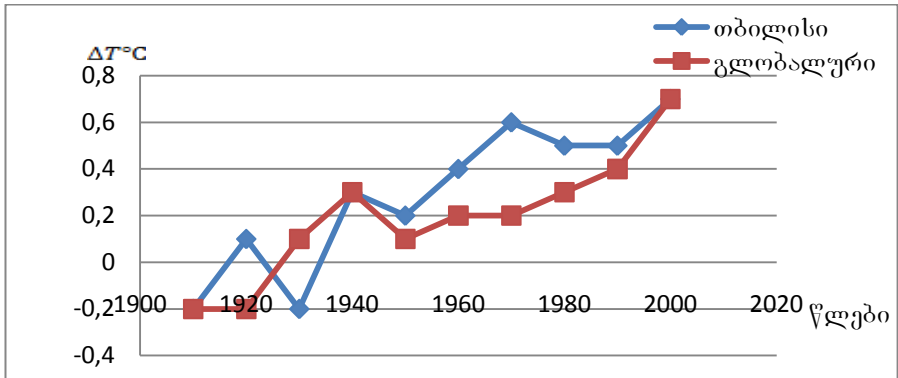
შედარებულ იქნა ორივე კონტინენტის, აგრეთვე გლობალურ საშუალოებთან (ნახ. 2.1.2-2.1.4).



ნახ. 2.1.2. ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები ევროპის კონტინენტზე და თბილისში 1906-2005წწ პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.



ნახ. 2.1.3. ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები აზიის კონტინენტზე და თბილისში 1906-2005წწ პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.



**ნახ. 2.1.4. ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები გლობალური მასშტაბით და თბილისში 1906-2005 წწ პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

როგორც ამ გრაფიკებიდან ჩანს, თბილისში გასული საუკუნის მანძილზე საშუალო წლიური ტემპერატურის ანომალიების მსვლელობა გარკვეულწილად განხვავდება როგორც ევროპის, ისე აზიის მონაცემებისაგან. გადახრების მსვლელობა უფრო ახლოსაა აზიის კონტინენტზე დაფიქსირებულ მსვლელობასთან (განსაკუთრებით 1950 წლამდე), თუმცა 1960-1970-იან წლებში ჩვენთან აღინიშნა ანომალურად დიდი დადებითი გადახრები, რომლებიც არ დაფიქსირებულა არც ევროპაში და არც აზიაში. თბილისში ტემპერატურის ანომალიების მსვლელობა, რაოდენ პარადოქსულადაც არ უნდა უღერდეს ეს, მეტნაკლებად მიახლოებული აღმოჩნდა გლობალურ საშუალოსთან, მაგრამ ზემოთ აღნიშნული 20-წლიანი პერიოდის დადებითმა ანომალიამ აქაც იჩინა თავი.

თბილისში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაზე გლობალური დათბობის გავლენის შესაფასებლად დეტალურად იქნა გაანალიზებული დაკვირვების მთელ რიგში (1844-2008) შემავალი როგორც სხვადასხვა სიდიდის დადებითი და უარყოფითი გადახრების განმეორადობები თვეების მიხედვით, ასევე მათი რაოდენობების სეზონური მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით. IPCC რეკომენდაციით მიღებული პრაქტიკის თანახმად, გადახრები (ანომალიები) გაანგარიშებულ იქნა 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის (ნორმის) მიმართ.

ცხრილში 2.1.1 წარმოდგენილია ნორმიდან დადებითი გადახრების განაწილება თვეების მიხედვით მთელი საკვლევი პერიოდის მანძილზე. როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, ყველაზე მეტი განმეორადობით ხასიათდება საშუალოდან 0.1-0.9°C -ის მნიშვნელობების

დადებითი გადახრები, რომლებიც თვეების მიხედვით მერყეობს 33-დან (თებერვალი) 51%-მდე (ოქტომბერი). საშუალო შეადგენს 41%-ს.

რაც შეეხება ნორმიდან დიდი გადახრების განმეორადობებს, ისინი საკმაოდ მცირეა. ნორმიდან 3.0-3.9°C-ის გადახრის განმეორადობის საშუალო წლიური მნიშვნელობა 6.7 %-ს შეადგენს, ხოლო 4.0-4.9 °C -ის გადახრის განმეორადობა 1.1 %-ის ტოლია. აგრეთვე, ნორმიდან 5.0-5.9 °C-ის გადახრის განმეორადობა ძალზე მცირეა და შეადგენს მხოლოდ 0.3 %-ს.

**ცხრილი 2.1.1. თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი გადახრის განმეორადობები (%), 1844-2008**

ინტერვალი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
0.1-0.9	34	33	42	37	38	44	44	42	48	51	45	38	41.3
1.0-1.9	33	35	26	31	40	37	38	46	36	29	40	34	35.4
2.0-2.9	22	22	18	18	13	11	11	10	10	16	12	20	15.3
3.0-3.9	8	8	12	11	6	7	7	2	5	4	2	7	6.6
4.0-4.9	2	1	2	2	2	1			1		1	1	1.1
5.0-5.9	1	1		1	1								0.3

ცხრილში 2.1.2 წარმოდგენილია ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან უარყოფითი გადახრების განაწილება წლის განმავლობაში. როგორც ვხედავთ, ამ შემთხვევაშიც დაიკვირვება ნორმიდან მცირე გადახრების საკმაოდ მნიშვნელოვანი განმეორადობები. -0.1,-0.9 °C-ის გადახრების განმეორადობები მერყეობს 35-დან (თებერვალი) 58%-მდე (ივნისი, ივლისი), საშუალო კი 46%-ს შეადგენს.

**ცხრილი 2.1.2. თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან უარყოფითი გადახრის განმეორადობები (%), 1844-2008**

ინტერვალი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
-0.1,-0.9	37	35	42	38	54	58	58	52	45	46	50	41	46.3
-1.0,-1.9	25	26	35	41	40	39	37	40	36	35	31	32	34.9
-2.0,-2.9	19	20	14	17	13	3	5	7	19	13	11	19	12.6
-3.0,-3.9	9	12	5	3	6			1		5	5	4	3.7
-4.0,-4.9	7	6	4	1	2					1	3	3	2.1
-5.0,-5.9	3	1			1								0.3
-6.0,-6.9												1	0.1

ამ ცხრილებიდან მიიღება აგრეთვე, რომ გასული საუკუნენახევრის მანძილზე მკვეთრი დათბობები და აცივებები 2-3-ჯერ უფრო ხშირად ხდებოდა წლის ცივ პერიოდში, ვიდრე თბილში, ხოლო უმნიშვნელო აგრილებებს ყველაზე ხშირად ადგილი ჰქონდა წლის თბილ პერიოდში მაისიდან სექტემბრამდე.

ჩვენს მიერ განხილულ იქნა აგრეთვე თვის საშუალო ტემპერატურების ნორმიდან მნიშვნელოვანი გადახრების ( $>2^{\circ}\text{C}$ ) სეზონურ განმეორადობათა განაწილება ათწლეულების მიხედვით. შესაბამისი მასალები წარმოდგენილია ცხრილში 2.1.3. როგორც ამ ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, დადებითი და უარყოფითი განმეორადობების სხვაობის ნიშანი ხშირად იცვლება, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ სხვადასხვა ათწლეულებში ნორმიდან ხან ექსტრემალურად მაღალი, ხან კი ექსტრემალურად დაბალი გადახრები ჭარბობს. მაგრამ, ამავ დროს ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ საკმაოდ მკვეთრადაა გამოხატული ტენდენცია იმისა, რომ ათწლეულების მთლიანი რიგის პირველ ნახევარში, განსაკუთრებით შემოდგომასა და ზამთარში, ჭარბობს ნორმიდან ექსტრემალურად დაბალი უარყოფითი გადახრების განმეორადობები, ხოლო ათწლეულების მეორე ნახევარში კი ნორმიდან ექსტრემალურად მაღალი დადებითი გადახრების განმეორადობები. აღნიშნული გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ ბოლო ათწლეულებში სიცივის ტალღებთან შედარებით მნიშვნელოვნადაა გააქტიურებული სითბოს ტალღების ზემოქმედება ამიერკავკასიაზე.

ამ მოსაზრების რაოდენობრივი დასაბუთებისათვის, ბოლო საუკუნენახევრის მანძილზე გლობალური ტემპერატურის ცვალებადობის გათვალისწინებით [25], ცხრილში 2.1.3 ჩვენს მიერ პირობითად გამოყოფილ იქნა სამი მიახლოებით 30-წლიანი ხანგრძლივობის პერიოდი:

- 1864-1893 (მცირე გადახრების მქონე შედარებით სტაბილური პერიოდი);
- 1924-1953 (დადებითი და უარყოფითი ტრენდების შემცველი გარდამავალი პერიოდი);
- 1974-2008 (ტემპერატურის პერმამენტული ზრდის პერიოდი);

ამ პერიოდებში წლის ოთხივე სეზონისათვის დადებითი და უარყოფითი გადახრების ჯამური რაოდენობები მოყვანილია ცხრილში 2.1.4.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემები აშკარად მეტყველებს იმაზე, რომ თუ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში, ჰაერის გლობალური ტემპერატურის შედარებით სტაბილური რყევადობის პირობებში დადებითი და უარყოფითი გადახრების რაოდენობა თითქმის ერთნაირი იყო, 1930-იანი წლებიდან დაწყებული დათბობის შემდეგ და-



დებითი გადახრების რაოდენობამ თანდათან იმატა და მაქსიმალურ რაოდენობას მიაღწია 1970-იანი წლების შემდეგ.

**ცხრილი 2.1.3. თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი (>2°C) და უარყოფითი (<-2°C) გადახრების რაოდენობათა სხვაობების სეზონური მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით (1844-2008 წწ.)**

ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
1844-1853	-1	3	1	2
1854-1863	-9	-4	3	-1
1864-1873	-2	3	2	2
1874-1883	-6	3	4	-2
1884-1893	-7	0	0	-1
1894-1903	1	-3	2	-7
1904-1913	-3	-2	-1	-3
1914-1923	3	3	0	0
1924-1933	10	1	4	2
1934-1943	2	2	1	3
1944-1953	-2	4	2	-3
1954-1963	13	6	2	-1
1964-1973	4	7	2	4
1974-1983	6	6	4	3
1984-1993	8	9	-1	1
1994-2003	1	1	3	1
2004-2008	1	2	4	0

**შენიშვნა:** ცალკეულ სეზონში დადებითი გადახრების რაოდენობის მეტობა უარყოფით გადახრებზე შეესაბამება დადებით რიცხვებს, ხოლო უარყოფითი გადახრების მეტობა იძლევა შესაბამის უარყოფით რიცხვს.

**ცხრილი 2.1.4. თბილისში საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი და უარყოფითი გადახრების ჯამური რაოდენობები დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდებში**

პერიოდი	დადებითი გადახრების რიცხვი	უარყოფითი გადახრების რიცხვი
1864-1893	+14	-18
1924-1953	+31	-5
1974-2008	+50	-1

რაც შეეხება გადახრების სეზონური განაწილების ცვლილებას, დაკვირვების მთელი პერიოდის სამ ქვეპერიოდად პირობითი დაყოფისას ცხრილიდან 2.1.3 მარტივად მიიღება შემდეგი სურათი (ცხრილი 2.1.5), რომელიც აშკარად მეტყველებს დათბობის პროცესების პრევალირებაზე ზამთრისა და ზაფხულის სეზონებში. განსაკუთრებით მკვეთრია განსხვავება პირველ და ბოლო ქვეპერიოდებს შორის, როდესაც გადახრების ჯამური მანკვენებელი ზამთარში შეიცვალა -24- დან +33- მდე , ხოლო გაზაფხულზე +2-დან +31-მდე.

**ცხრილი 2.1.5. თბილისში ტემპერატურის ნორმიდან დადებითი და უარყოფითი გადახრების სეზონური ჯამური მნიშვნელობების ცვლილება დაკვირვების სხვადასხვა პერიოდებში**

სეზონი პერიოდი	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
1844-1903 ჯამური	+1,-25 -24	+9,-7 +2	+12,0 +12	+4,-11 -7
1904-1953 ჯამური	+15,-5 +10	+10,-2 +8	+7,-1 +6	+5,-6 -1
1954-2008 ჯამური	+33,0 +33	+31,0 +31	+15,-1 +14	+9,-1 +8

ამრიგად, მოცემულ პარაგრაფში მოყვანილი მონაცემების თანახმად, გასული საუკუნენახევრის განმავლობაში თბილისში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის ანალიზი მოწმობს, რომ ბოლო 130 წლის მანძილზე ტემპერატურამ მოიმატა 1.0°C-ით და 2010 წლისთვის მისმა საშუალო ტრენდულმა მნიშვნელობამ მიაღწია 13.5°C

1906-2005 წწ. პერიოდში ტემპერატურების 10-წლიანი საშუალოების დადებითმა გადახრებმა 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში განსაკუთრებით მზარდი ტენდენცია გამოავლინა 1930-1940 და 1950-1970 წწ. შუალედებში, აგრეთვე 1990 წლის შემდგომ პერიოდში, როდესაც ნორმიდან გადახრამ მიაღწია სარეკორდო მნიშვნელობას +0.7°C.

1960-1980 წწ. პერიოდში თბილისში აღინიშნა მნიშვნელოვანი დათბობა ნორმიდან 0.4-0.6°C გადახრით, მაშინ, როდესაც ევროპისა და აზიის კონტინენტებზე ეს სიდიდე არ აღემატებოდა 0.1-0.2°C ბოლო ათწლეულში ტემპერატურის დადებითი ანომალია თბილისში დაემთხვა შესაბამის გლობალურ მნიშვნელობას (0.7°C) და ნაკლები აღმოჩნდა როგორც ევროპის (0.9°C), ასევე აზიის (1.1°C) კონტინენტებზე დაფიქსირებულ გასაშუალებულ გადახრებზე.

რაც შეეხება 1844-2008 წწ. პერიოდში თბილისში ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან გადახრებს, ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ:

– ყველაზე მაღალი განმეორადობით ხასიათდება ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მცირე გადახრები (41 და 46% შესაბამისად);

– საკმაოდ მაღალია განმეორადობები თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი დადებითი გადახრის ( $>2^{\circ}\text{C}$ ), რომელიც თვეების მიხედვით მერყეობს 12-დან (აგვისტო) 33%-მდე (იანვარი);

– ნორმიდან თვის საშუალო ტემპერატურის ყველაზე მაღალი დადებითი გადახრა დაფიქსირებულია ინტერვალში  $5.0-5.9^{\circ}\text{C}$  ხოლო ყველაზე დაბალი უარყოფითი გადახრა ინტერვალში  $-6.0, -6.9^{\circ}\text{C}$ .

ბოლო ათწლეულებში დაფიქსირებულია თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან მნიშვნელოვანი დადებითი გადახრის ( $>2^{\circ}\text{C}$ ) განმეორადობის სიჭარბე მნიშვნელოვანი უარყოფითი გადახრის ( $<-2^{\circ}\text{C}$ ) განმეორადობაზე. კერძოდ, 1974-2008 წწ. პერიოდში დადებითი გადახრების სიჭარბემ უარყოფით გადახრებზე წლიურ ჭრილში შეადგინა 50 შემთხვევა, ხოლო უარყოფითი გადახრების სიჭარბემ დადებით გადახრებზე – მხოლოდ ერთი, მაშინ როდესაც XIX საუკუნის მეორე ნახევარში გადახრების რიცხვი დაახლოებით ერთნაირი იყო. დადებითი გადახრების რაოდენობამ ბოლო პერიოდში განსაკუთრებით იმატა ზამთრისა და გაზაფხულის სეზონებში.

დამატებითმა ანალიზმა ცხადყო აგრეთვე, რომ 1980-იანი წლებიდან აღნიშნულია თვის საშუალო ტემპერატურის ნორმიდან ექსტრემალურად მაღალი დადებითი გადახრების ( $>3^{\circ}\text{C}$ ) 15, ხოლო ექსტრემალურად დაბალი უარყოფითი გადახრების ( $<-3^{\circ}\text{C}$ ) მხოლოდ 5 შემთხვევა.

ტემპერატურის სეზონური ცვლილების რაოდენობრივი შეფასებისთვის, მონაცემთა მისაწვდომობის გათვალისწინებით, თბილისში, ისევე როგორც დანარჩენ ორ საკვანძო მეტეოსადგურზე, გამოყოფილ იქნა დროის საუკუნოვანი შუალედი, გასული საუკუნის დასაწყისიდან 2000-იანი წლების პირველი 6-8 წლის ჩათვლით. გლობალური ეფექტის გამოსავლენად ეს შუალედი პირობითად დაყოფილ იქნა 3 პერიოდად, რომელთაგან ბოლო მონაკვეთი აღებულია დათბობის ეფექტის გლობალურ გამოვლინებასთან დაკავშირებული 1974-2007 ( $\pm 1$ ) წლები, ხოლო წინა ( $\pm 1$ ) მონაკვეთებად – ასევე 30 წელზე მეტი ხანგრძლივობის მოსაზღვრე 1934-1973 წწ. და საწყისი 1904 (1906)-1933 წწ. პერიოდები. დროის აღნიშნული პერიოდები დაყოფილ იქნა ათწლეულებად და თვის საშუალო ტემპერატურის ყოველწლი-

ური მონაცემები გასაშუალოვდა ამ ათწლეულებში სეზონების მიხედვით.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ამჟამად მიღებული წარმოდგენების თანახმად [25], კლიმატური პერიოდის ოპტიმალურ ხანგრძლივობად მიიჩნევა 30 წელი, თუმცა რიგ კონკრეტულ შემთხვევებში შესაძლებელია პერიოდების გამოყენება 20-40 წლის ფარგლებში.

თბილისისთვის არსებული მონაცემთა მასივის ამგვარი მეთოდით დამუშავების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 2.1.6, საიდანაც მიიღება გავლილი საუკუნის მანძილზე საშუალო სეზონური ტემპერატურის ცვლილების სურათი ბოლო და მის წინა ორ კლიმატურ პერიოდს შორის (ცხრილი 2.1.7).

**ცხრილი 2.1.6. თბილისში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვალებადობა ათწლეულების მიხედვით**

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1904-1913	1.7	11.4	23.0	13.7	12.4
1914-1923	2.8	12.3	22.7	13.5	12.8
1924-1933	1.2	12.0	23.4	14.3	12.7
<b>პერიოდის სა- შუალო</b>	<b>1.9</b>	<b>11.9</b>	<b>23.0</b>	<b>13.8</b>	<b>12.6</b>
1934-1943	2.6	11.8	23.7	14.4	13.1
1944-1953	2.3	12.3	23.5	13.5	12.9
1954-1963	3.5	12.3	23.5	13.9	13.3
1964-1973	2.8	12.9	23.4	14.1	13.3
<b>პერიოდის სა- შუალო</b>	<b>2.8</b>	<b>12.3</b>	<b>23.5</b>	<b>14.0</b>	<b>13.2</b>
1974-1983	3.2	12.7	23.4	13.9	13.3
1984-1993	2.9	12.5	23.6	13.9	13.2
1994-2003	2.3	12.4	24	14.2	13.5
2004-2008	2.9	12.7	24	14.3	13.7
<b>პერიოდის სა- შუალო</b>	<b>3.1</b>	<b>12.6</b>	<b>23.8</b>	<b>14.1</b>	<b>13.4</b>

ამ საბოლოო ცხრილიდან ჩანს, რომ გლობალური დათბობის შედეგად ბოლო 35 წლის მანძილზე წინა 40-წლიან კლიმატურ პერიოდთან შედარებით (III-II) ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თბილისში გაიზარდა ყველა სეზონებში და, შესაბამისად, წლიურ ჭრილშიც. ყველაზე ნაკლები ცვლილება განიცადა შემოდგომის ტემპერატურებში. გაცილებით მეტი ცვლილება სეზონური და წლიური ტემპერატურებისთვის დაფიქსირდა გავლილი საუკუნის ბოლო და საწყის კლიმატურ პერიოდებს შორის, სადაც ტემპერატურის ნაზრდმა შეადგინა 0.8-1.2°C გარდა შემოდგომისა, რომლისთვისაც ნამატო 0.3°C -ის ტოლი აღმოჩნდა.

**ცხრილი 2.1.7. თბილისში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება (°C) ბოლო და მის წინა კლიმატურ პერიოდებს შორის. თბილისი, 1904-2008**

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1904-1913	1.9	11.9	23.0	13.8	12.6
1934-1973	2.8	12.3	23.5	14.0	13.2
1974-2008	3.1	12.6	23.8	14.1	13.4
სხვაობა (III-II)	+0.3	+0.3	+0.3	+0.1	+0.2
სხვაობა (III-I)	+1.2	+0.7	+0.8	+0.3	+0.8

თბილისისთვის, ისევე როგორც სხვა საკანძო სადგურებისთვის მიღებული წლიური და სეზონური ტემპერატურული სხვაობების ნიშნადობის დონის შეფასებები მოყვანილია დანართში II. მიღებული შედეგი ზოგად თანხმობაშია ცხრილი 2.1.5-ის საფუძველზე გაკეთებულ დასკვნებთან ზამთარსა და გაზაფხულზე მიმდინარე დათბობის შესახებ. ამავე დროს იგი მიუთითებს იმაზე, რომ ზაფხულში საშუალო ტემპერატურის ზრდა უმეტესწილად გამოწვეულია შედარებით მცირე (<2°C), მაგრამ ხშირი დადებითი ანომალიებით, ხოლო შემოდგომაზე მნიშვნელოვანი დადებითი ანომალიების წვლილი უმეტესად ნეიტრალდება ასევე ხშირი, მაგრამ უარყოფითი ანომალიებით. გავლილი საუკუნის მანძილზე საშუალო წლიური ტემპერატურის

ნაზრდმა შეადგინა 0.8°C, რაც პრინციპში ემთხვევა პირველ ეროვნულ შეტეობინებაში მიღებულ შედეგს.

გარკვეული განსხვავება (0.2°C) ნახ.2.1.1-დან მიღებული შედეგისაგან აიხსნება იმით, რომ ამ გრაფიკში შესულია XIX საუკუნის ბოლო ოცწლეულის მონაცემები, რომლებიც ხასიათდებოდა შესამჩნევად დაბალი წლიური ტემპერატურებით. ეს გარემოება კი ზრდის XXI საუკუნის დასაწყისისთვის მიღებული ტემპერატურის ნამატის სიდიდეს.

რაც შეეხება ჰაერის ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობების ცვლილებას, მონაცემთა თავსებადობის უზრუნველსაყოფად გარემოს ეროვნულ სააგენტოში არსებული 1905-2006 წწ. უწყვეტ დაკვირვებათა რიგი ასევე პირობითად დაყოფილ იქნა იგივე 3 კლიმატურ პერიოდად, რომლებშიც შევიდა ყოველი შემადგენელი წლის თითო-თითო აბსოლუტური მაქსიმუმი და აბსოლუტური მინიმუმი (ცხრ.2.1.8).

**ცხრილი 2.1.8. ჰაერის ტემპერატურის ექსტრემალური მნიშვნელობების საშუალოები (°C) ბოლო და მის წინა ორ კლიმატურ პერიოდში. თბილისი, 1905-2006**

კლიმატური პერიოდი	აბსოლუტური მაქსიმუმი	აბსოლუტური მინიმუმი
1905-1933 (I)	36.9	-10.0
1934-1973 (II)	37.2	-9.7
1974-2006 (III)	37.0	-8.5
სხვაობა (III-II)	-0.2	1.2
სხვაობა (III-I)	0.1	1.5

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ გავლილი საუკუნის მანძილზე კლიმატურ პერიოდებში გასაშუალოებული ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმები პრაქტიკულად არ შეცვლილა, თუმცა ამავე დროს აღინიშნა აბსოლუტური მინიმუმების შესამჩნევი მატება დათბობის მიმართულებით. კერძოდ, საუკუნის პირველ მესამედთან შედარებით ტემპერატურის ნაზრდმა ბოლო მესამედში შეადგინა 1.5.

დანარჩენი ორი საკვანძო სადგურისთვის დაკვირვების სრულფასოვანი რიგების უქონლობის გამო ანალოგიური შეფასების ჩატარება შეუძლებელი აღმოჩნდა.

## 2.2. ქუთაისი

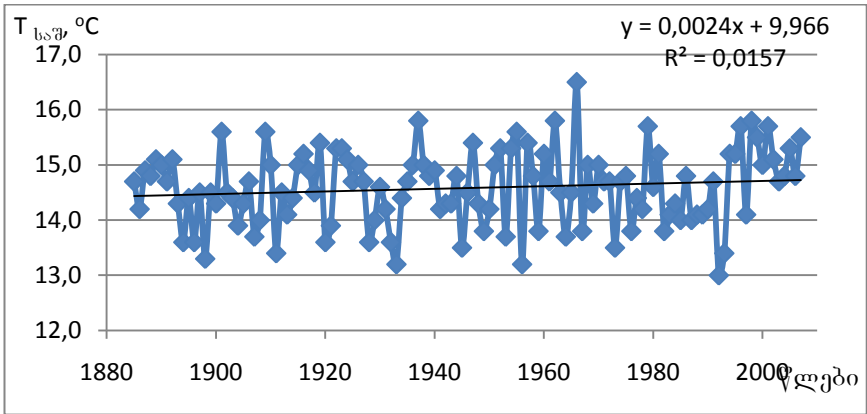
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჰაერის ტემპერატურაზე რეგულარული დაკვირვებები ქუთაისში დაიწყო 1885 წლიდან, თუმცა უწყვეტი, 1928 წლამდე ნაწილობრივ აღდგენილი ყოველთვიური მონაცემები ამ სადგურისთვის არსებობს 1906 წლიდან. რაც შეეხება წინა პერიოდს, 1885-1905 წწ. საშუალო წლიური მნიშვნელობები აღდგენილი იქნა ფოთის მეტეოსადგურის დაკვირვებებით, სადაც მრავალწლიური კლიმატური მონაცემების თანახმად, საშუალო წლიური ტემპერატურა მხოლოდ 0.1-0.2°C – ით ნაკლებია ქუთაისის შესაბამის მნიშვნელობაზე. ამავე მონაცემების თანახმად, კორელაციის კოეფიციენტი აღნიშნულ ორ სადგურზე საშუალო წლიურ ტემპერატურებს შორის შეადგენს 0.95.

ქუთაისში წლის საშუალო ტემპერატურის გასული 120-ზე მეტი წლის მანძილზე რყევადობის გრაფიკი მოყვანილია ნახაზზე 2.2.1, საიდანაც წრფივი ტრენდით აპროქსიმაციის შემთხვევაში მიიღება, რომ გავლილ პერიოდში საშუალო წლიური ტემპერატურა გაიზარდა 14.4-დან 14.7°C-მდე.

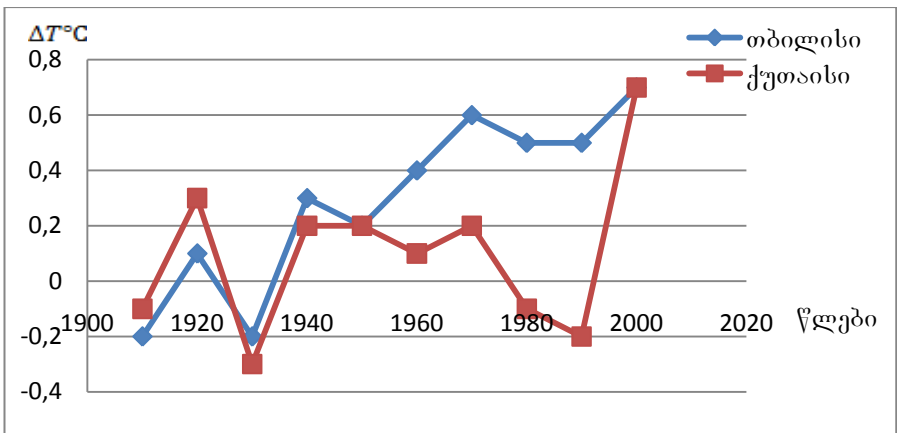
ამ ნახაზის შედარება თბილისის შესაბამის მონაცემებთან (ნახ. 2.1.1) ცხადყოფს, თუ რამდენად განსხვავებულია გლობალურ დათბობაზე კლიმატის რეაგირება საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ რეგიონებში. კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანი ნაზრდი აღმოსავლეთ საქართველოში 3-ჯერ მეტი აღმოჩნდა დასავლეთ საქართველოს შესაბამის მაჩვენებელზე. ბევრ შემთხვევაში განსხვავებულია ექსტრემალურად თბილი და ცივი წლებიც, თუმცა ეს არ ითქმის რეკორდულად გამორჩეულ 1966 წელზე, როდესაც საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ უჩვეულოდ მაღალ მნიშვნელობებს მიაღწია საქართველოს თითქმის ყველა მეტეოსადგურზე.

საუკუნის განმავლობაში ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების რყევადობის დასადგენად, თბილისის ანალოგიურად, ქუთაისისთვისაც გაანალიზებულ იქნა ამ საშუალოების გადახრები 1906-2005წწ პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოს მიმართ, რომელიც ტოლია 14.5°C. ამ გადახრების მსვლელობა, თბილისის მონაცემებთან ერთად, წარმოდგენილილია ნახაზზე 2.2.2.

ამ საგულისხმო ნახაზიდან ჩანს, რომ გასული საუკუნის დასაწყისიდან მის შუა პერიოდამდე ათწლიანი საშუალო ტემპერატურის ანომალიები თბილისსა და ქუთაისში სინქრონულად იცვლებოდა და პრაქტიკულად მცირედ, უმეტეს შემთხვევაში  $\pm 0.1$  °C ფარგლებში განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. 1950-იანი წლებიდან, დაიკვირვება მკვეთრი სხვაობა ანიმალიების მსვლელობაში, რაც გამოიხატება თბილისში ანომალიების დადებით მნიშვნელობების, ხოლო ქუთაისში უარყოფითი მნიშვნელობების ზრდის ტენდენციაში. 1990-იანი



ნახ. 2.2.1. საშუალო წლიური ტემპერატურის რყევადობა ქუთაისში 1885-2007 წწ. პერიოდში.



ნახ. 2.2.2. ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები თბილისსა და ქუთაისში 1906-2005წწ. პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.

წლებისთვის ანომალიებს შორის სხვაობამ მიაღწია მაქსიმალურ მნიშვნელობას (0.7 °C), რის შემდეგაც ქუთაისში დაიწყო მკვეთრი დათბობა და 2000-იანი წლების დასაწყისში ანომალიებმა ორივე მეტეოსადგურზე შეადგინა 0.7 °C. მოვლენათა აღნიშნულ მსვლელობას შემდეგი ახსნა გააჩნია. თანახმად IPCC მეორე ხუთწლიან ანგარიშში [23] (გვ.144) მოყვანილი მონაცემებისა XX საუკუნის მეორე ნახევარში



კლიმატის გლობალური ცვლილების შესახებ, 1955-1974 და 1975-1994 წლების ტემპერატურის წლიური საშუალოების შედარებამ გამოაგლინა გლობალური დათბობის ფონზე აგრილების 6 რეგიონის არსებობა, რომელთაგან ერთ-ერთი მოიცავს შავი ზღვის აუზს და ხმელთაშუა ზღვის აუზის აღმოსავლეთ ნაწილს. ამავე მონაცემებით, კასპიის ზღვის აუზში და მის აღმოსავლეთით ხსენებულ პერიოდში აღინიშნა დათბობა. იმავე პერიოდებს შორის ტემპერატურის ცვლილების სეზონურ საშუალოების ანალიზმა აჩვენა, რომ დასავლეთ საქართველოში აგრილებას ადგილი ჰქონდა შემოდგომასა და ზამთარში, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – შემოდგომაზე. სხვა სეზონებში ორივე რეგიონში აღინიშნებოდა დათბობა.

სულ სხვა სურათი დაფიქსირდა 10 წლის შემდეგ, IPCC მეოთხე ანგარიშში [25] (გვ. 37) მოყვანილ მონაცემებში, რომლებიც აღწერს მიწისპირა ტემპერატურის ცვლილებას 1979-2005 წწ. პერიოდში. ამ რუკის თანახმად, დათბობამ უკვე მთლიანად მოიცვა ევრაზიისა და ჩრდილო ამერიკის კონტინენტები, აგრეთვე აფრიკის თითქმის მთელი ტერიტორია. აგრილების ზონებმა გადაინაცვლა წყნარი, ატლანტისა და ინდოეთის ოკეანეების სამხრეთ ნაწილებში და ანტარქტიდაში.

ამრიგად, ნახაზზე 2.2.2 მოყვანილი მონაცემები წლიური ტემპერატურების 10-წლიანი საშუალოების ანომალიების საუკუნოვანი მსვლელობის შესახებ საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ გავლილი საუკუნის პირველ ნახევარში, როდესაც 1910-1940 წლებში დათბობის აშკარად გამოვლენილი ტრენდის მიუხედავად, გლობალურ დათბობას ჯერ არ მიუღია საგანგაშო მასშტაბები, წლიური ტემპერატურების ანომალიების მსვლელობა საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ რეგიონებში მეტნაკლებად სინქრონულად მიმდინარეობდა. 1950-იანი წლებიდან აღინიშნებოდა არსებითი სხვაობა ტრენდებს შორის აღმოსავლეთ საქართველოში დათბობის მიმართულებით, თუმცა 1990-იანი წლებიდან, ზოგადად ჩრდილო ნახევარსფეროში დათბობის პროცესის პრევალირების შედეგად, ეს სხვაობა წაიშალა და საქართველოს ორივე რეგიონში ბოლო 15 წლის მანძილზე აღინიშნა ტემპერატურის ზრდის ტენდენცია.

ისევე, როგორც თბილისის შემთხვევაში, ტემპერატურის ცვლილების სეზონური ხასიათის დასადგენად ათწლეულების მიხედვით გაანალიზდა თვის საშუალო ტემპერატურების არსებული რიგები 1906-2007 წწ. პერიოდში. თბილისის მონაცემებთან თავსებადობის შესანარჩუნებლად პირველ ქვეპერიოდში წლების რაოდენობამ 10-ის ნაცვლად შეადგინა 8. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 2.2.1, ხოლო ამ შედეგებიდან გამომდინარე მონაცემები კლიმატურ

პერიოდებს შორის სეზონური და წლიური ტემპერატურის ცვლილების შესახებ-ცხრილში 2.2.2.

**ცხრილი 2.2.1. ქუთაისში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვალებადობა ათწლეულების მიხედვით (1906-2008)**

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1906-1913	5.6	13.2	23.2	16.2	14.5
1914-1923	6.6	13.6	23.1	16.2	14.9
1924-1933	5.5	13.4	23.4	16.6	14.7
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>5.9</b>	<b>13.4</b>	<b>23.2</b>	<b>16.3</b>	<b>14.7</b>
1934-1943	6.4	13.2	22.9	16.7	14.8
1944-1953	6.1	13.2	22.6	16.0	14.5
1954-1963	7.1	13.1	23.0	16.2	14.8
1964-1973	6.3	13.8	22.3	16.0	14.6
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>6.5</b>	<b>13.3</b>	<b>22.7</b>	<b>16.2</b>	<b>14.7</b>
1974-1983	6.3	13.5	22.1	16.0	14.5
1984-1993	5.3	13.2	22.1	15.4	14.0
1994-2003	6.9	13.9	23.2	16.7	15.1
2004-2008	6.4	13.6	23.7	16.8	15.2
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>6.2</b>	<b>13.6</b>	<b>22.8</b>	<b>16.2</b>	<b>14.7</b>

**ცხრილი 2.1.2. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება (°C) ბოლო და მის წინა კლიმატურ პერიოდებს შორის. ქუთაისი, 1904-2008.**

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1906-1933 (I)	5.9	13.4	23.2	16.3	14.7
1934-1973 (II)	6.5	13.3	22.7	16.2	14.7
1974-2007 (III)	6.2	13.6	22.8	16.2	14.7
სხვაობა (III-II)	-0.3	+0.3	+0.1	0.0	0.0
სხვაობა (III-I)	+0.3	+0.2	-0.4	-0.1	0.0

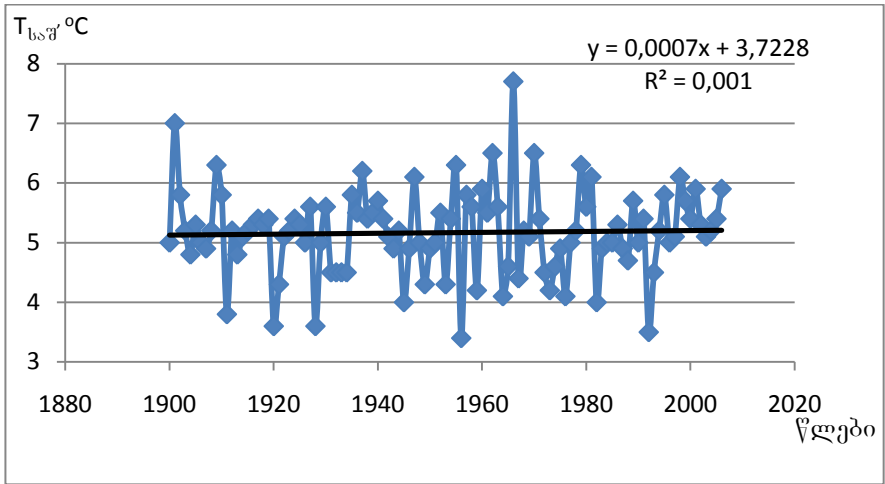
როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ქუთაისში გლობალური დათბობის ეფექტი თბილისთან შედარებით მეტად განსხვავებული სახით მქაღვანდება. კერძოდ, ეს გამოიხატება 2 კლიმატურ პერიოდს შორის ზამთარში აგრილებით, აგრეთვე პრაქტიკულად ნულოვანი ცვლილებით სხვა სეზონებში და წლიურ ჭრილში გარდა გაზაფხულისა, როდესაც სეზონურმა ტემპერატურამ იმავე სიდიდით მოიმატა, რაც თბილისში. დროის უფრო ხანგრძლივ პერიოდში, გასული საუკუნის პირველ მესამედთან შედარებით, მცირე დათბობა აღინიშნა გაზაფხულზედაც, თუმცა მნიშვნელოვანი აგრილება დაფიქსირდა ზაფხულის სეზონში. სეზონური ტემპერატურის ცვლილების ეს თავისებურებები გასათვალისწინებელია ამჟამად მიმდინარე გლობალური დათბობის პირობებში 2050 წლამდე დასავლეთ საქართველოს რეგიონში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პროგნოზირებისას.

### 2.3. ახალქალაქი

ახალქალაქში ჰაერის ტემპერატურაზე 1900 წელს დაწყებული დაკვირვების რიგები შეიცავს 1911-1926 წლებში თვის საშუალო ტემპერატურაზე ნაწილობრივ აღდგენილ მონაცემებს, რომლებიც გამოყენებული იყო პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში საქართველოს ტერიტორიაზე XX საუკუნის განმავლობაში კლიმატის ცვლილების შესაფასებლად. რაც შეეხება ბოლო 10 წლის მანძილზე საშუალო თვიური ტემპერატურის ცვალებადობას, მონაცემთა მიუწვდომლობის გამო ეს სიდიდეები აღდგენილ იქნა მსგავს კლიმატურ პირობებში მყოფი წალკის მეტეოსადგურის მასალებით, სადაც წლის საშუალო ტემპერატურა, მრავალწლიური კლიმატური მონაცემების თანახმად, მხოლოდ 1.0°C-ით აღემატება ახალქალაქის ტემპერატურას.

საცნობარო ლიტერატურაში [50] გამოქვეყნებული, 1951-1965 წლების სინქრონული დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით, კორელაციის კოეფიციენტი საშუალო წლიურ ტემპერატურებს შორის წალკასა და ახალქალაქში შეადგენს 0.94, რაც მოწმობს ზემოთ ხსენებული აღდგენის პროცედურის მაღალ საიმედოობას.

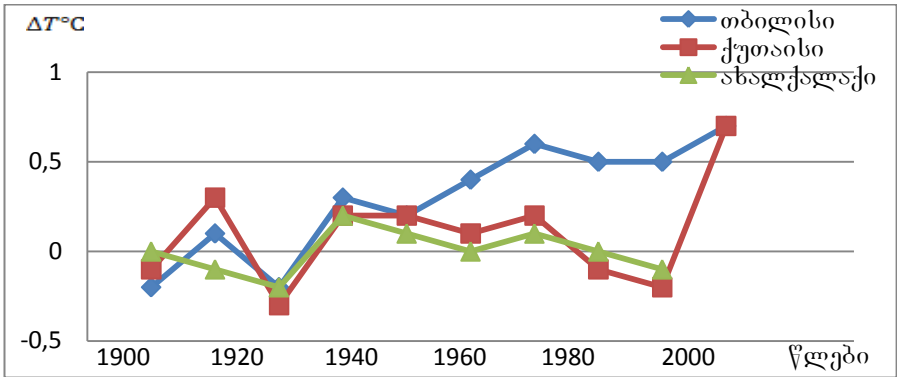
ახალქალაქში წლის საშუალო ტემპერატურის გასული საუკუნის განმავლობაში რყევადობის გრაფიკი მოცემულია ნახაზზე 2.3.1, საიდანაც წრფივ ტრენდით აპროქსიმაციისას მიიღება, რომ დროის განხილულ პერიოდში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა თითქმის არ შეცვლილა და მისი ნაზრდი შეიძლება შეფასდეს მხოლოდ 0.1-0°C-ით.



**ნახ. 2.3.1. საშუალო წლიური ტემპერატურის რყევადობა ახალქალაქში 1900-2006 წწ.პერიოდში.**

ამ გრაფიკის შედარება თბილისისა და ქუთაისის სათანადო მონაცემებთან აშკარად მეტყველებს იმაზე, რომ გლობალურ დათბობაზე თერმული რეჟიმის რეაგირების თვალსაზრისით ზემოთ ნახსენები სამცხე-ჯავახეთის კლიმატური ქვეოლქი გაცილებით უფრო ახლოსაა დასავლეთ საქართველოს კლიმატურ ოლქთან, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონთან. ეს დასკვნა, რომელიც აგრეთვე გამომდინარეობს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებული შედეგებიდან, კიდევ უფრო მყარდება ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების ანომალიების ახალქალაქში მსვლელობის განხილვისას, რის შესახებაც მონაცემები, თბილისისა და ქუთაისის შესაბამის სიდიდეებთან ერთად, მოყვანილია ნახაზზე 2.3.2.

ამ ნახაზზე საგულისხმოა ის გარემოება, რომ გასული საუკუნის 20-იანი წლების მეორე ნახევრიდან ტემპერატურული ანომალიების მსვლელობა ქუთაისსა და ახალქალაქში პრაქტიკულად იდენტურია, თუმცა 1990-იანი წლებიდან ტემპერატურის ზრდის სიჩქარემ ქუთაისში თითქმის ორჯერ გადააჭარბა ახალქალაქის ანალოგიურ მაჩვენებელს. რაც შეეხება 1920-იანი წლების დასაწყისისთვის დანარჩენ ორ რეგიონში ანომალიების მსვლელობიდან ახალქალაქში დაფიქსირებულ გადახრას, იგი შეიძლება განპირობებულ იყოს 1911-1926 წლებში ტემპერატურული რიგების აღდგენის უზუსტობით.



**ნახ. 2.3.2. ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები კლიმატური ოლქების მახასიათებელ სადგურებზე 1906-2005წწ. პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

მიღებული შედეგი თანხმობაშია შრომაში [3] გაკეთებულ დასკვნასთან, რომლის თანახმად გლობალურ დათბობაზე საქართველოს მთიანი და მაღალმთიანი რაიონების (რომელთაც მიეკუთვნება ჯავახეთის მთიანეთი) რეაგირება ანალოგიურია ჰუმიდური ლანდშაფტების რეაგირებისა, რომლებიც დასავლეთ საქართველოს უმეტეს ნაწილს ახასიათებს.

რაც შეეხება გავლილ საუკუნეში ახალქალაქში ტემპერატურის სეზონური მნიშვნელობების ცვალებადობას, მის დასადგენად, ისევე როგორც თბილისისა და ქუთაისისთვის, გაანალიზდა თვის საშუალო ტემპერატურების რიგები 1904-2006 წწ. პერიოდში. 2007 წლიდან ახალქალაქის მეტეოსადგურის გაუქმების შედეგად უფრო გვიანი მონაცემები აღარ არსებობს. სეზონებად გაერთიანებული თვის ეს საშუალოები, გაყოფილი ათწლეულებად და პირობითად გაერთიანებული 3 კლიმატურ პერიოდად, მოყვანილია ცხრილში 2.3.1, ხოლო ამ შედეგებიდან გამომდინარე მონაცემები კლიმატურ პერიოდებს შორის სეზონური და წლიური ტემპერატურის ცვლილების შესახებ – ცხრილში 2.3.2.

როგორც ამ ცხრილიდან ირკვევა, გლობალური დათბობის ზეგავლენით ახალქალაქში ბოლო კლიმატურ პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით, მსგავსად ქუთაისისა აგრილდა, ხოლო გაზაფხულსა და ზაფხულში დათბა. შემოდგომაზე გავლილი საუკუნის მანძილზე აგრილებამ ახალქალაქში უფრო მკვეთრი ხასიათი მიიღო, ვიდრე ქუთაისში.

