

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომები

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS
OF THE INSTITUTE HYDROMETEOROLOGY
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

НАУЧНЫЕ РЕФЕРИРУЕМЫЕ ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРО-
ЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 138

<https://doi.org/10.36073/1512-0902-2026-138>



საქართველოს ჰავა - 10. ქვემო ქართლი
Climate of Georgia - 10. Kvemo Kartli
Климат Грузии - 10. Квемо Картли

თბილისი – TBILISI - ТБИЛИСИ
2026

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო
რეფერირებადი შრომები
ტომი №138

საქართველოს ჰავა
10. ქვემო ქართლი

**SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL №138**

**Climate of Georgia
10. Kvemo Kartli**

**НАУЧНЫЕ РЕФЕРИРУЕМЫЕ ТРУДЫ ИНСТИТУТА
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕ-
СКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ №138**

**Климат Грузии
10. Квемо Картли**

**თბილისი – TBILISI - ТБИЛИСИ
2026**

ე. ელიზბარაშვილის, გ. მელაძის, მ.ფიფიას და მ. მელაძის,
რედაქციით

Edited by
E.Elizbarashvili, G.Meladze, M.Pipia and M. Meladze

Под редакцией
Э.Элизбарашвили, Г.Меладзе, М.Пипия и М. Меладзе

ტექნიკური რედაქტორები
ნ.არუთინიანი, ც.დიასამიძე
Technical Editors
N.Arutiniani, Ts.Diasamidze
Технические редакторы
Н.Арутюнян, Ц. Диасамидзе

ISSN 1512-0902	საქართველოს ჰავა ქვემო ქართლი
----------------	----------------------------------

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

0112 თბილისი-12,

დავით აღმაშენებლის გამზირი 150ა

Institute of Hydrometeorology.

150^a David Agmashenebeli ave.,

Tbilisi, 0112, Georgia,

Институт гидрометеорологии

0112,Тбилиси-12, пр.Д. Агмашенебели 150^а .

საიდენტიფიკაციო #

Identification #

Идентификационный №

E-mail: ecohydmnet@gtu.ge

Tel: (+995 32) 2 95 10 47;

(+995 32) 2 95 20 28

211349192

©	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY	2026
---	--	------

გამოცემა 1953 წლიდან

Published since 1953

დამფუძნებლები:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია

FOUNDERS:

Georgian Technical University

Institute of Hydrometeorology

Georgian National Academy of Sciences

Georgian Academy of Agricultural Sciences

სარედაქციო კოლეგია

ნ.ბუაჩიძე (მთ. რედაქტორი)

მთ. რედაქტორის მოადგილეები

ე.ელიზბარაშვილი

მ.მელაძე

ს.გორგიჯანიძე

ლ.ინწვირველი

მ.ტატიშვილი

მდივნები

ნ.კაპანაძე

ნ.არუთინიანი

წევრები

გ.ალექსიძე

გ.ჯაფარიძე

აბდ-ალლა გად (საუდის არაბეთი)

ც.ბასილაშვილი

ნ.ბეგლარაშვილი

ვ.ტრაპაიძე

გ.გუნია

ხ.ეგამბერდევ (უზბეკეთი)

ბ.ხოლმატჯანოვი (უზბეკეთი)

ნ.ძებისაშვილი

EDITORIAL BOARD

N.Buachidze (Editor-in-Chief)

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

E.Elizbarashvili

M.Meladze

S.Gorgijanidze

L.Intskirveli

M.Tatishvili

SECRETARIES

N.Kapanadze

N.Arutiniani

MEMBERS

G.Aleksidze

G.Japaridze

Abd-Alla Gad (Saudi Arabia)

Ts.Basilashvili

N.Beglarashvili

V.Trapaidze

G.Gunia

Kh.Egamberdiev (Uzbekistan)

B.Kholmatjanov (Uzbekistan)

N.Dzebisashvili

კ.ლაშაური (კანადა)
შუნლინ ლიან (აშშ)
რ.მაჰმუდოვი (აზერბაიჯანი)
გ.მელაძე
მ.მელაძე
ი.მეგრელიძე
ა.პარანინა (რუსეთი)
ი.სამხარაძე
ა.სურმავა
მ.ტაბატაძე
მ.ფიფია
სადჰან კუმარ გოშ (ინდოეთი)
ლ.შავლიაშვილი
ლ.შენგელია