ცხრილი 2.3.1. ახალქალაქში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვალებადობა ათწლეულების მიხედვით (1904-2006)

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1904-1913	-6.0	3.8	15.1	7.4	5.1
1914-1923	-5.3	4.3	14.3	6.6	4.8
1924-1933	-6.8	3.9	15.1	7.4	4.9
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>-6.0</b>	<b>4.0</b>	<b>14.8</b>	<b>7.1</b>	<b>5.0</b>
1934-1943	-5.0	4.0	15.1	7.5	5.4
1944-1953	-6.1	4.2	14.9	6.7	4.9
1954-1963	-4.4	4.3	14.9	6.8	5.4
1964-1973	-5.3	4.6	14.5	6.7	5.1
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>-5.2</b>	<b>4.3</b>	<b>14.8</b>	<b>6.9</b>	<b>5.2</b>
1974-1983	-5.4	4.4	14.5	6.6	5.0
1984-1993	-5.9	4.2	14.7	6.6	4.9
1994-2003	-5.2	4.7	15.5	7.1	5.5
2004-2006	-5.8	5.0	15.9	7.1	5.6
<b>პერიოდის საშუალო</b>	<b>-5.6</b>	<b>4.6</b>	<b>15.2</b>	<b>6.8</b>	<b>5.2</b>

ცხრილი 2.3.2. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება (°C) ბოლო და მის წინა კლიმატურ პერიოდებს შორის. ახალქალაქი, 1904-2006

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
1904-1933 (I)	-6.0	4.0	14.8	7.1	5.0
1934-1973 (II)	-5.2	4.3	14.8	6.9	5.2
1974-2006 (III)	-5.6	4.6	15.2	6.8	5.2
სხვაობა (III-II)	-0.4	+0.3	+0.4	-0.1	0.0
სხვაობა (III-I)	+0.4	+0.6	+7.1	-0.3	+0.2

სამივე მახასიათებელი სადგურისთვის საშუალო სეზონური და წლიური ტემპერატურის კლიმატურ პერიოდებს შორის საუკუნოვანი ცვლილებების შესახებ მონაცემები თავმოყრილია ცხრილში

2.3.3, რომელიც აადვილებს გლობალურ დათბობაზე საქართველოს სამი განსხვავებული კლიმატური ოლქის რეაგირების შეფასებას. კერძოდ, ამ ბოლო ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ უკანასკნელი სამი ათწლეულის განმავლობაში კლიმატის მიმდინარე გლობალურმა ცვლილებამ საქართველოს ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე დათბობა გამოიწვია მხოლოდ გაზაფხულის სეზონში და საშუალო სეზონური ტემპერატურის ნამატი აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში ბოლო და მის წინა კლიმატურ პერიოდს შორის ორჯერ ნაკლებია გასული საუკუნის პირველ მესამედთან შედარებით მიღებულ სიდიდეზე. დანარჩენ სამ სეზონში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილებამ საკმაოდ ნაირფეროვანი სახე მიიღო. კერძოდ, აღმოსავლეთ საქართველოში დაფიქსირდა ოთხივე სეზონისა და წლიური ტემპერატურის მატება, მაშინ როდესაც უახლოეს კლიმატურ პერიოდთან შედარებით დასავლეთ საქართველოსა და სამცხე-ჯავახეთში ზამთარში და შემოდგომაზე აგრილდა, ხოლო საშუალო წლიური ტემპერატურა ორ რეგიონში ჯერჯერობით პრაქტიკულად არ შეცვლილა.

**ცხრილი 2.3.3. საკვანძო სადგურებზე ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური მნიშვნელობების ცვლილება (°C) გავლილი საუკუნის 3 თანმიმდევრულ კლიმატურ პერიოდებს შორის**

სადგური	პერიოდები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
თბილისი	III-II	+0.3	+0.3	+0.3	+0.1	+0.3
	III-I	+0.9	+0.7	+0.8	+0.3	+0.7
ქუთაისი	III-II	-0.3	+0.3	+0.1	0.0	0.0
	III-I	+0.3	+0.2	-0.4	-0.1	0.0
ახალქალაქი	III-II	-0.4	+0.3	+0.4	-0.1	0.0
	III-I	+0.4	+0.6	+0.4	-0.3	+0.2

**კლიმატური პერიოდების აღნიშვნა:** 1904–1933 (I), 1934–1973–(II), 1974–2007–(III)

ბოლო ცხრილში მოყვანილი შედეგების შედარება ნახაზ 2.3.2-დან გამომდინარე შედეგებთან საშუალებას იძლევა დაავსკნათ, რომ გლობალური დათბობის გავლენა საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურულ რეჟიმზე, რომელიც ბოლო 35 წლის მანძილზე, საშუალო წლიური ტემპერატურის ჭრილში, მკაფიოდ გამოიხატა მხოლოდ

აღმოსავლეთ საქართველოში, უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე შესაძლებლად დაეცო დანარჩენ ორ კლიმატურ რეგიონსაც. თუმცა, დათბობის ამ შედარებით ხანმოკლე პერიოდმა ჯერჯერობით ვერ მოახდინა არსებითი გავლენა დასავლეთ საქართველოსა და სამცხე-ჯავახეთის საშუალო წლიურ ტემპერატურაზე ზემოთ ხსენებული კლიმატური პერიოდის ფარგლებში.

### 3. ნალექთა ცვალებადობა მახასიათებელ მეტეოსადგურებზე

#### 3.1 თბილისი

ატმოსფერულ ნალექებს, ისევე როგორც ჰაერის ტემპერატურას, ძირითადი როლი მიუძღვის მოცემული ტერიტორიის კლიმატის ჩამოყალიბებაში. თბილისში სისტემატური დაკვირვებების წარმოება ნალექებზე ჰაერის ტემპერატურასთან ერთად დაიწყო 1844 წლიდან, დაკვირვების მონაცემები ხასიათდებოდა გარკვეული ხარვეზებით. ეს ძირითადად დაკავშირებული იყო ამ პერიოდში დაკვირვების ადგილის ცვალებადობასთან. მიუხედავად ამისა, ნალექთა ისეთი ძირითადი მახასიათებლები, როგორცაა თვისა და წლის ჯამები, არსებობს 1844 წლიდან, და მათი გამოყენება გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია თბილისში ატმოსფერული ნალექების დინამიკის ანალიზის დროს.

1881 წლიდან ნალექთა წლიურ ჯამებზე უწყვეტი დაკვირვების მონაცემები მოყვანილია ნახაზზე 3.1.1.

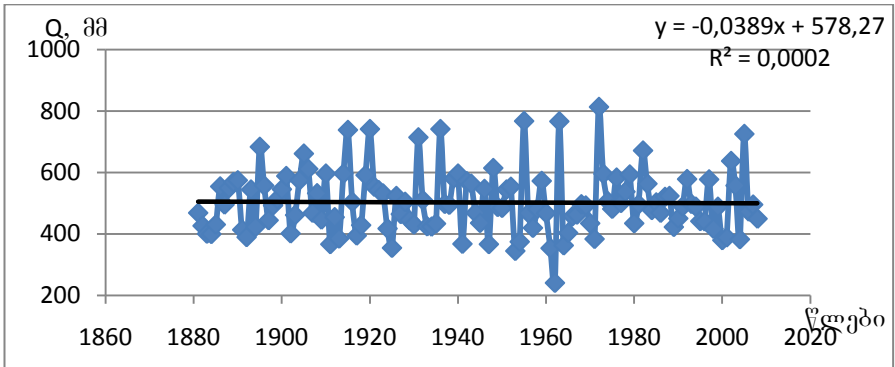
გრაფიკზე მოყვანილი ნახაზიდან ჩანს, რომ ნალექთა ჯამების რყევადობა თბილისში ხასიათდება დიდი ამპლიტუდით, რომელიც განპირობებულია ჯამების ექსტრემალური მნიშვნელობებით (მინიმუმი 240 მმ და მაქსიმუმი 813 მმ). ეს შეესაბამება ნალექთა საერთო საშუალოდან ( $Q_{საშ}=500$  მ) დაახლოებით 260-310 მმ გადახრის შესაძლებლობას ორივე მიმართულებით, რაც კლიმატური ნორმის თითქმის 60%-ს შეადგენს. აქვე აღსანიშნავია, რომ ჰაერის ტემპერატურისთვის იგივე ამპლიტუდა, თანახმად წინა პარაგრაფში მოყვანილი მონაცემებისა, ტოლი აღმოჩნდა  $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$  ( $T_{საშ}=13,0^{\circ}\text{C}$ ).

გრაფიკის ანალიზისას თვალში საცემია აგრეთვე ნალექთა წლიური ჯამების განსაკუთრებით ძლიერი რყევადობა 1950-1970 წწ. პერიოდში, როდესაც თანახმად ნახ. 2.1.2-2.1.4 მონაცემებისა, თბილისში დაფიქსირდა საშუალო წლიური ტემპერატურების გამორჩეულად ინტენსიური ზრდა. შემდგომ წლებში ნალექთა ცვალებადობის ამპლიტუდამ დაიკლო და არ აღემატება საშუალოდ  $\pm 200$  მმ.

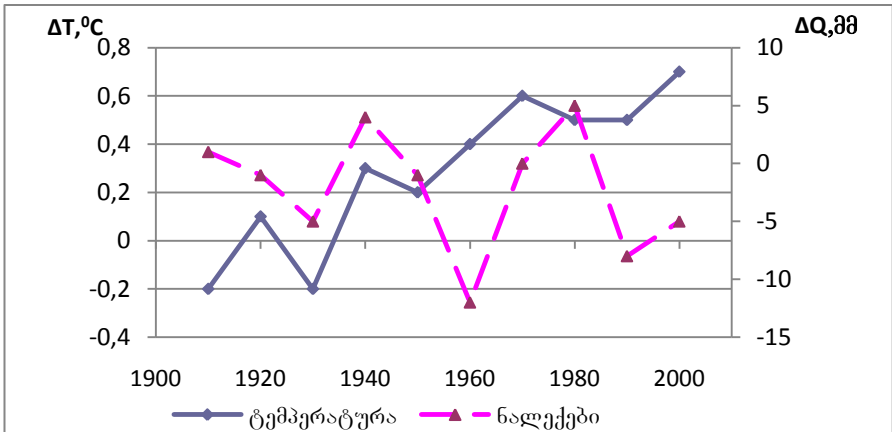
გასულ საუკუნეში ნალექთა რყევადობის ხასიათის შესადარებლად ჰაერის ტემპერატურასთან, 1906-2005 წწ. პერიოდისთვის, ანა-



ლოგიურად ნახაზისა 2.1.2, აგებულ იქნა ნალექთა 10-წლიანი საშუალოების 1901-1950 წწ საშუალოს (512 მმ) მიმართ გადახრების გრაფიკი (ნახ. 3.1.2). ამავე გრაფიკზე დატანილია ტემპერატურის შესაბამისი გადახრები.



**ნახ. 3.1.1. ნალექთა წლიური ჯამების რყევადობა თბილისში 1881-2008 წწ. პერიოდში.**



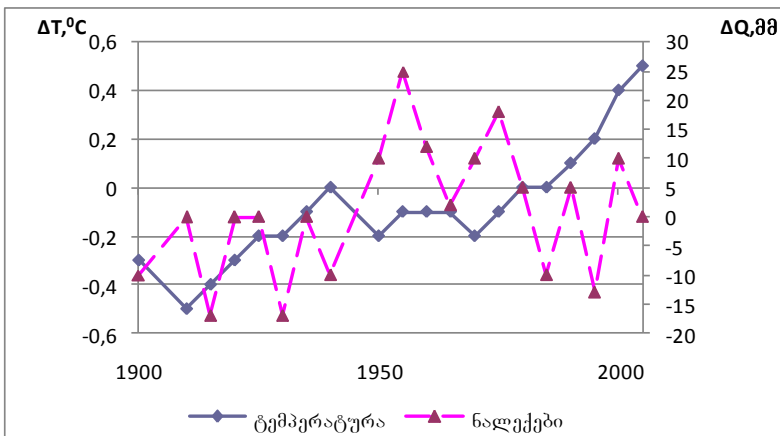
**ნახ. 3.1.2 თბილისში ნალექთა წლიური ჯამებისა და ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1906-2005 წწ. პერიოდში 1901-1950 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ 1950-იან წლებამდე ტემპერატურისა და ნალექთა მსვლელობაში საკმაოდ მჭიდრო კორელაცია

დაიკვირვებოდა, თუმცა ამის შემდეგ ეს სინქრონულობა დაირღვა და ტემპერატურის თითქმის უწყვეტი მატების ფონზე აღინიშნა ნალექთა საგრძნობი შემცირების ტენდენცია, რომელიც ყველაზე მკაფიოდ გამოვლინდა 1950-იანი წლების დათბობის პირობებში. კერძოდ, თუ განხილულ ორ ცვლადს შორის 1920-1950 წწ. პერიოდში კორელაციის კოეფიციენტი შეადგენდა 0,5, შემდგომ პერიოდში იგი შეიცვალა მნიშვნელობით 0,3. საერთო კორელაციის კოეფიციენტი განხილულ ცვლადებს შორის 1910 - 2000 წწ. პერიოდში ტოლი აღმოჩნდა -0,2, რაც მიუთითებს გარკვეული კავშირის არსებობაზე ტემპერატურის ზრდასა და ნალექთა შემცირებას შორის თბილისის პირობებში.

ამ კონტექსტში გარკვეულ ინტერესს შეადგენს 1900-2005 წწ. პერიოდში გლობალური მასშტაბით ჰაერის საშუალო ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების ანომალიების შედარება 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდთან მიმართებაში. ანგარიშში [25] წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით ეს შედარება ღებულობს შემდეგ სახეს (ნახ. 3.1.3).

დედაშიწის ზედაპირზე ნალექთა განაწილების დიდი სიჭრელის გათვალისწინებით მათი გლობალური ტრენდი ცალკე რეგიონის დასახასიათებლად გამოუსადეგარია, მაგრამ ნახაზზე მოყვანილი გრაფიკები გარკვეულწილად მაინც მიანიშნებს უარყოფითი კორელაციის არსებობას ტემპერატურისა და ნალექთა ტრენდებს შორის, რაც მეტნაკლებად აშკარად ვლინდება 1940-1980 წწ. შუალედში გლობალური ტემპერატურების ანომალიების ნულოვანი, ან მცირე უარყოფითი გადახრების ფონზე ნალექთა დადებითი ანომალიების არსებობაში.



**ნახ. 3.1.3. ნალექთა და ჰაერის ტემპერატურის საშუალოების ანომალიების მსვლელობა 1901-2005 წწ. პერიოდში 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდთან მიმართებაში ([25]-ის მიხედვით).**

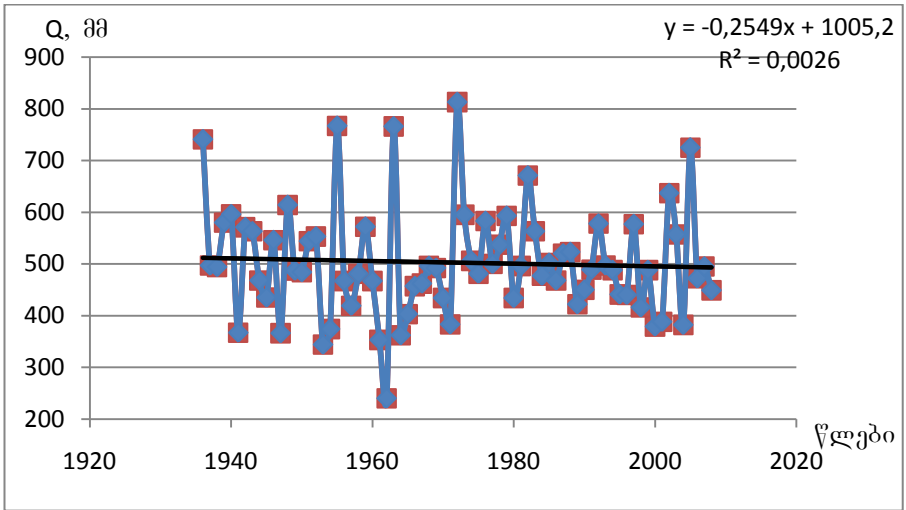
ატმოსფერული ნალექების რაოდენობრივი ცვალებადობის ერთ-ერთი საკმაოდ ანგარიშგასაწვევი მაჩვენებელია ნალექთა ექსტრემალური მნიშვნელობების დროში დინამიკა. ამ საკითხის გამოკვლევის მიზნით ჩვენს მიერ აღებულ იქნა ნალექების რაოდენობის ორი გრადაცია – უხვი ნალექები და მცირე ნალექები. ამ მახასიათებლების მნიშვნელობათა დადგენის მიზნით გამოყენებული იქნა პროგნოსტიკულ მეტეოროლოგიაში დამკვიდრებული წესი, რომლის მიხედვითაც მცირე ნალექებად ითვლება ნალექების კლიმატური ნორმის 80%-ზე ნაკლები, ხოლო უხვ ნალექებად – კლიმატური ნორმის 120%-ზე მეტი [47]. აქედან გამომდინარე თბილისში მცირე წლიური ნალექების შემთხვევად აღებული იქნა 400 მმ-ზე ნაკლები ნალექების რაოდენობა, ხოლო უხვი წლიური ნალექების შემთხვევად 600 მმ-ზე მეტი ნალექების რაოდენობა. ამ ზღვრული მნიშვნელობების და ნალექების წლიური ჯამების გათვალისწინებით დადგენილი იქნა უხვ- და მცირენალექიანი წლების განმეორადობები ათწლეულების მიხედვით. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 3.1.1.

**ცხრილი 3.1.1. თბილისში უხვ- და მცირენალექიანი წლების განმეორადობები (შემთხვევათა რიცხვი) ათწლეულების მიხედვით (1844-2008)**

ათწლეულები	უხვნალექიანი წლების რიცხვი	მცირენალექიანი წლების რიცხვი	სხვაობა
1844-1853	1	1	0
1854-1863	0	2	-2
1864-1873	1	2	-1
1874-1883	1	0	1
1884-1893	0	2	-2
1894-1903	1	0	1
1904-1913	3	2	1
1914-1923	4	1	3
1924-1933	1	1	0
1934-1943	2	1	1
1944-1953	1	2	-1
1954-1963	2	2	0
1964-1973	2	2	0
1074-1983	2	0	2
1984-1993	0	0	0
1994-2003	1	2	-1
2004-2008	1	1	0
<b>ჯამი</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>2</b>

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, დაკვირვების მთელი პერიოდის მანძილზე უხვი და მცირენალექიანი წლების თითქმის თანაბარი რაოდენობაა, შესაბამისად 23 და 21, რომლებიც ათწლეულების მიხედვით ასევე საკმაოდ თანაბრად არიან განლაგებული. საშუალო განმეორადობები ათწლეულების მიხედვით შესაბამისად 1.3 და 1.2-ს შეადგენს. გარდა ამისა, ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ უხვნალექიანი წელი არ დაფიქსირებულა 4 ათწლეულში, ხოლო მცირენალექიანი წელი 3 ათწლეულში. სხვაობები უხვნალექიან და მცირენალექიან წლების განმეორადობებს შორის ათწლეულების მიხედვით ასევე უმნიშვნელოა. ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან ექსტრემალური გადახრების მონაცემებთან (ცხრ.2.1.3) შედარებამ აჩვენა, რომ ბოლო ათწლეულებში თბილისში ჰაერის ტემპერატურის ნორმიდან ექსტრემალურად მაღალი გადახრების განმეორადობები მნიშვნელოვნად ჭარბობს ექსტრემალურად დაბალი გადახრების განმეორადობებს. ნალექების შემთხვევაში ასეთ კანონზომიერებას ჩვენ ვერ ვხედავთ. პირიქით, აქ აღინიშნება ნალექების ექსტრემალურად მაღალი და დაბალი მნიშვნელობების თითქმის თანაბარი განაწილება. ეს გარემოება მიანიშნებს იმაზე, რომ ნალექების ანომალიების ჩამოყალიბება თბილისში ბევრად უფრო კომპლექსური და რთული მოვლენაა, ვიდრე ჰაერის ტემპერატურების ანომალიებისა. მიუხედავად ამისა, უნდა ითქვას, რომ ნალექების ექსტრემალური მნიშვნელობების განმეორადობების დროში მერყეობას გარკვეულად სტაბილური ხასიათი აქვს, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს ჩვენს მიერ უკვე გამოთქმულ მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ თბილისში ახლო მომავალში არ იკვეთება ნალექების რაოდენობის მნიშვნელოვანი გადახრა დაფიქსირებული დინამიკიდან.

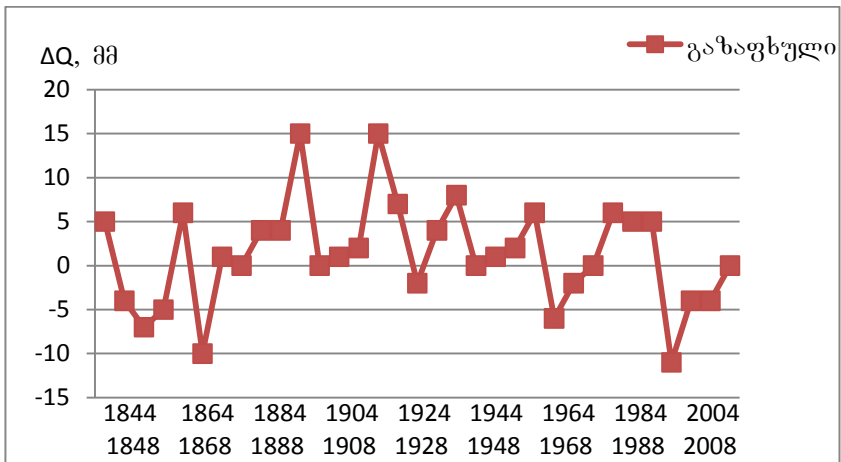
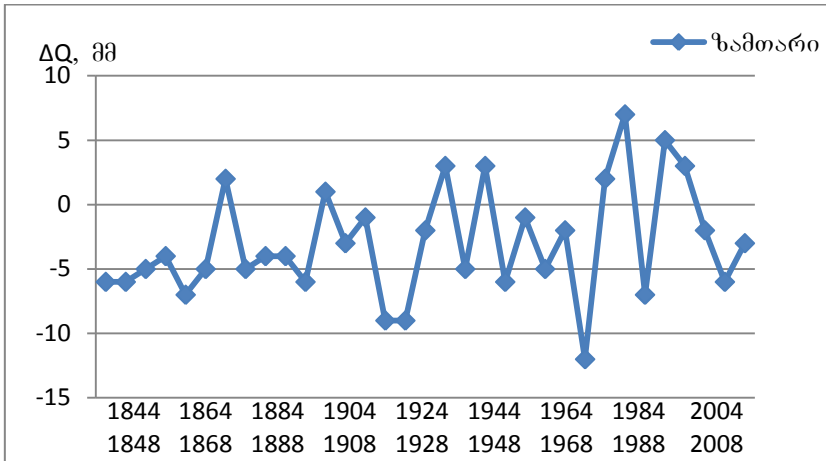
გარდა ზემოთ განხილული საუკუნოვანი ტრენდისა, სხვა შერჩეულ სადგურებთან შესადარებლად, თბილისისთვის განსახილველია აგრეთვე ნალექთა ვარიაციის 1936-2008 წწ. პერიოდიც, რომელშიც უწყვეტი მონაცემები არსებობს ქუთაისისა და ახალქალაქის მეტეოსადგურებისთვისაც. ამ პერიოდის შესაბამისი გრაფიკი მოყვანილია ნახაზზე 3.14, რომლიდანაც აშკარად ვლინდება თბილისში ბოლო 70 წლის მანძილზე ნალექთა სუსტი შემცირების ტენდენცია. ამ შემცირების სინქარე, მოყვანილი გრაფიკის თანახმად, შეადგენს  $-2\text{მმ}/10\text{წ}$ , რაც წრფივი ექსტრაპოლაციის შემთხვევაში იძლევა ნალექთა წლიური ჯამების შემცირებას 2100 წლამდე დაახლოებით 20 მმ-ით. ეს სიდიდე თითქმის 4-ჯერ ნაკლებია მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მოედებული გათვლებით მიღებულ შესაბამის მნიშვნელობაზე [12], რაც მოწმობს წრფივი ექსტრაპოლაციის არასაიმედოობას გლობალური დათბობის პირობებში მეტეოკლიმატების ცვლილების პროგნოზირებისთვის დროის ხანგრძლივ (50-100 წელი) მონაკვეთებში.



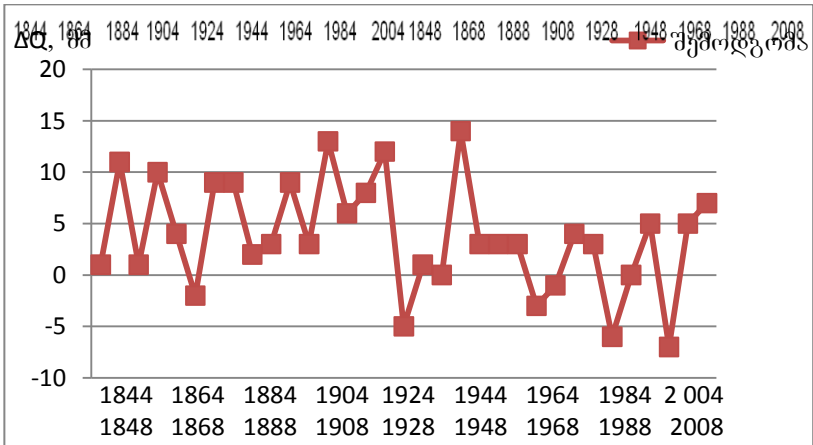
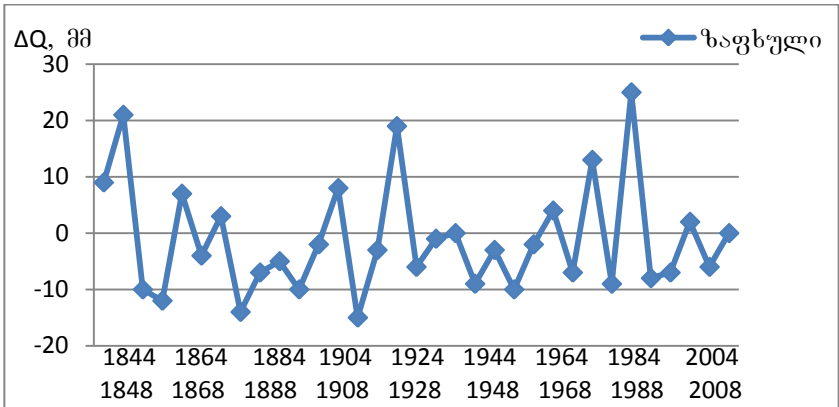
**ნახ. 3.14. ნალექთა წლიური ჯამების რყევადობა თბილისში 1936-2008 წწ. პერიოდში.**

რაც შეეხება ნალექთა სეზონური ჯამების ვარიაციას, პირველ რიგში განხილულ იქნა მათი ცვალებადობა დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში (1844-2008 წწ.). ისევე როგორც ზემოთ, გადახრები გამოთვლილ იქნა 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის მიმართ, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ მათი სიდიდე ხუთწლიანი საშუალოების სახით, გამოსახულია მმ-ში. შესაბამისი მონაცემები წარმოდგენილია ნახაზზე 3.15

ამ გრაფიკებიდან ჩანს, რომ გადახრების ამპლიტუდები შედარებით დიდია ზაფხულისა და ზაფხულის სეზონებში, ვიდრე შემოდგომასა და ზამთარში. ამავე დროს, ყველაზე მკაფიოდ გამოხატული დადებითი და უარყოფითი გადახრების დროში მერყეობა სეზონის შიგნით აღინიშნება ზაფხულის პერიოდში. მთლიანობაში შეიძლება ითქვას, რომ სეზონების შემთხვევაში, ისევე როგორც ცალკეული თვეების შემთხვევაში, არ ფიქსირდება ნალექების რაოდენობის ცვლილების ტრენდული ხასიათის ჩამოყალიბება. ეს ძალზედ მნიშვნელოვანი ფაქტია, ვინაიდან საფუძველს გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ თბილისში ნალექების ცვლილების ტრენდის წარმოქმნა უახლოეს ათწლეულებში მოსალოდნელი არ არის, და პირიქით, ყველაზე ალბათურია არსებული მერყეობის ფონის შენარჩუნება.



ნახ.3.1.5. თბილისში ნალექების 5-წლიანი საშუალოების გადახრა ნორმიდან სეზონების მიხედვით.



**ნახ.3.1.5-ის გავრძელება.**

გასული 70 წლის მანძილზე ნალექთა სეზონური ჯამების რყევადობის დასადგენად, ტემპერატურისათვის ზემოთ ჩატარებული ანალიზის ანალოგიურად, განხილულ იქნა აგრეთვე ათწლეულებში გასაშუალოებული ნალექთა სეზონური ჯამები და მათი გადახრები საბაზისო პერიოდის საშუალო მნიშვნელობებიდან. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 3.1.2.

გლობალური დათბობის ეფექტის გამოსავლენად დაკვირვების მთლიანი პერიოდი პირობითად დაყოფილ იქნა ორ 30-წლიან პერიოდად (1936-1965 და 1976-2005 წწ.), რომლებსთვისაც ცხრილიდან 3.1.2 ანომალიები შესაბამისი ნიშნების გათვალისწინებით შეჯამებულ

იქნა სათანადო ათწლეულების მიხედვით. ანომალიების ეს სეზონური ჯამები წარმოდგენილია ცხრილში 3.1.3.

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ ბოლო 30-წლიან პერიოდში პირველ პერიოდთან შედარებით ნალექთა დადებითმა ანომალიებმა მნიშვნელოვნად იმატა ზამთრისა და ზაფხულის სეზონებში, ხოლო უარყოფითმა ანომალიებმა – შემოდგომაზე. მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებული შედეგების თანახმად 2100 წლისთვის მოსალოდნელია ამ ტრენდების გარკვეული ცვლილება ნალექთა ყველაზე დიდი დაკლებით გაზაფხულსა და ზაფხულში, ხოლო მინიმალური კლებით – შემოდგომაზე [12].

**ცხრილი 3.1.2. თბილისში ნალექთა სეზონური ჯამების გადახრები (%) ათწლეულების მიხედვით საბაზისო პერიოდის შესაბამის მნიშვნელობებიდან (მმ)**

სეზონი ათწლეულები	ზამთარი	ზაფხუ- ლი	შემოდ- გომა	ზაფხუ- ლი	საშუალო წლიური
საბაზისო პერიოდი (1961-1990)	65	161	169	105	500
1936-1945	8	12	-16	33	7
1946-1955	-12	6	-3	12	20
1956-1965	-17	-6	-8	-11	-9
1966-1975	-5	-1	-3	20	2
1976-1985	4	11	16	-11	7
1986-1995	20	-4	-17	10	-2
1996-2005	-20	1	0	10	0

**ცხრილი 3.1.3. თბილისში ნალექთა სეზონური ანომალიების ჯამები (%) საწყის და საბოლოო 30-წლიან პერიოდებში**

სეზონი პერიოდი	ზამთარი	გაზაფ- ხული	ზაფ- ხული	შემოდ- გომა	საშუალო წლიური
1938-1965 (I)	-21	+12	-27	+34	0
1976-2005 (II)	+4	+8	-1	+9	+5
სხვაობა (II-I)	+25	-4	+26	-25	+5

ცხრილში მიღებული შედეგი ნალექთა წლიური ჯამების გარკვეული ზრდის თაობაზე წინააღმდეგობაშია ნახ. 3.1.4-დან მიღებულ



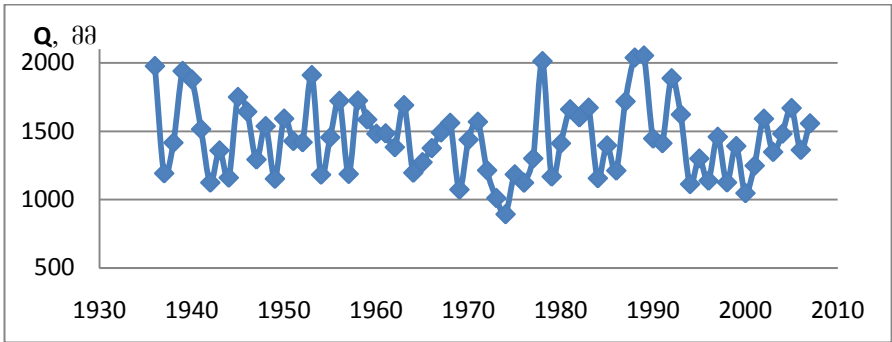
შედგეთან, რომლის თანახმად დროის განხილულ პერიოდში (1936-2005 წწ.) წრფივი აპროქსიმაციით აღინიშნა ნალექთა სუსტი შემცირება. ეს წინააღმდეგობა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ დროის პირველ პერიოდში (1936-1965 წწ.) ადგილი ჰქონდა ნალექთა ჯამების მეტად დიდ ცვალებადობას, რამაც მოიცვა ნალექთა აბსოლუტური მინიმუმი (240 მმ). ამ გარემოებამ მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა აღნიშნულ ქვეპერიოდში ნალექთა საშუალო ჯამის შემცირებაში, რის ხარჯზეც მეორე ქვეპერიოდის (1976-2005) საშუალომ გადააჭარბა პირველი პერიოდის საშუალოს. მონაცემთა მთლიან 70-წლიან მასივში ეს განსხვავება ნიველირდა შეაღწევი ქვეპერიოდის (1966-1975) წლიური საშუალოებით და ამის შედეგად მიღებულ იქნა მთლიან პერიოდში ნალექთა შემცირების უფრო რეალისტური სურათი.

თბილისისთვის, ისევე, როგორც დანარჩენ ორი საკვანძო სადგურისთვის, ნალექთა სეზონური და წლიური ჯამების კლიმატურ პერიოდებს შორის სხაობების ნიშნადობის დონის შეფასებებმა აჩვენა, რომ სტიუდენტის  $t$  -კრიტერიუმის მიხედვით ეს სხვაობები არ არის ნიშნადი ცდომილების ალბათობის  $\alpha = 0.10$  და უფრო მაღალ დონეზედაც კი.

### 3.2 ქუთაისი

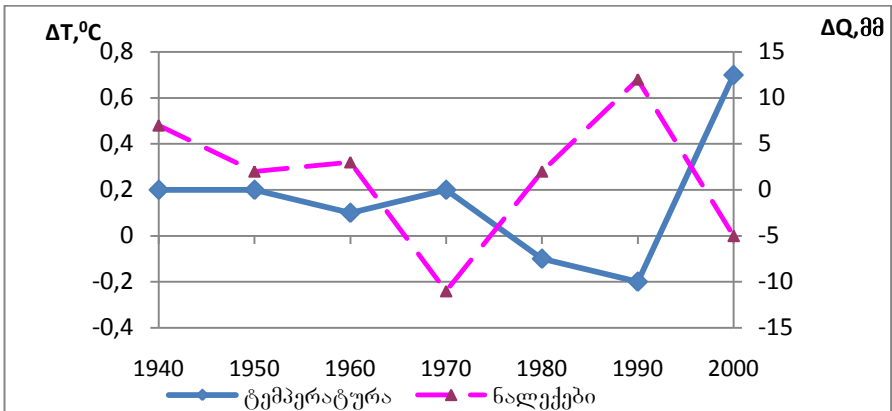
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქუთაისში ატმოსფერულ ნალექებზე დაკვირვების უწყვეტი რიგები არსებობს 1936 წლიდან, რის გამოც აქ ნალექთა ცვლილების შესაფასებლად პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში განხილულ იქნა 1937-1990 წწ. პერიოდი. შედეგად მიღებულ იქნა, რომ 1964-1990 წწ. შეაღწევი 1937-1964 წლებთან შედარებით ნალექთა საშუალო წლიური ჯამები ქუთაისში, ისევე როგორც აფხაზეთის, ქვემო სვანეთისა და რაჭა-ლეჩხუმის ტერიტორიის უმეტეს ნაწილში, შემცირდა 5-10 %-ით. გლობალური დათბობის ზეგავლენით ბოლო თითქმის 20 წლის მანძილზე მომხდარი ცვლილებების გათვალისწინებით განახლებული მონაცემები ქუთაისისთვის მოყვანილია ნახაზზე 3.2.1.

ამ ნახაზიდან მიიღება, რომ ზემოთ ნახსენები, 1990-იან წლებამდე დაფიქსირებული ნალექთა კლების ტენდენცია ქუთაისში შემდგომშიც გაგრძელდა. წრფივი ტრენდით აპროქსიმაციისას გავლილი 70 წლის მანძილზე კლების საშუალო სიჩქარემ შეადგინა 13 მმ/10წ, რაც 6-ჯერ მეტად აღემატება ნალექთა კლების შესაბამის სიჩქარეს თბილისში. 2100 წლებამდე ნალექთა ამ სიჩქარით შემცირება იძლევა სხვაობას 117 მმ, რაც დაახლოების 50 მმ-ით აღემატება მოდელური გათვლებით შემცირების მიღებულ შედეგს (-70 მმ) და ამ შემთხვევაშიც მოწმობს წრფივი ექსტრაპოლაციის მიუდებლობას დროის ხანგრძლივი მონაკვეთებისთვის.



**ნახ. 3.2.1. ნალექთა წლიური ჯამების რყევადობა ქუთაისში 1936-2008 წწ. პერიოდში.**

დროის აღნიშნულ პერიოდში ნალექთა ჯამების ცვალებადობის უფრო დეტალური შეფასებისთვის, თბილისის ანალოგიურად განხილულ იქნა ნალექთა წლიური ჯამების 10-წლიანი საშუალოების ანომალიების მსვლელობა 1961-1990 წწ. საბაზისო პერიოდის საშუალოსთან მიმართებაში (ნახ.3.2.2). ისევე, როგორც ნახ.3.1.3-ზე, აქაც დატანილია წლიური ტემპერატურების შესაბამისი 10-წლიანი საშუალოების გადახრები საბაზისო პერიოდის საშუალოსთან. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, 1960-იანი წლებიდან ქუთაისში აღინიშნა ნალექთა 10-წლიანი საშუალოების მკვეთრი ვარიაციები, რომლებიც ტემპერატურის ანომალიების მიმართ ასინქრონულად მიმდინარეობდა.



**ნახ 3.2.2. ქუთაისში ნალექთა ჯამებისა და ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1936-2005 წწ. პერიოდში 1961-1990 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

რაც შეეხება ნალექთა სეზონური ჯამების რყევადობას, ისევე როგორც თბილისის შემთხვევაში, განხილულ იქნა ათწლეულებში გასაშუალოებული მნიშვნელობები და მათი საშუალოები საბაზისო პერიოდის საშუალო მნიშვნელობიდან (ცხრილი 3.2.1).

ამ ცხრილის მიხედვით ბოლო 30-წლიან პერიოდში დაფიქსირებული ანომალიების ჯამები შედარებულ იქნა საწყისი 30-წლიანი პერიოდის შესაბამის ჯამებთან. შედეგები მოყვანილია ცხრილში 3.2.2.

როგორც ამ ცხრილიდან ირკვევა, ქუთაისში გავლილი 70 წლის მანძილზე ზამთარსა და ზაფხულში ნალექთა სეზონური ჯამები პრაქტიკულად არ შეცვლილა, ზაფხულში ნალექებმა გარკვეულწილად იმატა, ხოლო შემოდგომაზე მკვეთრად გაიზარდა უარყოფითი ანომალიები. ამრიგად, ნალექთა წლიური ჯამების შემცირება მოხდა ძირითადად შემოდგომაზე მათი დაკლების ხარჯზე. მოდელური გათვლების თანახმად, 2100 წლისთვის დასავლეთ საქართველოში ნალექთა ყველაზე მნიშვნელოვანი შემცირება ზაფხულის სეზონშია მოსალოდნელი [12], ასე რომ, თბილისის ანალოგიურად, მომავალ ათწლეულებში სავარაუდოა ბოლო 30 წელიწადში გამოვლენილი ტრენდების მნიშვნელოვანი ცვლილება.

**ცხრილი 3.2.1. ქუთაისში ნალექთა სეზონური ჯამების გადახრები (%)**  
**ათწლეულების მიხედვით საბაზისო პერიოდის შესაბამის**  
**მნიშვნელობებიდან (მმ)**

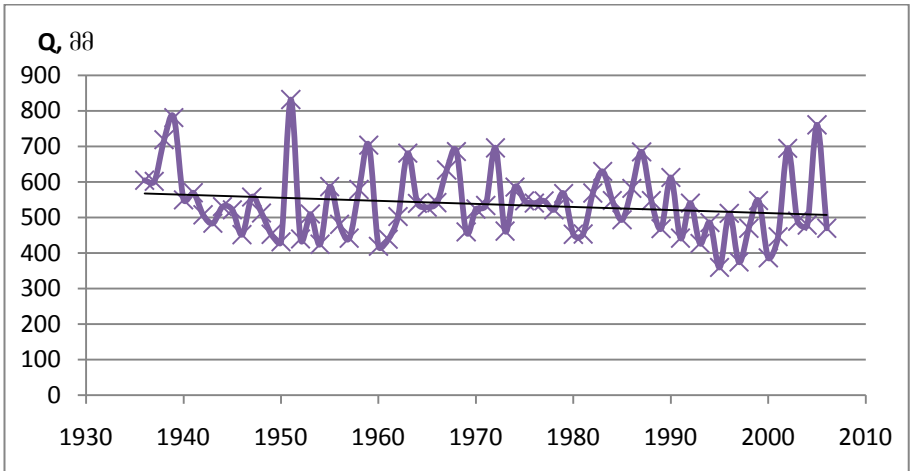
სეზონი პერიოდი	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	საშუალო წლიური
საბაზისო პერიოდი (1961-1990)	448	236	302	390	1426
1936-1945	+2	+4	+5	+18	+7
1946-1955	+5	-2	+5	+1	+3
1956-1965	-6	+17	-4	+9	+3
1966-1975	-4	-15	-13	-12	-10
1976-1985	-8	+6	+8	+5	+2
1986-1995	+25	0	+14	-2	+10
1996-2005	-18	+12	-9	0	-5

**ცხრილი 3.2.2. ქუთაისში ნალექთა სეზონური ანომალიების ჯამები (%) საწყის და საბოლოო 30-წლიან პერიოდებში**

სეზონი პერიოდი	ზამ- თარი	გაზაფ- ხული	ზაფ- ხული	შემოდ- გომა	საშუალო წლიური
1936-1965 (I)	+1	+19	+6	+28	+13
1976-2005 (II)	-1	+18	+13	+3	+7
<b>სხვაობა (II-I)</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>+7</b>	<b>-25</b>	<b>-6</b>

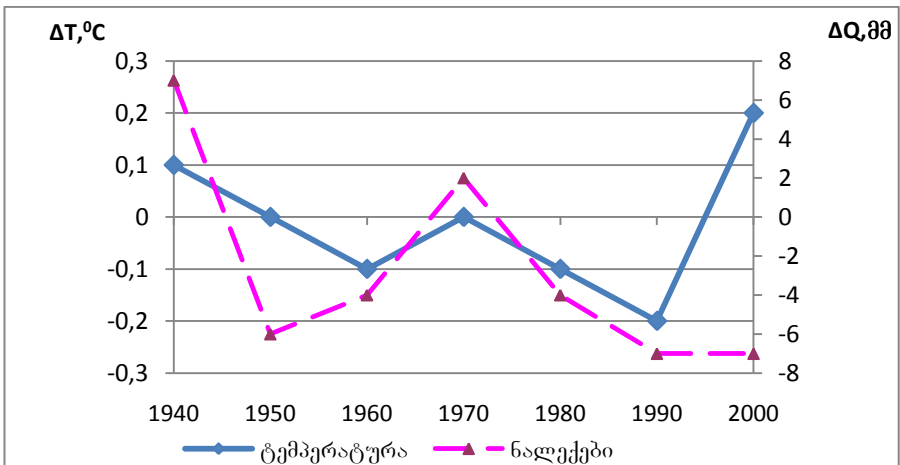
**3.3.ახალქალაქი**

პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში ახალქალაქისთვის 1936 წლიდან არსებულ ნალექებზე დაკვირვების რიგების და სხვა მეზობელი მეტეოსადგურების მონაცემების გამოყენებით მიღებულ იქნა, რომ 1990 წლიდან სამცხე-ჯავახეთის ტერიტორიაზე აღინიშნა ნალექთა წლიური ჯამების უმნიშვნელო მატება 0-5% ფარგლებში. ჩვენს მიერ მხოლოდ ახალქალაქის მონაცემებზე ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ აღნიშნულ პერიოდში ადგილი ჰქონდა ნალექთა პრაქტიკულად ნულოვან ტრენდს მათი უმნიშვნელო შემცირებით - 2მმ/10 წ სიჩქარით. 2006 წლამდე მონაცემთა დამატებამ ეს უარყოფითი ტრენდი საგრძნობლად გააძლიერა, რის შედეგადაც ნალექთა კლების საშუალო სიჩქარემ 1936-2005 წწ. პერიოდში უკვე შეადგინა - 8 მმ /10წ. შესაბამისი სიდიდეები მოყვანილია ნახაზზე 3.3.1. აქვე აღსანიშნავია, რომ ბოლო 10 წლის მასალა, მონაცემთა დაუმუშავებლობის გამო, აღდგენილ იქნა წალკის მეტეოსადგურის დაკვირვების რიგების გამოყენებით, რომლებიც დამუშავდა მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მიღებული დაკვეთით. 1951-1965 წლებში ჩატარებული სინქრონული დაკვირვებების შედარებამ აჩვენა, რომ კორელაციის კოეფიციენტი წალკისა და ახალქალაქის წლიურ ნალექებს შორის შეადგენს  $r=0.60$ , რაც ნალექებისთვის დამაკმაყოფილებელ სიდიდეს წარმოადგენს თვეებისა და შესაბამისად, წლიური მონაცემების აღსადგენად. ნალექთა შემცირების მიღებული სიჩქარით წრფივ ექსტრაპოლაციის დაშვებით მიიღება, რომ ახალქალაქში 2100 წლისთვის მოსალოდნელია თვიური ჯამების შემცირება 70 მმ-ით, რაც კარგ თანხმობაში აღმოჩნდა მოდელური გათვლების შესაბამის შედეგთან [12]. ეს დამთხვევა შეიძლება განხილული იქნას როგორც შემთხვევითი მოვლენა, რომელიც არ შეიძლება გამოყენებული იქნას წრფივი ექსტრაპოლაციის მეთოდის გასამართლებლად სხვა რეგიონებში ნალექთა ცვლილების პროგნოზირებისთვის დროის ხანგრძლივ მონაკვეთებში.



**ნახ.3.3.1.ნალექთა წლიური ჯამების რევეადობა ახალქალაქში 1936-2005 წწ. პერიოდში.**

მოყვანილი მონაცემების სფუქველზე ისევე როგორც სხვა მახასიათებელი სადგურებისთვის, განხილულ იქნა ნალექთა წლიური ჯამების 10-წლიანი საშუალოების გადახრების მსვლელობა საბაზისო პერიოდის საშუალოდან (ნახ. 3.3.2).



**ნახ. 3.3.2. ახალქალაქის ნალექთა ჯამებისა და ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრები 1936-2005 წწ. პერიოდში 1961-1990 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ 1970-1980-იან წლებში ახალქალაქში ადგილი ჰქონდა ნალექთა წლიური ჯამების შემცირებას, მაგრამ 1990-იანი წლებიდან ეს ტენდენცია ფაქტობრივად ნულოვანი ტრენდით შეიცვალა. ამავე ნახაზზე დატანილი ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების გადახრის მრუდი, სხვა მახასიათებელი სადგურებისაგან განსხვავებით, გარკვეულ სინქრონულობას ამჟღავნებს ნალექების გადახრის მრუდიდან, თუმცა ბოლო 10-15 წლის განმავლობაში ეს სინქრონულობა დაირღვა, რაც გამოიხატა ტემპერატურის სწრაფ მატებაში უცვლელი ნალექების ფონზე.

ახალქალაქში ნალექთა სეზონური ჯამების რყევადობის ანალიზისთვის, რომელიც თბილისისა და ქუთაისის ანალოგიური მეთოდით ჩატარდა, მიღებულ იქნა შუალედური ცხრილი 3.3.1, რომლის საფუძველზე შედგენილია საბოლოო ცხრილი 3.3.2.

ამ ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ახალქალაქში ბოლო 30 წლის განმავლობაში ნალექთა მატებას ადგილი ჰქონდა ზამთარში, ხოლო სხვა სეზონებში დაფიქსირდა მათი დაკლება, რაც განსაკუთრებით მკაფიოდ გამოვლინდა შემოდგომაზე.

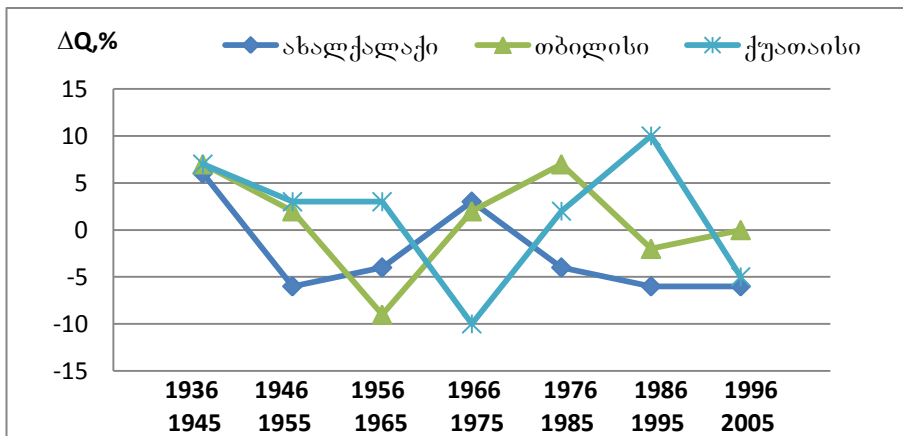
**ცხრილი 3.3.1. ახალქალაქში ნალექთა სეზონური ჯამების გადახრები (%) ათწლეულების მიხედვით საბაზისო პერიოდის შესაბამის მნიშვნელობებიდან (მმ)**

სეზონი პერიოდი	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	საშუალო წლიური
საბაზისო პერიოდი (1961-1990)	77	165	199	112	553
1936-1945	-9	2	8	18	6
1946-1955	-18	-14	-4	10	-6
1956-1965	-12	-1	0	-9	-4
1966-1975	-2	-1	10	-1	3
1976-1985	-12	2	-6	-3	-4
1986-1995	14	-16	-12	4	-6
1996-2005	-21	-10	8	-14	-6

სამივე მახასიათებელ მეტეოსადგურზე ბოლო 70 წლის მანძილზე ნალექთა ანომალიების მსვლელობის შესადარებლად შესაბამისი მონაცემები კიდევ ერთხელ თავმოყრილია ნახაზზე 3.3.3.

ამ ნახაზზე მოყვანილი გრაფიკების შეპირისპირება ნახაზზე 2.3.2 წარმოდგენილ ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ანალოგიურ

მონაცემებთან საფუძველს იძლევა დავასკვნათ, რომ თუ გლობალური დათბობის შედეგად ბოლო 20-30 წლის მანძილზე საქართველოს სამივე კლიმატურ ოლქში ჰაერის ტემპერატურის 10-წლიანი საშუალოების ტრენდული მახასიათებლები დაახლოებით ერთნაირი იყო (რაც განსაკუთრებით გამოვლინდა ბოლო ათწლეულში ტემპერატურის მატების სიჩქარით 0.2-0.7°C/10 წელი), ნალექთა ცვლილების ტრენდებში ეს მსგავსება არ დაიკვირვება. კერძოდ, ბოლო ათწლეულში თბილისსა და ახალქალაქში ნალექთა საშუალო რაოდენობა მნიშვნელოვნად არ შეცვლილა მაშინ, როცა ქუთაისში ეს სიდიდე შემცირდა 15%-ით.



**ნახ. 3.3.3. ნალექთა ჯამების 10-წლიანი საშუალოების გადახრები კლიმატური ოლქების მახასიათებელ სადგურებზე 1936-2005 წწ. პერიოდში 1961-1990 წწ. საშუალოსთან მიმართებაში.**

**ცხრილი 3.3.2. ახალქალაქში ნალექთა სეზონური ანომალიების ჯამები (%) საწყის და საბოლოო 30-წლიან პერიოდებში**

სეზონი პერიოდი	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	საშუალო წლიური
1936-1965 (I)	-39	-12	+4	+19	-4
1976-2005 (II)	-19	-24	-10	-13	-16
<b>სხვაობა (II-I)</b>	<b>+20</b>	<b>-11</b>	<b>-14</b>	<b>-32</b>	<b>-12</b>

რაც შეეხება ნალექთა სეზონურ ანომალიებს, მათი მნიშვნელობების სხვაობა ბოლო 30-წლიან პერიოდსა და საწყის ანალოგიური ხანგრძლივობის პერიოდს შორის მოყვანილია ცხრილში 3.3.3.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, მიმდინარე გლობალური დათბობის შედეგად სამივე კლიმატურ ოლქში მკაფიოდ გამოიკვეთა სეზონური ნალექების არსებითი შემცირება შემოდგომაზე და მათი უმნიშვნელო დაკლება გაზაფხულზე. რაც შეეხება ზამთრის ნალექებს, თბილისსა და ახალქალაქში აღინიშნა მათი საგრძნობი ზრდა, ხოლო ზაფხულში მათი მნიშვნელოვანი მატება დაფიქსირდა მხოლოდ თბილისში.

**ცხრილი 3.3.3. მახასიათებელ მეტეოსადგურებზე ნალექთა სეზონური ანომალიების ჯამური სხვაობები (%) 1976-2005 და 1936-1965 წწ, პერიოდებს შორის**

სეზონი მეტეოსადგური	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	საშუალო წლიური
თბილისი	+25	-4	+26	-25	+5
ქუთაისი	-2	-1	+7	-25	-6
ახალქალაქი	+20	-11	-14	-32	-12

მიღებული შედეგი გარკვეულწილად ეწინააღმდეგება ნაშრომში [12] მოყვანილ მოდელური გათვლების შედეგებს, რომელთა თანახმად 2100 წლისთვის როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექთა ყველაზე მნიშვნელოვანი დაკლება მოსალოდნელია ზაფხულის სეზონში, ხოლო დასავლეთ საქართველოში შესაძლებელია მათი სეზონური ჯამების ზრდა ზამთარში.

ამასთან დაკავშირებით შევნიშნავთ, რომ ზემოთ აღნიშნული მოდელური გათვლები წარმოადგენდა საქართველოს ტერიტორიაზე 2100 წლამდე კლიმატის ცვლილების პროგნოზირების პირველ მცდელობას სხვადასხვა მოდელების გამოყენებით. მოსალოდნელია, რომ ამ მოდელების შემდგომი სრულყოფისა და მათი გარჩევისუნარიანობის ზრდის კვალობაზე, აგრეთვე გლობალური სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების რეალური სცენარის დაზუსტების გათვალისწინებით, ნაშრომში [12] მიღებული შედეგები გარკვეულწილად შეიცვლება.



#### 4. ძლიერი ქარების რეჟიმის ცვალებადობა თბილისსა და ქუთაისში

მახასიათებელი სადგურების შერჩევისას ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული, რომ ოროგრაფიული პირობების გამო ქარის რეჟიმი თბილისისა და ქუთაისის მეტეოსადგურებზე წარმოადგენს საქართველოში ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ჰაერის მასების მერიდიანული მოძრაობის საკმაოდ მგრძობიარე ინდიკატორს. კერძოდ, კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების განმეორადობა წლის ცივ პერიოდში დამოკიდებულია სამხრეთ კავკასიაზე ციმბირის ანტიციკლონის დასავლეთის თხემის ზემოქმედების ხანგრძლივობასა და ინტენსივობაზე (აღმოსავლეთის ტიპის ცირკულაციური პროცესების განვითარება ამიერკავკასიაში). რაც შეეხება დასავლეთის მიმართულების ძლიერ ქარებს მტკვრის ხეობაში, მათი ჩამოყვლილება დამოკიდებულია დასავლეთის ტიპის ცირკულაციური პროცესების განვითარებასთან, როდესაც კავკასიაზე მაღალი წნევის თხემის ზემოქმედება ხორციელდება, პირიქით, დასავლეთის - შავი ზღვის მხრიდან. აქედან გამომდინარე, გასაგებია, რომ მტკვრის ხეობასა (თბილისი) და კოლხეთის დაბლობზე (ქუთაისი) შესაბამისად ჩრდილო – დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების დროში განვითარებათა თანაფარდობა გარკვეულწილად ასახავს დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ცირკულაციურ პროცესებს შორის თანაფარდობას სამხრეთ კავკასიაში. გლობალური დათბობის ზეგავლენით ამ თანაფარდობის დროში ცვლილების პირველი შეფასება ჩატარდა საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინების მომზადების ფარგლებში [40]. გავლილი საუკუნის დასაწყისსა და ბოლოში ორი 20-წლიანი პერიოდის აეროსინოპტიკური მასალების ანალიზის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ ცივ პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე არქტიკული ანტიციკლონის ზემოქმედების სისშირე XX საუკუნის განმავლობაში შემცირდა საშუალოდან გადახრის 25%-დან -33%-მდე, რასაც უნდა მოჰყოლოდა დასავლეთის პროცესების გაძლიერება.

იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველოს დაბლობ რაიონებში საკმაოდ ხანგრძლივ ძლიერ ქარებს ადგილი აქვს ძირითადად წლის ცივ პერიოდში (დეკემბერი – მარტი) ჩვენ მიზნად დავისახეთ ზემოთ მიღებული შედეგის დაზუსტება გასული ნახევარი საუკუნის მანძილზე თბილისსა და ქუთაისში ძლიერ ქარებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა მასალის გამოყენებით.

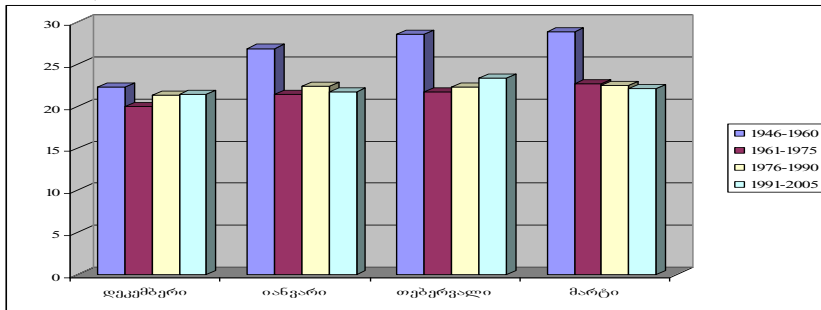
##### 4.1 თბილისი

დასმული ამოცანის გადასატრედად განხილულ იქნა თბილისის აეროპორტის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების შესახებ 1946-2005 წწ. პერიოდში აღნიშ-

ნული 4 თვის განმავლობაში. დღეების მიხედვით ფიქსირდებოდა ყველა შემთხვევა, როდესაც აეროპორტში სსენებული მიმართულების ქარის სიქარე აღწევდა ან აღჭარბებდა 20 მ/წმ-ს. ფიქსირდებოდა აგრეთვე ქარის სიქარის აბსოლუტური მაქსიმუმი ყველა ძლიერქარიან პერიოდში. ეროპორტის მონაცემებში ცალკეული წვეტების შემთხვევაში ინფორმაციის აღდგენა წარმოებდა ახლომდებარე სამგორის მეტეოსადგურისა და, შესაბამისი კორელაციური კავშირების გათვალისწინებით, დიღმის ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის დაკვირვების მასალის გამოყენებით.

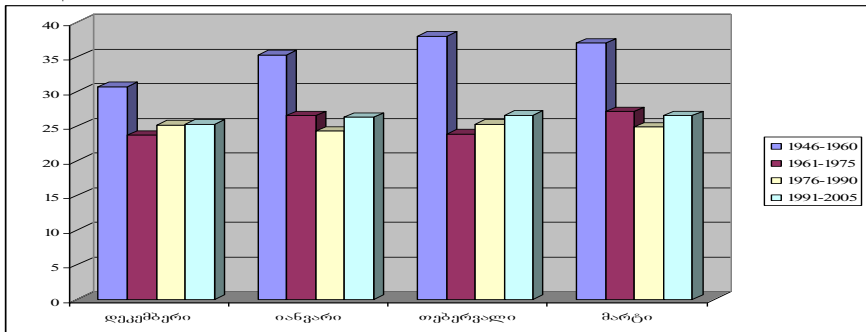
მიღებულ მონაცემთა 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით გასაშუალოების შედეგები მოყვანილია ნახაზებზე 4.1.1 – 4.1.2.

V<sub>საშ</sub> მ/წმ



**ნახ. 4.1.1** ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების საშუალოები 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით მტკვრის ხეობაში (თბილისი, აეროპორტი, 1946-2005)

V<sub>საშ</sub> მ/წმ



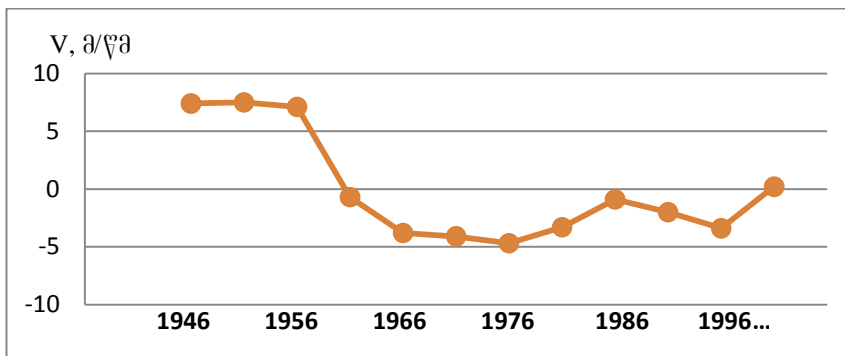
**ნახ. 4.1.2** ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების საშუალოები 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით მტკვრის ხეობაში (თბილისი, აეროპორტი, 1946-2005)

ამ ნახაზების განხილვის შედეგად შეიძლება შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

–პირველ და მეორე 15-წლიან პერიოდებს შორის თბილისში ადგილი ჰქონდა ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების საშუალო-ების, აგრეთვე აბსოლუტური მაქსიმუმების საშუალოების მნიშვნელოვან კლებას ოთხივე განხილულ თვეში. ძლიერი ქარების საშუალო მნიშვნელობებმა ამ შუალედში დაიკლო დაახლოებით 5 მ/წმ-ით, ხოლო მაქსიმუმებმა –საშუალოდ 10 მ/წმ-ით.

–შემდგომ წლებში აღინიშნა ძლიერი ქარების საშუალო სიჩქარის მერყეობა 21-23 მ/წმ სიჩქარის ფარგლებში, ხოლო მაქსიმალური სიჩქარეების გარკვეული მატება 26-27 მ/წმ-მდე. ეს საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ უკანასკნელ ხანებში წლის ცივ პერიოდში სამხრეთ კავკასიაში დასავლეთის ტიპის ცირკულაციური პროცესების ინტენსივობა რამდენადმე გაიზარდა.

მიღებული შედეგების დასაზუსტებლად განხილულ იქნა აგრეთვე თბილისში მაქსიმალური ქარების საშუალო მაქსიმუმებიდან გადახრები 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით საკვლევი პერიოდის მთელ მანძილზე. შედეგები მოყვანილია ნახაზზე 4.1.3, საიდანაც ჩანს, რომ გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან ადგილი აქვს ძლიერი ქარების საშუალო მაქსიმუმებიდან უარყოფით გადახრებს, თუმცა 1980-იანი წლებიდან მნიშვნელოვანი რყევებით, მაგრამ მაინც აღინიშნება ამ გადახრების შემცირების ტენდენცია.



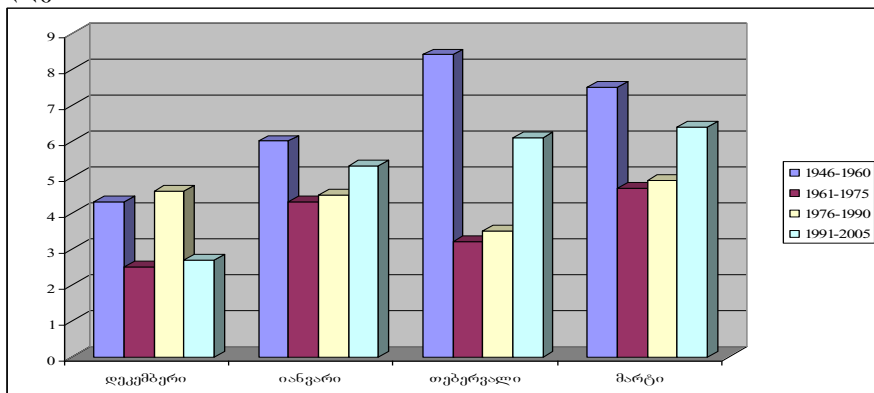
**ნახ. 4.1.3.** ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების გადახრა საშუალო მაქსიმუმებიდან 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით მტკვრის ხეობაში ზამთრის სეზონში (თბილისი, აეროპორტი, 1946-2005).

თბილისში ძლიერი ქარების სინქარებთან ერთად განხილულ იქნა ამ ქარებით დღეთა საშუალოების მერყეობის სურათი 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით (ნახ.4.14).

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ პირველ და მეორე 15-წლიან პერიოდს შორის ყველა თვეებში დაიკვირებოდა დღეთა საშუალო რაოდენობის მკვეთრი კლება თვეში 2-5 დღით. მომდევნო პერიოდებში ეს ტენდენცია შეჩერდა და 1980-იანი წლებიდან, დეკემბრის გამოკლებით, დაიწყო დღეთა საშუალო რაოდენობის მატება და ამ ნახრდმა XXI საუკუნის დასაწყისში მიაღწია 1-2 დღეს თვეში.

თბილისში ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარების მკვეთრი შემცირება პირველ და მეორე 15-წლიან პერიოდებს შორის და მათი რამდენადმე გაზრდა შემდგომ პერიოდებში მოწმობს სამხრეთ კავკასიაში გასული საუკუნის 60-იან წლებში აღმოსავლეთის ტიპის, ხოლო შემდგომში – დასავლეთის ტიპის ცირკულაციური პროცესების გარკვეულ გააქტიურებას. ამას ადასტურებს აგრეთვე აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების რეჟიმის ცვლილება კოლხეთის დაბლობზე, ქუთაისში.

დღე



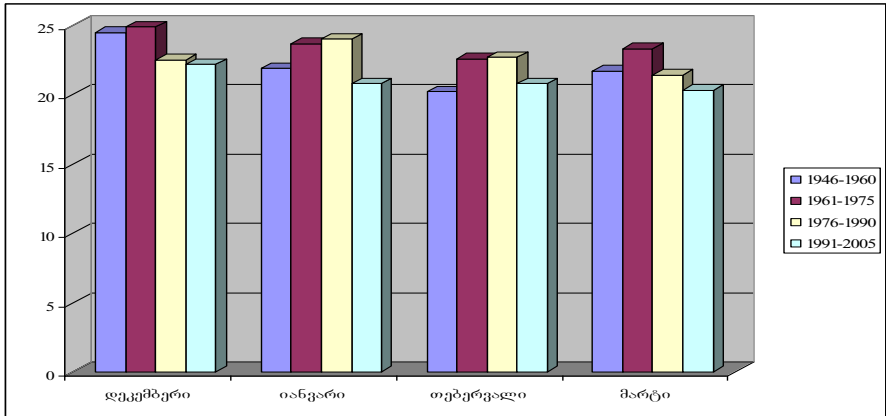
**ნახ. 4.14.** დღეთა საშუალო რიცხვი ჩრდილო-დასავლეთის ძლიერი ქარებით 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით მტკვრის ხეობაში (თბილისი, აეროპორტი, 1946-2005).

## 4.2 ქუთაისი

ანალოგიური მიდგომის საფუძველზე განხილულ იქნა ქუთაისის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები აღმოსავლეთის მიმართულების ძლიერი ქარების ( $V \geq 20$  მ/წმ) შესახებ 1946-2005 წლებში წლის ცივი პერიოდის იგივე 4 თვისთვის (დეკემბერი-მარტი). გაანალიზებულ იქნა ძლიერი ქარების როგორც საშუალო მნიშვნელობები, ასევე ქარის აბსოლუტური მაქსიმუმები იმ პერიოდებში, როდესაც სრულდებოდა პირობა  $V \geq 20$  მ/წმ.

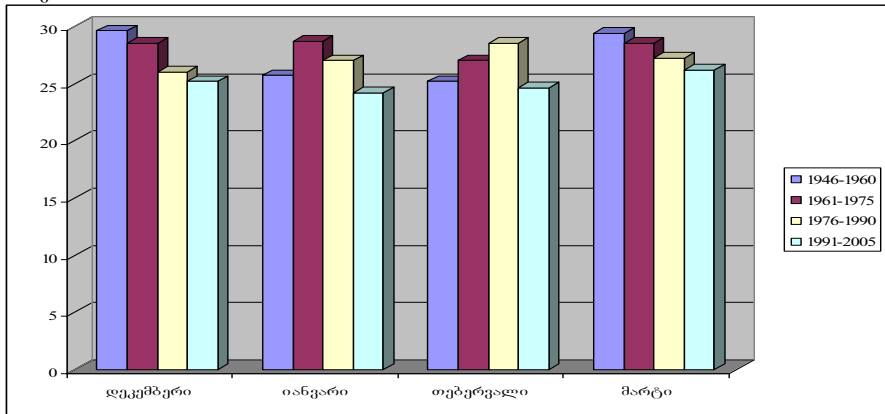
ისევე როგორც თბილისის შემთხვევაში, დროის აღნიშნული მონაკვეთი დაყოფილ იქნა 15-წლიან პერიოდებად, რომლისთვისაც თვეების მიხედვით გამოთვლილ იქნა ძლიერი ქარების საშუალოები, აგრეთვე მათი მაქსიმუმების საშუალოები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახაზებზე 4.2.1 და 4.2.2.

$V_{საშ}$  მ/წმ



*ნახ.4.2.1 აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების საშუალოები 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე (ქუთაისი, 1946-2005).*

V<sub>მაქს</sub>მ/წმ



**ნახ. 4.2.2. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების საშუალოები 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე (ქუთაისი, 1946-2005).**

ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ პირველ და მეორე 15-წლიან პერიოდებში ქუთაისში ადგილი ჰქონდა ძლიერი ქარების საშუალოების შესამჩნევ ზრდას ცივი პერიოდის ოთხივე თვეში. 1970-იანი წლებიდან ძლიერი ქარების საშუალოებმა დაიწყო საგრძნობი კლება, რის შედეგადაც მათი სიჩქარე შემცირდა 23-25 მ/წმ-დან 20-22 მ/წმ-მდე.

დაახლოებით იგივე სურათი მიიღება ძლიერი ქარების მაქსიმუმებისთვისაც, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ დეკემბრისა და მარტის თვეებში ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები 1950-იანი წლებიდან სტაბილურად კლებულობდა, მაშინ როცა 1960-იან წლებამდე საშუალო სიჩქარეებში ზრდა შეიმჩნეოდა. ქარების უდიდესი სიჩქარეები ქუთაისში საკვლევ პერიოდში დაახლოებით 29 მ/წმ-დან შემცირდა საშუალოდ 25 მ/წმ-მდე.

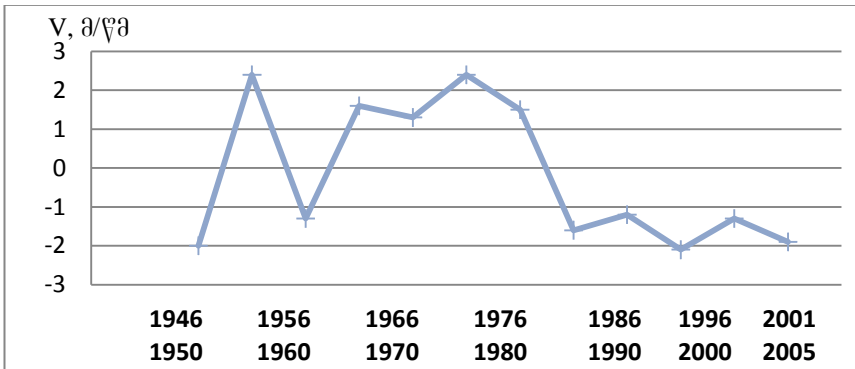
თბილისში დასავლეთის ძლიერი ქარების ცვალებადობის დასახასიათებლად გამოყენებული მიდგომის ანალოგიურად, განხილულ იქნა აგრეთვე ქუთაისში მაქსიმალური ქარების საშუალო მაქსიმუმებიდან გადახრები 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით. შედეგები მოყვანილია ნახაზზე 4.2.3.

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ საკვლევ პერიოდის პირველ ნახევარში ადგილი ჰქონდა აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმიდან გადახრის როგორც დადებით ასევე უარყოფით მნიშვნელობებს, ხოლო 70-იანი წლებიდან მოყოლებული მცირე ვარიაციებით დაიკვირვება საშუალოდან მხოლოდ უარყოფითი გადახრები. ეს მე-

ტყველებს იმაზე, რომ აღნიშნული დროიდან დაწყებული, კოლხეთის დაბლობზე წლის ცივ პერიოდში აღმოსავლეთის მიმართულების ქარების სიჩქარის მაქსიმალური მნიშვნელობები შემცირებულია.

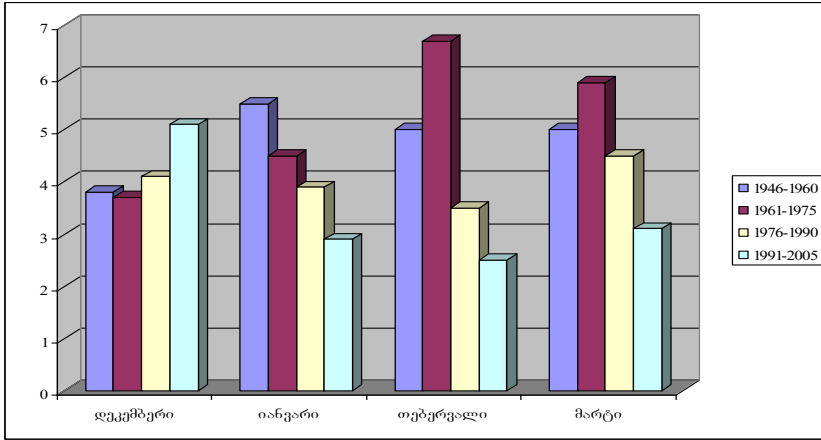
რაც შეეხება ძლიერი ქარებით დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვალებადობას, შესაბამისი მონაცემები იგივე 15-წლიანი პერიოდების საშუალოებისთვის მოცემულია ნახაზზე 4.2.4, საიდანაც ჩანს, რომ დეკემბერში მთელი საკვლევი პერიოდის განმავლობაში დაიკვირვებოდა ძლიერი ქარების სიხშირის თანდათანობით კლება, ხოლო სხვა თვეებში მათი განმეორადობა 1960-1970-იან წლებში მატულობდა, რაც ბოლო პერიოდში მკვეთრი შემცირებით შეიცვალა. ამის შედეგად ძლიერი ქარებით დღეთა საშუალო რიცხვმა წლის პირველ 3 თვეში ბოლო პერიოდის განმავლობაში დაიკლო 3-4 დღემდე თვეში, მაშინ როდესაც 1960-1970-იან წლებში ეს სიდიდე საშუალოდ შეადგენდა 6 დღეს თვეში.

გლობალური დათბობის ზეგავლენით საქართველოს ტერიტორიაზე ბოლო 60 წლის მანძილზე დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ტიპის ცირკულაციურ პროცესებს შორის თანაფარდობის ცვლილების უფრო მკაფიო წარმოდგენისათვის მიზანშეწონილია ნახაზებზე 4.1.3 და 4.2.3 მოყვანილ მონაცემთა ერთობლივი განხილვა (ნახ.4.2.5).



**ნახ. 4.2.3.** აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მაქსიმუმების გადახრა საშუალო მაქსიმუმებიდან 5-წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე ზამთრის სეზონში (ქუთაისი, 1946-2005).

დღე



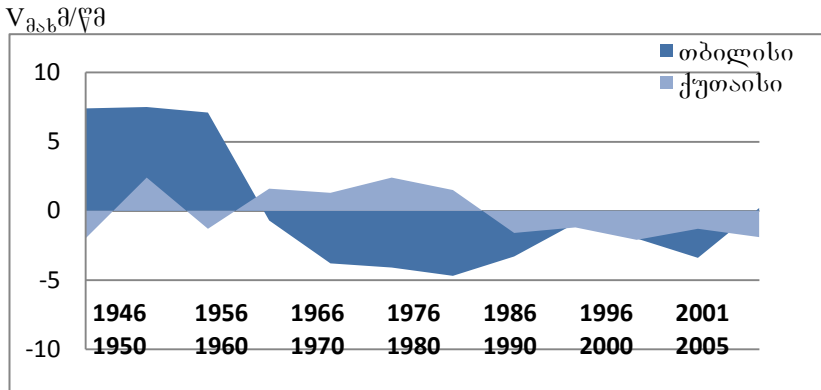
**ნახ. 4.2.4. დღეთა საშუალო რიცხვი აღმოსავლეთის ძლიერი ქარებით 15-წლიანი პერიოდების მიხედვით კოლხეთის დაბლობზე (ქუთაისი, 1946-2005).**

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ წლის ცივი პერიოდის ოთხივე თვის გაერთიანებული მონაცემებით ძლიერი ქარების საშუალო მაქსიმუმიდან გადახრის მრუდები თბილისსა და ქუთაისში ძირითადად ანტიფაზაში იცვლება. ეს მკაფიოდ ვლინდება როგორც პირველ 10-წლიან პერიოდში, ასევე 1960-1980-იან წლებშიც. გამონაკლისს შეადგენს მხოლოდ 1990-იანი წლების პერიოდი, როდესაც თბილისშიც და ქუთაისშიც აღინიშნებოდა უარყოფითი გადახრების ზრდა. ბოლო პერიოდში უარყოფითი აბსოლუტური მნიშვნელობების საგრძნობი შემცირება თბილისში უარყოფითი გადახრების მეტნაკლები გაძლიერების ფონზე ქუთაისში მეტყველებს 1990-იანი წლების მეორე ნახევრიდან სამხრეთ კავკასიის ტერიტორიაზე დასავლეთის ტიპის პროცესების გარკვეულ პრევალირებას აღმოსავლეთის ტიპის პროცესებზე.

ნახაზზე 4.2.5 მოყვანილი გრაფიკებიდან ჩანს აგრეთვე, რომ 1960-1970-იან წლებში მტკვრის ხეობაში დასავლეთის ძლიერი ქარების შესუსტება ბევრად უფრო მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა ვიდრე აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების მატება კოლხეთის დაბლობზე. ასეთი სიტუაცია აიხსნება ამ ქარების გენეტიკური წარმომავლობით. აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების განვითარება დამოკიდებულია მხოლოდ კასპიისა და შავ ზღვას შორის ჩამოყალიბებულ ბარიულ გრადიენტზე, რომელიც, როგორც წესი, საკმაოდ სტაბილურია.



ჩრდილო-დასავლეთის ქარების განვითარება მტკვრის ხეობაში კი დაკავშირებულია დასავლეთიდან ფრონტალურ შემოჭრებთან, რომლებიც ხასიათდება მრავალფეროვნებითა და დროში არასტაბილურობით. ამიტომ დროის აღნიშნულ მონაკვეთში აღმოსავლეთის პროცესების გააქტიურებას თან მოჰყვა კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის ძლიერი ქარების შედარებით ზომიერი ზრდა, ხოლო დასავლეთის პროცესების თანმდევ შემცირებას – მტკვრის ხეობაში დასავლეთის ძლიერი ქარების ბევრად უფრო მნიშვნელოვანი კლება.



*ნახ. 4.2.5. ძლიერი ქარების მაქსიმუმების გადახრა საშუალო მაქსიმუმებიდან 5- წლიანი პერიოდების მიხედვით ზამთრის სეზონში მტკვრის ხეობაში (თბილისი) და კოლხეთის დაბლობზე (ქუთაისი).*

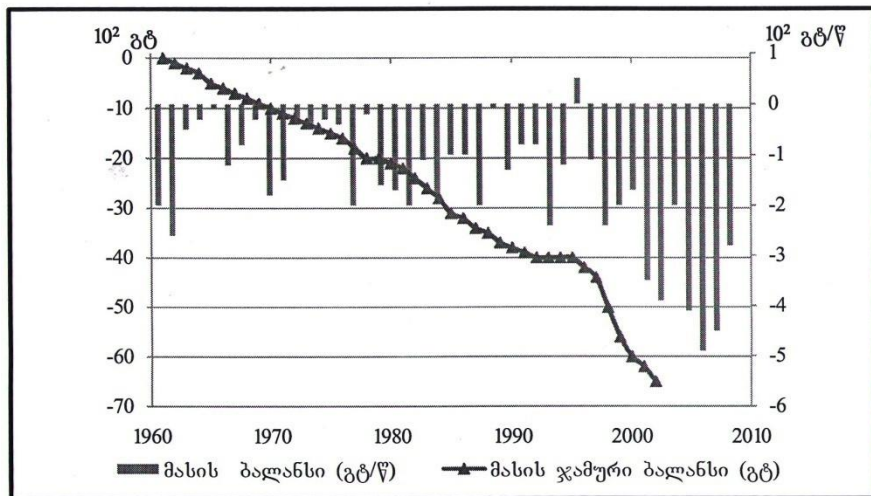
## 5. ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა დეგრადაცია გლობალური დათბობის შედეგად

### 5.1. გლობალური დათბობის გავლენა დედამიწის კრიოსფეროზე

დედამიწის კრიოსფერო წარმოადგენს გლობალური დათბობის ერთ-ერთ ყველაზე მგრძობიარე ინერციულ ინდიკატორს. 1960-იანი წლებიდან დედამიწის ყინულოვანი საფარზე თანამგზავრული დაკვირვებების დაწყების შემდეგ შესაძლებელი გახდა გლობალური მასშტაბით თოვლის საფარის, არქტიკასა და ანტარქტიკაში ზღვის ყინულოვანი საფარის ფართობების, მყინვართა მასის ბალანსის, აგრეთვე მარადი გაყინულობის ფართობის დროში ცვალებადობის რაოდენობრივი შეფასება [2]. კერძოდ დადგენილ იქნა, რომ 1979-2005 წწ. პერიოდში არქტიკის ყინულოვანი საფარის ფართობი შემცირდა 7.8 მლნ კმ<sup>2</sup>-დან 6.1 მლნ კმ<sup>2</sup>-მდე ანუ 22 %-ით, ხოლო ყინულოვანი საფარის გადახრები მრავალწლიური საშუალოდან შეიცვალა +0.3-დან -0.5 მლნ კმ<sup>2</sup>-მდე. ამავე დროს ანტარქტიკაში ზღვის ყინულოვანი საფარი პრაქტიკულად არ შეცვლილა და მისი ფართობი 1993 წლიდან ზრდის უმნიშვნელო ტენდენციასაც კი ამჟღავნებს. მყინვართა მასის დანაკარგი (გრენლანდიისა და ანტარქტიკის ყინულოვანი საფარის გამოკლებით) ზღვის დონის ექვივალენტში (SLE) 1961-2003 წწ. პერიოდში შეადგენდა 0.50 მმ/წელი, ხოლო 1991-2003 წლებს შორის იგი გაიზარდა მნიშვნელობამდე 0.77 მმ/წელი, რაც მეტყველებს 1970-იანი წლების შემდეგ დაწყებული გლობალური დათბობის დროს მყინვართა დნობის წილის გაზრდაზე ზღვის დონის საერთო აწევაში. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამ პროცესის საშუალო სიჩქარემ 2005 წლისთვის გადააჭარბა 3 მმ/წელი სიდიდეს. დედამიწის კრიოსფეროს ერთ-ერთი კომპონენტის – გლობალური მასის ცვალებადობა 1961-2003 წწ. პერიოდში ნაჩვენებია ნახაზზე 5.1.1. როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, 1991-1992 წწ. მონაკვეთის გარდა ყველა სხვა წლებში დაიკვირვებოდა მასის ბალანსის უარყოფითი მნიშვნელობები. მყინვართა მასშტაბური დნობის შედეგად ზემოთ ხსენებულ 42-წლიან პერიოდში მყინვართა მასის ჯამური ბალანსი შემცირდა დაახლოებით 65.10<sup>2</sup> გიგატონით, რასაც შეესაბამება მსოფლიო ოკეანეში დამატებით ჩასული 7200 კმ<sup>3</sup> წყალი. ეს სიდიდე დედამიწის მთელ კრიოსფეროში აკუმულირებული წყლის მოცულობის (24.10<sup>6</sup> კმ<sup>3</sup>) სამ მეთასხედ ნაწილს შეადგენს.

ბოლო 10-20 წლის მანძილზე გლობალური დათბობისადმი მზარდი ყურადღების ფონზე კლიმატის ცვლილების გამოკვლევებში მნიშვნელოვანი ადგილი ეთმობა ამ პროცესის მიმართ მყინვარების მგრძობიარობის შეფასებას. ეს გამოკვლევები ჩატარდა მსოფლიოს

სხვადასხვა რეგიონებისთვის, კერძოდ, ალიასკისთვის [21], ანდების ცენტრალური ნაწილისთვის [27], ალპებისთვის [33], კავკასიისთვის [53] და სხვ. რიგ შრომებში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო კავშირს ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებსა და მყინვართა მასის ბალანსს შორის [31,32,38]. კონკრეტულად კავკასიონის მყინვარებისთვის უკანასკნელ ხანს ეს საკითხი დეტალურად შესწავლილ იქნა შრომებში [34,35], რომლებიც ქვემოთ იქნება განხილული.



**ნახ. 5.1.1. მყინვართა გლობალური მასის წამური ბალანსის გადახრები მრავალწლიური საშუალოდან 1961-2003 წწ. პერიოდში [25].**

სხეუბული პრობლემის განხილვამდე აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ მყინვარების ევოლუციაზე ატმოსფერული პროცესების გავლენის შესწავლას საქართველოში საკმაოდ დიდი ხნის ისტორია გააჩნია. კერძოდ 1950-იან წლებში ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ [43] ვ. გიგინიეშვილის ხელმძღვანელობით გამოკვლეულ იქნა კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში არსებული მყინვარების (ულუჩირანი, კარაჩაული, ირიკი, აზაუ, დონდუზორილი, შხელდი, ბეზენგი, მაჟირგი, დიხასუ, დევდორაკი, გერგეტი, შხარა და სხვ.) რყევის ხასიათი, მათი მოძრაობის რეჟიმის განმარტებული მეტეოროლოგიური პირობები, აგრეთვე რეგიონში ატმოსფეროს მაკროცირკულაციური პროცესების მახასიათებელი ფორმები.

მაღალმთიან მეტეოროლოგიურ სადგურებზე 1899-1954 წწ.. დაკვირვებული მეტეოლოგიური მონაცემების (ჰაერის ტემპერატურა და ატმოს-

ფერული ნაღებები), მიწისპირა და ბარიული ტოპოგრაფიის რუკების კომპლექსური ანალიზის შედეგად შესწავლილი იქნა მყინვართა რყევადობის ერთ-ერთი განმარტებელი ფაქტორის – ატმოსფეროს მაკროციკულაციური პროცესების განვითარების თავისებურებანი. დადგენილი იქნა მყინვართა უკან დახევისა და წინსვლის პერიოდები. დასაბუთებული იქნა, რომ მყინვარების უკან დახევის პერიოდისთვის მაკროციკულაციური პროცესების უპირატეს ფორმას წარმოადგენს ზონალური ცირკულაცია და კავკასიაზე სამხრეთიდან თბილი ჰაერის მასების შემოჭრა, ხოლო წინ წაწევის ან სტაციონარული მდგომარებაში ყოფნის პერიოდი გამოწვეულია ჩრდილოეთიდან ცივი ჰაერის მასების შემოჭრით განპირობებული მერიდიანული ტიპის პროცესების სიჭარბით.

მიუხედავად ჩატარებულ სამუშაოებში მიღებული მნიშვნელოვანი შედეგებისა, იმის გამო, რომ არ არსებობდა მყინვარების მოძრაობაზე დაკვირვების უწყვეტი და ხანგრძლივი რიგები, ის მრავალრიცხოვანი ფაქტორები, რომლებზეც დამოკიდებულია მყინვარების რუქები, სრულად ვერ იქნა გამოვლენილი.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მყინვარები კლიმატის ცვლილების მიმართ მაღალი მგრძობიარობით გამოირჩევა, რაც განაპირობებს მათ გამოყენებას ინდიკატორის როლში აღნიშნული პროცესის მსვლელობის შესაფასებლად. კერძოდ, მყინვარის მასის ბალანსის ცვლილება და მისი ელემენტების ცვალებადობა განიხილება როგორც კლიმატის ცვლილების საიმედო ინდიკატორები, რომლებიც განპირობებულია ზამთრის აკუმულაციით და ზაფხულის აბლაციით.

ეს პროცესები, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ატმოსფეროს ცირკულაციის გლობალურ და რეგიონალურ ანომალიებზე, აგრეთვე ამინდის ადგილობრივ პირობებსა და მყინვარის სპეციფიკურ მახასიათებლებზე.

## **5.2. საქართველოს ფარგლებში მყინვართა დეგრადაცია გასულ საუკუნეში**

1980-იანი წლების დასასრულამდე საქართველოში პერიოდულად წარმოებდა უშუალო დაკვირვებები ცალკეული მყინვარების ზომებზე, რაც შესაძლებლობას იძლეოდა განსაზღვრულიყო მათი უკან დახევისა და წინსვლის საშუალო სიჩქარეები. სსრკ დაშლის შემდეგ ეს სამუშაოები აღარ ჩატარებულა 2000 წლამდე.

როგორც ცნობილია, გლობალური მასშტაბით მყინვართა უკანდახევა დაიწყო XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან [23]. 1980-იან წლებთან შედარებით 1965 წლისთვის საქართველოს ტერიტორიაზე მყინვარების ფართობი შემცირდა 616 კმ<sup>2</sup> -დან 511 კმ<sup>2</sup>-მდე, ანუ 17%-ით [42]. თანახმად შრომაში [46] მოყვანილი მონაცემებისა, 1900-1970

წ. პერიოდში კავკასიონის მყინვარების აბსოლუტური უმრავლესობა იხევდა უკან საშუალო სიჩქარით 11,8 მ/წელი.

1965 წლის შემდეგ ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა დეგრადაცია გრძელდებოდა. გარემოს ეროვნული სააგენტოს ფონდებში არსებული მასალების მიხედვით მონაცემები ამ რეგიონში 1990 წლამდე ცალკეული მყინვარების უკან დახვევისა და წინსვლის გარკვეულ პერიოდებში საშუალო სიჩქარეების შესახებ მოყვანილია ცხრილში 5.2.1.

**ცხრილი 5.2.1. ცენტრალური კავკასიონის ცალკეული მყინვარების უკან დახვევისა და წინსვლის საშუალო სიჩქარეები 1964-2990 წწ. პერიოდში**

№	მყინვარის დასახელება	პერიოდი	უკან დახვევის (-) და წინსვლის (+)საშ. სიჩქარე, მ/წელი
1	დევლორაკი	1965-1973	+3.2
		1973-1979	+4.3
		1978-1985	-3.0
		1985-1990	+1.1
2.	აბანო	1965-1973	+2.0
		1973-1979	+0.5
		1978-1985	-1.2
		1985-1990	-0.1
3	გერგეტი	1965-1973	+3.9
		1973-1979	-1.0
		1978-1985	-9.8
		1985-1990	-23.0
4	ჭალაათი	1966-1972	-5.0
		1973-1977	-5.4
		1977-1983	-5.6
5	კირტიშო	1966-1972	-6.7
		1973-1977	-9.8
		1977-1983	-6.7
6	ყორულდაში	1966-1972	-4.7
		1973-1977	-3.0
		1977-1983	-2.6
		1983-1990	-2.1
7	ლეღზირი	1973-1983	-11.2
8	ცანერი	1973-1983	-10.4
		1983-1990	-10.3
9	ჭაჭი	1964-1968	+8.8
		1984-1990	-1.1

ცხრილში განხილული თითოეული მონაკვეთი შეიცავს ცალკეულ ქვეპერიოდებს მყინვარის ენის როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მოძრაობით, მაგრამ ცხრილის ბოლო სვეტში მოყვანილია დროის აღნიშნულ მონაკვეთში მყინვარის ჯამური მოძრაობის საშუალო სიჩქარე.

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ 1980-იან წლებამდე საქართველოს ტერიტორიაზე განხილული 9 მყინვარიდან 4 მყინვარზე დაიკვირვებოდა წინსვლის ეპიზოდების სიჭარბე, თუმცა ამის შემდეგ ყველა მყინვარზე, დევდორაკის მცირე წინსვლის გამოკლებით, აღინიშნა უკუსვლა, რომელმაც განსაკუთრებით დიდ სიჩქარეს მიაღწია გერგეტის მყინვარზე. 1964-1990 წწ. პერიოდში ყველა მყინვარისათვის გასაშუალოებულმა წინსვლის სიჩქარემ შეადგინა 3.4 მ/წელი, ხოლო უკან დახევის სიჩქარემ – 6.1 მ/წელი.

ათწლიანი პაუზის შემდეგ, 2000 წელს აშშ საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) ხელშეწყობით, პ. ჯანელიძის ხელმძღვანელობით მყინვარებზე ლეღზირი, ჭალაათი, დოღრა, კვიში, კირტიშო და ჭანჭახი წლის თბილ პერიოდში ჩატარდა კომპლექსური სამუშაოები, რომლის დროსაც იზომებოდა მყინვარების სხვადასხვა პარამეტრები, წარმოებდა მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური დაკვირვებები. მიღებული მასალები გაანალიზებულ იქნა დაკვირვების პერიოდში (ივნისი-ოქტომბერი) განვითარებულ აეროსინოპტიკურ პროცესებთან ერთად, დამყარებულ იქნა კავშირები მყინვართა აბლაციის სიჩქარეებსა და კლიმატური ელემენტების ანომალიებს შორის [18]. შესწავლილი მყინვარებისთვის რაოდენობრივი სახით დადგინდა იქნა კავშირი აბლაციასა და ჰაერის ტემპერატურას შორის თვეების მიხედვით. ექვსივე მყინვარისთვის აბლაციის საშუალო სიჩქარეები იცვლებოდა შუალედში 5.3 - 6.2 სმ/დღე, ანუ წელის ექვივალენტში (w.e.) გადაყვანით 4.8 - 5.6 სმ/დღე. მყინვარ ჭალაათზე ენის რყევადობაზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ აჩვენა, რომ 1976 წლიდან 2000 წლამდე მყინვარის ენამ 253 მეტრით დაიხია უკან, რასაც შეესაბამება უკან დახევის საშუალო სიჩქარე 10.5 მ/წელი. ეს თითქმის 2-ჯერ მეტია მყინვარის ენის უკან დახევის სიჩქარეზე 1963-1983 წლებს შორის.