სარედაქციო საბჭო

მ.ფიფია
ე.ელიზბარაშვილი
მ. მელაძე
ს.გორგიჯანიძე
ლ.ინჭკირველი
მ.ტატიშვილი

K.Lashauri (Canada)
Shunlin Liang (USA)
R.Mahmudov (Azerbaijan)
G.Meladze
M.Meladze
I.Megrelidze
A.Paranina (Russia)
I.Samkharadze
A.Surmava
M.Tabatadze
M.Pipia
Sadhan Kumar Ghosh (India)
L.Shavliashvili
L.Shengelia

EDITORIAL COUNCIL

M.Pipia
E. Elizbarashvili
M.Meladze
S. Gorgijanidze
L.Intskirveli
M.Tatishvili

ელექტრონული
ვერსია
Electronic version

[https://ecohydmet.ge/transaction.](https://ecohydmet.ge/transaction)
<http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/82330>

უაკ.551. 58

გამოკვლეულია ქვემო ქართლის რეგიონის კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები: რელიეფი, რადიაციული ფაქტორები, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები; კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი: ჰაერის ტემპერატურა, ჰაერის სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები, თოვლის საფარი, ქარი. შეფასებულია რეგიონის კლიმატური რესურსების პოტენციალი: საკურორტო რესურსები, ჰელიოენერგეტიკული რესურსები, ქარის ენერგეტიკული რესურსები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა აგროკლიმატურ რესურსებს და პროგნოზებს. განხილულია ამინდის საშიში მოვლენები: ძლიერი ქარები, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ნალექები, წყინვები, სეტყვა.

UDC.551. 58

The main factors shaping the climate of Kvemo Kartli were studied: topography, atmospheric radiation factors, circulation processes; regularities of the territorial distribution of the main climatic elements: air temperature and humidity, atmospheric precipitation, snow cover, wind; potential of climatic resources: resort, helio and wind energy resources; considerable attention is paid to agroclimatic resources and forecasts; considered dangerous weather phenomena: strong winds, blizzards, fogs, intense and heavy rainfall, frosts, city.

УДК.551. 58

Исследованы основные факторы формирования климата Квемо Картли: рельеф, радиационные факторы атмосферы, циркуляционные процессы; закономерности территориального распределения основных климатических элементов: температура и влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров, ветер; потенциал климатических ресурсов: курортные, гелио и ветроэнергетические ресурсы; значительное внимание уделено агроклиматическим ресурсам и прогнозам; рассмотрены опасные явления погоды: сильные ветры, метели, туманы, интенсивные и обильные осадки, заморозки, град.

პროექტის ხელმძღვანელი ე.ელიზბარაშვილი

ტექნიკური უზრუნველყოფა ც.დიასამიძე

შინაარსი

	შესავალი (ე.ელიზბარაშვილი)	9
1	თავი I კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები	11
1.1	ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	11
1.2	კლიმატის რადიაციული ფაქტორები (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	14
1.3	ატმოსფერული ჰაერის წნევა (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი)	20
1.4	ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები (ე.ელიზბარაშვილი)	23
2	თავი II კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი	27
2.1	ჰაერის ტემპერატურა (ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე, ვ.გორგიშელი)	27
2.2	ჰაერის სინოტივე (ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე)	36
2.3	ატმოსფერული ნალექები (ე.ელიზბარაშვილი, შ.ელიზბარაშვილი)	42
2.4	თოვლის საფარი (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი)	49
2.5	ქარი (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი)	52
3	თავი III კლიმატური რესურსების პოტენციალი	57
3.1	საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები (ე.ელიზბარაშვილი)	57
3.2	ზოგიერთი მნიშვნელოვანი კურორტის და საკურორტო ადგილის დახასიათება (ე.ელიზბარაშვილი, ნ.შავიშვილი)	60
3.3	ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები (ლ.ქართველიშვილი, ლ.მეგრელიძე)	63