2002 წელს პ. ჯანელიძის ხელმძღვანელობით დაკვირვებები ენის რყევადობაზე ჩატარდა მყინვარებზე დევდორაკი, გერგეტი, მნა და კინტიშო [19]. ეს მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 5.2.2.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, 1990-იან წლებში მყინვარებზე გრძელდებოდა უკანდახევისა და დეგრადაციის პროცესები. განსაკუთრებით მკვეთრად ამ პროცესებმა თავი იჩინა დევდორაკის მყინვარზე, სადაც ამ წლებამდე დაფიქსირებული ძირითადად წინსვლის ეპიზოდები 2000 წელს შეიცვალა აშკარად გამოსატყული უკან დახ-

ევით. გერგეტის მყინვარზე კიდევ უფრო დაჩქარდა 1985-დან 1990 წლამდე აღნიშნული უკანდახევა, ხოლო მყინვარი კირტიშო აგრძელებდა უკან დახევას თითქმის უცვლელი სიჩქარით. ანგარიშის [19] ავტორთა აზრით, მყინვარ გერგეტის უკან დახევის ანომალურად მაღალი სიჩქარე გამოწვეულია მყინვარის ხეობაში ზედაპირულ მორენულ საფარს მოკლებული ენის ინტენსიური დნობით ჰაერის მზარდი ტემპერატურისა და მისგან გამთბარი კლდე-ლოდებისგან გამოყოფილი სითბოს შედეგად.

**ცხრილი 5.2.2. 2002 წლის ოქტომბერში მყინვარების ენის რყევადობაზე ჩატარებული დაკვირვების შედეგები [19].**

მყინვარი	პერიოდი, წლები	მყინვარის ენის უკან დახევა, მ	მყინვარის ენის წინსვლა, მ	საშუალო სიჩქარე, მ/წელი
დევდორაკი	1985-2002	-100	0	-5.9
გერგეტი	1985-2002	-450	0	-26.5
მნა	1963-2002	-175	0	-4.5
კირტიშო	1985-2002	-116	0	-6.8

აღნიშნულ ნაშრომში საზგასმულია, რომ ცენტრალური კავკასიონის რეგიონში კლიმატის დათბობამ ბოლო 10-15 წლის მანძილზე ატმოსფერული ნალექების სტრუქტურაში გამოიწვია თხევადი ნალექების წილის გაზრდა მყარი ნალექების შემცირების ხარჯზე. ამას თან მოჰყვა მთელი რიგი მყინვარების მდგრადობის დარღვევა, რაც გამოიხატა მათ ნაადრევ პულსაციაში. მაგალითის სახით განხილულია 2002 წლის 15 სექტემბრის კატასტროფა ყაზბეგის გამყინვარების ზონაში, რომლის შედეგად მყინვარმა კოლკამ ჩამოიტანა 30 მლნ ტონაზე მეტი ნაშალი მასალა, ამოავსო მდ. გენალდონის ხეობა 8 კმ მანძილზე, დაახარადა 5 სოფელი და შეიწირა 150 ადამიანის სიცოცხლე.

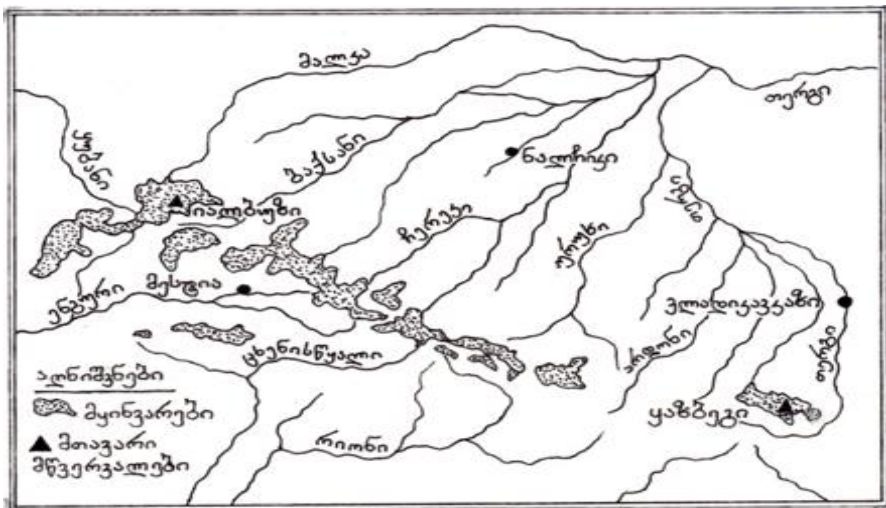
მყინვარების დეგრადაციასთან დაკავშირებული საშიში მოვლენების წარმოქმნისა და მასთან ადაპტირების ღონისძიებათა ჩვენს მიერ შემუშავებული სქემა მოყვანილია დანართში III.

კავკასიონის გამყინვარების 1850, 1890 და 1965 წლების მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე ვ. ცომაიას მიერ მიღებულ იქნა, რომ დროის მთელ ამ პერიოდის მანძილზე კავკასიონის გამყინვარება ყოველწლიურად კარგავდა საშუალოდ 7.5 კმ<sup>2</sup> ფართობს. საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მოცემული კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების სცენარის გათვალისწინებით ავტორის პროგნოზის თანახმად, 2150-2160 წლებისთვის სავარაუდოა კავკასიონის მთლიანი განთავისუფლება მყინვარებისგან [17].

### 5.3. ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა ევოლუცია 1985-2000 წწ. პერიოდში

1990 წლის შემდეგ კავკასიონის გამყინვარების შესახებ ინფორმაციის დანაკლისი გარკვეულწილად შევსებულ იქნა 2005-2007 წლებში გამოქვეყნებული შრომებით [34-37], რომლებშიც 1985-2000 წწ. პერიოდში ჩატარებული თანამგზავრული მონაცემებით ცენტრალური კავკასიონის 113 მყინვარისთვის დადგენილ იქნა უკან დახვევისა და წინსვლის სიჩქარეები, მყინვარული ტბების წარმოშობის დინამიკა, აგრეთვე გლობალური დათბობის ფონზე, კონკრეტული მყინვარების მაგალითზე შესწავლილ იქნა კავშირი მყინვარის მასის ბალანსსა და ამავე რეგიონში მიმდინარე ატმოსფეროს ფართომასშტაბურ ცირკულაციურ პროცესებს შორის.

საკვლევ მასალას წარმოადგენს “Landsat” ხელოვნური თანამგზავრიდან 1985 წლის 3 აგვისტოს, 1991 წლის 28 სექტემბერს და 2000 წლის 5 სექტემბერს მიღებული სატელევიზიო გამოსახულებები, რომლებიც გაანალიზებული იქნა 25 მ გარჩევისუნარიანობით. სამივე შემთხვევა შეესაბამება აბლაციის სეზონის დასასრულს და მოწმენდილი ამინდის პირობებს, როდესაც თოვლის საფარის გავლენა მყინვარებზე მინიმალურია და ღრუბელთა არარსებობა ხელს უწყობს დედამიწის ზედაპირზე ობიექტების სრულფასოვან გარჩევას. საკვლევ რეგიონად შერჩეულ იქნა კვადრანტი ზომებით 180 კმ X 180 კმ კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში, რომელიც მოიცავს იაღბუხისა და ყაზბეგის გამყინვარებებს. ამ კვადრანტის ნაწილი ნაჩვენებია ნახაზზე 5.3.1.

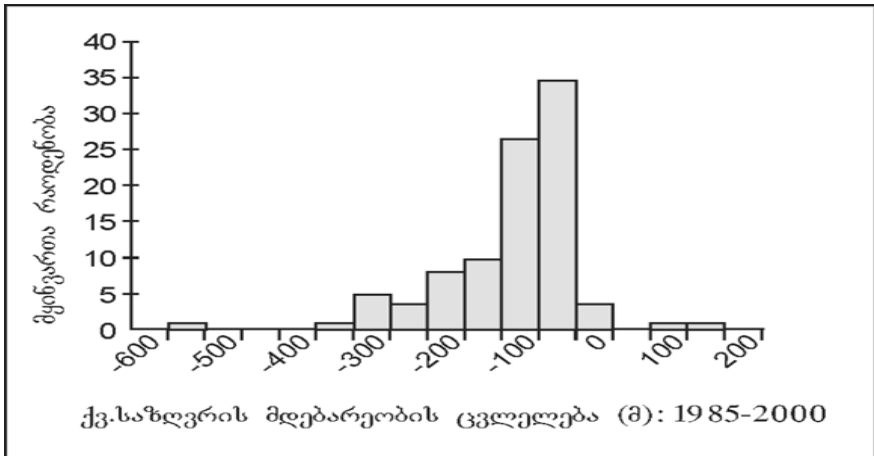


ნახ. 5.3.1. საკვლევი ტერიტორიის ძირითადი ნაწილი.



• **მეინვართა ზომის ცვლილება**

აღნიშნულ რეგიონში გამოყოფილი იქნა 113 მეინვარი, რომელთაგან 28 საქართველოს ტერიტორიაზე იმყოფება. სიზუსტით  $\pm 25$  მ იზომებოდა მათი ქვედა საზღვრის მდებარეობა და მისი ცვლილებით განისაზღვრებოდა დროის განხილულ პერიოდში მეინვარის ენის ქვედა საზღვრის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე. შედეგები მოყვანილია ნახაზზე 5.3.2. ამ ნახაზის ჰორიზონტალურ ღერძზე აღნიშნულია განხილულ პერიოდში მეინვარების ენის სიგრძის ცვლილება მეტრებში, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე – ცვლილების აღნიშნულ ჯგუფში მოხვედრილ მეინვართა რაოდენობა. კერძოდ, ნახაზიდან ჩანს, რომ უკანდახევა -50 მეტრამდე დაფიქსირდა 35 მეინვარისთვის, ხოლო -100 მეტრამდე 27 მეინვარისთვის.



**ნახ. 5.3.2. კავკასიონის 113 მეინვარის ქვედა საზღვრის ცვლილება 1985-2000 წწ. პერიოდში [36].**

გაზომილი მეინვარების საერთო რაოდენობიდან 106 მეინვარისთვის (94%), 1985-2000 წლებს შორის დაფიქსირდა უკანდახევა, 5 მეინვარის ქვედა საზღვარმა არ შეიცვალა მდებარეობა (4%), ხოლო ორმა მეინვარმა წინ წაიწია (2%). მეინვართა უკანდახევის საშუალო მანძილმა შეადგინა  $121 \pm 25$  მ და საშუალო სიჩქარემ - 8,1 მ წელიწადში. უკანდახევის მაქსიმალური სიდიდეები აღინიშნა მეინვარ ყარაუგომისთვის (მანძილი - 517 მ, სიჩქარე - 38 მ/წ). ამავე დროს, წინსვლის მაქსიმალური მაჩვენებლები აღმოაჩნდა მეინვარ მიეირგის

(მანძილი 108 მ, სიქარე 7,2 მ/წ). მყინვართა უმეტესი ნაწილისთვის (70%) უკუქცევის მანძილმა შეადგინა 0 - 150 მ. უკანდახვევის სიქარე დამოკიდებული აღმოჩნდა მყინვართა ზომაზე – დიდი მყინვარებისათვის, რომელთა ფართობი აღემატება 10 კმ<sup>2</sup>, ამ სიდიდემ საშუალოდ შედგინა 12 მ/წ, მაშინ როცა მცირე მყინვარებისთვის ფართობით <1 კმ<sup>2</sup>, უკანდახვევის საშუალო სიქარე არ აღემატება 6 მ/წ.

განხილულ წლებში ცენტრალური კავკასიონის მეტეოროლოგიური რეჟიმის დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა იალბუჯის ფერდობზე 2141 მ სიმაღლეზე მდებარე მეტეოსადგურ ტერსკოლის დაკვირვების მასალები. ამ მონაცემების ანალიზმა ცხადყო, რომ 1985-2000 წლებში მყინვართა უკუქცევის საშუალო სიქარეს 8,1 მ/წ შეესაბამება აბლაციის სეზონის (მაისი-სექტემბერი) განმავლობაში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ზრდა 0,1<sup>0</sup>C-ით წელიწადში. ეს სიდიდე იძლევა ათწლეულში ტემპერატურის ნაზრდს 1<sup>0</sup>C, რაც თითქმის ემთხვევა ქუთაისში 1990-2000 წლებს შორის ათწლეულების საშუალებით შეფასებულ წლიური ტემპერატურის ნამატს (0,9<sup>0</sup>C) და მკვეთრად განსხვავდება თბილისისთვის დადგენილ ანალოგიური სიდიდის მნიშვნელობისგან (0,2<sup>0</sup>C) (იხ.ნახ/2,3.2). მიღებული შედეგი მოწმობს, რომ ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში გლობალური დათბობის შედეგად ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის რეჟიმი გარკვეული მიახლოებით შეიძლება შეფასდეს დასავლეთ საქართველოს კლიმატური ოლქის მონაცემებით. სამწუხაროდ, ყაზბეგი - მაღალმთიანისა და მამისონის უღელტეხილის მეტეოსადგურების ბოლო ათწლეულებში დაკვირვების მასალების არარსებობა შეუძლებელს ხდის ამ წინასწარი დასკვნის პრაქტიკულ შემოწმებას.

მყინვარების უკუქცევას თან სდევს მათ ზედაპირზე მორენული ნაშალით დაკავებული ფართის ზრდა. გაზომვებმა აჩვენა, რომ თუ 1985 წელს ყველა შერჩეული მყინვარისთვის ნაშალისაგან თავისუფალი, გლუვი ყინულის საერთო ფართობი შეადგენდა ~1260კმ<sup>2</sup>, 2000 წლისთვის ეს სიდიდე შემცირდა ~1136 კმ<sup>2</sup> –მდგრასაც მყინვართა საერთო ფართობის შემცირების გათვალისწინებით შეესაბამება ნაშალით დაკავებული ფართობის 6 – 9 %-ით ზრდა. აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა მყინვარებისთვის ამ ფართობის შეფარდება მყინვარის მთელ ფართობთან დიდ ფარგლებში იცვლება. მაგალითად, ბჟედუხის მყინვარისთვის ეს სიდიდე დროის განხილულ მონაკვეთში შეადგენდა 2-3%-ს, მაშინ როცა შხედლის მყინვარისათვის იგი იცვლებოდა 24 - 28%-ის ფარგლებში.

მორენული ნაშალის თხელი ფენა (სისქით 1 – 2 სმ-ზე ნაკლები) იწვევს მყინვარის ალბედოს შემცირებას და ხელს უწყობს მისი დნობის დაჩქარებას, ხოლო სქელი ფენა (10 სმ-ზე მეტი) იცავს ყინულის ზედაპირს მზის პირდაპირი რადიაციისგან და ამგვარად

მნიშვნელოვნად ამცირებს აბლაციას. მყინვარის დნობის შედეგად ხდება აგრეთვე მყინვარში ჩაყინული კლდოვანი ნამსხვრევების ზედაპირზე გამოჩენა, რაც მზისა და მეზობელი ფერდობებიდან მოსული რადიაციისა და ნამსხვრევებისგან გამოყოფილი სითბოს ზეგავლენით კიდევ უფრო აჩქარებს მყინვარის გადნობას. აღნიშნული პროცესების შედეგად ხდება ბევრი მყინვარის ნაწილებად დაშლა. ძირითადი მასისგან კვებას მოწვევტილი მყინვარის ასეთი ნაწილები თანდათან იქცევა მყინვარული წარმოშობის ტბებად, რომელთა რაოდენობა მყინვართა დეგრადაციის პროცესში იზრდება.

- **მყინვარული წარმოშობის ტბების რაოდენობის ზრდა**

ზემოთ განხილული თანამგზავრული ინფორმაცია გამოყენებული იქნა აგრეთვე ცენტრალური კავკასიონის რეგიონში მყინვარების ევოლუციის შედეგად წარმოქმნილი ტბების 1985-2000 წლებში რაოდენობისა და ზომის ცვლილების შესაფასებლად.

მიღებულ იქნა, რომ 1985 წელს საკვლევ რეგიონში კავკასიონის ჩრდილო ფერდობებზე ფიქსირდებოდა მყინვარული წარმოშობის 16 ტბა ზედაპირის საერთო ფართობით 0.2423 კმ<sup>2</sup>. 2000 წლისთვის ტბების რაოდენობამ მიაღწია 24-ს და მათი სარკის საერთო ფართობი გაიზარდა 0.3815 კმ<sup>2</sup>, ანუ მოიმატა 57%-ით, რაც მოწმობს გლობალური დათბობის ზეგავლენით ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა დეგრადაციის პროცესის დაჩქარებას.

მყინვარის ენის ბოლოში არსებული მორენული ნაშალი მასალა, როგორც წესი, ხელს უწყობს წარმოქმნილ ტბებში წყლის შეგუბებას. მყინვარის დნობის შედეგად ამ წყლის რაოდენობა მატულობს. ეს, ნაშალში მიმდინარე პროცესებთან ერთად, შეიძლება დასრულდეს მისი გარღვევით და მყინვარის ხეობის ქვედა ნაწილში კატასტროფული წყალმოვარდნით, რამაც შესაძლებელია დიდი ზიანი მიაყენოს აქ მდებარე დასახლებულ პუნქტებსა და სამეურნეო ობიექტებს. ყოველივე ეს მოითხოვს სათანადო საადაპტაციო ღონისძიებათა განხორციელებას კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მანეჯემენტის ამ მიმართულებით შესამცირებლად.

- **მყინვარის მასის ბალანსის ცვალებადობა კლიმატურ ელემენტებთან კავშირში (ჯანყუათის მყინვარის მაგალითზე)**

ცენტრალური კავკასიონის რეგიონში კლიმატური ელემენტების ცვლილებასა და მყინვარის მასის ბალანსის ცვალებადობას შორის კავშირის შესასწავლად შერჩეულ იქნა მყინვარი ჯანყუათი, რომელზედაც მასის ბალანსზე დაკვირვებები წარმოებს 1967 წლიდან. ამჟამად ეს მყინვარი შესულია სარეპერო მყინვარების საერთაშორისო ნუსხაში და მას უნდა შედარდეს რეგიონის სხვა მყინვარებზე ჩატა-

რებულ დაკვირვებათა მონაცემები. მყინვარი მდებარეობს კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე, იალბუზის მწვერვალთან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით 28კმ მანძილზე. მისი სიმაღლე იცვლება 2700-3900 მ ფარგლებში და ფართობი შეადგენს 3,0 კმ<sup>2</sup>.

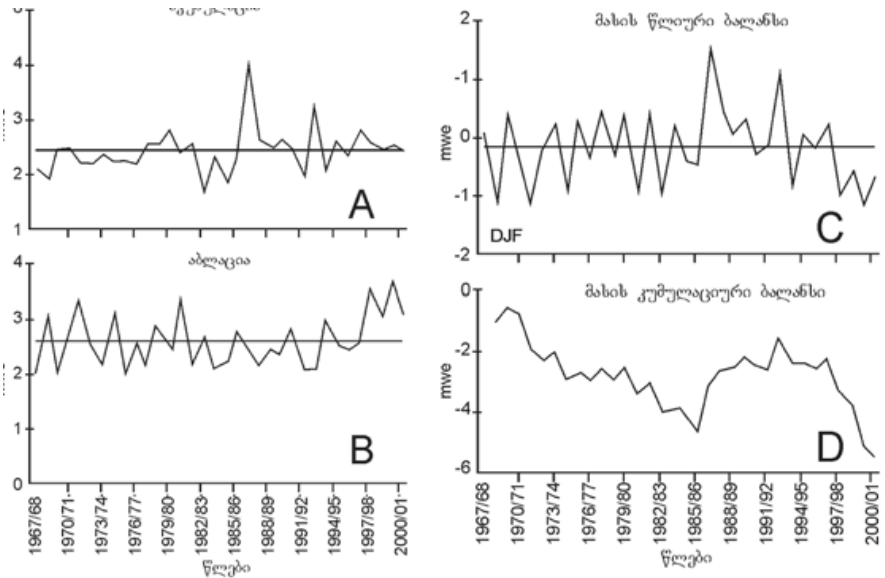
მყინვარის მეტეოროლოგიური რეჟიმის დასახასიათებლად გამოყენებულ იქნა მეტეოსადგურ ტერსკოლზე 1951 წლიდან წარმოებულ დაკვირვებათა მონაცემები. სადგური მდებარეობს იალბუზის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობზე, ჯანყუათისგან 16კმ მანძილზე. მყინვარის ენის ბოლოში ებიზოდურად ჩატარებული მეტეოროლოგიური დაკვირვებების შედარებამ ტერსკოლის მეტეოსადგურის მონაცემებთან აჩვენა, რომ ჰაერის ტემპერატურის დღის საშუალო მნიშვნელობებს შორის კორელაციის კოეფიციენტი შეადგენს 0,82. საკმაოდ ახლო თანხედენა აღმოჩნდა აგრეთვე ნალექთა გაზომილ ჯამებს შორის.

1967-2001 წლებში მყინვარ ჯანყუათის სეზონური აკუმულაციის, აბლაციის, მასის ბალანსის, აგრეთვე კუმულაციური (მრავალწლიური) მასის ბალანსის დროში ცვალებადობა წარმოდგენილია ნახაზზე 5.3.3. ყველა სიდიდეები მოყვანილია წყლის ექვივალენტის მეტრებში (m.w.e.). მასის წლიური ბალანსი შეესაბამება სხვაობას აკუმულაციისა და აბლაციის სეზონურ მნიშვნელობებს შორის, ხოლო კუმულაციური ბალანსის ცვლილება აღნიშნავს მისი მრავალწლიური მასის ცვალებადობას ყოველწლიური ცვლილებების გათვალისწინებით. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, მყინვარის ჯამური მასის ბალანსი 1970-1986წწ. პერიოდში თანაბრად მცირდებოდა. ეს პროცესი დაიბრუნა 1986/1987 და 1992/1993 წლების ანომალურად უხვთოვლიან ზამთრებში, როდესაც დაფიქსირდა აკუმულაციის სარეკორდო მნიშვნელობები (შესაბამისად 4,0 და 3,2 მ წყლის ექვივალენტში). ამან ნაწილობრივ უზრუნველყო ჯანყუათის მასის ბალანსის აღდგენა, თუმცა შემდგომში ეს ტენდენცია კვლავ შეიცვალა მასის ბალანსის უარყოფითი ტრენდით, რომელიც განსაკუთრებით გაძლიერდა 1996/1997 წლების სეზონის შემდეგ.

მყინვარზე მასის ბალანსის ელემენტებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა და ტერსკოლზე მეტეოროლოგიური გაზომვების შედეგების ერთობლივმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ზამთრის სეზონში (ოქტომბერი-აპრილი) აკუმულაციასა და ნალექთა ჯამებს შორის დადებითი კორელაცია საკმაოდ მჭიდროა ( $r=0,68$  ნიშნადობის დონეზე 0.01). რაც შეეხება აბლაციას, ივნის-აგვისტოს თვეებში მისი კორელაციის კოეფიციენტი ჰაერის საშუალო ტემპერატურასთან აღმოჩნდა  $r=0,61$ , ხოლო მაქსიმალურ ტემპერატურასთან  $r=0,77$ .

აბლაციის სეზონის 1980-იან წლებიდან დაფიქსირებულმა დათბობამ გამოიწვია მყინვარის ყოველწლიური მასის ბალანსის უარყოფითი ტრენდით, რომელიც განსაკუთრებით გაძლიერდა 1996/1997 წლების სეზონის შემდეგ.

ფიტი ტრენდი 1986 წლიდან და კუმულაციური მასის ბალანსის მკვეთრი შემცირება 1996 წლის შემდეგ.



ნახ. 5.3.3. მყინვარ ჯანყუათის აკუმულაციის (A), აბლაჯიის (B), წლიური მასის ბალანსის (C) და კუმულაციური მასის ბალანსის (D) ყოველწლიური ცვალებადობა w.e. ერთეულებში. სწორი ხაზები აღნიშნავენ აკუმულაციისა და აბლაჯიის საშუალო მნიშვნელობებს და მყინვარის ნულოვან მასის ბალანსს.

ჯანყუათის მასის ბალანსისა და მისი ელემენტების საშუალო მნიშვნელობები მოტანილია ცხრილში 5.3.1, რომელშიც შევიდა 2002-2003 წწ. მონაცემებიც.

ცხრილი 5.3.1. მყინვარ ჯანყუათის მასის ბალანსის ელემენტების საშუალო მნიშვნელობები 1966/1967 – 2002/2003 წწ. პერიოდში

ელემენტი	საშუალო მნიშვნელობა, m.w.e
აკუმულაცია	2.43
აბლაჯია	2.56
სხვაობა (მასის წლიური ბალანსი)	-0.13

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ საშუალო მრავალწლიურ პერიოდში ჯანყუათის მასის ბალანსი 1966-2003 წლებში ხასიათდებოდა უარყო-

ფითი ტრენდით, რაც გამოვლინდა მისი ზომების შემცირებაში. კერძოდ, ზემოთ ნახსენებმა გაზომვებმა ცხადყო, რომ 1985-2000 წწ. პერიოდში მყინვარის ქვედა საზღვარმა დაიხია 30 მეტრით უკან, რასაც შეესაბამება უკანდახევის საშუალო სიჩქარე 2 მ/წ. უპქცევის ეს სიჩქარე გაცილებით ნაკლებია ამავე ზომისა და ანალოგიურ სიმაღლეებზე მყოფი სხვა მყინვარების უკანდახევის საშუალო სიჩქარეზე, რომელმაც ამავე პერიოდში შეადგინა 8-9 მ/წ.

ცხრილიდან შეიძლება მიღებულ იქნას, რომ თუ აქტიური აბლაციის სეზონად ჩაითვლება 4 თვე (ივნისი-სექტემბერი), ამ პროცესის საშუალო სიჩქარე, გაანგარიშებული დაკვირვების მთელი პერიოდისთვის, შეადგენს 2 სმ დღეში. აბლაციის სიჩქარის დასაზუსტებლად 2005 წელს ჯანყუათის მყინვარზე, ივნის-ოქტომბრის თვეებში ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგურის გამოყენებით ჩატარდა დეტალური დაკვირვებები, რომელთა შედეგად დადგინდა იქნა აბლაციის საშუალო სიჩქარეები სხვადასხვა სინოპტიკური პროცესების დროს. აღმოჩნდა, რომ ეს სიჩქარეები იცვლება 0,6-6,7 სმ/დღე ფარგლებში და აბლაციის სეზონის 4 თვეში საშუალოდ შეადგენს 4,2 სმ/დღე.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მიღებული სიდიდე ახლოს აღმოჩნდა საქართველოს ტერიტორიაზე კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე 2000 წელს ჩატარებული 6 მყინვარის გამოკვლევის შედეგებთან, სადაც ზედაპირული აბლაციის საშუალო სიჩქარე ტოლი აღმოჩნდა 4,7 სმ დღეში [18].

#### **5.4. კავშირი ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა მასის ბალანსსა და ფართომასშტაბური ცირკულაციის ანომალიებს შორის**

ბოლო საუკუნის განმავლობაში მიმდინარე გლობალური დათბობა გარკვეულ გავლენას ახდენს ატმოსფეროში მიმდინარე ფართომასშტაბურ ცირკულაციურ პროცესებზედაც, რადგანაც ქვეფენილი ზედაპირის (ხმელეთისა და ოკეანის) თერმული რეჟიმის ცვლილება იწვევს შესაბამის ძვრებს მასთან დაკავშირებულ ცირკულაციურ პროცესებში. ანგარიშში [25] მოყვანილი ცნობების თანახმად, გლობალურმა დათბობამ უკვე გამოიწვია გარკვეული ცვლილებები აღნიშნულ პროცესებში, რაც გამოიხატა პოლუსებისკენ მათ გადანაცვლებაში და დასავლეთის ქარების გაძლიერებაში. თავის მხრივ, დასავლეთის ქარების გაძლიერება წარმოადგენს ძირითად ფაქტორს, რომელიც განაპირობებს ზამთარში ტროპიკული გრივალების ტრაექტორიების შეცვლას და შესაბამის ცვლილებებს საშუალო და მაღალ განედებში ნალექთა და ტემპერატურის ტრენდებში.

აღინიშნა აგრეთვე ცვლილებები ოკეანესა და ატმოსფეროს ურთიერთქმედებაში წყნარი ოკეანის ზედაპირზე. კერძოდ, 1970-იანი წლების შუა პერიოდიდან ელ-ნინოს სამხრეთის ოსცილაციის

(ENSO) თბილი ეპიზოდების რიცხვმა შესამჩნევად იმატა ცივი ეპიზოდების (ლა-ნინია) რიცხვთან შედარებით. მას თან მოჰყვა ძლიერი ქარიშხლების პროპორციის აშკარა ზრდა ტროპიკული გრიგალეების საერთო რიცხვში, რომელიც ბოლო ნახევარი საუკუნის მანძილზე თითქმის არ შეცვლილა. ამავე დროს, 1990-იან წლებში ჩრდილო ატლანტიკის ოსცილაციის (NAO) ევროპულ სექტორში პოზიტიური ფაზების გახშირებამ გამოიწვია ჩრდილო ევროპაში ნალექთა ზრდა, ხოლო მათი შემცირება –ხმელთაშუა ზღვისა და ჩრდილო აფრიკის რეგიონებში. ანალოგიურად, ჩრდილო ამერიკაში ENSO-სთან დაკავშირებულმა პროცესებმა განაპირობა ტემპერატურისა და ნალექთა მკვეთრი გადანაწილება კონტინენტის აღმოსავლეთ და დასავლეთ ნაწილებს შორის.

იმის გათვალისწინებით, რომ მყინვარის მასის ბალანსის ფორმირებაში გადამწყვეტ როლს ასრულებს სხვადასხვა სინოპტიკურ პროცესებთან დაკავშირებული ტემპერატურისა და ნალექების ცვალებადობა, ცენტრალური კავკასიონის მყინვარებზე გლობალური დათბობის გავლენის დასადგენად გარკვეულ ინტერესს შეადგენს აკუმულაციისა და აბლაციის განსხვავებული რეჟიმების გამომწვევი ატმოსფერული ცირკულაციის ფართომასშტაბური პროცესების შესწავლა. ამ საკითხის კვლევას საქართველოში საკმაოდ დიდი ხნის ისტორია გააჩნია [42]. ქვემოთ ჩვენ შევჩერდებით ბოლოდროინდელი გამოკვლევის [34] შედეგებზე. მასში ანალიზი ძირითადად ჩატარდა 500 და 700 კპა გეოპოტენციალის სიმაღლის ანომალიის რუკების გამოყენებით, რომლებიც შესაბამისად ასახავს ბარიული ველის განაწილებას ზღვის დონიდან დაახლოებით 5 და 3 კმ სიმაღლეზე.

კლიმატის ცვალებადობის გამომწვევი, რეგიონზე მოქმედი სინოპტიკური პროცესებიდან ავტორებმა გამოყვეს შორეული კავშირის 3 მექანიზმი: ზემოთ უკვე ნახსენები NAO, სკანდინავიური შორეული კავშირი (SCA) და წყნარი ოკეანის ჩრდილო ნაწილთან შორეული კავშირი (NP), რომლებიც, მათი აზრით, მთავარ როლს ასრულებენ შერჩეულ რეგიონში მეტეოროლოგიური ელემენტების ფორმირებაში. თითოეული მექანიზმისთვის გაანგარიშებულ იქნა შესაბამისი ინდექსების თვის საშუალო მნიშვნელობები, რომლებიც შედარდა 1967-2003 წლებში ჯანყუათის მყინვარზე აკუმულაციაზე და აბლაციაზე ჩატარებული დაკვირვების შედეგებს.

დადგენილ იქნა, რომ არსებობს სუსტი, მაგრამ სტატისტიკურად ნიშნადი კორელაცია ჯანყუათზე აკუმულაციასა და SCA შორეული კავშირის მექანიზმს შორის. აკუმულაციის სეზონის დასაწყისში SCA დადებითი ფაზის ხშირი განმეორადობა იწვევს საშუალოზე ნაკლებ თოვლიანობას ცენტრალური კავკასიონის მთებში, რაც მკაფიოდ გამოვლინდა 1983-1985 წლების ზამთრის სეზონებში.

კავშირი NP-სა და ჯანყუათზე თოვლის აკუმულაციას შორის სუსტი აღმოჩნდა, თუმცა აღინიშნა კორელაცია ზამთრის თვეებში ნალექთა დადებით ანომალიებსა და NAO-ს უარყოფითი ფაზის განმეორებას შორის. ძლიერი დადებითი კორელაცია გამოვლინდა ჯანყუათზე აკუმულაციასა და ბისკაის ყურეზე ატმოსფერული ცირკულაციის ანომალიებს შორის.

შემიწვევა კავშირი NP მექანიზმის დადებით (უარყოფით) ფაზასა და კავკასიონის თავზე გეოპოტენციალის სიმაღლის და ტემპერატურის უარყოფით (დადებით) ანომალიებს შორის, რაც ვლინდება მეინვარის დნობის შესაბამისად შემცირებულ (გაზრდილ) გადახრებში.

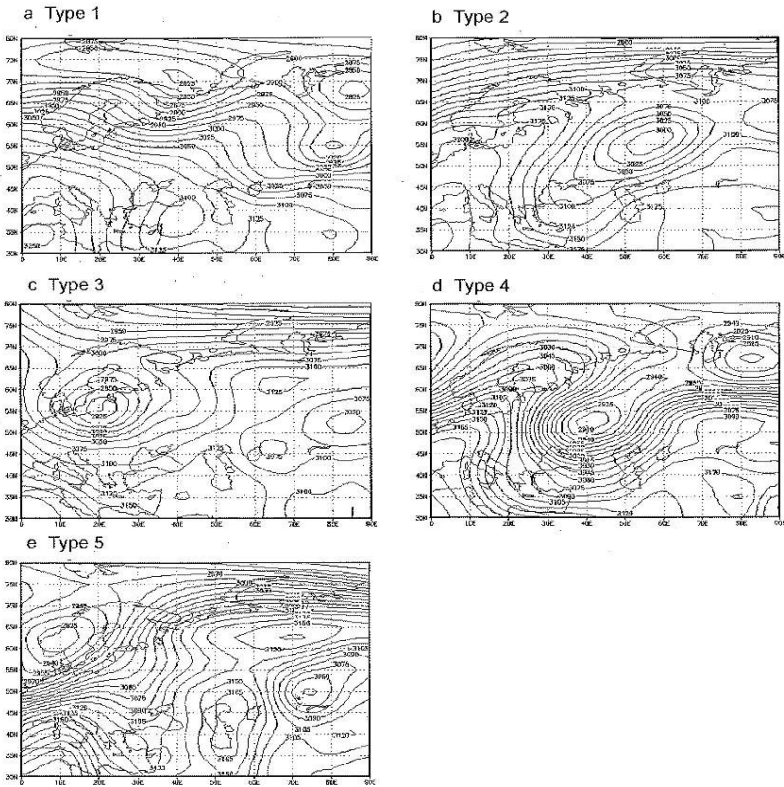
არსებობს მოსაზრება, რომ NP გადახრის დადებითი ფაზა შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს ელ-ნინოს სამხრეთის რხევის (ENSO) ზემოქმედებასთან [22]. ამის გათვალისწინებით, ავტორების აზრით, არაა გამორიცხული, რომ შორეული უკუკავშირი ტროპიკებში წყნარი ოკეანის ზედაპირის ტემპერატურასა და კავკასიონზე ზაფხულის ტემპერატურას შორის ხორციელდება წყნარი ოკეანის ჩრდილო ნაწილში მიმდინარე პროცესების მეშვეობით.

გარდა ამისა, 2005 წლის აბლაციის სეზონის დეტალური ანალიზისას [35] ავტორები შეეცადნენ ევრაზიის კონტინენტის დასავლეთ ნაწილში გამოვეყთ სინოპტიკური სიტუაციების 5 ტიპი, რომლებიც განაპირობებენ დროის აღნიშნულ პერიოდში აბლაციის პროცესის სხვადასხვაგვარ მსვლელობას (ნახ. 5.4.1).

ტიპი 1 ხასიათდება დაბალი წნევის სისტემის განვითარებით ატლანტიკის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში და მისი გავრცელებით აღმოსავლეთის ან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით (ნახ. 5.4.1. ა). ამ დროს კავკასიონის თავზე ვრცელდება დასავლეთის ძლიერი ნაკადები, რომლებიც განაპირობებს მეტეოროლოგიური ელემენტების და, შესაბამისად, აბლაციის სიჩქარის საშუალო სეზონურთან ახლო მნიშვნელობას, მაგრამ შედარებით მცირე ნალექიანობას (ცხრილი 5.4.1). სინოპტიკური სიტუაციის ეს ტიპი ყველაზე ხშირად მეორდება საკვლევ რეგიონში 2005 წლის აბლაციის სეზონში.

ტიპი 2 გამოირჩევა ღარის გავრცელებით დასავლეთ ციმბირის თავზე განვითარებული დაბალი წნევის ცენტრიდან კავკასიის რეგიონისკენ (ნახ. 5.4.1-ბ), რის შედეგადაც კავკასიონზე სჭარბობს ღრუბლიანი ამინდი ნალექთა (ძირითადად წვიმის სახით) დღეღამური ჯამებით 2-10 მმ. ამ პროცესის დროს ჰაერის ტემპერატურა და მზის რადიაციის ინტენსივობა ნაკლებია სეზონის საშუალო მნიშვნელობებზე და ამიტომ აბლაციის სიჩქარე თითქმის 2-ჯერ ნაკლებია ივინს-სექტემბრის საშუალოზე.





**ნახ. 5.4.1. 2005 წლის აბლაციის სეზონში გამოყოფილი ტიპური სინოპტიკური პროცესების შესაბამისი (ამსახველი) 700 ჰპა გეოპოტენციალის სიმაღლის გასაშუალოებული რუკები.**

ტიპი 3-თვის დამახასიათებელია აზორის ანტიციკლონის ჩრდილო-აღმოსავლეთისკენ გავრცელება (5.4.1-ც) და NAO-ს ძლიერი დადებითი დეკლამური ინდექსები. სინოპტიკური სიტუაციის ამ ტიპისთვის დამახასიათებელია მოწმენდილი ცა, საშუალოზე მაღალი ტემპერატურები, მზის რადიაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები და აბლაციის ყველაზე დიდი სიჩქარეები. ნალექები იშვიათია და მათი დეკლამური ჯამები მხოლოდ ცალკეულ დღეებში აჭარბებს 10 მმ. ამ ტიპისათვის ხშირია ფიონური მოვლენები, რომლის დროსაც აბლაციის დეკლამური სიჩქარე აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას 210 მმ. we. კორელაციური კავშირი NAO-ს ინდექსსა და სეზონურ აბლაციას შორის არ გამოდგა მჭიდრო და ვერ დააკმაყოფილა საიმედოობის 95%-იანი ტესტი. მიუხედავად ამისა სინოპტიკურმა ანალიზმა

აჩვენა, რომ არსებობს კავშირი ზაფხულში NAO-ს ინდექსსა და ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა დნობას შორის, კერძოდ კი ძლიერი დადებითი NAO იწვევს მყინვართა დნობის დაჩქარებას დღე-ღამის განმავლობაში.

*ცხრილი 5.4.1. მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და აბლაციის სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობები სხვადასხვა სინოპტიკური სიტუაციების დროს. მყინვარი ჯანყუათი, 2005 წლის ივნისი-სექტემბერი [24]*

№	განხილული სიდიდე	სინოპტიკური სიტუაციის ტიპი					ივნის-სექტემბრის საშუალო
		1	2	3	4	5	
1	ატმოსფერული წნევა (კპა)	721	719	720	714	720	720
2	ჰაერის ტემპერატურა (°C)	6.0	4.7	7.2	1.2	7.8	5.6
3	ნალექთა დღეღამური ჯამი (მმ)	2.3	5.3	2.0	3.7	9.2	4.5
4	ფარდობითი სინოტივე (%)	64	63	50	76	62	62
5	მზის მოსული რადიაცია ვტ/მ <sup>2</sup> )	710	255	870	625	337	539
6	რადიაციული ბალანსი (ვტ/მ <sup>2</sup> ):						
	00 სთ	-52	-55	-80	-17	-43	-52
	12 სთ	596	196	731	596	276	449
7	ალბედო	0.41	0.31	0.42	0.78	0.32	0.39
8	აბლაციის სიჩქარე (მმ we./დღე)	48.7	23.9	67.4	5.7	58.1	42.5
	დღეების რაოდენობა	35	29	18	8	20	სულ 110 დღე

ტიპი 4 ხასიათდება ჩრდილოეთიდან წამოსული ღრმა ღარის გავრცელებით კავკასიონის მთებზე (ნახ. 5.4.1-d). ამ კატეგორიისათვის ტიპიურია დაბალი ტემპერატურები და ნალექები, რომლებიც 2650 მ ზევით მოდის უმეტესად თოვლის სახით, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მყინვარის ზედაპირის ალბედოს. მიუხედავად იმისა, რომ დღის განმავლობაში მზის რადიაცია საშუალოზე მეტია, აბლაციის დღეღამური სიჩქარეები ახლოსაა 0-თან და მისი საშუალო მნიშვნელობა 5,7 მმ we.დღეში განპირობებულია ცალკეულ დღეებში ძლიერი აბლაციით.

ტიპი 5 წარმოადგენს დაბალი წნევის გრადიენტულ ველებს, ან მცირე აზიიდან კასპიის ზღვისაკენ მიმართულ მაღალი წნევის თხემს და დაბალი წნევის არეს ცენტრით შავ ზღვაზე (ნახ. 5.4.1-ე). საშუალოვადიანი პროგნოზების ევროპულ ცენტრში ჩატარებულმა მოდელურმა გამოთვლებმა დაადასტურა ამ ტიპის პროცესის დროს შავ ზღვიდან თბილი და ნოტიო ჰაერის ძლიერი ადვექციის არსებობა, რაც განაპირობებს ძლიერ მოდრუბლულობას, მზის შემცირებულ რადიაციას, მაგრამ საშუალოზე მაღალ ტემპერატურას, აგრეთვე ხშირად უხვ ნალექებს დღეღამური ჯამებით 10-35 მმ. აბლაციის დღეღამური სინქარეები საშუალოზე მაღალია და უახლოვდება მე-3 ტიპის პროცესებისათვის დამახასიათებელ სინქარეს.

მიღებული შედეგებიდან ცხადია, რომ სინოპტიკური სიტუაციების გამოყოფილ ტიპებს შორის არსებითი განსხვავებაა მზის რადიაციის, რადიაციული ბალანსის, ჰაერის ტემპერატურის და აბლაციის დღეღამური სინქარის მნიშვნელობებში. კორელაცია დნობის დღეღამურ სინქარესა და ჰაერის ტემპერატურას შორის, აგრეთვე კავშირი აბლაციის ყველაზე მაღალ სინქარეებსა და მაღალი ტემპერატურის განმაპირობებელ სინოპტიკურ სიტუაციებს შორის მოწმობს იმას, რომ მყინვარის დნობის მთავარ განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს ჰაერის ტემპერატურა. რადიაციული ბალანსი შეადგენს ენერჯიის ძირითად წყაროს.

ამრიგად, აბლაციის მაქსიმალური სინქარეები დაკავშირებულია მე-3 ტიპის სინოპტიკურ სიტუაციასთან, ხოლო მას მოჰყვება მე-5 ტიპის სიტუაცია. ამ უკანასკნელის განმეორადობამ 18% შეადგინა, თუმცა მასთან დაკავშირებული სითბოს ადვექცია და თბილი წვიმა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცენტრალური კავკასიონის მყინვარების დნობაში.

ნაშრომში [18] ჩატარებულ ანალიზზე დაყრდნობით მიიღება, რომ 2000 წელს კავკასიონის მყინვარებზე გაზომილი აბლაციის მაღალი მნიშვნელობები (50-60 მმ/დღე) შეესაბამებოდა აეროსინოპტიკური სიტუაციის სწორედ მე-3 ტიპს. ნახაზიდან 5.4.1 ჩანს, რომ სიტუაციების ამ ტიპთან დაკავშირებულია კავკასიის ტერიტორიაზე დასავლეთის ქარების პრევალირება. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გლობალური დათბობა ზოგადად ხასიათდება დასავლეთის ქარების გაძლიერებით, რაც კავკასიის რეგიონის კერძო შემთხვევაში, სავარაუდოდ, გამოიწვევს მომავალშიც კავკასიონის მყინვარებზე აბლაციის პროცესების გაძლიერებას და, შესაბამისად, მათ შემდგომ დეგრადაციას.

ზემოთ მიმოხილული ოთხივე ნაშრომი [34-37] უფრო დეტალურად არის გაანალიზებული სტატიაში [1].

## 6. კლიმატის ცვლილების მიმართ საქართველოს რეგიონების მოწყველადობის შეფასება

### 6.1. სისტემის მოწყველადობა და ადაპტაციის უნარი

თანახმად IPCC მეოთხე შეფასების ანგარიშში მოყვანილი განმარტებებისა [26] მოწყველადობა (Vulnerability) წარმოადგენს სისტემაზე კლიმატის ცვლილების უარყოფითი შედეგების, მათ შორის კლიმატის ცვალებადობისა და ექსტრემალური მოვლენების ზემოქმედების და მათთან გამკლავების შესაძლებლობის ხარისხს. მოწყველადობა არის სისტემაზე მოქმედი კლიმატის ცვლილების ხასიათის, სიდიდისა და სიჩქარის, ამ სისტემის მგრძობიარობისა და ადაპტაციის უნარის ერთობლივი ფუნქცია.

მგრძობიარობა (Sensitivity) არის სისტემაზე კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ფაქტორების არასასურველი თუ სასურველი ზემოქმედების ხარისხი. ზემოქმედების შედეგი შეიძლება იყოს როგორც პირდაპირი (მაგ. საშუალო ტემპერატურის, მისი ცვალებადობის ან გავრცელების ცვლილების საპასუხოდ მოსავლის ცვლილება), ასევე ირიბი (მაგ. ზარალი, რომელიც გამოწვეულია ზღვის დონის აწევით სანაპირო ზოლის დატბორვის სიხშირის ზრდის შედეგად).

ადაპტაციის უნარის (Adaptive capacity) ქვეშ იგულისხმება სისტემის შესაძლებლობა შეეგუოს კლიმატის ცვლილებას (მათ შორის კლიმატის ცვალებადობას და ექსტრემალურ მოვლენებს) იმისთვის, რათა შეამსუბუქოს პოტენციური ზიანი, გამოიყენოს არსებულ შესაძლებლობათა უპირატესობა, ან გაუმკლავდეს მათ შედეგებს.

ზემოთ მოყვანილი განმარტებების თანახმად, ხსენებული ერთობლივი ფუნქცია ბუნებრივი სისტემისთვის უმარტივესი სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც სხვაობა მგრძობიარობასა და თვითადაპტაციის უნარს შორის:

$$V_0 = S - A_0, \quad (6.1.1)$$

სადაც  $V_0$  არის კლიმატის ცვლილების მიმართ სისტემის საწყისი (ბუნებრივი) მოწყველადობა, განპირობებული მისი ბუნებრივი მგრძობიარობით  $S$  და მისი ბუნებრივი საადაპტაციო უნარით  $A_0$ , რომელიც გააჩნია დღემდე შემორჩენილ ყველა ბუნებრივ სისტემას.

თუ აღამიანის მიზანმიმართული საქმიანობის შედეგად შესაძლებელი ხდება ბუნებრივი სისტემის საწყისი ადაპტაციის უნარის გაძლიერება, მაშინ ამ სისტემის საბოლოო მოწყველადობა შეიძლება გამოიხატოს როგორც

$$V=V_0-A_1, \quad (6.1.2)$$

სადაც  $A_1$  ანთროპოგენული ხელშეწყობით განპირობებული ადაპტაციის უნარის ნაზრდია. მოყვანილი ორი გამოსახულების კომბინაციით ვღებულობთ:

$$V= S-A_0-A_1=S-(A_0+A_1), \quad (6.1.3)$$

რაც ასახავს კლიმატის ცვლილების მიმართ ბუნებრივი სისტემის მოწყვლადობის შემცირების შესაძლებლობას მისი ადაპტაციის უნარის ხელოვნურად გაზრდის შედეგად. თუმცა აქვე აღსანიშნავია, რომ ანთროპოგენული საქმიანობა ხშირად მიმართულია სისტემის ბუნებრივი მოწყვლადობის გაზრდის მიმართულებით (ტყეების გაჩეხვა, წყლის რესურსების არასწორი მენეჯმენტი, საძოვრების უსისტემო გადახვნა და სხვ.), რაც აუცილებელს ხდის განტოლებაში (6.1.3) უარყოფითი ნიშნით შემოყვანილ იქნეს წევრი  $A_2$ , რომელიც  $A_1$  წევრის საპირისპიროდ მოქმედებს და, ამრიგად, ზრდის სისტემის საბოლოო მოწყვლადობას:

$$V= S - (A_0+A_1 - A_2). \quad (6.1.4)$$

მაგალითის სახით შეიძლება განვიხილოთ კლიმატის ცვლილების მიმართ ტყეების მოწყვლადობის საკითხი. ამჟამად მიმდინარე კლიმატის ცვლილების პირობებში, რომელმაც ბოლო ნახევარი საუკუნის განმავლობაში საქართველოს ტერიტორიაზე გამოიწვია ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მომატება  $0.2-0.6$  °C-ით [12], ბუნებრივი ადაპტაციის უნარის წყალობით ჩვენში ტყეები ჯერ-ჯერობით ინარჩუნებენ საუკუნეების მანძილზე ჩამოყალიბებულ ვერტიკალურ ზონალობას (თუ არ ჩავთვლით ძლიერი ანთროპოგენული ზემოქმედების გავლენას). ტემპერატურის ცვლილების აღნიშნული დიაპაზონი ბუნებრივი ვარიაციის ფარგლებში იმყოფება, რაც განაპირობებს ზემოთ მოყვანილ განტოლებაში  $A_0$  სიდიდის უცვლელ მნიშვნელობას. მიმდინარე საუკუნის ბოლოსთვის ტემპერატურის  $3-4$  °C-ით პროგნოზირებული მატების პირობებში [12] საქართველოს ტყეებში  $A_0$  სიდიდის შემცირების შედეგად მოსალოდნელია საგრძნობი ჯიშობრივი ტრანსფორმაცია, რაც გამოიწვევს მათი მოწყვლადობის ზრდას – ტემპერატურის ზრდისა და ნალექთა შემცირების გამო დაიწყება ნაკლებად რეზისტენტული ჯიშების დაკნინება და გადაშენება, მათი ჩანაცვლება სხვა, ახალ პირობებთან უფრო შეგუებული ჯიშებით [13]. ამ შემთხვევაში ტყეების მოწყვლადობის შესამცირებლად და მათი ადაპტაციის უნარის გასაზრდელად, ანუ განტოლ-

ბებში  $A_1$  წვერის "ასამოქმედებლად", საჭირო იქნება ტყეების მენეჯ-მენტის დარგში გარკვეული ზომების მიღება – ტყეების სანიტარული მდგომარეობის გაუმჯობესება (გაწმენდა ზეხმელი და ლპობადი ხეებისგან), შესაფერისი ჯიშის ახალი ხეების დარგვა და მათი მოვლა, ე.წ. "დერეფნების" მოწყობა არსებული ჯიშების დათბობის კვალობაზე ვერტიკალური გავრცელების უზრუნველსაყოფად და სხვა, მეტად ძვირად ღირებული ღონისძიებების ჩატარება [24]. იმის გათვალისწინებით, რომ გარემო პირობების შეცვლისას ტყეების, როგორც რთული ბიოლოგიური სისტემის რეაგირების დრო შეიძლება იცვლებოდეს თვეებიდან საუკუნეებამდე [24], ამ ღონისძიებათა ჩატარების დრო, შესაბამისად, უნდა იცვლებოდეს ფართო დიაპაზონში. კერძოდ, საქართველოს პირობებში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების სინქარე, თანამედროვე შეფასებების თანახმად [12], შეადგენს დაახლოებით  $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ }^{\circ}\text{C}$  წ, და  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ }^{\circ}\text{C}$  წ, რასაც შეესაბამება კონკრეტული იზოთერმის საშუალო წლიური მნიშვნელობის აწევა 100 მ-ით ყოველ 15 წელიწადში. ტემპერატურის მოსალოდნელი ცვლილების ასეთი დიდი სინქარე მაღალ მოთხოვნებს უყენებს ტყეებში საადაპტაციო ღონისძიებების ჩატარების ოპერატიულობას. უსისტემო ჭრა და ტყეების მოუვლელობა იწვევს (6.14) განტოლებაში  $A_2$  წვერის "ასამოქმედებას", რაც ზრდის მათ მოწყველადობის ხარისხს.

კიდევ ერთ მაგალითად შეიძლება დასახედდეს საძოვრები, რომლებიც ფაქტობრივად ბუნებრივ ეკოსისტემას წარმოადგენს და მათ, ისევე როგორც ტყეებს, ადამიანი თავის მიზნებისთვის იყენებს. აღმოსავლეთ საქართველოს მთელ რიგ რაიონებში (დედოფლისწყაროს რაიონი, ქვემო ქართლი) კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება გამოიწვევს ლანდშაფტების არიდიზაციას, საძოვრებზე ამჟამად არსებული სტეპის მცენარეულობის დეგრადაციას და მის ხარჯზე ნაკლებად პროდუქტიული ნახევრადუდაბნოების მცენარეულობის გაბატონებას [13]. კლიმატის ცვლილების მიმართ ამ რაიონებში საძოვრების მოწყველადობის შესამცირებლად ქმედით ღონისძიებებს წარმოადგენს საძოვრების რწყვის ორგანიზება და ქარსაფარი ზოლების გაშენება, რომლებიც ხელს უშლის ნიადაგის გამოშრობას და მიწის ქარისმიერ ეროზიას. ტყეების ანალოგიურად, საძოვრების მასიური გადახვნა ქარსაცავი ზოლებისა და სარწყავი სისტემების მოწყობის გარეშე გამოიწვევს ამ ტერიტორიების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყველადობის მკვეთრ ზრდას.

რაც შეეხება ანთროპოგენულ სისტემებს, რომელთა ერთ-ერთ მაგალითად შეიძლება ეკონომიკის ცალკეული დარგები განვიხილოთ, მათი მოწყველადობა კლიმატის ცვლილების მიმართ, უპირველეს ყოვლისა, განპირობებულია იმ ბუნებრივი სისტემის მოწყველადობით, რომლის ბაზაზედაც ფუნქციონირებს ესა თუ ის დარგი

(სოფლის მეურნეობის ქვედარგები, მეტყვეობა, ჰიდროენერგეტიკა, მეთევზეობა და სხვ.). თუმცა, ამავე დროს, ეკონომიკის ზოგიერთი დარგი არ არის უშუალოდ დაკავშირებული რომელიმე ბუნებრივ ეკოსისტემასთან და, ქვეყნის ეკონომიკის სხვადასხვა დარგებთან კავშირში, დამოკიდებულია მხოლოდ ცალკეულ მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე (ტრანსპორტი, კომუნალური მეურნეობა, მშენებლობა, ჯანდაცვა, ნარჩენების მართვა). არსებობს ისეთი დარგებიც, მაგ. სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა და ტურიზმი, რომელთა მოწყვლადობა უშუალოდაა დაკავშირებული როგორც ბუნებრივი სისტემების მოწყვლადობასთან, ასევე ცალკეულ მეტეოროლოგიურ ელემენტებთან და აგრეთვე ეკონომიკის განვითარების საერთო დონესთან. ასე რომ, ანთროპოგენული სისტემების შემთხვევაში კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის მდგენელის რაოდენობრივი სახით გამოყოფა მეტად რთულ ამოცანას წარმოადგენს, რომლის გადაჭრა ყოველი ცალკეული შემთხვევისთვის დეტალურ შესწავლას მოითხოვს [20].

ნაშრომში [8] მოყვანილია ჩვენს მიერ შემუშავებული სხვადასხვა ინდიკატორების ჩამონათვალი, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას კლიმატის ცვლილების მიმართ ბუნებრივი და ანთროპოგენული სისტემების მოწყვლადობის შესაფასებლად.

## **6.2. საქართველოში კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადი საცდელი რეგიონების შერჩევა**

საქართველოს მრავალფეროვანი ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებები განაპირობებს მის ტერიტორიაზე მკვეთრად განსხვავებული კლიმატური და ლანდშაფტური ზონების არსებობას.

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიმართ საქართველოს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში [13] ზოგადად შეფასებულ იქნა საქართველოს ძირითადი ბუნებრივი ეკოსისტემების (ზღვისპირა ზოლის, ტყეების, სათიბ-სადოვრების), სოფლის მეურნეობის, წყლის რესურსების და შავი ზღვის სანაპირო ზონის მოწყვლადობა კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან კავშირში და განხილულ იქნა შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების მთავარი მიმართულებები. მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში [12], ქვეყნის მთელი ტერიტორიის ზოგადი განხილვის ნაცვლად, წინასწარი გამოკვლევის საფუძველზე გამოყოფილ იქნა სამი, კლიმატის ცვლილების მიმართ ყველაზე მოწყვლადი, ე.წ. “პრიორიტეტული” რეგიონი - შავი ზღვის სანაპირო ზონა, ქვემო სვანეთი და დედოფლისწყაროს რაიონი, რომლებისთვისაც დეტალურად გამოკვლეულ იქნა ბოლო ნახევარი საუკუნის მანძილზე კლიმატური ელემენტების ცვლილების ტრენდები, მოდელური გათვლების საფუძველზე შეფასებულ იქნა 2100

წლამდე ამ ელემენტების მოსალოდნელი ცვლილება, გამოყოფილი იქნა კლიმატის ცვლილების მიმართ ყველაზე მოწყვლადი სისტემები და შემუშავდა შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები.

იმის გათვალისწინებით, რომ ფოთის პორტი წარმოადგენს სატვირთო გადაზიდვების უდიდეს კვანძს საქართველოში, ხოლო ადღია-ბათუმი-ქობულეთის სექტორი, ისევე როგორც სოხუმის სანაპირო, ქვეყნის მასშტაბით ერთ-ერთი უმთავრესი რეკრეაციული რაიონია, შავი ზღვის სანაპირო ზონა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საქართველოს ეკონომიკის ფუნქციონირებაში. ამავე დროს ამ რეგიონზე ერთდროულად მოქმედებს მრავალი გეოფიზიკური პროცესი: გლობალური დათბობის შედეგად ზღვის დონის პერმანენტული აწევა, რომლის სიჩქარემ საქართველოს სექტორში ბოლო ათწლეულების განმავლობაში შეადგინა 2.5 მმ/წელი; შტორმული მოვლენების გაძლიერება, რომლებიც იწვევენ სანაპირო ზოლის ინტენსიურ ეროზიას და მდ. რიონის შეტბორვის მასშტაბების ზრდას; კოლხეთის დაბლობის პერმანენტული ტექტონიკური დაწევა, რომლის სიჩქარე მდ. რიონის დელტის ზონაში შეადგენს -5 მმ/წელი; კავკასიონის მყინვარების დეგრადაციის შედეგად მყინვარული კვების მქონე მდინარეთა ჩამონადენისა და მათ მიერ მყარი ნატანის ტრანსპორტირების ზრდა; ზღვის სანაპირო ზოლში ზღვის დინების შემოქმედება წყალქვეშა კანიონებზე, რაც იწვევს ნაპირების, და განსაკუთრებით პლაჟების, ეროზიის გაძლიერებას. ამ პროცესების დიდი ნაწილი (ზღვის დონის აწევა, შტორმული მოვლენებისა და წყალდიდობების გაძლიერება, სანაპირო ზოლის ეროზია) კლიმატური ელემენტების ცვლილების შემოქმედების ქვეშ იმყოფება [16].

ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ზეგავლენით 1924-1990 წლებში ზღვის ზედაპირული ფენის ტემპერატურა 0.3 °C-ით დაეცა, მაგრამ შემდგომ 17 წელიწადში დათბობის შედეგად მან იგივე სიდიდით მოიმატა. ზღვის ზედა 60-80 მ სისქის ფენაში ტემპერატურული რეჟიმის ასეთი ცვალებადობა იწვევს თევზის ჯიშების საარსებო ჰორიზონტის შეცვლას, რაც არსებით შემოქმედებას ახდენს მეთევზეობის პროდუქტიულობაზე.

ქვემო სვანეთის მეორე პრიორიტეტულ ზონად შერჩევა განაპირობა იმ გარემოებამ, რომ თავისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით ლენტეხის რაიონი მეტნაკლებად დამახასიათებელია დასავლეთ საქართველოს შუა და მაღალი მთის რაიონებისთვის, მასში შემორჩენილია ეკონომიკურად აქტიური მოსახლეობის ნაწილი, ფუნქციონირებს ეკონომიკის ცალკეული დარგები (სოფლის მეურნეობა, მეტყვეობა) და მას გააჩნია დიდი რეკრეაციული და ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი. ამასთან ერთად, რაიონის ეკონომიკაზე ძლიერ უარყოფით შემოქმედებას ახდენს კლიმატური ელემენტებით



(ძირითადად უხვი ნალექებით) გამოწვეული კატასტროფული მოვლენები (მეწყერი და წყალდიდობა), რომელთა სისშირე და ინტენსივობა ბოლო 20 წლის განმავლობაში საგრძნობლად გაიზარდა. ამ თვალსაზრისით რეგიონის სისტემებში მიმდინარე პროცესები (მეწყერებისა და ღვარცოფების რაოდენობის ზრდა, წყალმოვარდნების სისშირისა და ინტენსივობის მატება, რაიონიდან ეკომიგრანტთა რიცხვის ზრდა) შეიძლება განვიხილოთ როგორც გლობალური დათბობით გამოწვეული ზემოქმედების ინდიკატორები და ვიზრუნოთ შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავებაზე კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული მოწყვლადობის შესამცირებლად.

რაც შეეხება დედოფლისწყაროს რაიონს, იგი ოდითგანვე ცნობილი იყო როგორც “საქართველოს ბედელი”. ამ რაიონში წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქცია (მეცხოველეობისა და მიწათმოქმედების პროდუქტები) კახეთის მთელ რეგიონში წარმოებული პროდუქციის მნიშვნელოვან ნაწილს (10-30%) შეადგენს. რაიონის ტერიტორიის დიდი ნაწილი უჭირავს ზამთრის საძოვრებსა და დაცულ ტერიტორიებს. ამავე დროს ეს რაიონი, ქვემო ქართლის რაიონთან ერთად, ხასიათდება გვალვების ყველაზე მაღალი (20-40%) [7] განმეორადობით, რაც ძლიერ ქარებთან ერთად იწვევს დედოფლისწყაროს რაიონის ძლიერ მოწყვლადობას კლიმატური ელემენტების მიმართ. ამ მოწყვლადობას ამძაფრებს ისიც, რომ ბოლო 20 წლის მანძილზე რაიონის ტერიტორიაზე მოიშალა სარწყავი სისტემები და თითქმის მთლიანად განადგურდა ქარსაცავი ზოლები, რამაც 0-მდე დაიყვანა მე-3 განტოლებაში  $A_1$  წვერის მნიშვნელობა  $A_2$  წვერის ზრდის ხარჯზე და რაიონის ეკონომიკა ფაქტობრივად პირისპირ აღმოჩნდა გლობალური დათბობის შედეგად გამძაფრებულ კლიმატურ რისკებთან.

### 6.3. კლიმატური ელემენტების ცვლილება საცდელ რეგიონებში

თითოეულ რეგიონში შერჩეული სისტემების მოწყვლადობის შესაფასებლად პრინციპული მნიშვნელობა გააჩნია კლიმატის ცვლილების უკვე გამოვლენილი ტრენდების დადგენას და მათი სამომავლო შესაძლო ცვლილების შეფასებას. მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში კლიმატური ელემენტების ტრენდების შესაფასებლად შერჩეულ იქნა ბოლო ნახევარსაუკუნოვანი პერიოდი (1955-2005), რომელშიაც შესაძარებლად გამოყოფილი იყო ორი 16-წლიანი ე.წ. “სტანდარტული” ქვეპერიოდი. პირველი მათგანი (1955-1970) ახასიათებს გლობალური დათბობის აშკარა გამოვლენის დაწყებამდე არსებულ პირობებს, ხოლო მეორე (1990-2005) შერჩეულ იქნა იმის გათვალისწინებით, რომ კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭოს რე-

კომენდაციის თანახმად 1990 წელი მიჩნეულია გლობალური დათბობის მიმდინარე ფაზის გამოვლინების საწყის (საბაზისო) წლად.

მოცემული ნაშრომის წინა თავში მოყვანილი მონაცემების გათვალისწინებით უნდა აღინიშნოს, რომ ეროვნულ შეტყობინებაში პირველ "სტანდარტულ" პერიოდად 1955-1970 წლების შერჩევა გარკვეულწილად ამცირებს 1990-იანი წლების შემდეგ საქართველოს ტერიტორიაზე დათბობის ეფექტის შეფასებას. ამის მიზეზს წარმოადგენს პირველ პერიოდში ორი რეკორდულად თბილი წლის არსებობა, რომლებიც აღინიშნა თბილისში საშუალო წლიური ტემპერატურით 14.6°C (1962) და 15.1°C (1966). ეს მაქსიმუმები მეტნაკლები სიმძაფრით აღინიშნა საქართველოს სხვა რეგიონებშიც. მიუხედავად ამისა, ამ პერიოდის შერჩევა განაპირობა იმან, რომ 1955 წლისთვის სრული დატვირთვით ამოქმედდა მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ დაწყებული ჰიდრომეტქსელის გაფართოების პროგრამა, რის შედეგადაც რეგიონებში გაიხსნა ახალი მეტეოსადგურები (ლენტეხი, დედოფლისწყარო და სხვ.). მათი მონაცემები აუცილებელი გახდა "პრიორიტეტულ" რეგიონებში კლიმატის ცვლილების დასახასიათებლად.

შერჩეულ პრიორიტეტულ რეგიონებში მახასიათებელ მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჩატარებული დაკვირვებების შედეგები გასაშუალოვდა აღნიშნულ ორ პერიოდში, რის შედეგებიც მოყვანილია ცხრილში 6.3.1.

**ცხრილი 6.3.1. კლიმატური ელემენტების ცვლილება შერჩეულ რეგიონებში. [12] 1955-2005**

რეგიონის დასახელება (მეტეოსადგური)	პაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის საშუალოები პერიოდების მიხედვით (°C)*			ნალექთა წლიური ჯამების საშუალოები პერიოდების მიხედვით (მმ)			სხვაობა (%)
	I	II	II-I	I	II	II-I	
შავი ზღვის სანაპირო ზონა (ფოთი)	14.4	14.6	0.2	1887	2078	241	13
ქვემო სვანეთი (ლენტეხი)	9.6	10.0	0.4	1256	1360	104	8
დედოფლისწყაროს რაიონი (დედოფლისწყარო)	10.6	11.2	0.6	586	622	36	6

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ გავლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე 50-წლიანი პერიოდის კიდურ 16-წლიან მონაკვეთებს შორის

ჰაერის საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ ყველაზე ნაკლებად მოიმატა შავი ზღვის სანაპირო ზონაში (0.2°C), ხოლო ყველაზე მეტად – ისტორიულ ქიზიყში (0.6 °C). გავლილ პერიოდში გაიზარდა ნალექთა რაოდენობაც, მხოლოდ ამ ელემენტისთვის ფარდობითმა ნაზრდმა მაქსიმუმს, პირიქით, სანაპირო ზონაში მიაღწია.

აქვე საინტერესოა იმის აღნიშვნა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე გასულ ნახევარ საუკუნეში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება არაერთგვაროვანი იყო დროშიც და სივრცეშიც. კერძოდ, 1970-1990 წწ. პერიოდში ზოგიერთ რეგიონში აღინიშნებოდა აგრილება, რომელიც წინა ოცწლეულთან შედარებით შეადგენდა 0.2-0.6°C (ცხრ. 6.3.2.). ასე რომ, ამ პერიოდთან შედარების შემთხვევაში ცხრილში 6.3.1 მოყვანილი მონაცემები შავი ზღვის სანაპირო ზონისთვის და ქვემო სვანეთისთვის გარკვეულწილად შეიცვლებოდა. საგულისხმოა ისიც, რომ ამ ცხრილის თანახმად, 70-იანი წლების აგრილება არ შესებია შავი ზღვის სანაპირო ზონასა და დედოფლისწყაროს რაიონს.

**ცხრილი 6.3.2. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში. 1951-1990**

რეგიონი (მეტეოსადგური)	პერიოდი	ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა პერიოდში (°C)	სხვაობა (II)-(I), °C
შავი ზღვის სანაპირო ზონა (ქობულეთი)	1951-1970 (I)	13.6	0.1
	1971-1990 (II)	13.7	
ქვემო სვანეთი (დენტეხი)	1951-1970 (I)	9.6	-0.2
	1971-1990 (II)	9.4	
რაჭა-ლეჩხუმი (ონი)	1951-1970 (I)	10.2	-0.6
	1971-1990 (II)	9.6	
მთიანი აჭარა (ხულო)	1951-1970 (I)	10.6	-0.5
	1971-1990 (II)	10.1	
ჯავახეთი (ახალქალაქი)	1951-1970 (I)	5.3	-0.3
	1971-1990 (II)	5.0	
ქვემო ქართლი (გარდაბანი)	1951-1970 (I)	13.5	-0.2
	1971-1990 (II)	13.3	
ქიზიყი (დედოფლისწყარო)	1951-1970 (I)	10.6	0.0
	1971-1990 (II)	10.6	
კერეთი (ლაგოდეხი)	1951-1970 (I)	13.2	-0.2
	1971-1990 (II)	13.0	

\*პერიოდების აღნიშვნები: I-(1955-1970); II-(1990-2005)

რაც შეეხება კლიმატური ელემენტების სამომავლო ცვლილების შეფასებებს, ჩვენში 1990-იანი წლების ბოლომდე ეს საკითხი ძირითადად განიხილებოდა გასულ წლებში მიღებული მონაცემების ექსტრაპოლაციით, ტემპერატურისა და ნალექთა უკვე დაფიქსირებული ცვლილების სიჩქარის გათვალისწინებით. კერძოდ, ამ მიდგომით მელიზბარაშვილის მიერ [4] მიღებულ იქნა, რომ 2100 წლისთვის საქართველოს სემიჰუმიდურ და სემიარიდულ ლანდშაფტებში ჰაერის ტემპერატურა 1-2 °C-ით გაიზრდება. ნაშრომში [5] ჰაერის ტემპერატურის საუკუნებრივი სვლის შესასწავლად შემოთავაზებულ იქნა ციკლური პროცესების გათვალისწინება.

ბოლო საუკუნეში ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაციის მკვეთრი ზრდის შედეგად რადიაციული ნაკადების გადანაწილების რთული მექანიზმის გათვალისწინებით კლიმატური ელემენტების ცვლილების პროგნოზირება ამჟამად მხოლოდ კლიმატის გლობალური და რეგიონული მოდელების გამოყენებით წარმოებს. ამ მოდელების რაოდენობა ათეულებს აღწევს და გამოთვლებისას ისინი ეყრდნობა მსოფლიოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ცალკეულ სცენარს, რომელიც განსაზღვრავს დროის საკვლევ მონაკვეთში ატმოსფეროში სათბურის გაზების ემისიის შესაბამის რაოდენობას [6].

საქართველოს პირველ ეროვნულ შეტყობინებაში მოწყვლადობის შეფასებები ჩატარდა გაერთიანებული სამეფოს ჰადლეის ცენტრში 1995 წლისთვის მიღებული გლობალური კლიმატის 2050 წლამდე პროგნოზის საფუძველზე [30]. ამ მონაცემების თანახმად, ხმელთაშუა ზღვის აუზი, კავკასიის რეგიონი, ახლო აღმოსავლეთი და არაბეთის ნახევარკუნძული გაერთიანდნენ ერთ რეგიონად, რომლისთვისაც 2050 წლამდე ტემპერატურის პროგნოზირებულმა მატებამ შეადგინა 1.0-1.5°C. ტემპერატურის ნაზრდის ეს საორიენტაციო მნიშვნელობა გამოყენებულ იქნა სოფლის მეურნეობის, წყლის რესურსების და ბუნებრივი ეკოსისტემების მოწყვლადობის შესაფასებლად.

მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში 2100 წლამდე კლიმატური ელემენტების პროგნოზირება ჩატარდა ბოლო წლებში მსოფლიო მეტეოროლოგიურ ცენტრებში დამუშავებული კლიმატის რეგიონალური მოდელების PRECIS და MAGICC/SCENGEN გამოყენებით. გამოთვლები შესრულდა გლობალური სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სხვადასხვა სცენარებისთვის, რომელთაგან დეტალურად განხილულ იქნა ყველაზე პესიმისტური A2 სცენარისათვის მიღებული შედეგები [12]. ზემოთ ნახსენები პირველი კლიმატური მოდელის გარჩევისუნარიანობა შეადგენდა 25კმX25კმ, ამიტომ მისი გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ტემპერატურისა და ნალექთა წლიური მნიშვნელობების პროგნოზირება შეტყობინებაში შესული ცალკეული რეგიონებისთვის [10]. რაც შეეხება MAGICC/SCENGEN საპროგრამო

პაკეტს, გამოთვლები ჩატარდა მასში შემავალი 17 გლობალური მოდელის გამოყენებით. მათგან შერჩეულ იქნა 7 მოდელი, რომელმაც უზრუნველყო რაღურ დაკვირვებებთან ყველაზე მიახლოებული შედეგების მიღება. ამ შედეგების, აგრეთვე PRECIS-ში შემავალი 2 გლობალური მოდელის გასაშუალოებით მიღებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 6.3.3. იმის გამო, რომ აღნიშნულ საპროგრამო პაკეტში შემავალი მოდელების გარჩევისუნარიანობა შეადგენს 600კმX600კმ, შედეგების მიღება შესაძლებელი გახდა საქართველოს მხოლოდ ორი კლიმატური რეგიონისთვის. შრომაში [10] მიღებული კონკრეტული შედეგები თავსებადი აღმოჩნდა ცხრილში 6.3.3. მოყვანილ უფრო ზოგად შედეგებთან.

**ცხრილი 6.3.3. 2100 წლისთვის PRECIS და MAGICC/SCENGEN კლიმატური მოდელების გამოყენებით პროგნოზირებული ტემპერატურისა და ნალექების სცენარები [12]**

**დასავლეთ საქართველო**

სეზონი	გაზაფხული		ზაფხული		შემოდგომა		ზამთარი		წლიური	
	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)
კლიმატური ელემენტი	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)
საბაზისო პერიოდი	7.9	281	18.5	348	9.7	391	-2.3	377	9.1	1197
სხვაობა (%)	4.8	-40	5.6	-88	3.4	-53	3.6	104	3.5	-70 (-6)
2100 წ	12.5	241	24.1	280	13.1	338	1.3	481	12.6	1127

**აღმოსავლეთ საქართველო**

სეზონი	გაზაფხული		ზაფხული		შემოდგომა		ზამთარი		წლიური	
	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)
კლიმატური ელემენტი	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)	T (°C)	Q (მმ)
საბაზისო პერიოდი	9.3	158	20.5	170	11.6	126	1.0	85	11.3	570
სხვაობა (%)	4.6	-65	5.9	-72	4.1	-45	4.5	-29	4.1	-83 (-14)
2100 წ	13.9	93	26.4	98	15.7	81	5.5	56	15.4	487

დასკენის სახით შეიძლება ითქვას, რომ როგორც დასავლეთ, ასევე აღმოსავლეთ საქართველოში საშუალო წლიური ტემპერატურის 3-5 გრადუსით მატებას თან ახლავს ნალექების დაახლოებით 9-13%-იანი კლება. პროცესი განსაკუთრებით მწვავე ხასიათს ზაფხუ-

ლის სეზონში დებულობს, როდესაც ტემპერატურის ნაზრდიცა და ნალექების კლების ტენდენციაც გაცილებით მეტია, ვიდრე სხვა სეზონებში.

ჩატარებულ მოდელურ გამოთვლებში მიღებული შედეგები მეტად შთამბეჭდავი აღმოჩნდა. დასავლეთ საქართველოში საშუალო წლიური ტემპერატურის 3-5°-ით მომატება ამ რეგიონის დაბლობ რაიონების კლიმატს გადაიყვანს ხმელთაშუა ზღვის აუზისთვის მახასიათებელ სუბტროპიკულ კლიმატში საშუალო წლიური ტემპერატურით 18-19 °C, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეების კლიმატს – წინა აზიისთვის დამახასიათებელ არიდულ სუბტროპიკების კლიმატში საშუალო წლიური ტემპერატურით 15-17°C.

აქვე აღსანიშნავია, რომ, როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, მოყვანილი შედეგები მიღებულია გლობალური სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ყველაზე პესიმისტური A2 სცენარისთვის, რომელიც გულისხმობს მსოფლიოს დივერგენციულ განვითარებას მოსახლეობის უდიდესი მატებითა და ატმოსფეროზე მაქსიმალური დატვირთვით [6]. გაცილებით უფრო ოპტიმისტური შედეგები მიიღება B1 სცენარისთვის, რომელიც აღწერს მსოფლიოს კონვერგენციული განვითარების გზას მოსახლეობის მცირე მატებითა და ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი მდგრადობის საკითხების გლობალური გადაწყვეტის შედეგად ატმოსფეროზე მინიმალური დატვირთვით. IPCC მეოთხე ანგარიშში [25] მოყვანილი მონაცემების თანახმად, ამ სცენარით გათვლილი 2100 წლისთვის ტემპერატურის მოსალოდნელი ნაზრდები მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონებში თითქმის 2-ჯერ ნაკლებია A2 სცენარის შესაბამის მნიშვნელობებზე (ცხრ. 6.34.).

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში საქართველოს ტერიტორიისთვის PRECIS და MAGICC/SCENGEN მოდელებით მიღებული შედეგები ემთხვევა AOGCM ჯგუფის მოდელებით კავკასიის რეგიონისთვის A2 სცენარით მიღებულ შედეგებს. ეს საფუძველს იძლევა ვივარაუდოთ, რომ მსოფლიოს კონვერგენციული განვითარების შემთხვევაში საქართველოში საუკუნის დასასრულისთვის ტემპერატურის ნაზრდმა შეიძლება შეადგინოს მხოლოდ 2-2.5°C.

საგულისხმოა აღინიშნოს, რომ კლიმატის ცვლილების პროგნოზირების დარგში მიმდინარე კვლევების ინტენსივობის გათვალისწინებით, ახალი მოდელების შექმნის კვალობაზე შესაძლებელია მოხდეს ზემოთ მოყვანილი შედეგების დაზუსტება, რაც მეტ გარკვეულობას შეიტანს 2100 წლამდე საადაპტაციო ღონისძიებათა დაგეგმვის საქმეში.

**ცხრილი 6.3.4. პაერის ტემპერატურის 2100 წლისთვის ცვლილების პროგნოზი AOGCM ჯგუფის სხვადასხვა მოდელების გასაშუალოებით [25]**

რეგიონის დასახელება	სცენარი	ტემპერატურის ნაზრდი 1980-1999 წწ. პერიოდთან შედარებით (°C)
ევროპა, კავკასია	A2	3.5-4
	B1	2-2.5
ჩრდილო ამერიკა	A2	3.5-4.5
	B1	2.5-3
არქტიკა	A2	7-7.5
	B1	3.5-4.5
ჩრდილო ატლანტიკა	A2	0.5-1
	B1	0-0.5
ტიბეტი	A2	4.5-5.5
	B1	1.5-2
ანტარქტიკა	A2	3.5-4
	B1	1.5-2

**6.4. საცდელი რეგიონების მოწვევადობის შეფასება და საადაპტაციო ღონისძიებები**

**6.4.1. შავი ზღვის სანაპირო ზონა**

როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, მოწვევადობის შესაფასებლად შერჩეული სამი რეგიონიდან კლიმატის ცვლილების მიმართ ყველაზე მგრძობიარე აღმოჩნდა შავი ზღვის სანაპირო ზონა. მოწვევადობის ინდიკატორებად შერჩეულ იქნა შემდეგი სიდიდეები:

- ევსტაზია-ხმელეთის მიმართ ზღვის დონის აწევა;
- შტორმული მოდენების სიხშირისა და სიმძლავრის მატება;
- სელიმენტაცია - მყინვარული საზრდოობის მდინარეთა დელტებში მყარი ნატანის დაგროვება;
- ზღვის ზედაპირული ტემპერატურის ცვლილება.
- თვით სანაპირო ზონა, მკვეთრად განსხვავებული ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებების გათვალისწინებით, დაყოფილ იქნა 4 სეგმენტად:
- მდ.რიონის დელტა;
- მდ. ჭოროხის დელტა;
- მდ. რიონის ქვემო დინება (ფოთი-სამტრედიის მონაკვეთი);
- ქ. სოხუმის სანაპირო.

გასულ საუკუნეში ჩატარებული ინსტრუმენტული დაკვირვებების მონაცემთა გამოყენებით, აგრეთვე ბუნებრივ და სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემებზე ზემოქმედების გათვალისწინებით დადგენილ

იქნა, რომ მოწყველადობის 5-ბალიანი სისტემით შეფასებისას ამ რეგიონებიდან კლიმატის ცვლილების მიმართ ყველაზე მოწყველად უბანს წარმოადგენს მდ. რიონის დელტა (ჯამური მაჩვენებელი 33 ქულა). თითქმის ასეთივე მოწყველადობით ხასიათდება მდ. ჭოროხის დელტა (ბათუმი-ადლიას მონაკვეთი, 31 ქულა). ნაკლებად მოწყველადი აღმოჩნდა მდ.რიონის ქვემო დინება ქ. სამტრედიამდე (24 ქულა) [16].

აღნიშნულ რეგიონში კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყველადობის შესამცირებლად მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში შემუშავდა 3 საადაპტაციო საპროექტო წინადადება, რომელთაგან ერთი ითვალისწინებს კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული რისკების მენეჯმენტის სისტემის მოწყობას მდ. რიონის დელტაში (ღირებულება 1.1 მლნ აშშ დოლარი), მეორე - საადაპტაციო ღონისძიებათა (ნაპირების ხელოვნური კეება პლაჟშემქმნელი მასალით, ნაპირდაცვითი კონსტრუქციების აგება) განხორციელებას ქ. ფოთის სანაპირო ხოლში (ღირებულება 100-130 მლნ აშშ დოლარი), ხოლო მესამე - ნაპირდაცვითი ღონისძიებების გატარებას ბათუმი-ადლიას სანაპირო ზონაში (ღირებულება 65-88 მლნ აშშ დოლარი). ამ და სხვა რეგიონებისთვის მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მომზადებული საპროექტო წინადადებების ჩამონათვალი მოყვანილია დანართში IV.

#### 6.4.2. ქვემო სვანეთი

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გავლილი ნახევარი საუკუნის განმავლობაში კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ ქვემო სვანეთის რეგიონში გამოიწვია ტემპერატურისა და ნალექთა წლიური ჯამების გარკვეული მომატება. ჩვენს მიერ ჩატარებულმა ნალექთა რეჟიმის ანალიზმა აჩვენა, რომ ბოლო 20 წლის მანძილზე წინა პერიოდთან შედარებით უხვი ნალექების ( $\geq 30$  მმ/დღე) რაოდენობა ლენტეხში გაზარდა 12%-ით, რამაც გამოიწვია მდ. ცხენისწყალზე (სავ. რცხმელური) წყალმოვარდნების განმეორადობის მატება 2-ჯერ და მეტად, ხოლო წყლის მაქიმალური ხარჯების გადიდება 9%-ით. ამავე დროს წყალმოვარდნების ხანგრძლივობამ იკლო 25%-ით, რითაც შეიძლება აიხსნას ლენტეხის რაიონში წყალმოვარდნების ინტენსივობის ზრდა.

უხვი ნალექების ზრდის კვალობაზე 1980 წლიდან მოყოლებული, მეწყერების რაოდენობა გაიზარდა 43%-ით და დამეწყერილი უბნების რიცხვმა რეგიონში ამჟამად მიაღწია 117-ს.

მიუხედავად იმისა, რომ ქვემო სვანეთის ტერიტორია საკმარისადაა უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ნალექებით, აქ დროადადრო მაინც აქვს ადგილი გვალვას, რომლის საშუალო ხანგრძლივობა 1991 წლიდან, წინა პერიოდთან შედარებით გაიზარდა 34-დან 47 დღემდე (38%), რაც ფარდობით ერთეულებში აჭარბებს კიდევ დედოფლის-



წყაროს რაიონის შესაბამის მაჩვენებელს (30%). თუმცა, ზედაპირული წყლების სიუხვის გამო, ეს გარემოება არ ქმნის დიდ სირთულეებს.

2100 წლამდე კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილების პირობებში WEAP წყალბალანსური მოდელის გამოყენებით ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ მიმდინარე საუკუნის დასასრულისთვის, მყინვარული მდგენელის გაუთვალისწინებლად, მოსალოდნელია მდ. ცხენისწყლის ზემო წელში ჩამონადენის შემცირება 8-9%-ით [12]. მყინვარებს 1950-იან წლებში რაიონის ტერიტორიაზე დაახლოებით 12 კმ<sup>2</sup> ფართობი ჰქონდა დაკავებული. ბოლოდროინდელი თანამგზავრული მონაცემებით ჩატარებულმა შეფასებებმა აჩვენა, რომ მათი ფართობი ლენტეხის რაიონში ამჟამად შემცირებული უნდა იყოს 25%-ით, ხოლო საერთო მოცულობა უნდა დაკლებულიყო 1.2-დან 0.8 კმ<sup>3</sup>-მდე. 2050 წლისთვის ტემპერატურის პროგნოზირებული მატება დიდი ალბათობით გამოიწვევს ქვემო სვანეთის მყინვარების სრულ გაქრობას, რაც შესაბამისად აისახება მდ. ცხენისწყლის რეჟიმზედაც.

ტყის ეკოსისტემები, რომელიც ფარავს რეგიონის ტერიტორიის 60%-ზე მეტ ფართობს, წარმოადგენს ქვემო სვანეთის ერთ-ერთ მთავარ ბუნებრივ სიმდიდრეს. გასული 50 წლის განმავლობაში აქ დაფიქსირებული დათბობისა და ნალექთა მატების ფონზე, ბოლო 15-20 წლის მანძილზე რაიონის ტყეებში დაიკვირვება მავნებელ-დაავადებათა მზარდი გავრცელება. გარდა ამისა, ამავე პერიოდში მეწყერების გააქტიურების შედეგად აქ განადგურდა ტყის რამდენიმე მასივი საერთო ფართობზე 250 ჰა.

კლიმატურ რისკებთან დაკავშირებული ზემოთ განხილული პროცესები მეტად უარყოფით გავლენას ახდენს რაიონში დემოგრაფიულ სიტუაციაზე. 1980-იანი წლების დასასრულიდან გახშირებულმა წყალმოვარდნებმა, მეწყერებმა და ღვარცოფებმა მნიშვნელოვნად დააზიანა გზები და ეკონომიკური ინფრასტრუქტურის სხვა ელემენტები, დაანგრია შენობები და წაიღო საკარმიდამო ნაკვეთები, შეამცირა სახნავ-სათესი სავარგულების ფართობი 2200-დან 1500 ჰა-მდე. ყოველივე ამის შედეგად რაიონის მოსახლეობა აღნიშნულ პერიოდში შემცირდა 40%-ით, დარჩენილი მცხოვრებლებიდან კი ახალგაზრდობა მიდის სამუშაოდ სხვა ქვეყნებსა და რეგიონებში, ხოლო ხანდაზმულ მოსახლეობაში აღინიშნება ჯანმრთელობის მდგომარეობის მკვეთრი გაუარესება [12].

მიღებული მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ ქვემო სვანეთში ძირითად კლიმატურ რისკ-ფაქტორს წარმოადგენს უხვი ნალექები, რომლებიც წყალმოვარდნებისა და მეწყერების შედეგად იწვევს მიწის ეროზიას და ამ პროცესთან დაკავშირებით დიდ ზიანს აყენებს რაიონში სოფლის მეურნეობას, მეტყვევობასა და საყოფაცხოვრებო სექტორს. ამის გათვალისწინებით მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში

დამუშავდა საადაპტაციო საპროექტო წინადადება, რომელიც ითვალისწინებს რაიონში მეწვერსაშიში უბნების სტაბილიზაციას თხილის ნარგავების გაშენებით. 50 ჰა ფართობზე პროექტის საპილოტო ფაზის განხორციელების ღირებულებამ, წინასწარი შეფასებით, შეადგინა 281.7 ათასი აშშ დოლარი.

აღნიშნულ ღონისძიებასთან ერთად, კლიმატის ცვლილების შედეგებთან გასამკლავებლად, ბუნებრივია, საჭირო იქნება ისეთი ტრადიციული გზების გამოყენება, როგორცაა მდინარეთა ნაპირსამაგრი სამუშაოების მაღალ დონეზე ჩატარება, ტყის უსისტემო ჭრების აღკვეთა, მონიტორინგის სისტემის მოწყობა უხვ ნალექებთან და წყალმოვარდნებთან დაკავშირებული საშიშროების შესახებ ადრეული გაფრთხილების გასაცემად.

#### **6.4.3. დედოფლისწყაროს რაიონი**

კლიმატის ცვლილების მიმართ დედოფლისწყაროს რაიონის მოწყვლადობის შეფასებისას მოწყვლადობის გამომწვევი ფაქტორები დაყოფილ იქნა ორ ჯგუფად – ბუნებრივ და ანთროპოგენულ ფაქტორებად. პირველ მათგანს მიეკუთვნება გლობალური დათბობით გამოწვეული ტემპერატურის ზრდა, გვალვების სიხშირისა და ხანგრძლივობის მატება, და ამასთან ერთად დატენიანების რეჟიმის გაუარესება, ძლიერი ქარების განმეორადობის ზრდა. ანთროპოგენული ფაქტორებიდან განხილულ იქნა ქარსაცავი ზოლების განეხვა, სარწყავი სისტემების მოშლა, მიწის ფონდის არასწორი გამოყენება (ჭარბი ძოვება, საძოვრებისა და ნაყანები ფართობების გადაწვა, ბიცობი ნიადაგების ქიმიური მელიორაციის შეწყვეტა). ყველა ამ ბუნებრივი თუ ანთროპოგენული ფაქტორების ერთობლივმა მოქმედებამ რაიონის ტერიტორიაზე გამოიწვია მიწის ეროზია და დეგრადაცია, რასაც თან მოყვა ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება და გაუდაბნოების ხელშემწყობი პირობების შექმნა [7].

კერძოდ, დადგენილ იქნა, რომ გავლელი ნახევარი საუკუნის მანძილზე ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის  $0.6^{\circ}\text{C}$ -ით მომატების ფონზე გვალვების რაოდენობა რაიონში გაიზარდა 2-ჯერ, ხოლო გვალვიანი პერიოდის საშუალო ხანგრძლივობამ იმატა 54-დან 70 დღემდე. სელიანინოვის ჰიდროთერმული კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა დედოფლისწყაროში შემცირდა 15%-ით 13-დან 1.1-მდე; ამავე დროს 1980 წლიდან წინა პერიოდთან შედარებით ძლიერი ქარების განმეორადობა გაიზარდა 5-ჯერ.

ქარსაცავი ზოლების საერთო ფართობი, რომელიც 1980-იანი წლებისთვის თითქმის 1700 ჰა-ს შეადგენდა, 2000 წლისთვის პრაქტიკულად ნულამდე დავიდა; ასევე სარწყავი სავარგულები, რომელთა ფართობი 1980-იანი წლებისთვის 14 300 ჰა-ს აღწევდა, 2000 წლისთვის უმნიშვნელო სიდიდემდე შემცირდა. სსრკ დაშლასთან დაკავშირ-

რებით დაღესტანში ზამთრის საძოვრების დაკარგვის შემდეგ, რაიონის ზამთრის საძოვრებზე, რომელთა ფართობი 131 400 ჰა-ს შეადგენს, ანთროპოგენული დატვირთვა რამდენჯერმე გაიზარდა, რის გამოც ჭარბი ძოვების პრობლემა ამჟამად დედოფლისწყაროს რაიონის საძოვრების 80%-ზე შეინიშნება. ბიცობ ნიადაგებს, რომელთა ფართობი რაიონის ტერიტორიაზე 5 000 ჰა-ს აღწევს, 1990-იან წლებამდე პერიოდულად უტარდებოდა მოთაბაშირების პროცედურა, რაც ხელს უწყობდა ამ მიწების სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისთვის გამოყენებას. აღნიშნული სამუშაოების შეწყვეტის შემდეგ ეს ფართობები ნაწილობრივ დაიფარა ველური მცენარეულობით, ხოლო დანარჩენი განიცდის ქარისმიერ ეროზიას, რომელიც ვრცელდება რაიონის ტერიტორიის 20 ათას ჰა-ზე.