	3.4	ჰელიოენერგეტიკული რესურსები (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	68
	3.5	ქარის ენერგეტიკული რესურსები (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	71
4	თავი IV აგროკლიმატური რესურსები		76
	4.1	აგროკულტურების სითბოთი და ტენით უზრუნველყოფა (მ.მელაძე, გ.მელაძე)	76
	4.2	აგროკლიმატური ზონები (გ.მელაძე, მ.მელაძე)	83
	4.3	აგროკულტურებისათვის ამინდის არახელსაყრელი მოვლენები (მ.მელაძე, გ.მელაძე)	87
	4.4	აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები (გ.მელაძე, მ.მელაძე)	95
5	თავი V ამინდის საშიში მოვლენები		98
	5.1	ძლიერი ქარები (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე, ნ.სულხანიშვილი)	98
	5.2	ქარბუქი (მ.ფიფია, ი.მეგრელიძე)	100
	5.3	ნისლი (ე.ელიზბარაშვილი, რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	104
	5.4	წაყინვები (ნ.კაპანაძე)	107
	5.5	ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ატმოსფერული ნალექები (შ.ელიზბარაშვილი)	113
	5.6	სეტყვა (მ.ფიფია)	117
გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა			125

შესავალი

კრებულში განხილულია ქვემო ქართლის რეგიონის კლიმატი, კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსები, აგრეთვე რეგიონისთვის დამახასიათებელი ამინდის საშიში მოვლენები.

კვლევაში გამოყენებულია ქვემო ქართლის რეგიონში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები დაწყებული დღიდან მათი დაარსებისა დამთავრებული იმ დრომდე, როდემდეც ფუნქციონირებდა სადგური, აგრეთვე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის მონაცემთა ბაზები და ავტორების საკუთარი კვლევები. დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავებაში გამოიყენებოდა კლიმატოლოგიაში აპრობირებულ მონაცემთა ინტერპოლაციის და ექსტრაპოლაციის მეთოდები.

ნაშრომი შესრულებულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო სამუშაოთა თემატური გეგმის შესაბამისად პროფესორ ე.ელიზბარაშვილის ხელმძღვანელობით. პასუხისმგებელი შემსრულებლებია გეოგრაფიის მეცნ. დოქტორი რ.სამუკაშვილი, სოფლის მეურნეობის მეცნ. დოქტორი, პროფესორი გ.მელაძე, სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკად. დოქტორი, პროფესორი მ.მელაძე. მსგავსი რეგიონალური კვლევები ქვეყნდება სერიით “საქართველოს ჰავა”. უკვე გამოქვეყნებულია ამ სერიის 9 ტომი:

1. აჭარა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 110, 2003.
2. აფხაზეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.112, 2006.
3. სამეგრელო-ზემო სვანეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.113, 2010
4. გურია. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 118, 2011.
5. შიდა ქართლი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 122, 2016.
6. იმერეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 126, 2019.

7. კახეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 128, 2020.

8. რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 130, 2021.

9. მცხეთა-მთიანეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 134, 2023.

ნაშრომი განკუთვნილია კლიმატოლოგებისთვის, გეოგრაფებისთვის, აგრონომებისთვის, აგრომეტეოროლოგებისთვის, ენერგეტიკოსებისთვის, მედიცინის მუშაკთათვის და მკითხველთა ფართო წრისთვის, ვინც დაინტერესებულია ქვემო ქართლის რეგიონის კლიმატური რესურსებით და მათი რაციონალურად გამოყენების პერსპექტივებით.

ის გამოადგება სპეციალისტებს, რომლებიც მუშაობენ ზუნებრივი რესურსების გამოვლენისა და ათვისების, სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობების, კავშირგაბმულობის, ელექტროგადამცემი და მილსადენი ხაზების დაგეგმარების და პროექტირების დარგში და სხვ.

თავი I კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები

1.1. ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები

ქვემო ქართლის რეგიონი საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, თბილისის სამხრეთით, მდებარეობს. რეგიონს დასავლეთით ესაზღვრება სამცხე-ჯავახეთი, ჩრდილოეთით-შიდა ქართლი და მცხეთა-მთიანეთი, აღმოსავლეთით-კახეთი, სამხრეთ-აღმოსავლეთით-აზერბაიჯანის რესპუბლიკა, ხოლო სამხრეთით-სომხეთის რესპუბლიკა.