ზემოთ განხილული პროცესები ძალზე უარყოფით ზეგავლენას ახდენს რაიონში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე. კერძოდ, ხორბლის საშუალო მოსავლიანობა, რომელიც ადრეულ პერიოდში 4-5 ტ/ჰა-ს შეადგენდა, ამჟამად იშვიათად აღემატება 2 ტ/ჰა-ს, ხოლო მხესუმზირის მოსავალი, რომელიც ადრე საშუაოდ 1ტ/ჰა-ს შეადგენდა, ბოლო წლებში განახევრდა, ან ძლიერი ქარებისა და გვალვების შედეგად მთლიანად იკარგება.

კლიმატური ელემენტების ცვალებადობის მიმართ რაიონის ეკონომიკის წამყვანი დარგის - სოფლის მეურნეობის ძლიერი მოწყვლადობის გათვალისწინებით მის შესამცირებლად გამიზნული საადაპტაციო ღონისძიებები ძირითადად ორიენტირებული უნდა იყოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გვალვავაგამძლე ჯიშების დანერგვაზე, ქარსაცავი ზოლებისა და სარწყავი სისტემების აღდგენა-გაფართოებაზე. რაც შეეხება წყლის რესურსებს, ატმოსფერული ნალექების ბუნებრივი სიმწირის გათვალისწინებით, სარწყავი წყლით რაიონის სავარგულებისა და საძოვრების უზრუნველყოფის ერთადერთ გზად უნდა ჩაითვალოს მდ. ალაზნიდან მძლავრი წყალსაქანი სისტემის მოწყობა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება არსებული სარწყავი ქსელების რეაბილიტაციის შემდეგ 15-20 ათასი ჰა სავარგულების მორწყვა. აღნიშნული სისტემის ელექტროენერგიით მოსამარაგებლად იდეალური იქნებოდა რაიონის ტერიტორიაზე მზის რამდენიმე ძლიერი ელექტროსადგურის აგება, რომელიც წარმატებით გამოიყენებდა მზის ენერგიით ამ ყველაზე მდიდარი [47] რეგიონის განახლებად პოტენციალს.

საგულისხმოა, რომ ამ ტიპის სადგურების მიერ ელექტროენერგიის გამოქმუშავების მაქსიმუმი ემთხვევა უღრუბლო და გვალვიან ამინდს, როდესაც ყველაზე დიდია მოთხოვნა სარწყავ წყალზე. უფრო შორეულ მომავალში პრობლემის კარდინალური გადაჭრის გზად გვესახება 1960-იან წლებში დაწყებული ზემო ალაზნის სარ-

წყავი სისტემის მოწყობა, რომელიც ითვალისწინებს მდ. ალაზნის ზემო წელიდან წყლის გარკვეული ნაწილის თვითღინებით გადაგდებას დედოფლისწყაროს რაიონის დასავლეთით, 600 მ. სიმაღლეზე მდებარე ოლეს ბუნებრივ პოტენციურ წყალსაცავში, საიდანაც შესაძლებელია უფრო დაბლა მდებარე, გვაღვისადმი მოწყვლადი 67 ათასი ჰა სავარგულებისა და საძოვრების მორწყვა [14]. აქვე აღსანიშნავია, რომ მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში WEAP წყალბალანსური მოდელის გამოყენებით ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ XXI საუკუნის ბოლომდე პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების პირობებში მდ. ალაზნის წყლის რესურსები საკმარისი იქნება მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად ამჟამად არსებული მოხმარების 30-40%-ით გაზრდის შემთხვევაშიც კი, რაც შესაძლებელს გახდის ზემოთ განხილული სარწყავი სისტემების ფუნქციონირებას.

გავლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე კლიმატის უკვე გამოვლენილი ცვლილების მიმართ დედოფლისწყაროს რაიონის მოწყვლადობის შესამცირებლად მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში დამუშავდა რამდენიმე საადაპტაციო საპროექტო წინადადება, რომლებიც ითვალისწინებს ქარსაცავი ზოლების აღდგენას 1980-იან წლებში ამისთვის გამოყოფილ ფართობებზე, ტყის კორომის გაშენებას დეგრადირებულ მიწებზე ნიადაგის რეაბილიტაციისა და მოსახლეობის შემოთმობის მიზნით, საირიგაციო სისტემების ნაწილობრივ რეაბილიტაციას საძოვრებისა და სავარგულების მოსარწყავად. ამ პროექტების ღირებულება იცვლება 24.1 მლნ აშშ დოლარიდან (ქარსაფარი ზოლების აღდგენა) 36 ათას აშშ დოლარამდე (მდ. ალაზნის სატუმბო სადგურის აღდგენა).

## **6.5. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის მიხედვით**

გავლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე კლიმატის უკვე გამოვლენილი ცვლილების ფონზე საქართველოს სამ სხვადასხვა კლიმატურ-გეოგრაფიულ პირობებში მყოფი რეგიონის მოწყვლადობის ანალიზის საფუძველზე მიღებული შედეგები პირველ მიახლოებაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე 2100 წლისთვის პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის განაწილების შესაფასებლად.

ამ შეფასებას, ჩვენი აზრით, საფუძველად უნდა დაედოს შემდეგი მოსაზრებები:

- კლიმატური რისკების ცვლილება განპირობებული იქნება რეგიონში კლიმატური ელემენტების პროგნოზირებული ცვლილებით. მაგალითად, ტემპერატურის მატებისა და ნალექთა შემცირების პირობებში მოსალოდნელია გვაღვის ალბათობის ზრდა,

რაც უფრო მკვეთრად აამაღლებს გვაღვის მიმართ ისედაც მგრძობიარე რეგიონის მოწვევადობას. ანალოგიურად, გლობალური ტემპერატურის მატების კვალბაზე გაიზრდება მსოფლიო ოკეანის აწევის სიჩქარე, რაც აამაღლებს შავი ზღვის დონის აწევის მიმართ მეტად მგრძობიარე სანაპირო ზონის მოწვევადობის ხარისხს.

- რეგიონში ეკოსისტემების მოსალოდნელი რეაქცია კლიმატური ელემენტების ცვლილებაზე მსგავსი იქნება სისტემების რეაქციისა უკვე გამოვლენილ ცვლილებაზე. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ მყინვარები, რომელთა უკანდახევის სიჩქარე გაიზრდება გლობალური/რეგიონალური ტემპერატურის მატებასთან ერთად. ასევე, უხვი ნალექების გახშირების შემთხვევაში გაიზრდება დასავლეთ საქართველოს გარკვეულ რეგიონებში მეწვერსაშიშროების ალბათობა.
- კლიმატური რისკების ცვლილების ხასიათი მსგავს ფიზიკურ-გეოგრაფიულ რეგიონებში ერთნაირია. კერძოდ, უხვი ნალექების გაძლიერების შედეგად მეწვერთა გააქტიურების ალბათობა იზრდება როგორც ქვემო სვანეთში, ისე აჭარა-შიც, ხოლო ტემპერატურის ზრდასთან ერთად გვაღვიანობის საშიშროება მატულობს როგორც დედოფლისწყაროს რაიონში, ისე ქვემო ქართლშიც.
- კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწვევადობის ხარისხი უფრო მაღალია მჭიდროდ დასახლებულ ტერიტორიებზე. ამის ნათელ მაგალითს იძლევა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე მდებარე რაიონები, სადაც მთიან, ნაკლებად დასახლებულ რაიონებში წყალმოვარდნებით მიყენებული ზარალი გაცილებით მცირეა, ვიდრე მჭიდროდ დასახლებულ ვაკე ადგილებში.
- რეგიონის სამომავლო მოწვევადობა, ძირითადი სისტემების მგრძობიარობასთან ერთად, დიდადაა დამოკიდებული საადაპტაციო ღონისძიებათა ჩატარების შესაძლებლობაზე. მაგალითად, თუ შავი ზღვის სანაპირო ზონაში შესაძლებელი გახდება მეტად ძვირადღირებული ნაპირდამცავი ღონისძიებების ჩატარება, ეს მნიშვნელოვნად შეამცირებს საქართველოს ამ ყველაზე მგრძობიარე რეგიონის მოწვევადობას კლიმატის ცვლილების მიმართ. მსგავსად ამისა, თუ დედოფლისწყაროს რაიონში მოხერხდება განახლებად ენერჯიაზე მომუშავე მძლავრი საირიგაციო სისტემების მოწვობა, ქარსაცავი ზოლების აღდგენა-გაფართოება და მიწის/წყლის რესურსების მენეჯმენტის არსებითი გაუმჯობესება, ეს საგრძობლად შეამცირებს რაიონის მოწვევადობას კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ. ანალოგიურად, მიწის ეროზიასთან ბრძოლის ეფექტური მეთოდების დანერგვა შეასუსტებს ქვემო სვანეთისა და აჭარის მოწვევადობის ხარისხს.

ამ მოსახრების საფუძველზე აგებული 2100 წლისთვის კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწვევადობის განაწილების სქემატური რუკა მოყვანილია ნახაზზე 6.5.1.

ამ რუკაზე მოწვევადობის ხარისხი ძირითადად სამ კატეგორიად არის დაყოფილი, ერთი და იგივე მოწვევადობის მქონეს ხვადსხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონები აღნიშნულია განსხვავებული რომაული ნუმერაციით.

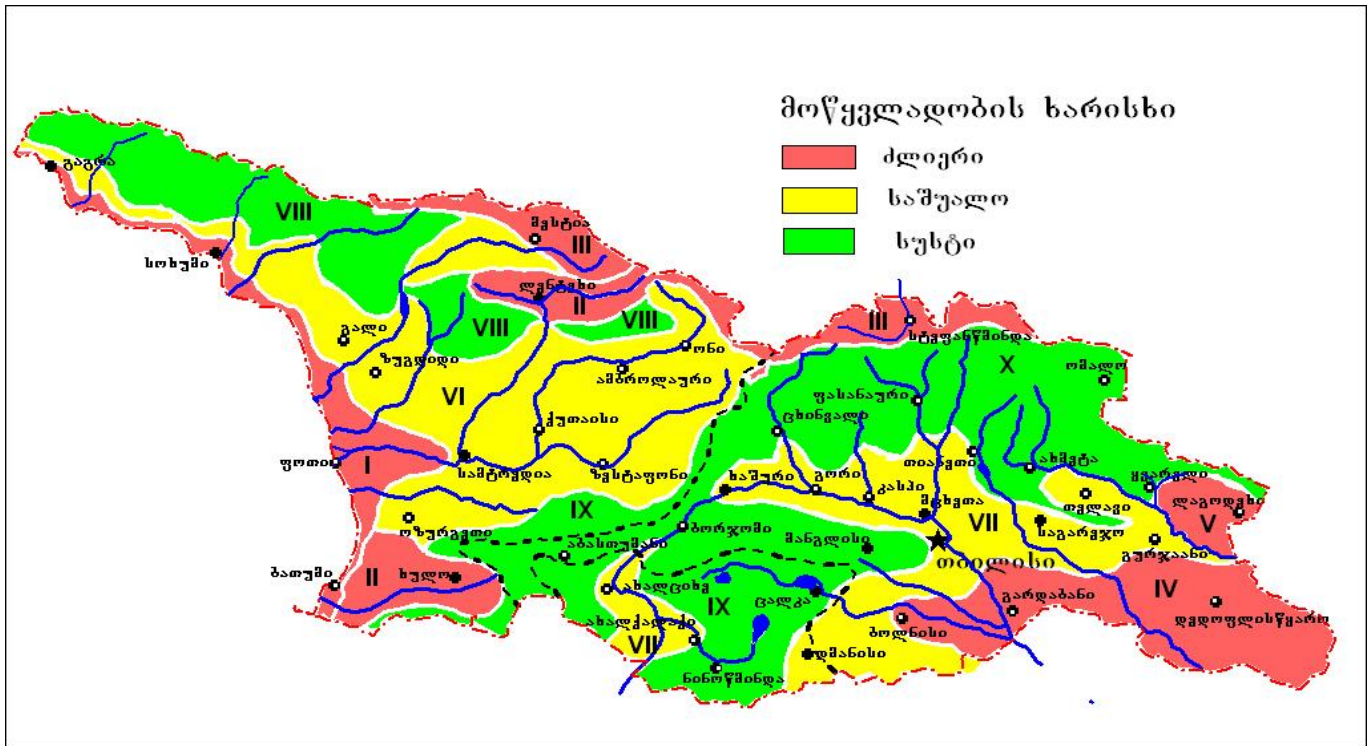
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ ერთ-ერთ ყველაზე მოწვევად რეგიონს წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზონა (I). ანგარიშში [25] მსოფლიოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სხვადასხვა სცენარებისთვის მოყვანილი შეფასებების თანახმად, მიმდინარე საუკუნის დასასრულისთვის ზღვის დონის მოსალოდნელი აწევის

სიმაღლე იცვლება 1.8 მეტრიდან (ოპტიმისტური B1 სცენარი) 3.4 მეტრამდე (პესიმისტური A2 სცენარი). იმის გათვალისწინებით, რომ

გასული საუკუნის განმავლობაში მსოფლიო ოკეანის დონემ აიწია 17 სმ-ით [25], ხოლო შავი ზღვის საქართველოს სექტორში 20 სმ-ით [16], რამაც აქ უკვე გამოიწვია სანაპირო ზოლის შესამჩნევი დეგრადაცია, ადვილი წარმოსადგენია, თუ რამდენად დიდი საფრთხე ემუქრება ამ რეგიონს მხოლოდ ზღვის დონის გარდაუვალი აწევის შედეგად. თუ ამას დაემატებთ დათბობის შედეგად ძლიერი შტორმების განმეორადობის დაფიქსირებულ ტენდენციას, რუკაზე აღნიშნული I რეგიონის მოსალოდნელი მოწვევადობის ხარისხი კიდევ უფრო მოიმატებს. რაც შეეხება წყალმოვარდნების გაძლიერებას რეგიონის მდინარეთა ქვემოწელში, ატმოსფერულ ნალექთა პროგნოზირებული შემცირებისა და მყინვართა შემდგომი დეგრადაციის პირობებში, ეს საფრთხე ნაკლებადაა მოსალოდნელი.

I რეგიონთან ერთად მოწვევადობის მაღალი ხარისხით ხასიათდება აჭარისა და მისი მსგავსი ქვემო სვანეთის (II) რეგიონები, ზემო სვანეთისა და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიანი ნაწილები (III), დედოფლისწყაროს რაიონი და ქვემო ქართლი (IV) და ისტორიული ჰერეთის დასავლეთი ნაწილი (V).

ბოლო 20 წლის მანძილზე ზემოთ ხსენებულ პირველ 2 რეგიონში უხვი ნალექების გაძლიერების ტენდენცია საფუძველს იძლევა ვივარაუდოთ, რომ ამ ტენდენციის შენარჩუნების პირობებში როგორც აჭარაში, ისე ქვემო სვანეთშიც მიწის ეროზიის პროცესები გაგრძელდება, რაც დიდ ზიანს მოუტანს ამ რეგიონების სოფლის მეურნეობას, მეტყვევობას და უარყოფითად აისახება მათ დემოგრაფიულ სიტუაციაზე. ტემპერატურის ზრდისა და ნალექთა მოსალოდნელი შემცირების ფონზე რეგიონების ტყეებში ნაკლებად



ნახ. 6.5.1 საქართველოს ტერიტორიაზე 2100 წლისთვის კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებების მიმართ მოწყვლადობის განაწილების სავარაუდო სქემა.

მოსალოდნელია აქამდე ნალექთა მატებით გამოწვეული 88 გაგრძელების ზრდა, თუმცა ჰაერისა და ნიადაგის გაზრდილმა სიმშრალემ შეიძლება გამოიწვიოს ტყეების ხმობისა და დეგრადაციის პროცესები, რაც გამოიწვევს მათი ჯიშობრივ შემადგენლობის ცვლილებას დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიან რეგიონებში (III) კლიმატური ელემენტების პროგნოზირებულ ცვლილებას უპირველეს ყოვლისა თან მოყვება უკვე ისედაც შემცირებული მყინვარების შემდგომი დეგრადაცია. ამ პროცესების შედეგად მოსალოდნელია მათი დანაწევრება და მყინვარული წარმოშობის ტბების რიცხვის საგრძნობი ზრდა [37], რაც გამოიწვევს ნახლვლევი წყალმოვარდნების გახშირებას, მათთვის დამახასიათებელი დიდი ზარალის მიყენებით მოსახლეობისა და კომუნიკაციებისთვის (გზები, მილსადენები და სხვ.). თოვლის საფარისა და მყინვარების შემცირება დიდ ზიანს მიაყენებს ამ მაღალმთიანი რეგიონების ტურისტულ სექტორს, რომლის წარმატებული ფუნქციონირება დიდადაა დამოკიდებული მყინვარებითა და თოვლით დამშვენებული აქაური ბუნების სილამაზეზე. ტემპერატურის ზრდისა და ნალექთა შემცირების კვალობაზე III ჯგუფის რეგიონებში მისალოდნელია თოვლის ზვავების მნიშვნელოვანი შემცირება [15], თუმცა ნალექთა საერთო ჯამში თხევადი ნალექების პროპორციის მომატება გაზრდის მდინარეებზე წყალმოვარდნებისა და ხეებში ღვარცოფების საშიშროებას.

კლიმატის ცვლილების მიმართ IV რეგიონის მოწვევადობა დეტალურადაა განხილული წინა თავში. 2100 წლამდე კლიმატური ელემენტების პროგნოზირებული ცვლილება გამოიწვევს ამ რეგიონში შემაჯავლი რაიონების მნიშვნელოვან არიდიაციას გაუდაბნოების საშიშროებასთან დაკავშირებული თანმდევი პროცესებით. აღნიშნული ტენდენცია დიდ საშიშროებას უქმნის რეგიონის სასოფლო-სამეურნეო სექტორს, რის გამოც ეს რეგიონი იმდენადვეა მოწყვლადი კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ, როგორც შავი ზღვის სანაპირო ზონა.

ბოლო 15-20 წლის მონაცემებით, კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ მეტად მაღალი მგრძობობაობა გამოიჩინა ისტორიული ჰერეთის დასავლეთმა ნაწილმა (V), რომელიც ძირითადად მოიცავს ლაგოდეხის რაიონს. უხვი ნალექების გაძლიერებამ აქ გამოიწვია დაბლობი რაიონების დაჭაობება, რასაც თან მოჰყვა მოსახლეობაში მაღარიის შემთხვევათა მკვეთრი ზრდა, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაკარგვა და ტყეების გახმობა. რაიონის ვაკე ზონაში მოსახლეობის დიდი სიმჭიდროვისა და ზემოთ აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით, ეს რეგიონი შეიძლება მიეკუთვნოს ძლიერ მოწყვლადი რეგიონების კატეგორიას, თუმცა ტემპერატურის მოსალოდნელი ზრდისა და ნალექთა კლების შემთხვე-



ვაში აქ შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნული ნეგატიური პროცესების შესუსტება.

მოყვანილ რუკაზე საშუალო მოწვევადობის დიდი რეგიონი VI დასავლეთ საქართველოში მოიცავს სამეგრელო-ზემო სვანეთის, იმერეთისა და გურიის ტერიტორიებს. კლიმატის მიმდინარე ცვლილებით აქ გამოწვეული რისკ-ფაქტორები მოიცავს უხვ ნალექებთან დაკავშირებულ წყალმოვარდნებსა და მიწის ეროზიას, აგრეთვე ბოლო დროს გახშირებულ აღმოსავლეთის ძლიერ ქარებს (ფიონებს), რომლებიც საგრძნობ ზარალს აყენებს მოსახლეობას. ეკონომიკის დარგებიდან ამ პროცესების მიმართ მოწვევადია სოფლის მეურნეობა, მეტყევეობა და საყოფაცხოვრებო სექტორი. მიმდინარე საუკუნის ბოლომდე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების კვალობაზე ამ რეგიონში მოსალოდნელია წყალმოვარდნებითა და მიწის ეროზიით გამოწვეული ზარალის გარკვეული ზრდა, თუმცა ნალექთა საერთო რაოდენობის შემცირების ფონზე ამ პროცესების საგრძნობი გაძლიერება არ არის მოსალოდნელი. რეგიონის მოწვევადობის შედარებით მაღალ ხარისხს განაპირობებს ამ რაიონებში მოსახლეობის საკმაოდ დიდი სიმჭიდროვე.

საშუალო მოწვევადობის მეორე რეგიონი VII მოიცავს შიდა და ქვემო ქართლის, შიდა და გარე კახეთის რაიონების დიდ ნაწილს, აგრეთვე მტკვრის ხეობის გავლენის ქვეშ მყოფ სამცხე-ჯავახეთის მცირე ნაწილს. კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პირობებში აქ მოსალოდნელია ლანდშაფტების არიდოზაცია, გვაღვების სიხშირისა და ხანგრძლივობის ზრდა მიწის ეროზიისა და დეგრადაციის პროცესების თანხლებით, რაც სერიოზულ დაბრკოლებას შეუქმნის აქ სოფლის მეურნეობის განვითარებას.

სუსტი მოწვევადობის VIII ზონა დასავლეთ საქართველოში ვრცელდება აფხაზეთის, სამეგრელოსა და რაჭა-ლეჩხუმის ტყეებით დაფარულ მთიან რაიონებზე. მყინვარების დეგრადაციისა და ნალექთა ჯამების კლების შედეგად ამ რაიონებში მოსალოდნელია მდინარეთა რეჟიმის ცვლილება წლიური ჩამონადენის შემცირების მიმართულებით, ტყის ეკოსისტემების ტრანსფორმირება ჰაერისა და ნიადაგის სიმშრალის ზრდის შედეგად, თოვლის საფარის შემცირება და სათიბ-საძოვრების პროდუქტიულობის კარგვა. აღნიშნულ ტერიტორიებზე მოსახლეობის მცირე სიმჭიდროვის გამო კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწვევადობა აქ ნაკლები სიმძაფრით აღიქმება.

სუსტი მოწვევადობის IX ზონა აღმოსავლეთ საქართველოში მოიცავს სამცხე-ჯავახეთის მთიან ზონას, ტყეებით დაფარულ თრიალეთის მასივს და წალკის ზეგანს. კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება აქ ზემოქმედებას მოახდენს მესხეთისა და თრიალეთის ქედებზე არსებულ ტყის მასივზე, გამოიწვევს რა თანდათანობით მათ

ჯიშობრივ ტრანსფორმაციას, ხოლო ახალქალაქისა და წალკის პლატოებზე გაზრდის ისედაც არსებულ წყლის დეფიციტს წლის თბილ პერიოდში. ტემპერატურის მომატება ჯავახეთის მთიან საძოვრებზე ხელს შეუწყობს გახანგრძლივებულ სავეგეტაციო პერიოდში მცენარეული საფარის პროდუქტიულობის ზრდას, თუმცა ნალექთა კლებამ შესაძლებელია დააკომპენსიროს ამ პროცესის დადებითი შედეგი.

სუსტი მოწყვლადობის X რეგიონი აღმოსავლეთ საქართველოში ვრცელდება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე მდებარე ქართლ-კახეთის მთიან რაიონებზე და მთა-თუშეთზე, სადაც ისევე როგორც მესხეთ-ჯავახეთში კლიმატის ცვლილება აისახება ტყის მასივების ტრანსფორმირებაზე, სათიბ-საძოვრების შედარებით დიდ სიმაღლეებზე გაერცვლებაზე და მდინარეული ჩამონადენის შემცირებაზე. უხვი ნალექების გაზშირების შემთხვევაში მდინარეთა ხეობებში გაიზრდება წყალმოვარდნების შემთხვევები, თუმცა მოსახლეობის მცირე სიმჭიდროვის გამო ამ პროცესებით გამოწვეული ზარალი სხვა, უფრო მოწყვლად რეგიონებთან შედარებით, არ უნდა იყოს დიდი.

აღნიშნული რუკის მიხედვით მიმდინარე საუკუნის ბოლომდე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებით გამოწვეული რისკ-ფაქტორების სავარაუდო განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე ეკონომიკის მოწყვლადი სექტორებისა და ძირითადი საადაპტაციო ღონისძიებების ჩვენებით თავმოყრილია ცხრილში 6.5.1.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ რეგიონების მოწყვლადობის განმაპირობებელი ძირითადი კლიმატური ფაქტორებია ტემპერატურის ზრდა და ნალექთა ცვლილება როგორც უხვი ნალექების გაძლიერების, ასევე მათი წლიური ჯამების შემცირების მიმართულებით. რაც შეეხება ეკონომიკის მოწყვლად დარგებს, აქ გაცილებით მეტია მრავალფეროვნება და იგი მოიცავს საქართველოში ეკონომიკის მოქმედ თითქმის ყველა სექტორს, გარდა ინდუსტრიული პროცესებისა. კლიმატის ცვლილების ნეგატიური ზემოქმედების შემარბილებელი საადაპტაციო ღონისძიებების სპექტრი ასევე საკმაოდ ფართოა - მასში შედის ზღვისა და მდინარის ნაპირდამცავი ტრადიციული მეთოდები, მეწყერსაშიში უბნების სტაბილიზება, მყინვარების ზემოქმედებისგან დაცვის სხვადასხვა საინჟინრო ხერხები, ქარსაცავი ზოლების გაშენება, საირიგაციო სისტემების აღდგენა-გაფართოება, მიწისა და წყლის რესურსების მენეჯმენტის სრულყოფა, მონიტორინგის სისტემების მოწყობა და სხვა სამუშაოები, რომლებიც შეამცირებს რეგიონების მოწყვლადობას კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ.

**ცხრილი 6.5.1. საქართველოში 2100 წლამდე კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების მიმართ რეგიონებში ეკონომიკის მოწვევადი სექტორები და შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებები**

მოწვევადობის კატეგორია	რეგიონი	მოწვევადობის განმაპირობებელი ფაქტორები და მათი ზემოქმედების შედეგები	ეკონომიკის მოწვევადი სექტორები	ძირითადი საადაპტაციო ღონისძიებები (წვერი A1)	მოწვევადობის ანთროპოგენული ფაქტორები (წვერი A2)
1	2	3	4	5	6
ძლიერი	შავი ზღვის სანაპირო ზონა (I)	<p>*ტემპერატურის მატება: -ზღვის დონის აწევა -შტორმების გაძლიერება -ზღვის თერმული რეჟიმის ცვლილება</p> <p>*უხვი ნალექების ზრდა: -ზღვის დონის აწევა და უხვი ნალექებით გამოწვეული წყალდიდობა, სანაპირო ზოლისა და მდინარეთა ნაპირების ეროზია და დეგრადაცია</p>	<p>*დიდი ქალაქების (ბათუმი, ფოთი, სოხუმი) ინფრასტრუქტურა *სოფლის მეურნეობა *საკურორტო ინფრასტრუქტურა *მეთევეზობა</p>	<p>*ზღვის ნაპირების ხელოვნური კევაბა (რეფულირება) *ზღვის სანაპირო ზოლში ნაპირდამცავი კონსტრუქციების აგება *მდინარეთა ნაპირების გამაგრება დამბებით *მონიტორინგის სისტემის მოწყობა ადრეული გაფრთხილებით ზარალის შესამცირებლად</p>	<p>*მდინარეული ნატიანის ხელოვნური შემცირება (ჰესები, ქვიშის კარიერები) ან გადანაწილება (პორტები,მოლენები და სხვ.)</p>
	აჭარა და ქვემო სვანეთი (II)	<p>*უხვი ნალექების ზრდა: -წყალმოვარდნა -მეწყერი -ღვარცოფი -მიწის ეროზია</p>	<p>*საეფოცხოვრებო სექტორი *სოფლის მეურნეობა *მეტყვეობა</p>	<p>*მდინარეთა ნაპირების გამაგრება *მეწყერსაშიში უბნების სტაბილიზება</p>	<p>*ტყეების უსისტემო ჭრა *მეწყერსაშიშ უბნებზე მიწის დამუშავება</p>

1	2	3	4	5	6
ძლიერი			*დემოგრაფიული სიტუაცია	*მონიტორინგის სისტემის მოწყობა ადრეული გაფრთხილებით ზარალის შესამცირებლად	
	ზემო სვანეთი და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიანი ზონა (III)	*ტემპერატურის მატება: -მყინვარების დეგრადაცია და მდინარეთა რეჟიმის ცვლილება, ნახლევევი წყლმოვარდნების გახშირება -თოვლის საფარის შემცირება *უხვი ნალექების ზრდა: -წყალმოვარდნა -ღვარცოფი -მდინარეთა ნაპირების ეროზია	*სატრანსპორტო და საკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურა *ტურისტულ-რეკრეაციული საქმიანობა *სოფლის მეურნეობა	*სადრენაჟო და დამცავი გვირაბებისა და სხვა კონსტრუქციების აგება *წინწასწრებით მყინვართა ნაწილების ხელოვნური ჩამოშვება *დამცავი კონსტრუქციების აგება ისტორიული ძეგლების შესანარჩუნებლად	*ტყეების უკანონო ჭრა და მასთან დაკავშირებით გზების უსისტემო გაყვანა
	დედოფლისწყაროს რაიონი და ქვემო ქართლი (IV)	*ტემპერატურის ზრდა და ნალექთა შემცირება: -გვალვა -ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმირება	*სოფლის მეურნეობა *ტურიზმი და დაცული ტერიტორიები	*ქარსაცავი ზოლებებისა და კორომების გაშენება *საირიგაციო სისტემის აღდგენა და გაფართოება	*ქარსაცავი ზოლების გაჩვენება *საირიგაციო სისტემების მოშლა *საქონლის

1	2	3	4	5	6
ძლიერი		<p>-ბიომრავალფეროვნების გაღარიბება</p> <p>*ძლიერი ქარების გახშირება:</p> <p>-მიწის ეროზია და დეგრადაცია</p>		<p>*მიწისა და წყლის რესურსების მენეჯმენტის სრულყოფა</p> <p>*მონიტორინგის სისტემის მოწყობა სტიქიურ მოვლენებზე დროული რეაგირებისთვის</p>	<p>ჭარბი ძოვება</p> <p>*მიწისა და წყლის რესურსების არასწორი მენეჯმენტი</p>
	ჰერეთი (V)	<p>*უხვი ნალექები:</p> <p>-წყალმოვარდნა</p> <p>-ღვარცოფი</p> <p>-დაბლობი ტერიტორიების დატბორვა-დაჭაობება</p>	<p>*საყოფაცხოვრებო სექტორი</p> <p>*ჯანდაცვა</p> <p>*სოფლის მეურნეობა</p> <p>*მეტყვეობა</p>	<p>*მდინარეთა ნაპირების გამაგრება</p> <p>*სადრენაჟო სისტემების მოწყობა ჭაობების დასაშრობად</p> <p>*პრევენციული ჯანდაცვითი ღონისძიებების ჩატარება</p> <p>*ღვარცოფსაწინააღმდეგო სისტემების მოწყობა</p> <p>*მონიტორინგის სისტემების მოწყობა ადრეული გაფრთხილებით ზარალის ასაცილებლად</p>	<p>*ტყეების უსისტემო ჭრა</p> <p>*მიწის არასწორი მენეჯმენტი</p>

1	2	3	4	5	6
საშუალო	სამეგრელო, იმერეთი, გურია (VI)	*უხვი ნალექები: -წყალმოვარდნა -მიწის ეროზია *ძლიერი ქარები	*საყოფაცხოვრებო სექტორი *სოფლის მეურნეობა *მეტყვეობა	*მდინარეთა ნაპირების გამაგრება *სამელიორაციო სიტემების მოწყობა *ტყის საფარის აღდგენა *მონიტორინგის სისტემის მოწყობა საშიში მოვლენების პროგნოზირებისთვის	*ტყეების უსისტემო ჭრა *მიწის არასწორი მენეჯმენტი
	შიდა ქართლი, ქვემო ქართლი, შიდა და გარე კახეთი, სამცხე (VII)	*ტემპერატურის ზრდა და ნალექთა შემცირება: -გვალეების გახშირება -მიწის ეროზია და დეგრადაცია -ლანდშაფტების არიდობა *უხვი ნალექები: -წყალმოვარდნა	*სოფლის მეურნეობა *საყოფაცხოვრებო სექტორი	*სარწყავი სისტემის მოწყობა და გაფართოება *ქარსაცავი ზოლების აღდგენა და გაშენება * მიწისა და წყლის რესურსების მენეჯმენტის სრულყოფა *მონიტორინგის სისტემის მოწყობა საშიში მოვლენების პროგნოზირებისა და მასშტაბის შეფასებისთვის	*მიწისა და წყლის რესურსების არასწორი მენეჯმენტი

1	2	3	4	5	6
სუსტი	მთიანი აფ- საზეთი და სამეგრელო, მესხეთ- ჯავახეთი და აღმო- სავლეთ სა- ქართველოს მთიანეთი (VIII-IX-X)	*ტემპერატურის ზრდა და ნალექთა შემცირება: -მყინვარების დეგრადა- ცია და ნალექთა კლების შედეგად მდინარეთა რეჟიმის ცვლილება, წყლის რესურსების შემცირება -ტყის ეკოსისტემების ტრანსფორმირება -თოვლის საფარის შემ- ცირება *უხვი ნალექების ზრდა: -წყალმოვარდნა	*სოფლის მეურ- ნეობა *ჰიდროენერგე- ტიკა *მეტეოეოლოგია *ტურისტულ-რეკ- რეაციული სექტორი	*სარწყავი სის- ტემის მოწყობა *მდინარეთა ნაპირე- ბის გამაგრება *ახალი სასოფლო- სამეურნეო კულტუ- რების დანერგვა	*ტყეების უსის- ტემო ჭრა *მიწისა და წყლის რესურ- სების არასწო- რი მენეჯმენტი

## 7. ეკონომიკისა და ბუნებრივი სისტემების მგრძობიარობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ

### 7.1. ეკონომიკის ცალკეული სექტორები

კლიმატის ცვლილების მიმართ საქართველოს რეგიონების მოწყვლადობის ზემოთ ჩატარებული ხარისხობრივი შეფასებები ეყრდნობა ამ რეგიონებში ეკონომიკის ძირითადი დარგებისა და მათი განმაპირობებელი ბუნებრივი ეკოსისტემების კლიმატის ცვლილების მიმართ მგრძობიარობის საექსპერტო შეფასებას.

საქართველოს ეკონომიკის კლიმატური პარამეტრების ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის საკითხები უფრო დეტალურადაა განხილული ნაშრომში [8]. ქვემოთ ჩვენ შემოვიფარგლებით ცალკეული დარგების მგრძობიარობისა და მოწყვლადობის განზოგადებული შეფასებებით, რომლებიც პირველ მიახლოებაში შეიძლება გაერცვლდეს საქართველოს შესაბამის ტერიტორიებზე.

#### 7.1.1. სოფლის მეურნეობა

საქართველოს ეკონომიკაში სოფლის მეურნეობის წამყვანი როლის გათვალისწინებით მიზანშეწონილია ეკონომიკის ამ დარგის მთავარ ქვედარგებად წარმოჩენა, რადგანაც თითოეულ მათგანს სერიოზული როლი მიუძღვის ამა თუ იმ რეგიონის მდგრად განვითარებაში.

**მემარცვლეთობა** ძირითადად მოიცავს ხორბლის (აღმოსავლეთ საქართველო) და სიმინდის (დასავლეთ საქართველო) წარმოებას. არსებული მასალების და კვლევების გათვალისწინებით ჰაერის ტემპერატურული მანქანებლებიდან მემარცვლეთობა ყველაზე ნაკლებად მგრძობიარე უნდა იყოს მინიმალური ტემპერატურის მიმართ, რადგან ამ კულტურების უმეტესი ნაწილი ვითარდება გაზაფხულსა და ზაფხულში, და ძირითადი ზარალი ამ მეტეოელემენტისგან შეიძლება მიადგეს საშემოდგომო ხორბალს ცივი და უთოვლო ზამთრის პირობებში. აღნიშნული კულტურები მაქსიმალურად მგრძობიარენი უნდა იყვნენ ატმოსფერულ ნალექთა ცვალებადობის მიმართ, ნიადაგის ტენიანობის და გვაღვის მიმართ, რომელთაგან ბოლო ორი პარამეტრი პირველის წარმოებულად შეიძლება ჩაითვალოს.

ანალოგიური თვალსაზრისით **მევენახეობა** ნაკლებად მგრძობიარედ მიიჩნევა ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალურ ტემპერატურის მიმართ, რადგან მაქსიმალური ტემპერატურის მოქმედება ვაზზე ზაფხულის პერიოდში ვეგეტაციის მთელ სეზონთან მიმართებაში შედარებით ხანმოკლეა, ხოლო მინიმალური ტემპერატურის ზეგავლენა ზამთრის პერიოდში ძირითადად აღინიშნება –  $20^{\circ}\text{C}$  –ზე დაბალ ტემპერატურულ დიაპაზონში, რაც საქართველოს მევენახეობის რაიონებისთვის იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს. ამ რაიონებში ნალექთა



წლიური ჯამების მრავალწლიურ ჭრილში საკმაოდ დიდი ამპლიტუდის გათვალისწინებით მევენახეობა მაქსიმალურად მგრძობიარედ განიხილება სეზონურ ნალექთა ცვალებადობის, ნიადაგის ტენიანობის, გვალვისა და სექცივის მიმართ. ვაზის მოსავლიანობის მზის ნათების ხანგრძლივობაზე საგრძობი დამოკიდებულების მხედველობაში მიღებით, საშუალო ბალით იქნა შეფასებული ქვედარგის მგრძობიარობა დრუბლიანობის მიმართ.

განხილული ორი ქვედარგის საშუალო მგრძობიარობა უხვი ნალექების მიმართ შეიძლება არგუმენტირებული იქნას იმით, რომ საქართველოს მთაგორიანი რელიეფის პირობებში უხვი ნალექების უმეტესი ნაწილი საკმაოდ სწრაფად ტრანსფორმირდება მდინარეულ ჩამონადენად და მხოლოდ ცალკეულ ტერიტორიებზე შესაძლებელია სავარგულების ხანგრძლივი დატბორვა და ამ მიზეზით მოსავლის დაკარგვა (ძირითადად კოლხეთის დაბლობის პირობებში). იგივე შეიძლება ითქვას თოვლის საფარზედაც, რომელიც დაბალი ტემპერატურების პირობებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კულტურების (სიმინდის გამოკლებით) წაყინვისგან დაცვაში.

მგრძობიარობის ინდიკატორებად ამ ქვედარგში შეიძლება გამოდგოს ცალკეული კულტურების/ჯიშების მოსავლიანობა (მიღებული მოსავალი 1 ჰა-ზე გადაანგარიშებით), აგრეთვე მათი ხარისხი (კალორიულობა, ცილების თუ შაქრის შემცველობა 1 კგ პროდუქტიაში) და სხვ. კლიმატურ პარამეტრებთან ამ ინდიკატორების რაოდენობრივი სახით კავშირის დასადგენად საჭიროა მათ შორის კორელაციური კავშირების დადგენა კონკრეტულ ფიზიკურ-გეოგრა-ფიულ პირობებში მიღებული ფაქტობრივი დაკვირვებების საფუძველზე.

**მეციტრუსეობის** ქვედარგი, რომელისთვისაც ხელსაყრელი კლიმატი ხმელთაშუა ზღვის სუბტროპიკული ზონაა, მაქსიმალურად მგრძობიარედ შეიძლება იყოს განხილული მოყინვის მიმართ, რადგან საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ამ ზონის უკიდურეს ჩრდილო – აღმოსავლეთი ნაწილია და ტემპერატურა აქ ხშირად ეცემა  $-6^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბლა. რაც შეეხება ნალექთა სიუხვეს (1200 – 1500 მმ/წ) ამ ზონაში ეს დარგი საშუალოდ მგრძობიარეა ატმოსფერულ ნალექებთან დაკავშირებული პარამეტრების, მათ შორის ნიადაგის ტენიანობისა და გვალვის მიმართ. მეციტრუსეობის სუსტი მგრძობიარობა უხვი ნალექებისა და წყალდიდობის მიმართ შეიძლება აიხსნას შავი ზღვისპირეთის ჩრდილო და სამხრეთი სექტორების მთაგორიანი რელიეფით, რომელიც ღომინირებს ამ კულტურების გავრცელების არეალში.

**მენაიეობა** გასული საუკუნის 90-იან წლებამდე წარმოადგენდა საქართველოს ეკონომიკის ერთ-ერთ წამყვან ქვედარგს. სსრკ დაშლის შემდეგ დარგი მნიშვნელოვნად დაკნინდა, მაგრამ დასავლეთ საქართველოში მისი განვითარებისთვის ხელშემწყობი პირობების გათ-

ვალისწინებით მოსალოდნელია მომავალში მისი ხელახალი გაძლიერება, რის გამოც იგი შეეყვანილ იქნა ცხრ.7.1.1-ში მეჩაიეობის განვითარების აგროკლიმატურ თავისებურებათა მხედველობაში მიღებით დარგის მაქსიმალური მგრძნობიარობა მიეწერა ჰაერის საშუალო ტემპერატურასა და ნიადაგის ტენიანობას, საშუალო – ჰაერის მაქსიმალურ ტემპერატურას, ნალექთა საშუალო რაოდენობასა და მათ ცვალებადობას, აგრეთვე გვაღვას, ხოლო სუსტი – უხვ ნალექებს, ჰაერის სინოტივესა და ქარს, აგრეთვე სეტყვასა და თოვლის საფარს. ამ ჩამონათვალიდან პირველი ელემენტის მიმართ მგრძნობიარობა კვლავ მთავორიანი რელიეფის ზემოთ ხსენებული თავისებურებებითაა განპირობებული, სინოტივე და ქარი დასავლეთ საქართველოს პირობებში არსებით გავლენას არ ახდენენ ჩაის კულტურაზე, ხოლო სეტყვა და თოვლის საფარი აქ იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს.

კოლექტიური მეურნეობების დაშლის შემდეგ **მეცხოველეობა** ამჟამად საქართველოს სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი ქვედარგია. მისი მგრძნობიარობა ჰაერის ტემპერატურული მახასიათებლებისა და ატმოსფერულ ნალექთა, აგრეთვე ნიადაგის ტენიანობის მიმართ საშუალოსა და ძლიერს შორის მერყეობს, რადგან ზემოთ ხსენებული პარამეტრები განაპირობებს საძოვრების პროდუქტიულობას. იგივე შეიძლება ითქვას გვაღვაზეც. ნაკლებ მგრძნობიარედ მეცხოველეობა შეიძლება ჩაითვალოს უხვი ნალექების, ჰაერის სინოტივისა, ქარისა და ღრუბლიანობის მიმართ. ძლიერი სეტყვა ზოგ შემთხვევაში გარკვეულ ზარალს იწვევს მეცხოველეობაში, განსაკუთრებით მეცხვარეობაში, მაგრამ ამ ზარალის ეპიზოდური, საკმაოდ იშვიათი ხასიათის გამო ქვედარგის მგრძნობიარობა მის მიმართ სუსტად იყო ჩათვლილი. მგრძნობიარობის ინდიკატორებად ამ ქვედარგში შეიძლება გამოყენებულ იქნას პროდუქტიულობა (მიღებული რძის/ ხორცის რაოდენობა 1 სულ ცხოველზე გადაანგარიშებით), პროდუქციის ხარისხი და სხვ.

სოფლის მეურნეობის სექტორში განხილული ქვედარგებიდან კლიმატური ელემენტების მიმართ ყველაზე ნაკლები მგრძნობიარობით ხასიათდება **მეფრინველეობა**. წვრილ საოჯახო მეურნეობებთან შედარებით ამ დარგში პროდუქციის დიდი ნაწილი იწარმოება მეფრინველეობის მსხვილ საწარმოებში, რომელთა წარმადობა, შინაურ ფრინველთა ფიზიოლოგიის გათვალისწინებით, მჭიდროდაა დაკავშირებული ჰაერის მაქსიმალურ ტემპერატურასთან. დარგი საკმაოდ მგრძნობიარეა მინიმალური ტემპერატურის მიმართაც, თუმცა მეფრინველეობის ფაბრიკებში ხელონური კლიმატის სრული რეგულირების პირობებში ეს ფაქტორებიც შეიძლება უგულვებლყოფილ იქნას, მაგრამ ენერჯის ხარჯის ფასად, რაც ესაჭიროება ჰაერის კონდიციონებასა და გათბობას.

**ცხრილი 7.1.1. ეკონომიკის ცალკეული დარგების მგრძობიარობის მატრიცა კლიმატური ელემენტებისა და მათთან დაკავშირებული მოვლენების მიხედვით**

№	ეკონომიკის დარგი  მეტეოროლოგიური ელემენტი/კლიმატური რისკი	სოფლის მეურნეობა						მეტეოლოგია	წყლის რესურსების მართვა	პირობითი მატრიცა	თბილისი მუნიციპალიტეტი და მხარე	ტრანსპორტი	კომუნალური მეურნეობა	ტურიზმი	მშენებლობა	სანა. ზონის ინფრასტრუქტურა	მედიცინა	ჯანდაცვა	ნარჩენების მართვა	მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და კლიმატური რისკების ჯანდაცვა
		მებაღეობა	მევენახეობა	მეცხოველეობა	მეხაივობა	მეცხვლეობა	მეფრინველეობა													
	<b>მეტეოროლოგ. ელემენტი</b>																			
1	ჰაერის საშ. ტემპერატურა	2	2	2	3	3	1	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	2	1	26
2	ჰაერის მაქს. ტემპერატურა	2	1	1	2	2	3	1	2	2	2	0	2	3	2	1	1	3	3	32
3	ჰაერის მინ. ტემპერატურა	1	1	3	1	2	2	0	0	0	3	0	2	3	2	3	1	3	0	27
4	ნალექთა საშ. რაოდენობა	3	3	2	2	2	0	2	3	3	3	0	1	2	1	1	3	1	1	33
5	ჰაერის სინოტივე	2	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1	0	3	0	15
6	ქარი	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	2	1	16
7	ატმოსფერული წნევა	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	3
8	ღრუბლიანობა	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	0	11
9	ნიადაგის ტენიანობა	3	3	2	3	3	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18
10	ელჰუმი	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	6
11	უხვი ნალექები	2	2	1	1	1	0	0	3	3	2	2	3	3	1	3	2	1	3	33
12	სეტყვა	2	3	1	1	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	13
13	თოვლის საფარი/ზვავები	2	2	1	1	2	0	0	3	3	3	3	3	3	1	2	0	1	0	30
	<b>კლიმატური რისკი</b>																			
14	გვალვა	3	3	2	2	3	1	3	3	3	3	0	2	2	0	1	2	3	0	36
15	წყალდიდობა	0	1	1	0	1	0	0	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	34
16	ღვარცოფი	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	3	3	3	1	2	3	2	1	24
17	მეწყერი	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	3	2	3	1	1	0	1	0	20
18	ზღვის დონის ცვლილება	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	3	0	1	0	9
	<b>დარგის საერთო მგრძობ.</b>	25	26	19	19	23	7	14	25	22	24	22	27	37	15	26	16	28	13	

### 7.12. მეტყვეობა

ოფიციალური მონაცემებით, საქართველოს ტერიტორიის მესამედზე მეტი ტყითაა დაფარული. კლიმატური ელემენტებიდან ტყის ეკოსისტემები საკმაოდ მგრძობიარეა ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილების, ნალექთა საშუალო წლიური რაოდენობის ცვლილებისა და გვალების მიმართ, ხოლო ნაკლებად მგრძობიარეა დროის ხანმოკლე პერიოდში უხვი ნალექების მიმართ, ისევე როგორც ჰაერის სინოტივისა და სხვა მეტეოპარამეტრების მიმართ. კლიმატური ელემენტებიდან და მათთან დაკავშირებული კლიმატის რისკებიდან ტყის ეკოსისტემები ყველაზე მგრძობიარედ ჩაეთვალებოდა გვალების მიმართ, რომელსაც ბიოლოგიურ მავნებლებთან ერთად ტყის ეკოსისტემებისთვის საგრძნობი ზარალის მიყენება შეუძლია, მათ შორის ტყის ხანძრების გაჩენის თვალსაზრისითაც. დიდ ზიანს აყენებს ტყეებს მეწვერიც, რომელსაც მთაგორიანი რელიეფის პირობებში შეუძლია ტყის ცალკეული ფართობების სრული განადგურება.

აქვე აღსანიშნავია, რომ მეტყვეობის, როგორც ეკონომიკის დარგის მოწვევადობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ დიდად განისაზღვრება ტყის ეკოსისტემების ჯიშობრივი შემადგენლობით, რაც კლიმატურ ელემენტებთან ერთად მნიშვნელოვნად განაპირობებს ტყეების ხარისხს. მგრძობიარობის ინდიკატორებად ამ შემთხვევაში შეიძლება გამოდგეს ტყის სისშირე (ხეების რაოდენობა ფართის ერთეულზე), ხეების სიმაღლე, ბიომასის რაოდენობა და მისი ნაზრდი ფართის ერთეულზე, თითოეულ ჰა-ზე ტყის მარაგის ეკონომიკური ღირებულება, ჯიშობრივი შემადგენლობა, საშუალო ასაკი, ხეების სიცოცხლის ხანგრძლივობა, დაავადებათა გავრცელება, კლიმატური პირობებით გამოწვეული მიგრაციის უნარი და სხვ.

### 7.13. წყლის რესურსების მართვა

წყლის რესურსები რიგი მეტეოროლოგიური ელემენტების, და განსაკუთრებით ატმოსფერული ნალექების უშუალო ფუნქციას წარმოადგენს. ამიტომ წყლის რესურსები ძლიერ მოწვევადად შეიძლება ჩაითვალოს ატმოსფერულ ნალექებთან დაკავშირებული ყველა პარამეტრის მიმართ, აგრეთვე ისეთი კომპლექსური მოვლენების მიმართ, როგორცაა გვალება და წყალდიდობა. მიწისქვეშა წყლების როლის გათვალისწინებით წყლის რესურსები მგრძობიარედ ჩაითვალა აგრეთვე ნიადაგის ტენიანობისა და ჰაერის საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის მიმართ, რომლებიც განაპირობებს მყინვარების ამჟამად მიმდინარე უკანდახევას, ხოლო სხვა პარამეტრების მიმართ – ნაკლებად, ან არამგრძობიარედ. თუმცა მთაგორიანი რელიეფის პირობებში ღვარცოფს შეუძლია დროის გარკვეულ მონაკვეთში ლოკალური მასშტაბით მნიშვნელოვანი ზეგავლენის მოხდენა მდინარის აუზში რესურსების განაწილებაზე (კალაპოტის დეფორმაცია, ჩახერგვა და სხვ.).

წყლის რესურსების მართვის, როგორც ეკონომიკის დარგის ფუნქციონირების ეფექტურობა ეკონომიკურ და პოლიტიკურ ფაქტორებთან ერთად დიდადაა განპირობებული კლიმატური რისკებითაც. თითოეული საშუალო და დიდი მდინარის აუზში ჩამონადენის დამოკიდებულება კლიმატურ პარამეტრებზე ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ზეგავლენით ინდივიდუალური თავისებურებებით ხასიათდება, რაც საქართველოს პირობებში აძნელებს ზოგადი კანონზომიერების დადგენას. აღნიშნული პრობლემა რთული ამოცანების გადაჭრასთანაა დაკავშირებული და ცალკე გამოკვლევის საგანს შეადგენს.

#### **7.1.4. ჰიდროენერგეტიკა**

გასული საუკუნის 80 –იან წლებში ჰიდროენერგეტიკა უზრუნველყოფდა საქართველოს ენერგომოხმარების 50 -60%-ს, ხოლო 90 –იან წლებში – 70% -ზე მეტს. წყლის რესურსებთან ამ ქვედარგის უშუალო კავშირისა და ქვეყნის ენერგეტიკაში მისი მნიშვნელოვანი წვლილის გათვალისწინებით მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ჰიდროენერგეტიკის კლიმატურ პარამეტრებზე დამოკიდებულების ცალკე გამოყოფა. წყლის რეჟიმთან დაკავშირებულ ისეთ პარამეტრებს, როგორცაა ატმოსფერულ ნალექთა საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობა, აგრეთვე თოვლის საფარს მაქსიმალური გავლენა ექნება ჰიდროენერგეტიკაზე. ასევე მგრძნობიარეა ეს დარგი გვალვის (წყალსაცავებიდან წყლის საირიგაციო ხარჯვის გათვალისწინებით) და წყალდიდობის (კაშხალებისთვის პოტენციური საშიშროების მხედველობაში მიღებით) მიმართ. ჰესების წყალსაცავებში აკუმულირებული წყლის რესურსების საკმაო ინერციულობის გამო შედარებით ნაკლები მგრძნობიარობა დაფუძავშირეთ ჰაერის მაქსიმალურ ტემპერატურასა და შედარებით ხანმოკლე უხვ ნალექებს. მგრძნობიარობის ინდიკატორებად ამ ქვესექტორში შეიძლება გამოყენებული იქნას გამომუშავებული ელექტროენერჯიის რაოდენობა, მისი წილი ენერჯიის საერთო მოხმარებაში, გამომუშავების განაწილება დროში და სხვ.

#### **7.1.5. თბური ენერგეტიკა და მრეწველობა**

სსრკ დაშლის შემდეგ საქართველო განიცდიდა მწვავე ენერგეტიკულ კრიზისს, რის გამოც ბოლო 10-12 წლის მანძილზე ენერგეტიკა ეკონომიკის პრიორიტეტულ დარგადაა მიჩნეული. ამჟამად საქართველოში ენერგომოხმარების ნახევარზე მეტი იფარება იმპორტირებული ელექტროენერჯიისა და წიაღისეული საწვავის ხარჯზე. ამის გათვალისწინებით ეკონომიკური საქმიანობის განსახილველ ბლოკში უპირველეს ყოვლისა შეფასდა ენერგორესურსების იმპორტთან და ექსპორტთან, განაწილებასთან და მოხმარებასთან დაკავშირებული საქმიანობის მგრძნობიარობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ.

ჰაერის ექსტრემალური, და განსაკუთრებით მინიმალური ტემპერატურის მიმართ ენერგეტიკის სექტორს მაღალი მგრძნობიარობა

აქვს საყოფაცხოვრებო სექტორში გასათბობად და ჰაერის კონდიციონერებისათვის ენერჯის დიდი დანახარჯების გამო. საქართველოს მთიანი რელიეფის პირობებში ენერჯის ტრანსპორტირების საშუალებებისადმი (ელექტროგადამცემი ხაზები, გაზისა და ნავთობის მილსადენები) მიყენებული ზარალისა და მათი ტექნიკური მომსახურების სიძნელეთა გათვალისწინებით სექტორის მაღალი მგრძობიარობა შეეფარდა აგრეთვე უხვ ნალექებთან (დიდთოვლობა) დაკავშირებულ მოვლენებს, ხოლო მინიმალური – ქარსა და ელჭექთან.

მრეწველობის სექტორში, საქართველოს ეკონომიკის აგრარული დარგების პერსპექტიულობის გათვალისწინებით, მაღალი მგრძობიარობა აქაც შეეფარდეთ ატმოსფერულ ნალექებთან დაკავშირებულ პარამეტრებს. ამ თვალსაზრისით უპირველეს ყოვლისა ყურადღება გამახვილდა გადამამუშავებელ და კვების მრეწველობაზე, რომელიც უშუალოდაა დაკავშირებული სასოფლო-სამეურნეო წარმოებასთან. მრეწველობის სხვა დარგების მოწვევადობა კლიმატური პარამეტრების მიმართ შეფასდა როგორც სუსტი, რადგანაც ეს დარგები ძირითადად ენერგეტიკულ ფაქტორებზეა დამოკიდებული.

მგრძობიარობის/მოწვევადობის ინდიკატორებად განხილულ სექტორებში შეიძლება მიღებულ იქნას მოხმარებული ენერჯის რაოდენობრივი კავშირები ჰაერის ტემპერატურაზე და ატმოსფერულ ნალექებზე დამოკიდებულ მოვლენებთან, გადამამუშავებელი და კვების მრეწველობის მიერ წარმოებული პროდუქციის რაოდენობისა და ხარისხის ფაქტორული კავშირები სეზონის განმავლობაში მოსულ ნალექებთან და მათ შიდასეზონურ განაწილებასთან და სხვ.

### **7.1.6. ტრანსპორტი**

გასული საუკუნის 90 –იანი წლების მეორე ნახევრიდან ტრანსპორტი საქართველოს ეკონომიკის ერთ – ერთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად დარგს წარმოადგენს, რაც განსაკუთრებით შეეხება საავტომობილო ტრანსპორტს. ამ უკანასკნელის საავტომობილო გზებსა და საუღელტეხილო მონაკვეთებზე დამოკიდებულების გათვალისწინებით მაქსიმალური მგრძობიარობა შეეფარდა წყალდიდობას, ღვარცოფსა და თოვლის საფარს, საშუალო მგრძობიარობა – უხვ ნალექებს და სუსტი – ქარს, ღრუბლიანობას, სეტყვასა და ელჭექს (საჰაერო ტრანსპორტი). ჰაერის ტემპერატურული მახასიათებლების მიმართ დარგის მგრძობიარობა უმნიშვნელოდ იქნა ჩათვლილი. ზღვის სანაპირო ზონაში ზღვის დონის აწევის შედეგად სატრანსპორტო მაგისტრალების მიმართ საფრთხის შესაძლო განქნის გათვალისწინებით ტრანსპორტის მგრძობიარობა ამ მოვლენის მიმართ საშუალოდ იქნა შეფასებული. აქ გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ ეს შეფასება ეხება მხოლოდ სანაპირო ზოლში გამავალ მაგისტრალებს, რომელთაგან ზღვის უშუალო მახლობლობაში გამავალი მონაკვეთე-

ბის საერთო სიგრძე შეადგენს დაახლოებით 35 კმ (რკინიგზა) და 45 კმ (სახელმწიფო მნიშვნელობის ავტომაგისტრალები).

#### **7.1.7. კომუნალური მეურნეობა**

ეკონომიკის ეს დარგი ძირითადად ეხება დიდი და საშუალო ქალაქების ინფრასტრუქტურას, სადაც საქართველოს მოსახლეობის 75%-ია თავმოყრილი და იგი საკმაოდ მგრძობიარეა მთელი რიგი კლიმატური პარამეტრების მიმართ. კერძოდ, ყველაზე მგრძობიარედ იგი შეიძლება ჩაითვალოს უხვი ნალექებისა და წყალდიდობების მიმართ, რომელიც იწვევს ქუჩების დატბორვასა და ქალაქის ინფრასტრუქტურის მოშლას, აგრეთვე თოვლის საფარის მიმართ, რაც გამოიხატება დიდთოვლობის დროს ტრანსპორტის ფუნქციონირების გართულებით. საკმაოდ მგრძობიარეა ქალაქის ინფრასტრუქტურა ჰაერის ექსტრემალური ტემპერატურების (გათბობა და კონდიცირება), მდინარეული ჩამონადენის (წყალმომარაგება) მიმართაც, ხოლო ზღვისპირა ქალაქებში – ზღვის დონის აწვევის მიმართ. სათანადო ტექნიკური სამსახურების გამართული მუშაობის პირობებში დარგი ნაკლებად მგრძობიარედ ჩაითვალა ქარისა და ელჭექის მიმართ.

#### **7.1.8. ტურიზმი**

საქართველოს მდიდარი კლიმატური რესურსები განაპირობებს ქვეყანაში ტურიზმისა და რეკრეაციული ინდუსტრიის მაღალ პოტენციალს, რომელიც სათანადო მასშტაბით ამჟამად რეალიზებულია ძირითადად შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ზოგიერთ უბანში, ბორჯომისა და არაგვის ხეობების ცალკეულ ადგილებში. მომავალში ამ დარგის განვითარების დიდი პერსპექტივების გათვალისწინებით მიზანშეწონილია კლიმატური პარამეტრების მიმართ მისი შეფასებაც. დარგის ძლიერი მგრძობიარობა ჩვენ შევფარდეთ ჰაერის ექსტრემალურ ტემპერატურებს (ძლიერი ყინვები და სიცხეები), უხვ ნალექებს და მათთან დაკავშირებულ წყალდიდობებსა და ღვარცოფს (დარგის ობიექტებისთვის მიყენებული ზარალი), აგრეთვე თოვლის საფარს, რომლის არსებობა-არარსებობა და მისი პარამეტრები გადამწყვეტ როლს ასრულებენ სამთო – სათხილამურო კურორტების ფუნქციონირებაში. საშუალო მგრძობიარობა შეეფარდა ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა საშუალო მნიშვნელობებს, აგრეთვე ჰაერის სინოტივესა და ატმოსფერულ წნევას, ქარს, დრუბლიანობას, გვალვას, ჰაერის სინოტივესა და ატმოსფერულ წნევას (ზემოქმედება ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე) ხოლო სუსტი - სექცვასა და ელჭექს. დარგი არამგრძობიარედ ჩავთვალეთ მხოლოდ ნიადაგის ტენიანობის მიმართ, თუმცა გარკვეულწილად იგი მაინც მოქმედებს ტურისტებისა და დამსვენებელთა ადგილობრივი სასოფლო – სამეურნეო პროდუქციით მომარაგებაზე.

### **7.1.9. მშენებლობა**

სამშენებლო ინდუსტრიის მოწყველადობა კლიმატური ელემენტების მიმართ ორი კუთხით უნდა იქნას განხილული. ყველაზე ნაკლებად მგრძობიარედ განიხილება თვით მშენებლობის პროცესი. მშენებარე ობიექტებისთვის წყალდიდობებისგან შესაძლო ზარალის მიყენების გათვალისწინებით ამ კლიმატურ რისკ-გაქტორს საშუალო მგრძობიარობა შეიძლება შეეფარდოს. მაღალი ამწე-კოშკურებისთვის ძლიერი ქარისგან არსებული გარკვეული საშიშროების გამო ეს დარგი სუსტად, მაგრამ მაინც მგრძობიარეა ამ პარამეტრის მიმართ, ისევე როგორც უხვი ნალექების (სამშენებლო მეურნეობის ზარალი) მიმართ.

რაც შეეხება ამ დარგის განხილვას ასაგები ობიექტების (საცხოვრებელი სახლები, საოფისე ნაგებობები, საწარმოო და სხვა დანიშნულების შენობები) დაგეგმარებისა და კონსტრუქციის კუთხით, მისი დამოკიდებულება კლიმატურ პარამეტრებზე საკმაოდ სერიოზულია. დარგი მგრძობიარეა ჰაერის სამივე ტემპერატურული მახასიათებლის, ნალექთა საშუალო რაოდენობის ცვლილების, ჰაერის სინოტივისა და ქარის მიმართ, აგრეთვე თოვლის ზეგავების, წყალდიდობების, ღვარცოფისა და მეწყერის მიმართ.

### **7.1.10. სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა**

შავი ზღვის სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საქართველოს ეკონომიკის ფუნქციონირებაში (ფოთის, ბათუმისა და სოხუმის პორტები, სუფსისა და ყულევის ნავთობტერმინალები, ქობულეთი-ურეკის, ანაკლიისა და აფხაზეთის რეკრეაციული ზონები, სუბტროპიკული კულტურების წარმოება და სხვ.). კოლხეთის დაბლობის პირობებში წყალუხვი მდინარეების ჩამონადენის, კავკასიონისა და მესხეთის ქედის ფერდობების ატმოსფერულ პროცესებზე ზეგავლენის, ზღვის დონის გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებული თანდათანობითი აწევისა და ხმელეთის ტექტონიკური მოძრაობების გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია ეკონომიკის ამ სექტორის კლიმატური პარამეტრების მიმართ მგრძობიარობის შეფასება. სექტორის მაქსიმალური მგრძობიარობა დაეუკავშირეთ ჰაერის მინიმალურ ტემპერატურას (სუბტროპიკული კულტურების დაზიანება), უხვ ნალექებსა და წყალდიდობას (რაც აქტუალურია როგორც კოლხეთის დაბლობისათვის, ასევე სანაპირო ზონის ჩრდილო და სამხრეთი ნაწილების მთიანი რელიეფისთვის წყალმოვარდნის სახით), ხოლო საშუალო – ღვარცოფს (საშიშროება ხეობებში განლაგებული ობიექტებისთვის), აგრეთვე თოვლის საფარს, რომელიც უხვი ნალექების შემთხვევაში ართულებს სატრანსპორტო მიმოსვლას, განსაკუთრებით ზონის მთაგორიან ნაწილში. შავ ზღვასთან უშუალო სიახლოვის გამო განხილული სისტემა ნაკლებ მგრძობიარედ ჩაეთვალოთ ჰაერის საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის, ნა-



ლექთა ცვალებადობისა და სხვა კლიმატური პარამეტრების, მათ შორის ელექტის მიმართ, რომელსაც სანაპირო ზოლში ადგილი აქვს წლის ყველა სეზონში. როგორც ცნობილია, ზღვის სიახლოვე, მისი დიდი თერმული ინერციის გამო, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტემპერატურასთან და ნალექებთან დაკავშირებული პარამეტრების კლიმატური ამპლიტუდის სტაბილობის შენარჩუნებაზე.

განხილულ პარამეტრებთან ერთად ზღვის სანაპირო ზონის, განსაკუთრებით კოლხეთის დაბლობის ინფრასტრუქტურა მეტად მგრძობიარეა გლობალური კლიმატის ცვალებადობასთან დაკავშირებული ისეთი მოვლენის მიმართ, როგორცაა ზღვის დონის აწევა. ეს ფაქტორი განსაკუთრებით გასათვალისწინებელია სანაპირო ზონის მოწყველადობის ჯამურ შეფასებებში.

### **7.1.11. მეთევზეობა**

შავი ზღვის სანაპირო ზოლის სიგრძე საქართველოს ფარგლებში 300 კმ-ს აღემატება, ასე რომ ქვეყანას საკმაოდ პოტენციური გაანჩნია მეთევზეობის განვითარებისთვის და თუ დღეს მეთევზეობის წილი ეკონომიკური საქმიანობის საერთო მოცულობაში უმნიშვნელოა, ეს არ ნიშნავს მომავალში მისი როლის სერიოზული გაზრდის შეუძლებლობას. გარდა საზღვაო მეთევზეობისა, ამ დარგში გასათვალისწინებელია სატბორე მეთევზეობის სექტორიც, რომელიც გაცილებით უფრო მოწვევადია კლიმატური პარამეტრების მიმართ, ვიდრე საზღვაო მეთევზეობა. ამიტომ განსახილველ სვეტში გაკვირვებას არ უნდა იწვევდეს მგრძობიარობის ცალკეული ბალი, რომელიც მიეკუთვნება მხოლოდ სატბორე სექტორს. ამ შენიშვნის გათვალისწინებით დარგი მაქსიმალურად მგრძობიარედ უნდა ჩაითვალოს საშუალო და უხვი ნალექების, წყალდიდობის, ღვარცოფისა და გვაღვის მიმართ, რაც უშუალოდ განაპირობებს სატბორე მეურნეობების წყალმომარაგებასა და უსაფრთხო ფუნქციონირებას. დარგი მინიმალურადაა მგრძობიარე ჰაერის ტემპერატურული მანევრებლების მიმართ, რაც გარკვეულწილად დაკავშირებულია ზღვის ზედაპირის ტემპერატურასთან (საზღვაო მეთევზეობა). სხვა პარამეტრების მიმართ დარგი პრაქტიკულად არაა მგრძობიარე.

### **7.1.12 ჯანდაცვა**

ადამიანის ორგანიზმის მაღალი ადაპტაციის უნარის გათვალისწინებით აღნიშნული დარგი განსაკუთრებით მგრძობიარედ შეიძლება იქნას განხილული კლიმატური ელემენტების ექსტრემალური მნიშვნელობების მიმართ: ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურები ზოგჯერ იწვევენ სიცხურ შოკს (განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში), ხოლო მინიმალური ტემპერატურები – გაცივებასა და მასთან დაკავშირებულ მთელ რიგ დაავადებებს. ძლიერ მგრძობიარეა დარგი ჰაერის სინოტივის მიმართაც, რომლის მაღალი მნი-

შენელობებისკენ გადახრები უარყოფითად მოქმედებს რესპირატორულ სისტემაზე. ასევე ძლიერ მგრძობიარედ ჩაითვალა სექტორი კიდევ ორი ექსტრემალური პარამეტრის – გვალებისა და წყალდიდობის მიმართ, რომლებიც იწვევენ წყალმომარაგების სისტემების ფუნქციონირების შეფერხებასა და მოშლას, ამას კი, როგორც წესი, თან სდევს მოსახლეობაში ინფექციურ დაავადებათა გავრცელება. საშუალო მგრძობიარობა დაეუკავშირეთ ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილებასა და ქარს, რომლებიც გარკვეულწილად მოქმედებენ მოსახლეობის, განსაკუთრებით მისი ხანდაზმული ნაწილის ჯანმრთელობაზე. მინიმალური მგრძობიარობა, ზღვის დონის აწევასთან დაკავშირებით დაჭაობებულ ტერიტორიებზე ინფექციურ დაავადებათა არეალის შესაძლო გაფართოების გათვალისწინებით, შეეფარდა ატმოსფერულ ნალექთა მახვენებლებს, წნეკასა და ღრუბლიანობას, ხოლო ნულოვანი მგრძობიარობა ნიადაგის ტენიანობას, სეტყვასა და ელჭექს, რომლებიც, ჩვენი აზრით, აღნიშნულ პირობებში უშუალოდ უმნიშვნელოდ მოქმედებენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

### **7.1.13. ნარჩენების მართვა**

დარგი მოიცავს სოფლის მეურნეობიდან, მრეწველობიდან და მოსახლეობიდან, განსაკუთრებით მსხვილ ქალაქებში წარმოქმნილი ნარჩენების მართვას. ეს სექტორი განსაკუთრებით მგრძობიარეა ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის (ლაობადი დაშლის დაჩქარება), უხვი ნალექებისა და წყალდიდობის მიმართ, რომელთაც შეუძლია ნარჩენების განთავსების ადგილების წალეკვა და მათი არასასურველი გავრცელება გარემოში. ნაკლებ მგრძობიარეა ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილების, ქარისა და ღვარცოფის მიმართ, რომელთაგან პირველი ორი განაპირობებს ნარჩენების დაშლის პროცესის სიჩქარეს, ქარი – მათ გავრცელებას გარემოში, ხოლო ღვარცოფს, ისევე როგორც წყალდიდობას, შეუძლია მათი განთავსების ადგილის დაზიანება ან განადგურება. თუმცა აღსანიშნავია, რომ ღვარცოფს ადგილი აქვს მხოლოდ მთაგორიანი რელიეფის პირობებში, რაც მსხვილი დასახლებებისთვის მის ზემოქმედებას საკმაოდ იშვიათად აქცევს. დანარჩენი კლიმატური პარამეტრების მიმართ აღნიშნული დარგი უმნიშვნელოდ მგრძობიარედ იქნა ჩათვლილი, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში იმ გამონაკლის შემთხვევებს, როცა ნაგავსაყრელი განთავსებულია უშუალოდ ზღვის სანაპირო ზოლის სიახლოვეში და მისი დონის აწევის შედეგად შეიძლება მოხდეს გარემოს საგრძობი დაჭუჭყიანება.

ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებების საფუძველზე შედგენილ იქნა კლიმატური ელემენტებისა და კლიმატური რისკების მიმართ საქართველოს ეკონომიკის ცალკეული სექტორების მგრძობიარობის სავარაუდო მატრიცა (ცხრ. 7.1.1). მისი შედგენისას გათვალისწინებულია ნაშრომში [28] მოყვანილი ანალოგიური შეფასებების

ცხრილი, რომელიც დამუშავდა ავსტრალიის ერთ-ერთი რეგიონის კონკრეტული პირობებისთვის. ამ ცხრილში მგრძნობიარობის ხარისხობრივი შეფასებისთვის პირობითად მიღებულია 4-ბალიანი სისტემა: 3-ძლიერი მგრძნობიარობა, 2-საშუალო, 1-სუსტი მგრძნობიარობა, 0-მგრძნობიარობის არარსებობა.

ამ ცხრილის განხილვისას მხედველობაში მისაღებია ის გარემოება, რომ იგი ასახავს ეკონომიკის აღნიშნული დარგების საორიენტაციო მოწვევადობის ხარისხს შერჩეულ მეტეოროლოგიურ ელემენტებთან და მათთან დაკავშირებულ კლიმატურ რისკებთან კავშირში. მასში არაა გათვალისწინებული დარგების მახასიათებელი რაოდენობრივი ეკონომიკური პარამეტრები (წილი მშპ-ში, განვითარების ტრენდი და სხვ.), დარგებზე მოქმედი სოციალური პარამეტრები, პოლიტიკური ფაქტორები და მგრძნობიარობის/ მოწვევადობის განმაპირობებელი სხვა ელემენტები.

ცალკეული მეტეოროლოგიური ელემენტის, ან კლიმატთან დაკავშირებული რისკის საქართველოს ეკონომიკაზე ჯამური ზემოქმედების საორიენტაციო შეფასებისათვის ქულები აიჯამა ჰორიზონტალურად, ხოლო ეკონომიკის ცალკეული დარგის კლიმატური პარამეტრების მიმართ მგრძნობიარობის ჯამური შეფასებისთვის აჯამვა მოხდა ვერტიკალურად. ცხრილში მოყვანილი შეფასებები შეიძლება გაანალიზდეს ორი კუთხით: ქვეყნის ეკონომიკის ცალკეულ დარგზე კლიმატური პარამეტრების ჯამური ზემოქმედების განხილვით და ეკონომიკის ცალკეული დარგების კლიმატური პარამეტრების მიმართ ჯამური მგრძნობიარობის გათვალისწინებით.

პირველი მიდგომით, ცხრილში 7.1.1 მოყვანილი თითოეული მეტეოროლოგიური ელემენტისა და კლიმატური რისკის ჯამური ინდექსები, ანუ ეკონომიკის დარგებზე მათი ზემოქმედების მანკენებლები პირობითად შეიძლება დაიყოს 3 ჯგუფად: კლიმატური პარამეტრის მიმართ ეკონომიკის მაღალი მგრძნობიარობა (ქულების ჯამური მნიშვნელობა 36 – 30), საშუალო (29 - 15) და სუსტი მგრძნობიარობა (14 - 0). ამ მიდგომით კლიმატური პარამეტრებისა და მათთან დაკავშირებული მოვლენების კლასიფიკაციის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 7.1.2.

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ საქართველოს ეკონომიკის დარგების შერჩეული ჯგუფი ყველაზე მგრძნობიარედ შეიძლება ჩაითვალოს გვადვის, უხვი ნალექებისა და მათთან დაკავშირებული წყალდიდობების, აგრეთვე ჰაერის მინიმალური ტემპერატურის მიმართ, ხოლო მინიმალური მგრძნობიარობით იგი ხასიათდება ატმოსფერული წნევისა და ელჭექის მიმართ.

მეორე მიდგომით, ცხრილი 7.1.1-ში ეკონომიკის ცალკეული დარგის მგრძნობიარობის შეფასება კლიმატური პარამეტრების ჯამური ზემოქმედების მიმართ პირობითად ასევე შეიძლება დაიყოს 3 კა-

ტეგორიად – მაღალი (მგრძნობიარობის ჯამური ქულა 37 – 26), საშუალო (25 – 16) და სუსტი (15 – 0). ამ შეფასებების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 7.1.3.

**ცხრილი 7.1.2. ეკონომიკის განხილული დარგების ჯგუფის მგრძნობიარობის შეფასება კლიმატური პარამეტრების მიმართ**

ეკონომიკის დარგების განხილულ ჯგუფზე კლიმატური პარამეტრების ზემოქმედების ხარისხი (ჯამური ინდექსების საფუძველზე)	მეტეოროლოგიური ელემენტები და კლიმატური რისკები
მაღალი (36 – 30)	გვალვა წყალდიდობა უხვი ნალექები ნალექთა საშუალო რაოდენობა ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა თოვლის საფარი/ზვავები
საშუალო (29 -15)	ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ღვარცოფი მეწყერი ნიადაგის ტენიანობა ქარი ჰაერის სინოტივე
სუსტი (14 - 0)	სეტყვა ღრუბლიანობა ზღვის დონის ცვლილება ელჭექი ატმოსფერული წნევა

ცხრილებში 7.1.1 და 7.1.2 მოყვანილი შეფასებების თანახმად, საქართველოს ეკონომიკის უმეტესი დარგების მაღალი და საშუალო მგრძნობიარობა შეეფარდება ჰაერის ტემპერატურასთან (გვალვა, მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო ტემპერატურა) და ატმოსფერულ ნალექებთან (უხვი ნალექი, წყალდიდობა, თოვლის საფარი, ნალექთა საშუალო რაოდენობა, ღვარცოფი, მეწყერი) დაკავშირებულ ელემენტებსა და მოვლენებს. ამიტომ ადაპტაციისა და მოწყვლადობის პრობლემების განხილვისას მთავარი ყურადღება უნდა დაეთმოს ჰაერის ტემპერატურასა და ატმოსფერული ნალექების კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებულ ცვალებადობას. ამავე დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნას ეკონომიკის ცალკეული დარგების ადაპტაციის უნარი ზემოთ ხსენებული კლიმატური ელემენტების მოსალოდნელი/შესაძლო ცვალებადობის

მიმართ, ყურადღების განსაკუთრებული გამახვილებით ქვეყნისათვის პრიორიტეტულად მიჩნეულ ეკონომიკის დარგებზე. თავის მხრივ, ცხრ.7.1.3 მოყვანილი შეფასებების თანახმად, საქართველოს ეკონომიკის შერჩეული დარგებიდან კლიმატური პარამეტრების (ჯამურ ინდექსზე დაყრდნობით) მიმართ ყველაზე მგრძობიარედ შეიძლება ჩაითვალოს ტურიზმი, ჯანდაცვა, კომუნალური მეურნეობა და სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა, ხოლო მინიმალური მგრძობიარობით ხასიათდება ნარჩენების მენეჯმენტი და მეფრინველეობა.

**ცხრილი 7.1.3. ეკონომიკის ცალკეული დარგების მგრძობიარობის შეფასება კლიმატური პარამეტრების ჯამური ზემოქმედების მიმართ**

კლიმატური პარამეტრების ჯამური ინდექსი	ეკონომიკის დარგები და ქვედარგები
მაღალი (37 - 26)	ტურიზმი ჯანდაცვა კომუნალური მეურნეობა სანაპირო ზონის ინფრასტრუქტურა მევენახეობა
საშუალო (25 -16)	მემარცვლეობა წყლის რესურსების მართვა ჰიდროენერგეტიკა თბური ენერგეტიკა და მრეწველობა მეცხოველეობა ტრანსპორტი მეციტრუსეობა მეჩაიეობა მეთევზეობა
დაბალი (15 - 0)	მშენებლობა მეტყვეობა ნარჩენების მართვა მეფრინველეობა

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილ განხილვაში არ შევიდა ეკონომიკის ისეთი დარგები, რომლებიც არ არის (ან თითქმის არ არის) დამოკიდებული კლიმატურ რისკებზე (მანქანათმშენებლობა, მეტალურგია. სამთო-მომპოვებელი მრეწველობა, ქიმიური მრეწველობა, სამშენებლო მასალების წარმოება და სხვ.).

**7.2. ბუნებრივი ეკოსისტემები**

მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და კლიმატური რისკების მიმართ საქართველოს ეკონომიკის ცალკეული დარგების მგრძობიარობის შეფასებასთან ერთად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია იგივე 4-ბალიანი სისტემით საორიენტაციოდ შევაფასოთ კლიმატური რისკე-

ბის მიმართ საქართველოს ძირითადი ბუნებრივი ეკოსისტემების მგრძობიარობა. მოცემულ შეფასებებში არ არის გათვალისწინებული განხილული სისტემების შესაძლო განვითარების სცენარები.

ბუნებრივი ეკოსისტემების მგრძობიარობის შეფასების მატრიცა მოცემულია ცხრილში 7.2.1. ამ ცხრილში ბუნებრივი ეკოსისტემების ჩამონათვალი აღებულია IPCC მიღებული კლასიფიკაციის გათვალისწინებით, ხოლო მეტეოროლოგიური მოვლენები და მათთან დაკავშირებული კლიმატური რისკები შეესაბამება ცხრილში 7.1.1 განხილულ მოვლენებს.

**ცხრილი 7.2.1. კლიმატური რისკების მიმართ ბუნებრივი ეკოსისტემების მგრძობიარობის მატრიცა**

№	ბუნებრივი ეკოსისტემა	ტყეები	საძოვრები და სათიბები	ნახევრადუდაბნოები	მთის ეკოსისტემები	ზღვის სანაპირო ზონა	წყლის რესურსები	კლიმატური რისკის ჯამური ინდექსი
1	გვალვა	2	3	3	2	0	3	13
2	უხვი ნალექები	0	2	1	1	3	3	10
3	წყალდიდობა	1	1	1	1	3	3	10
4	თოვლის ზვავები	1	0	0	2	0	0	3
5	ღვარცოფი	1	0	0	2	0	1	4
6	მეწყერი	2	1	0	2	1	2	8
7	წაყინვა	0	0	0	0	3	0	3
6	სეტყვა	0	0	0	0	0	0	0
9	ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ცვლილება დროის ხანგრძლივ პერიოდში (ათწლეული, საუკუნე)	3	3	2	3	3	3	17
10	ზღვის დონის ცვლილება	0	0	0	0	3	0	3
	ეკოსისტემის ჯამური მგრძობიარობა	10	10	7	13	16	15	

მოყვანილი ცხრილის მიხედვით, ცალკეული რისკ-ფაქტორისა და ცალკეული ეკოსისტემისათვის ჩატარებული ჯამური შეფასებების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ მიღებული დაშვებების ფარგლებში განხილული კლიმატური რისკების მიმართ ყველაზე მაღალი მგრძობიარობით გამოირჩევა ზღვის სანაპირო ზონა და წყლის რესურსები, ხოლო ბუნებრივი ეკოსისტემების უმეტესობა ჯამში მაქსიმალურ მგრძობიარობას იჩენს ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ხანგრძლივპერიოდის ცვლილების მიმართ, რაც შეესაბამება კიდევ კლიმატის გლობალური ცვლილების პრობლემის შინაარსს. ამის შემდეგ მეორე ადგილზეა გვაღვა, რომლის გამანადგურებელ ზემოქმედებას განიცდის თითქმის ყველა ბუნებრივი ეკოსისტემა ზღვის სანაპირო ზონის გარდა. მინიმალურ მგრძობიარობას ბუნებრივი ეკოსისტემები იჩენენ სეტყვის და აგრეთვე თოვლის ზვაების, წაყინვისა და ზღვის დონის ცვლილების მიმართ. ეს აიხსნება სეტყვის, როგორც ლოკალური მოვლენის, ეკოსისტემებზე ზემოქმედების მცირე მასშტაბით, ხოლო დანარჩენ სამ მოვლენასთან მიმართებაში მოქმედებს განხილული ეკოსისტემების ბუნებრივი ადაპტაციის მექანიზმი.

წინამდებარე თავში ჩატარებული ხარისხობრივი შეფასებები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც სასტარტო პოზიცია გაღრმავებული კვლევების განსახორციელებლად საქართველოში ანთროპოგენულ და ბუნებრივ სისტემებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების რაოდენობრივი შეფასების საწარმოებლად. ამგვარი გამოკვლევების წარმატება განპირობებულია რიგი ფაქტორებით, რომელთაგან უმნიშვნელოვანესად მიგვაჩნია:

- ქვეყნის რეგიონებში გავლილი საუკუნის მანძილზე ჩატარებული მეტეოროლოგიური დაკვირვებების რიგების აღდგენა, შევსება და საიმედოობის ერთ დონეზე მიყვანა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე მიმდინარე კლიმატის ცვლილების ადექვატური სურათის მისაღებად;
- ჰიდრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების ოპტიმიზებული სქემით გაგრძელება, რაც უზრუნველყოფს მიმდინარე საუკუნეში კლიმატის ცვლილების თავისებურებათა დადგენას საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში;
- კლიმატური რისკების (გვაღვა, წყალდიდობა, მეწყერი, ღვარცოფი, თოვლის ზვაები და სხვ.) მასშტაბისა და მათ მიერ გამოწვეული ზარალის შესახებ მონაცემთა სრულფასოვანი ბაზის არსებობა;
- თანამეზაურული ინფორმაციის გამოყენების შესაძლებლობათა გაფართოება კავკასიონის მყინვართა ევოლუციის შესაფასებლად და ამ პროცესების საქართველოში წყლის რესურსებზე მოქმედების დასადგენად;

- კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების საიმედო პროგნოზირება თანამედროვე რიცხვითი მოდელების გამოყენებით, მათი გარჩევისუნარიანობის (რეზოლუციის) ზრდის უზრუნველ-ყოფით;
- ეკონომიკის სხვადასხვა დარგებში წარმოების ეფექტურობის შესახებ, აგრეთვე ბუნებრივი ეკოსისტემების მდგომარეობის ამსახველ სტატისტიკურ მონაცემთა არსებობა და ხელმისაწვდომობა, რის გარეშეც შეუძლებელია მათზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების რაოდენობრივი შეფასება.

ამ პირობების შესრულება მოითხოვს სახელმწიფოს მხრიდან ყურადღების გამახვილებას მის მიერ წარმოებულ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკაზე, ამ პოლიტიკის პრიორიტეტულობის აღიარებას, რასაც უკვე ადგილი აქვს განვითარებულ ქვეყნებში და ბევრ განვითარებად ქვეყანაში. საქართველო, რომელიც 1994 წელს მიუერთდა გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციას, ვაღდებულია გააძლიეროს მუშაობა ამ მიმართულებით, რომელიც მიმდინარეობს ჩვენში ბოლო 15 წლის მანძილზე.



## 8. კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის თავისებურებანი საქართველოში

### 8.1 კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა საქართველოში

ტერმინი “კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა” გულისხმობს იმ პროგრამებისა და ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომელიც ეროვნულ თუ საერთაშორისო დონეზე ტარდება კლიმატის ცვლილების შედეგებთან ადაპტირებისა და სათბურის გაზების ემისიის შემცირების მიზნით. ამ პოლიტიკის პრინციპებს საფუძველი ჩაეყარა 1992 წელს გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის (UNFCCC) მიღებასთან ერთად, ხოლო განსაკუთრებული აქტუალობა მან შეიძინა 1997 წელს კიოტოს ოქმის (პროტოკოლის) გაფორმების შემდეგ.

კონვენციის წევრი თითოეული ქვეყანა, რომელთა რიცხვი ამჟამად 190-ს აღწევს, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკას აყალიბებს თავისი ინტერესებისა და შესაძლებლობების შესაბამისად. ეს აისახება ქვეყნის მიერ მომზადებულ ეროვნულ შეტყობინებებში, რომლებიც პერიოდულად წარედგინება კონვენციის მმართველ ორგანოს – მხარეთა კონფერენციას. აღნიშნულ დოკუმენტში, სათბურის გაზების (სგ) ინვენტარიზაციასთან ერთად, ქვეყანა ვალდებულია აღწეროს კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ თავისი ტერიტორიის, ან მასზე პრიორიტეტული წესით შერჩეული რეგიონების მოწყვლადობა და მათი ადაპტირების შესაძლებლობები, აგრეთვე სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად გამოიზნული ღონისძიებები და მათი პრაქტიკული დანერგვის შედეგები.

საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის დარგში გადაღებულ პირველ ნაბიჯს წარმოადგენდა 1995 წლის დეკემბერში კლიმატის ცვლილების ეროვნული პროგრამის დამტკიცება, რომლის შესრულების პირველი შედეგების გათვალისწინებით 1997-1999 წწ. პერიოდში გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP) და გლობალური გარემოს დაცვის ფონდის (GEF) ხელშეწყობით ქვეყანამ მოამზადა თავისი პირველი ეროვნული შეტყობინება [13].

ამ დოკუმენტის წარდგენის შემდეგ UNDP/GEF დახმარებით 1999-2003 წლებში საქართველოში კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებით შესრულდა კიდევ 4 პროექტი, რომელთა განხორციელებაში აქტიურად მონაწილეობდნენ საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, ენერჯეტიკის სამინისტრო, სხვადასხვა კვლევითი ინსტიტუტები და სხვა ორგანიზაციები. ამასთან ერთად, მომდევნო წლებში UNDP/GEF ხელშეწყობით შესრულდა საკმაოდ მასშტაბური 3 პროექტი განახლებადი ენერჯეტიკული რესურსების ათვისებაზე ადგილობრივი ენერჯომომარაგების მიზნით, აგრეთვე ევროკომისიის დახმარებით განხორციელებული პროექტი ქვეყანაში სუფთა განვითარების მექანიზმის (CDM) განვი-

თარების ხელშესაწყობად (2004-2006). ენერგოეფექტურობის დარგში რამდენიმე პროექტი შესრულდა ენერგოეფექტურობის ცენტრში, აგრეთვე მთელი რიგი არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ.

2009 წლისთვის კლიმატის ცვლილების კონვენციის მოთხოვნათა შესაბამისად საქართველოში ჩატარებული სამუშაოები შეჯამებულია ქვეყნის მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში [12], რომელშიაც სათბურის გაზების ინვენტარიზაციასთან ერთად დეტალურადაა განხილული საქართველოს 3 შერჩეული რეგიონის (შავი ზღვის სანაპირო ზონა, ქვმო სვანეთი და დედოფლისწყაროს რაიონი) მოწყველადობა კლიმატის უკვე დაფიქსირებული და 2100 წლამდე პროგნოზირებული ცვლილების მიმართ, დაგეგმილი საადაპტაციო ღონისძიებები და სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად შემოთავაზებული ქმედებები.

აღნიშნული პროექტის ფარგლებში ცალკე გამოცემულ იქნა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციის შედეგები, სახელმძღვანელო დოკუმენტი გადაწყვეტილების მიმღებ პირთათვის კონვენციის ძირითადი პრინციპების შესახებ, მეთოდური სახელმძღვანელო საადაპტაციო პროექტების მოსამზადებლად [8], მეორე ეროვნული შეტყობინების შესრულების პროცესში მიღებული შედეგები ორი ბიულეტენის სახით, დედოფლისწყაროს რაიონზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასების დეტალური ანგარიში [7] და სხვა მასალები.

ხემოთ ჩამოთვლილი შრომების სია მოწმობს იმას, რომ ბოლო 12 წლის მანძილზე საქართველოში მუშაობა წარმოებდა როგორც კონვენციის მიმართ ძირითადი ვალდებულებების შესრულების ფარგლებში (ეროვნულ შეტყობინებათა მომზადება, სათბურის გაზების ინვენტარიზაციის ჩატარება, კონვენციის მე-6 მუხლის – საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლება), ასევე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის სხვა ძირითადი მიმართულებებით: ენერგოეფექტურობა, განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება, სუფთა განვითარების მექანიზმის დანერგვა, საადაპტაციო პოლიტიკის განხორციელება. გარდა ამისა, მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მომზადდა 14 საპროექტო წინადადება, რომელთაგან 10 გამიზნულია საქართველოს სამივე შერჩეულ რეგიონში და დარიალის ხეობაში კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო ღონისძიებათა ჩასატარებლად, ხოლო 4 – ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ასათვისებლად სხვადასხვა რაიონებში (რუსთავი, გორი, ფოთი და ბათუმი). 2009 წლისთვის ამ 14 საპროექტო წინადადებიდან 2 უკვე ოპერაციულ სტადიაში იმყოფებოდა.

ამრიგად, საქართველოში წარმოებული კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა, რომელსაც ხელმძღვანელობს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო, ხორციელდება სხვადასხვა პროფილით ჩატარებული პროექტების სახით, რომელთაგან ნაწილი

უკვე შესრულებულია, ან დანერგილია პრაქტიკაში, ხოლო უმეტესობა სათანადო ინვესტიციების მოძიების სტადიაში იმყოფება.

მიუხედავად ამ ცალკეული მიღწევებისა, საქართველოში აღნიშნული მიმართულებით ჩატარებული მუშაობის ანალიზი მოწმობს, რომ ჩვენში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა ჯერ კიდევ შეიცავს ბევრ ხარვეზს, რომლებიც წინააღმდეგობას უქმნიან ქვეყანაში კონვენციის მექანიზმების სრულფასოვან დანერგვას და მათ ეფექტურ გამოყენებას ეკონომიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად. თანახმად [12]-ისა, ამ ბარიერებიდან ძირითადია:

- ❖ საქართველოს სამთავრობო პოლიტიკაში კლიმატის ცვლილება ჯერჯერობით არ წარმოადგენს პრიორიტეტულ მიმართულებას, რის გამოც არ ხდება კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული საკითხების ჩართვა ქვეყნისა და ეკონომიკის ცალკეული სექტორების განვითარების გეგმებში;
- ❖ კლიმატის ცვლილების დარგში მკაფიოდ ჩამოყალიბებული ერთიანი სამთავრობო პოლიტიკის უქონლობა, რომელიც გააერთიანებდა ამ მიმართულებით ქვეყნის სხვადასხვა ცენტრებში წარმოებულ საქმიანობას და უზრუნველყოფდა სამუშაოთა კოორდინაციას.
- ❖ კლიმატის ცვლილების საკითხებთან მიმართებაში სუსტია საკანონმდებლო ბაზა, რაც აძნელებს ამ პრობლემასთან დაკავშირებული ამოცანების სახელმწიფო დონეზე გადაჭრას;
- ❖ ქვეყანაში არსებული სტატისტიკური ბაზა არ აკმაყოფილებს კლიმატის ცვლილების ცალკეული პროექტების შესასრულებლად საჭირო მოთხოვნებს, რაც იწვევს მთელი რიგი საპროექტო წინადადებებისთვის დოკუმენტების შედგენის შეუძლებლობას;
- ❖ ქვეყანა განიცდის კლიმატის ცვლილების პრობლემაზე მომუშავე კვალიფიციური სპეციალისტების ნაკლებობას, რაც ხელს უშლის პოტენციური საპროექტო წინადადებების სათანადო დონეზე მომზადებას;
- ❖ მიუხედავად ბოლო 12 წლის მანძილზე ზემოთ ჩამოთვლილი პროექტების ფარგლებში კლიმატის ცვლილების პრობლემის პოპულარიზაციის მიმართულებით ჩატარებული სამუშაოებისა, ქვეყანაში ამ სფეროში მოსახლეობის შემეცნების დონე ჯერ კიდევ დაბალია, რაც აძნელებს როგორც გადაწყვეტილების მიმღებთა მხრიდან სათანადო ღონისძიებათა მხარდაჭერას, ასევე საზოგადოების ფართო წრეების მონაწილეობას ამ ღონისძიებათა დანერგვაში.

## 8.2 კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის შეფასებები

ეს და სხვა, შედარებით ნაკლებად მნიშვნელოვანი წინააღმდეგობები, მიუხედავად საერთაშორისო ორგანიზაციების ქმედითი დახმარებისა, აფერხებენ საქართველოში კლიმატის ცვლილების

სრულფასოვანი პოლიტიკის გატარებას, რომელიც განვითარებულ ქვეყნებში უკვე 10 წელზე მეტია რაც სამთავრობო ორგანოების / უწყებების ინტენსიური ყურადღების ქვეშ იმყოფება. თითოეულ ქვეყანაში, ან მასში შემავალ მსხვილ ადმინისტრაციულ ერთეულში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკას საფუძვლად უდევს გარკვეული პრინციპები. ნაშრომში [29] შემოთავაზებული მიდგომის თანახმად ეს პრინციპები შეიძლება ეყრდნობოდეს შემდეგ მოსაზრებებს:

1. განახლებადი ენერჯებისა და ენერგოეფექტურობის პროგრამების დანერგვისადმი ნაკლებ ინტერესს იჩენენ ქვეყნები

❖ რომელთა ეკონომიკა ძლიერ არის დამოკიდებული ნახშირბადის ინტენსიურ მოხმარებაზე, ან

❖ რომლებიც დიდი რაოდენობით აწარმოებენ წიაღისეულ საწვავს.

2. ენერგოეფექტურობისა და განახლებადი ენერჯების პროგრამების დანერგვას უფრო ხალისიანად ეკიდებიან ქვეყნები, რომლებიც :

❖ ფლობენ ქარისა და მზის ენერჯის მაღალ პოტენციალს,

❖ ხასიათდებიან ერთ სულ მოსახლეზე მაღალი შემოსავლით და / ან ინოვაციურად მოაზროვნე საზოგადოების არსებობით,

❖ გამოირჩევიან ჰაერის დატუჭყიანების მაღალი დონით.

3. ქვეყანა უფრო მონდომებით ეკიდება გარკვეული სახის ენერგეტიკული პოლიტიკის დანერგვას, თუ მსგავს გეოგრაფიულ პირობებში მყოფ მის მეზობელ ქვეყნებში ამ სახის პოლიტიკა უკვე წარმატებითაა დანერგილი.

ადაპტაციის პოლიტიკასთან მიმართებაში ამ მოსაზრებებთან ერთად, ჩვენი აზრით, განსახილველია მეოთხე პოსტულატიც:

4. ქვეყანა მით უფრო ენერჯიულად ახორციელებს კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო პოლიტიკას შერჩეული პრიორიტრტული მიმართულებებით, რაც უფრო მეტ ზარალს განიცდის იგი ამ სფეროებში.

თითოეული ამ მოსაზრების მართებულობის დასადგენად შეიძლება გამოყენებული იქნას რიგი გაზომვადი ინდიკატორებისა, რომლებიც საშუალებას იძლევიან რაოდენობრივად შეფასდეს ქვეყნის/რეგიონის შესაძლებლობათა ზღვარი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარებაში, შეირჩეს ამ პოლიტიკის ოპტიმალური მიმართულებები და შედარებული იქნას სხვადასხვა ქვეყნებში ამ პოლიტიკის გატარების ეფექტურობა.

კერძოდ, [29]-ის თანახმად, პირველ მოსაზრებას შეესაბამება ისეთი მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს წიაღისეული საწვავის როლს ეროვნულ ეკონომიკაში. ამ ინდიკატორის რაოდენობრივი შეფასება ეყრდნობა ყოველ ქვეყანაში არსებულ სტატისტიკურ მონაცემებს მოპოვებული და მოხმარებული წიაღისეული საწვავის რაოდენობის შესახებ. შესაბამისი დარგებიდან მიღებული შემოსავალი შეიძლება

შედარდეს ქვეყნის მთლიან შიდა პროდუქტს (მშპ) და გაანგარიშდეს ერთ სულ მოსახლეზე მიღებულ შემოსავალზე. ამრიგად, მიიღება წიაღისეულ საწვავთან დაკავშირებული ინდექსი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას ქვეყნის ეკონომიკის და კერძოდ, ენერგეტიკული პოლიტიკის რაოდენობრივი დახასიათებისათვის. ანალოგიური ინდექსი შეიძლება მიღებულ იქნას განახლებადი ენერჯის როლის შესაფასებლად.

მეორე მოსაზრებასთან დაკავშირებულია რამდენიმე ინდიკატორი, რომელთაგან განიხილება:

- ❖ ქვეყნის ტერიტორიაზე არსებული განახლებადი ენერჯის ცალკეული სახეების (ქარის, მზის, წყლის, ბიომასის, გეოთერმული) სრული თეორიული და ტექნიკურად ათვისებადი პოტენციალი. ეს კრიტერიუმი ძირითადად დამოკიდებულია ქვეყნის ფიზიკურ – გეოგრაფიულ პირობებზე და მათ შესწავლილობაზე.
- ❖ განახლებადი წყაროებიდან რეალურად მიღებული და მოხმარებული ენერჯის რაოდენობის შეფარდება ტექნიკურად ათვისებადი ენერჯის პოტენციურ რაოდენობასთან. ეს ინდექსი ახასიათებს ქვეყანაში არსებული ინოვაციური ტექნოლოგიების დონეს. რამდენადაც ახლოა ათვისებული რესურსი პოტენციურთან, მით მაღალია ქვეყნის რეიტინგი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის თვალსაზრისით. ამასთან ერთად განიხილება ინდექსი, რომელიც წარმოადგენს განახლებადი წყაროებიდან მიღებული და მოხმარებული ენერჯის რაოდენობის შეფარდებას ქვეყანაში მოხმარებული ენერჯის საერთო რაოდენობასთან.
- ❖ აღნიშნული ინდექსები, გაანგარიშებული ქვეყნის ერთ სულ მოსახლეზე, შეიძლება შედარდეს ერთ სულ მოსახლეზე მშპ რაოდენობას, რათა შემოწმდეს ამ მაჩვენებლებს შორის კავშირის არსებობა.
- ❖ ატმოსფერულ ჰაერში დამაჭუჭყიანებელი კომპონენტების გაზომვადი კონცენტრაციები ახასიათებს მისი სისუფთავის ხარისხს. ამ სიდიდეების შედარება ქვეყანაში დანერგილი, განახლებადი ენერჯიების ათვისებაზე დამყარებული პროექტების რაოდენობასთან შეიძლება გამოყენებული იქნას მეორე პოსტულატის ბოლო პუნქტის მართებულობის დასადგენად.
- ❖ სხვადასხვა ქვეყნებში დროის ერთსა და იმავე მონაკვეთში აღნიშნული პროექტების რაოდენობის შედარება გარკვეული მიხლოებით შეიძლება გამოდგეს კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის წარმატებული განხორციელების დასახასიათებლად.
- ❖ საადაპტაციო პოლიტიკაში კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ზარალის შესაფასებლად შესაძლებელია მრავალი ინდიკატორის გამოყენება [20], მათ შორის: წყალდიდობით ინფრასტრუქტურ-

რისთვის მიყენებული ზარალი, დაკარგული მოსავლის რაოდენობა და ღირებულება, გვალვის შედეგად დაკარგული მოსავალი, გაუდაბნოებული ფართობები, ეკომიგრანტთა რაოდენობა, ქარიშხლებისა და სხვა გამაფრებული სტიქიური მოვლენების შედეგად დაღუპულ ადამიანთა რაოდენობა და სხვ. ამ ტიპის მოვლენების გამანადგურებელი შედეგების შესარბილებლად განხორციელებული საადაპტაციო პოლიტიკის ეფექტურობა შეიძლება შეფასდეს შესრულებული პროექტების რაოდენობით, მათი მასშტაბურობით (ღირებულებით), დანერგილ ღონისძიებათა შედეგად ზარალის შემცირებით, ერთ სულ მოსახლეზე შემოსავლის ცვლილებით და სხვ. [8].

ამრიგად, ზემოთ განხილული მოსაზრებანი შეიძლება შემოწმდეს რაოდენობრივი ინდიკატორების გამოყენებით და ჩატარებული ანალიზის შედეგები გამოყენებული იქნას ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების სტრატეგიის შესამუშავებლად.

კერძოდ, ჩამოთვლილი ინდიკატორები ნაშრომში [29] დეტერმინანტული მოდელის დახმარებით გამოყენებული იქნა აშშ 48 შტატში ქარისა და მზის ენერჯის ათვისებასთან მიმართებაში 1990 წლიდან წარმოებული კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტურობის შესაფასებლად. გამოკვლევის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ სათბურის გაზების ემისიების შესამცირებლად გამოიზრუნა ღონისძიებებს უფრო ეფექტურად ატარებენ ის შტატები, რომელთა მოსახლეობა გამოირჩევა ინოვაციური (პროგრესული) აზროვნებით, რომლებიც ხასიათდება ერთ სულ მოსახლეზე ჰაერის გაჭუჭყიანების მაღალი დონით, განახლებადი ენერჯიების მაღალი პოტენციალით და ნახშირორქანის გამაფრქვეველი საწარმოების ნაკლები რაოდენობით. მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა აგრეთვე, რომ ცალკეულ შტატში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარების ეფექტურობა ძირითადად განპირობებულია შტატის მახასიათებლებით და პოლიტიკური მოსაზრებებით და არა მეზობელ შტატებში წარმოებული პოლიტიკის შედეგადად. ქარისა და მზის ენერჯის მაღალი პოტენციალის მქონე შტატები ისწრაფვიან შესაბამისი მიმართულების განახლებადი პროექტების განხორციელებისკენ. თუმცა, აღმოჩნდა, რომ ეს მოსაზრება ნაკლებად მართლდება ქარის მაღალი პოტენციალის შტატებში, რომლებიც უმეტესწილად ნაკლებადაა დასახლებული და, სათანადოდ, აქ ნაკლები მოთხოვნაა ენერჯიაზე.

ამასთან ერთად, წიაღისეული საწვავის წარმოება არ აღმოჩნდა კორელაციურად დაკავშირებული ენერგოეფექტურობის პროგრამებთან, რაც მოწმობს იმას, რომ თითოეული შტატი ცდილობს დაიცვას ადგილობრივი წარმოება და ამრიგად, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარება მნიშვნელოვნადაა განპირობებული პოლიტიკური მოსაზრებებით.

საბოლოო ჯამში, მიღებულ იქნა დასკვნა, რომ განახლებადი ენერჯიების პროგრამების გატარების მთავარ მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს მოსახლეობის შემეცნების დონე, რომელიც შტატის ბუნებრივი შესაძლებლობების გათვალისწინებით განსაზღვრავს მთავრობისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს ამა თუ იმ მიმართულების განახლებადი პროექტების განსახორციელებლად.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნულ ნაშრომში არ არის განხილული განახლებადი ენერჯიების ისეთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი, როგორცაა ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, და აგრეთვე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა სხვა დარგებში (მეტყველება, ტრანსპორტი, სოფლის მეურნეობა, სამრეწველო პროცესები), მიღებული შედეგები გარკვეული მიახლოებით შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ძირითადი პრინციპებისა და მიმართულებების დასაზუსტებლად.

### **8.3 ძირითადი პრინციპები საქართველოში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გასატარებლად**

ბოლო 15 წლის მანძილზე საქართველოს ეკონომიკაში მომხდარი ძირეული ეკონომიკური ძვრების გათვალისწინებით ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა ამჟამად ითვალისწინებს შემდეგ ძირითად პრინციპებს:

- ❖ მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში ჩატარებული შეფასებების თანახმად, კლიმატის მიმდინარე ცვლილების მიმართ ყველაზე მოწვევად რეგონებს წარმოადგენს შავი ზღვის სანაპირო ზონა, დედოფლისწყაროს რაიონი და კავკასიონის სამხრეთი ფერდობებისა და აჭარის მთიანი რეგიონები. საადაპტაციო პროექტების უმეტესობა უნდა ჩატარდეს ამ ტერიტორიებზე და უნდა ითვალისწინებდეს ეკონომიკისა და ბუნებრივი ეკოსისტემების მაქსიმალურ დაცვას კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედებისაგან:
- ❖ საადაპტაციო პროექტების განხორციელებისას მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მიმდინარე საუკუნის დასასრულამდე პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების ტრენდები.
- ❖ საადაპტაციო პროექტების ძირითად მიზანს უნდა წარმოადგენდეს მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესება და ქვეყნის ეკონომიკის პრიორიტეტული სექტორების (ენერჯეტიკის, ტურიზმის, სოფლის მეურნეობის, ტრანსპორტის) განვითარების ხელშეწყობა.
- ❖ სათბურის გაზების ემისიების შემცირების მიმართულებით ძირითადი ყურადღება მახვილდება ენერჯეტიკაში განახლებადი წყაროების გამოყენებაზე. საქართველოს მდიდარი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენებით, რომელიც სადღეისოდ

ქვეყანაში გამომუშავებული ელექტროენერჯის 70%-ს უზრუნველყოფს, ქვეყნის ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის მიღწევა შესაძლებელია როგორც ახალი მცირე და საშუალო ჰესების აგებით, ასევე არსებული სადგურების მოდერნიზაციის გზით, აგრეთვე ქარისა და მზის ენერჯის ფართომასშტაბური გამოყენების საშუალებით. წიაღისეული საწვავის შედარებით მცირე მარაგების გათვალისწინებით განახლებადი ენერჯების ფართომასშტაბური გამოყენება არ გამოიწვევს საქართველოს ეკონომიკის რესტრუქტურისაციის აუცილებლობას, ხოლო მომავალი 20-30 წლის მანძილზე ქვეყნის ენერგოგენერაცია შესაძლებელია გავიდეს სათბურის გაზების ნულოვანი ემისიის დონეზე [12], რაც შესაბამისად შეამცირებს გარემოს დატუჭყიანების ხარისხს. ენერჯის განახლებადი წყაროებიდან საკმაო პოტენციალი გააჩნია მესაქონლეობის ნარჩენებიდან ბიოგაზის წარმოებას, აგრეთვე ლოკალური მასშტაბით (თბილისი, წყალტუბო, ზუგდიდი) გეოთერმული ენერჯის გამოყენებას. ჰიდროენერგეტიკის გარდა, ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების სხვა ზემოთ ჩამოთვლილი მიმართულებები ჯერჯერობით საწყის სტადიაში იმყოფება.

- ❖ ენერგოეფექტიანობის ზრდის მიმართულებით ბოლო წლებში ჩატარებული სამუშაოების მიუხედავად მნიშვნელოვანი ამოცანებია გადასატარელი უპირველეს ყოვლისა საყოფაცხოვრებო სექტორში, რაც ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასთან ერთად დაკავშირებულია მოსახლეობის შემეცნების დონის ამაღლების პრობლემასთან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ენერგოეფექტიანობის ზრდა სამრეწველო და ენერგეტიკის სექტორებში.
- ❖ სამრეწველო სექტორის ამჟამინდელი შეზღუდულობის პირობებში ტრანსპორტი წარმოადგენს სათბურის გაზების ემისიების ერთ-ერთ მთავარ წყაროს, ხოლო მსხვილი ქალაქების პირობებში, სადაც თავმოყრილია მოსახლეობის დიდი ნაწილი – მანე მინარევებით ჰაერის მთავარ დამატუჭყიანებელს. ამდენად, შრომაში [29] აღნიშნული გარემოების თანახმად, ეს ფაქტი უნდა წარმოადგენდეს ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის აქტიური გატარების საფუძველს. თუმცა მეორადი მოხმარების ავტომანქანების შემოტანის, არსებული ავტოპარკის სიძველის, იმპორტირებული საწვავის დაბალი ხარისხის, გაზების უვარგისობისა და სხვა მიზეზთა გამო, ამ პრობლემის დაძლევა სამომავლო და მეტად აქტუალურ ამოცანად რჩება. ფაქტობრივად, ამ შემთხვევაში ჰაერის დატუჭყიანებით განპირობებული პოლიტიკის ეფექტური გატარების მოტივაციის საწინააღმდეგოდ მოქმედებს წიაღისეული საწვავის ინტენსიურ მოხმარებასთან დაკავშირებული ფაქტორები, რაც სხვა ეკონომიკურ, სოციალურ



თუ შემცნებით პრობლემებთან ერთად აფერხებს სათანადო დონისძიებების გატარებას.

- ❖ სათბურის გაზების ემისიების შემცირებაში მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა შეუძლია სამრეწველო პროცესების ტექნოლოგიურ დახვეწას. კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეს მიმართულება მოქმედი მსხვილი სამრეწველო ობიექტების სიმცირის გამო (რუსთავის ს.ს. “აზოტი”, რუსთავისა და კასპის ცემენტის ქარხნები, მადნეულის სამთო – გამამდიდრებელი კომბინატი, გარდაბნის თბოელექტროსადგური) ჯერ-ჯერობით მხოლოდ რამდენიმე საპროექტო წინადადებითაა წარმოდგენილი, თუმცა მომავალში, ინდუსტრიული წარმოების მასშტაბების ზრდის შემთხვევაში, ამ სექტორს შეეძლება მნიშვნელოვანი როლის შესრულება კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის გატარებაში.
- ❖ სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის სექტორების ამჟამინდელი შედარებით მცირე წარმადობის პირობებში ნარჩენების სექტორი ძირითადად წარმოდგენილია რამდენიმე მსხვილი ქალაქის (თბილისი, ქუთაისი, რუსთავი, ფოთი, ბათუმი) საყოფაცხოვრებო ნაგავსაყრელით, რომელთა შეზღუდული მასშტაბები საერთაშორისო ექსპერტთა დასკვნით, სათბურის გაზების (მეთანი) შეგროვებისა და შემდგომი გამოყენების პროექტების ეკონომიკურად მომგებიანი განხორციელების შესაძლებლობას არ იძლევა. მიუხედავად ამისა, კლიმატის ცვლილების სამომავლო პოლიტიკაში ეს სექტორი ისეთივე ყურადღებას უნდა იმსახურებდეს, როგორც სამრეწველო პროცესების სექტორი.
- ❖ იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველოს ტერიტორიის თითქმის 40 % დაფარულია ტყეებით, ატმოსფეროდან სათბურის გაზების (ნახშირორჟანგის) შთანთქმის დარგში ქვეყანას დიდი პოტენციალი გააჩნია. ამიტომ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას, განახლებადი ენერჯების ათვისებასა და ენერგოეფექტურობის ზრდასთან ერთად, წარმოადგენს გატყიანებისა (afforestation) და ტყეების აღდგენის (reforestation) პროექტები. ამ კუთხით სამუშაოთა გაძლიერება მით უფრო აქტუალური გახდა 2008 წლის აგვისტოს მოვლენების შემდეგ, რასაც ბორჯომის ხეობაში 800 ჰა ფართობზე რეკრეაციული მნიშვნელობის ძვირფასი ტყის მასივები შეეწირა.
- ❖ ნაშრომში [29] მოყვანილი არგუმენტების თანახმად, კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტიანი გატარების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს წინაპირობას წარმოადგენს კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული საზოგადოებრივი ცნობიერების მაღალი დონე, რაც ხელს უწყობს სათანადო პროექტების მაღალ დონეზე განხორციელებას და მათი შედეგების ფართო დანერგვას / გავრცელებას. ამ ფაქტორის

გათვალისწინებით აღნიშნული მიმართულებით წარმოებული სამუშაოები, რომლებიც კლიმატის ცვლილების კონვენციის მე-6 მუხლის მოთხოვნების შესაბამისად ტარდება, აგრეთვე პრიორიტეტულად უნდა ჩაითვალოს. კლიმატის ცვლილების პრობლემის გარშემო საქართველოში მოსახლეობის შემეცნების დონე ჯერ კიდევ მეტად დაბალია. ამ ჩამორჩენის დასაძლევად საჭიროა სათანადო სისტემატური კურსების შემოღება განათლების სისტემის ყველა დონეზე, საშუალო სკოლის დაბალი კლასებიდან უნივერსიტეტების ჩათვლით, ასევე მიზნობრივი საინფორმაციო სამუშაოების ჩატარება მას-მედიის ფართო სპექტრის გამოყენებით მოსახლეობის ყველა ფენის ინფორმირებულობის უზრუნველსაყოფად. აღსანიშნავია აგრეთვე სამეცნიერო გამოკვლევების დიდი როლი კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ეფექტური გატარების საქმეში როგორც მოწვევადობისა და ადაპტაციის, ასევე სგ ემისიების შემცირების მიმართულებით.

- ❖ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ყველა მიმართულების აქტიური განხორციელების ერთ-ერთ ყველაზე ქმედით ინსტრუმენტს წარმოადგენს სუფთა განვითარების მექანიზმი (სგმ), რომელსაც საფუძვლად უდევს მჭიდრო თანამშრომლობა განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს შორის [12]. მიუხედავად იმისა, რომ 2009 წლისთვის საქართველოში ჩატარდა შესაბამისი პროექტი და მომზადდა 17 საპროექტო წინადადება სუფთა განვითარების მექანიზმის ასამოქმედებლად, საბაზრო ინფრასტრუქტურის სისუსტის, მასშტაბების სიმცირისა და დაბალი ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო მათი განხორციელება ჯერ არ დაწყებულა. სგმ ეფექტური ამოქმედებისთვის საჭიროა ქვეყანაში კვალიფიციური კადრების მომზადება და საბაზისო სცენარების ასაგებად აუცილებელი სტატისტიკურ მონაცემთა ბაზის სრულყოფა, შესაბამისი საკანონმდებლო საფუძვლების გაძლიერება.
- ❖ კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის დასაბუთებული გატარებისთვის ქვეყანაში აუცილებელია სათბურის გაზების ემისიის წყაროთა და შთანთქმის ობიექტების დეტალური ინვენტარიზაცია, რომელიც გარკვეული პერიოდულობით უნდა ტარდებოდეს. ყოველწლიურად უნდა ხდებოდეს საწყისი მონაცემების შევსება და გადამოწმება, მათი ხარისხის უზრუნველყოფისა და ხარისხის კონტროლის (QA/QC) სამუშაოები. ეს მოითხოვს ეროვნული ინვენტარიზაციის მუდმივი ჯგუფის არსებობას და კვალიფიციური ექსპერტების სისტემატურ მომზადებას, მონაცემთა სტატისტიკური ბაზის სრულყოფას და მათი შეგროვების საკანონმდებლო საფუძვლების გაძლიერებას, დამუშავებულ მონაცემთა არქივის შექმნას.

კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ზემოთ განხილულ ელემენტებს შორის ურთიერთკავშირის სქემა მოყვანილია დანართ V-ში. ამ ნახაზზე კლიმატის ცვლილების პოლიტიკა დაყოფილია 4 ძირითად ბლოკად, რომელთაგან მე-3 ბლოკში შემავალი ყველა ელემენტი პოტენციურად გაერთიანებულია სუფთა განვითარების მექანიზმის ჩარჩოში, რაც მოწმობს საერთაშორისო თანამშრომლობის ამ ფორმის დიდ შესაძლებლობებს კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებული ამოცანების დაძლევის საქმეში. ოთხივე ბლოკში წარმოებული სამუშაოები ერთიანდება ეროვნული შეტყობინების მომზადების ჩარჩოში, რადგანაც ეს დოკუმენტი ვაღდებულია ასახოს კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ფარგლებში გარკვეულ პერიოდში შესრულებული ყველა სამუშაოს შინაარსი.

ზემოთ განხილულ პრინციპებზე დამყარებულ, და სამთავრობო დონეზე კოორდინირებულ კლიმატის ცვლილების ეროვნულ პოლიტიკას შეუძლია მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა ქვეყნის ეკონომიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფაში და ამჟამად მიმდინარე ბევრ საერთაშორისო პროგრამასთან საქართველოს თანამშრომლობის გაძლიერებაში.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბერიტაშვილი ბ. ცენტრალური კავკასიონის მყინვართა ევოლუცია მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარში. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება. 2007 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2008, გვ. 136-155.
2. გვარამაძე შ.ო. საქართველოს სსრ ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული დაყოფა. საქ. სსრ უმაღლესი საბჭოს გამომცემლობა, თბილისი, 1966.
3. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2007.
4. ელიზბარაშვილი მ. საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურული ველი. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტი. თბილისი, 1999.
5. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვანხაძე ჯ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერატურული ველის ცვლილებების ემპირიული მოდელი. საქ. მეცნ. აკად. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტი, თბილისი, 1999.
6. ინაშვილი მ. საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სცენარები კლიმატის ცვლილებისადმი მოწყვლადობისა და ადაპტაციის შეფასებისათვის. საქ. მეორე ეროვნული შეტყობინება. კლიმ. ცვლილ. პროექტებში 2006 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2007, გვ. 5-46.
7. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე. საქ. მეორე ეროვნული შეტყობინების მომამზად. ჯგუფი. თბილისი, 2008.
8. კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო პოლიტიკის საფუძვლები. საქ. მეორე ეროვნული შეტყობინების მომამზად. ჯგუფი. თბილისი, 2006.
9. კორძახია მ. საქართველოს ჰავა. საქ. მეცნ. აკად. გამომცემლობა, თბილისი, 1961.
10. კუტალაძე ნ. კლიმატის ცვლილების მოსალოდნელი სცენარები საქართველოში. საქ. მეორე ეროვნული შეტყობინება. კლიმ. ცვლილ. პროექტებში 2006 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2007, გვ. 71-83.
11. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს სტატისტიკის დეპარტამენტი. ეროვნული ანგარიში. თბილისი, 2007.
12. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009.
13. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე (რედ. ბ. ბერიტაშვილი და პ. ჯანელიძე). კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი. თბილისი, 1999.

14. უკლება ნ.დ. საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1977.
15. ქალდანი ლ. მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენა საქართველოს ტერიტორიის ზვავსაშიშროებაზე. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2002, ტ. 105, გვ. 146-158.
16. შეანგირაძე მ. მეტრეველი გ. საქართველოს სანაპირო ზოლის მოწყვლადობის შეფასება. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება, 2007 წელს მიღებული შედეგები. თბილისი, 2008, გვ. 55-89.
17. ცომაია ვ.შ. კავკასიონის გამყინვარების დინამიკა კლიმატის ცვლილების ფონზე და ყინულის საფარისაგან მისი განთავისუფლების პროგნოზი. ჰიდრომეტ. ინსტიტუტის შრომები, 2010, ტ. 116, გვ. 51-55.
18. ჯანელიძე პ. მყინვარების როლის შეფასება საქართველოში მდინარეული ჩამონადენის ფორმირებაში. კლიმატის ცვლილების ეროვნული სააგენტო, თბილისი, 2000.
19. ჯანელიძე პ. საქართველოს ზოგიერთი მყინვარის მიმოხილვა. კლიმატის ცვლილების ეროვნული სააგენტო, თბილისი, 2002.
20. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Development Strategies, Policies and Measures. UNDP, 2005.
21. Arend A.A. et al. Rapid wastage of Alaska glaciers and their contribution to rising sea level. Science, 2002, vol. 297, pp.382-386.
22. Bell G.D., Janoviak J.E. Atmospheric circulation associated with the Midwest floods of 1993. BAMS, 1995, vol.76, pp.681-695.
23. Climate Change 1995. WG I: Observed climate variability and change. IPCC, 1996.
24. Climate Change 1995. WG II: Impacts, adaptations and mitigation of climate change. IPCC, 1996.
25. Climate Change 2007. The physical science basis. IPCC, 2007
26. Climate Change 2007. Impacts, adaptations and vulnerability. IPCC, 2007.
27. Francou B., et al. Tropical climate change recorded by a glacier in the central Andes during the last decade of the twentieth century. Chacaltaya, Bolivia, 16°S. Journ. Geophys. Res., 2003, vol.108 (D5), 4154.
28. Jones R., Boer R. Assessing current climate risks. In: Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. UNDP, 2005, pp.91-117.
29. Matisoff D.C. The adoption of climate change policies and renewable portfolio standards: regional diffusion or internal determinants? Review of Policy Research (RPR), 2008, vol.25, No.6, pp. 527-546.

30. McCabe G.J., Fountain A.G., Dyurgerov M. Variability in winter mass balance of Northern Hemisphere glaciers and relations with atmospheric circulation. *Arct. Antr. Alp. Res.*, 2000, vol.32, pp.64-72.
31. Modelling Climate Change (1860-2050). Hadley Centre, UK Met. Office, 1995.
32. Reichert B.K., Bengtsson L., Oerlemans J. Mid latitude forcing mechanisms for glacier mass balance investigated using general circulation models. *Journ. Clim.*, 2001, vol.14, pp. 3767-3784.
33. Schonher W., Auer I. and Bohm R. Climate variability and glacier reaction in the Austrian eastern Alps. *Ann Glaciol.*, 2000, vol.31, pp.31-38.
34. Shahgedanova M., Stokes C.R., Gurney S.D. Interactions between mass balance, atmospheric circulation, and recent climate change on the Djankuat Glacier, Caucasus Mountains, Russia. *Journ. Geophys. Res.*, 2005, vol.110, D04108.
35. Shahgedanova M., et al. Long-term change, interannual, and intra-seasonal variability in climate and glacier mass balance in the central Greater Caucasus, Russia. *Ann. Glaciol.*, 2007, vol.46, pp.1-7.
36. Stokes C.R., et al. Late – 20<sup>th</sup> century changes in glacier extent in the Caucasus Mountains, Russia/Georgia. *Jorn. Glaciol.*, 2006, vol.52, No. 176, pp. 99-109.
37. Stokes C.R., et al. Recent glacier retreat in the Caucasus Mountains, Russia and associated increase in supraglacial debris cover and supra-/ proglacial lake development. *Ann. Glaciol.*, 2007, vol.46, No. 176, pp.195-203.
38. Washington R., et al. Northern Hemisphere teleconnection indices and the mass balance of Svalbard glaciers. *Int. Journ. Climatol.*, 2000, vol.20, pp. 473-487.
39. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2004. WMO- No.983, 2005.
40. Бериташвили Б.Ш., Чоговадзе И.В. О влиянии глобального потепления на циркуляционные процессы над Кавказским регионом. *Изв. РАН., сер. географическая*, 2007. №2, с.101-103.
41. Беручашвили Н.Л. Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты. Изд. ТГУ, Тбилиси, 1995.
42. Водные ресурсы Закавказья (под ред. Г.Г.Сванидзе и В.Ш.Цомая). Гидрометеиздат, Ленинград, 1988.
43. Гигинеишвили В.М., Напетваридзе Е.А., Папинашвили К.И. Атмосферные процессы как фактор колебания ледников Большого Кавказа. *Тр. ТбилНИГМИ*, 1961, вып.8, с.3-9.
44. Климат Тбилиси (под ред. Г.Г.Сванидзе и Л.К.Папинашвили). Гидрометеиздат, СПб, 1992.

45. Курорты и курортные ресурсы Грузинской ССР. ГУКГ СССР, Москва, 1989.
46. Лурье П.М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. Гидрометеоиздат, СПб, 2002.
47. Наставление по службе прогнозов, раздел 2. Служба метеорологических прогнозов, часть 4. Гидрометеоиздат, Москва, 1986, с.27.
48. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1987.
49. Справочник по климату СССР, вып.14, часть 2. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1967.
50. Справочник по климату СССР, вып.14, часть 3. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1968.
51. Справочник по климату СССР, вып.14, часть 4. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1970.
52. Справочник по климату СССР, вып.14. Метеорологические данные за отдельные годы. Часть 1, температура воздуха. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1971.
53. Хромова Т.Е., Чернова Л.Р. Реакция гляциологических систем Кавказа и Альп на климатические изменения. Материалы гляциологических исследований, 1996, вып.83, с.140-145.

# დანართები



**დანართი I**

*საკვანძო და მახასიათებელ სადგურებს შორის საშუალო წლიური ტემპერატურის (1951-1965) სხვაობათა ნიშნადობის დონის შეფასება*

საკვანძო სადგური	მახასიათებელი სადგური	საშუალო წლიური ტემპერატ. სხვაობა, $\Delta T^{\circ}C$	ნიშნადობის დონე
თბილისი	ხაშური	3.2	0.999
	ცხინვალი	3.2	0.999
	გორი	1.8	0.999
	დუშეთი	3.3	0.999
	ბოლნისი	0.6	0.950
	გარდაბანი	-0.2	არანიშნადი
	საგარეჯო	1.9	0.999
	თელავი	1.0	0.999
	გურჯაანი	0.4	0.87
	ყვარელი	0.3	0.64
	ლაგოდეხი	0.1	არანიშნადი
დ/წყარო	2.6	0.999	
შირაქი	2.5	0.999	
ქუთაისი	სოხუმი	0.2	არანიშნადი
	ფოთი	0.2	არანიშნადი
	ქობულეთი	1.2	0.999
	კეპზანი	1.4	0.999
	ზუგდიდი	0.9	0.997
	მარტვილი	0.9	0.997
	სამტრედია	0.3	0.640
	ანასუელი	1.0	0.999
	ცაგერი	3.2	0.999
	ტყიბული	2.2	0.999
	საქარა	0.6	0.950
სახხერე	2.9	0.999	
ახალქალაქი	ადიგენი	-3.1	0.999
	ახალციხე	-4.0	0.999
	ასპინძა	-4.3	0.999
	კარწახი	0.8	0.98
	ეფრემოვკა	3.1	0.999
	ფარავანი	2.4	0.999
	წალკა	-0.9	0.995
	დმანისი	-3.1	0.999

## დანართი II

საკვანძო სადგურებზე კლიმატურ პერიოდებს შორის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სეზონური და წლიური მნიშვნელობების ცვლილების (ცხრ. 2.2.3.3) ნიშნადობის დონეები P

სადგური	პერიოდები	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წლიური
თბილისი	III-II	0.60	0.78	0.84	არანიშნ.	0.82
	III-I	0.999	0.998	0.999	0.64	0.999
ქუთაისი	III-II	არანიშნ.	0.72	არანიშნ.	0.00	0.0
	III-I	არანიშნ.	არანიშნ.	0.60	არანიშნ.	0.0
ახალქალაქი	III-II	არანიშნ.	0.68	0.95	არანიშნ.	0.0
	III-I	0.68	0.98	0.95	0.68	0.74

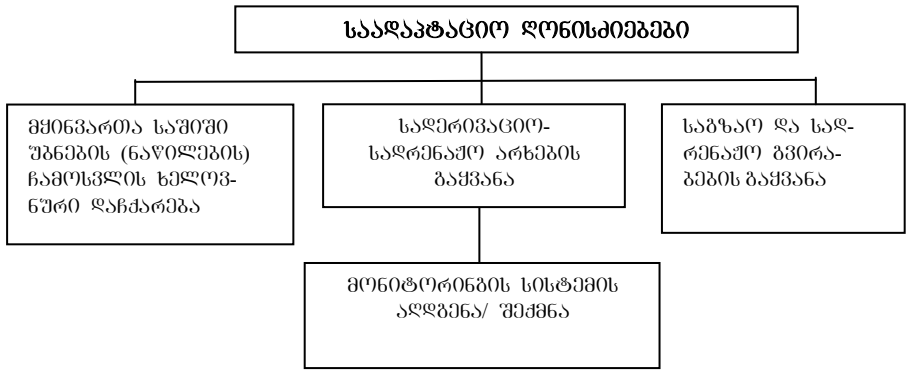
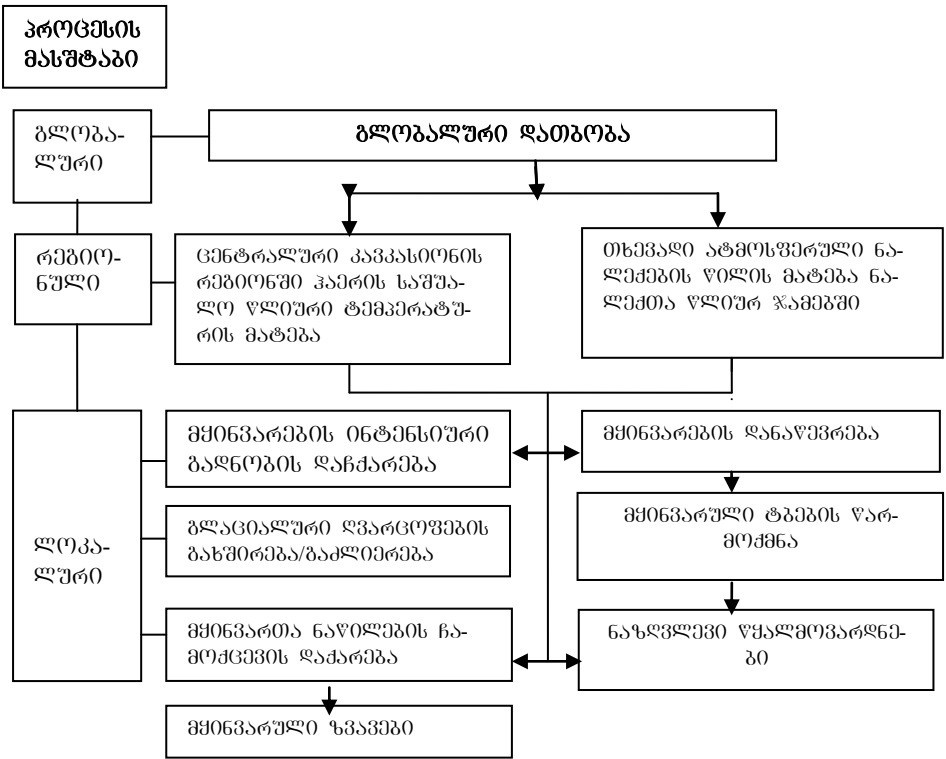
### შენიშვნები:

- ნიშნადობის დონის 0.90-ზე დაბალი მნიშვნელობები მიღებულია სტიუდენტის t-კრიტერიუმის გამოსათვლელ ცხრილურ მონაცემთა ექსტრაპოლაციით.
- ტემპერატურის ცვლილების ნულოვან მნიშვნელობას შეესაბამება ნიშნადობის ნულოვანი დონე (P=0).

t – კრიტერიუმის მნიშვნელობას  $t < 1$  შეესაბამება არანიშნადობის აღნიშვნა (P<0.60).

### დანართი III

მყინვარების დეგრადაციასთან დაკავშირებული საშიში მოვლენების წარმოქმნისა და მათთან ადაპტირების ღონისძიებათა სქემა



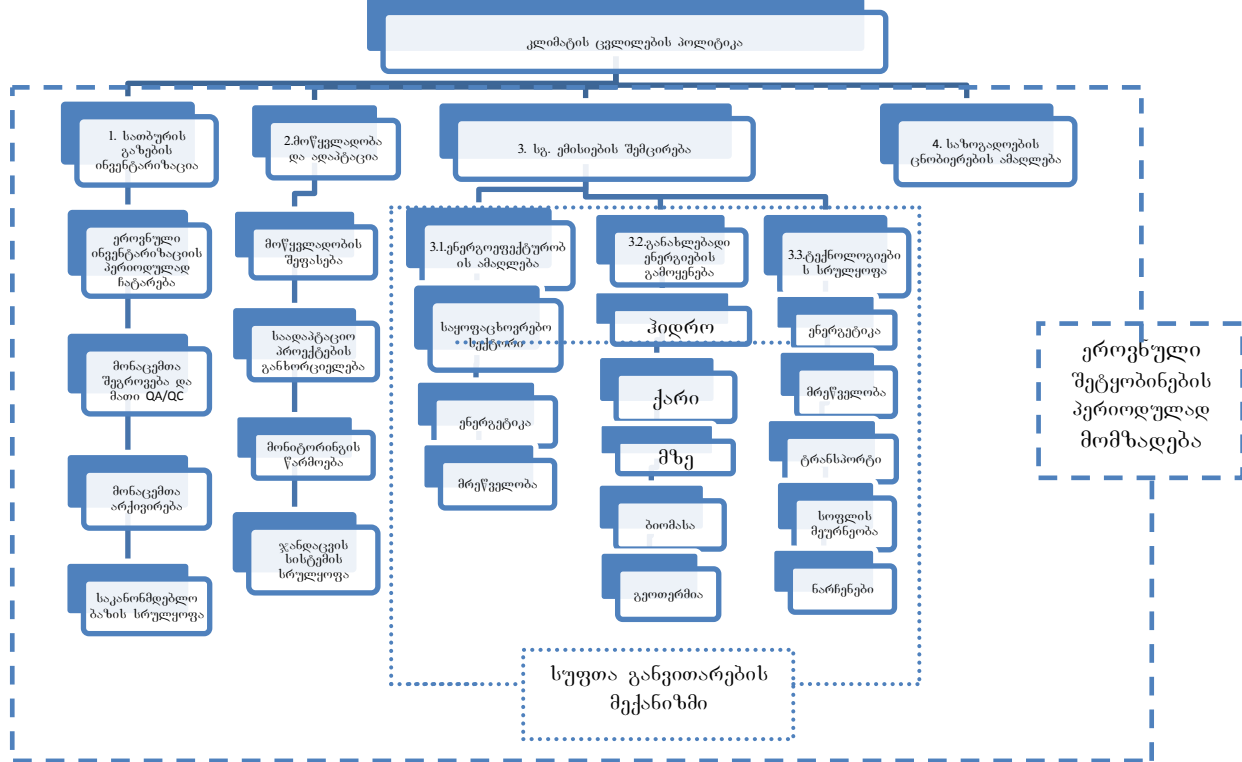
## დანართი IV

*საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში მომზადებული საადაპტაციო საპროექტო წინადადებები*

№	საპროექტო წინადადების დასახელება	საორიენტაციო ღირებულება (აშშ დოლარი)
1	კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული რისკების მენეჯმენტი მდ. რიონის დელტაში	1 მლნ 100 ათასი
2	საადაპტაციო ღონისძიებები რიონის დელტაში	100-130 მლნ.
3	ნაპირდაცვითი ღონისძიებები ბათუმი-ადლიას სანაპირო ზონაში	65-88 მლნ.
4	ქარსაცავი ზოლების რეაბილიტაცია დედოფლისწყაროს რაიონში	24.1 მლნ
5	ენერგეტიკული ტყის გაშენება 40 ჰა ფართობზე დედოფლისწყაროს რაიონში	296.2 ათასი
6	საძოვრების რწყვა დალის წყალსაცავიდან	124.2 ათასი
7	ზილიჩა-1 სატუმბი სადგურის რეაბილიტაცია	35.8 ათასი
8	900 ჰა ტარიბანას სავარგულების მორწყვა თვითღინებით	44.2 ათასი
9	თხილის ნარგავების გაშენება ლენტეხის რაიონში	281.7 ათასი
10	კატასტროფული მყინვარული მოვლენების შერბილება დარიალის ხეობაში	შესაფასებელია საინჟინრო გამოკვლევების საფუძველზე

**დანართი V**

**კლიმატის ცვლილების პოლიტიკის ელემენტები და მათ შორის კავშირები**





**ბაკურ ბერიტაშვილი** – გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი. 1990-იან წლებში ჩაება კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებულ საქმიანობაში. მისი მონაწილეობით შესრულდა ესრულდა საქართველოს პირველი და მეორე ეროვნული შეტყობინებები გაეროს კლიმატის ცვლილების წარჩო კონვენციისთვის.

**Bakuri Beritashvili** --- Dr. Sci. in Geography. In 1990-es he joined the climate change activities, participating in the preparation of Georgia’s Initial and Second National Communications to the UNFCCC.

**Бакури Шалвович Бериташвили**--- д-р географических наук. В 1990-х годах включился в работы по проблеме изменения климата, принял участие в подготовке Первого и Второго национальных сообщений Грузии по РККИК.

**ნაილი კაპანაძე** — გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი. ბოლო 10 წლის მანძილზე მონაწილეობს კლიმატის ცვლილების პრობლემასთან დაკავშირებულ პროექტებში.



**Naili Kapanadze** --- Academic Dr. Sci. in Geography. For the last 10 years she is taking part in a number of projects related with the problem of climate change.

**Наили Ивановна Капанадзе** --- академический д-р географических наук. В течение последних 10 лет участвует в проектах, связанных с проблемой изменения климата.



**ირაკლი ჩოგოვაძე** — გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი. მისი სამეცნიერო ინტერესები მოიცავს კავკასიის რეგიონში აეროსინოპტიკური პროცესების განვითარებისა და პროგნოზირების საკითხებს, კლიმატის ცვლილების გავლენას ამ პროცესების დინამიკაზე.

**Irakli Chogovadze** --Academic Dr. Sci. in Geography. His research interests focus on the development and forecasting of synoptic- scale processes in the Caucasus, the impact of climate change on the dynamics of these processes.

**Ираклий Васильевич Чоговадзе** --- академический д-р географических наук. Его научные интересы включают вопросы развития и прогнозирования аэросиноптических процессов в Кавказском регионе, влияния изменения климата на динамику этих процессов.