ქვემო ქართლის რეგიონში მოქმედებს 7 თვითმმართველი ერთეული: თვითმმართველი ქალაქი რუსთავი და ბოლნისის, გარდაბნის, დმანისის, თეთრიწყაროს, მარნეულისა და წალკის მუნიციპალიტეტები. მხარის ადმინისტრაციული ცენტრია ქალაქი რუსთავი.

ქვემო ქართლი განლაგებულია მცირე კავკასიონის ნაოჭა სისტემაზე, ამიერკავკასიის ნაოჭა ზეგანსა და აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის მთათაშორის დეპრესიაზე. უმდაბლესი წერტილია წითელი ხიდის მიდამო, მდინარე ქციას შესართავთან (265მ ზ.დ.), ხოლო უმაღლესი-მწვერვალი სამსარი (3285მ).

თრიალეთის ქედი ქვემო ქართლში შემოდის შუა და აღმოსავლეთი ნაწილების სამხრეთი ფერდობით, აქ მრავალ მწვერვალს შორის უმაღლესია შავი კლდე (2850მ). თრიალეთის უღელტეხილებს შორის მნიშვნელოვანია ცხრაწყარო (2462მ), რომლზეც გადის ბაკურიანი ახალქალაქის მაგისტრალი.

ქვემო ქართლს სამხრეთით აკრავს ლოქის ქედი. თრიალეთის და ლოქის ქედებს ერთმანეთს აკავშირებს შუა ქციის მთათა ჯგუფი: კვირიკეთის, ლუკუნის და მელოტმთის მასივები, რომლებიც შესაბამისად 1745, 1893 და 1789 მეტრ სიმაღლეზეა. მელოტმთის ტოტებს შორის მოქცეულია ორაგის ქვაბული, ხოლო ლუკუნის ტოტებს შორის - ქარიანის ქვაბული.

ქვემო ქართლში შემოდის სამსრის ქედის ჩრდილო ნაწილის აღმოსავლეთი ფერდობები. სამსრის ქედის პარალელურია ჯავახეთის ქედი. რომლის მხოლოდ აღმოსავლეთი ფერდობი შემოდის ქვემო ქართლში. ჯავახეთის უმაღლესი მწვერვალი საქართველოში ემლიქლია (3054მ).

ჯავახეთის, სამსრისა და თრიალეთის ქედებს შორის მოქცეულია წალკის ქვაბული, რომლის უდაბლესი მწვერვალებია 1200-1500მ სიმაღლეზე. აქ არის დაშაშის კანიონი, ეძანისა და ბეშთაშენის ქვაბულები.

წალკის ქვაბულის აღმოსავლეთით გრძელდება ბედენის პლატო ანუ მასივი, მისი უმაღლესი მწვერვალია მთა იაილო (1951მ).

მდინარე ქციის მარჯვენა შენაკადების-ჭოჭიანის, ზურთა-კეტისა და მაშავერის აუზებში, ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთი ფერდობის ძირში განლაგებულია ზემო ქციის პლატოები: ჭოჭიანის პლატო (საშუალოდ 1600მ), გომარეთის პლატო (1200-1600მ) და დმანისის პლატო (1800მ).

ბედენის პლატოს აღმოსავლეთი გაგრძელებაა ქვემო ქართლის პლატო, რომლის სიმაღლე დასავლეთ ნაწილში 1400მ, აღმოსავლეთში კი 500-600მ-მდე მცირდება. ქვემო ქართლის ვაკე მტკვრის ორივე სანაპიროზეა გადაშლილი, მარჯვენა სანაპიროზე მარნეულის, ხოლო მარცხენა სანაპიროზე გარდაბნის ვაკე. ვაკის სიმაღლე 260-400მ ფარგლებშია. მარნეულის ვაკის ჩრდილო ნაწილში აღმართულია მწვერვალი იალღუჯა (766მ).

ქვემო ქართლი განლაგებულია ნახევრად უდაბნო, მშრალი სუბტროპიკული და მაღალმთიანი ალპური ზონის საზღვრებში. მის ლანდშაფტს, ძირითადად ველები და ტყე-ველები შეადგენს. ქედებს შუა ტყეებში ჭარბობს მუხნარი და რცხილნარი. ხარობს წიფელა, ნეკერჩხალი და სხვა. მარნეულის ვაკე ადგილებში ვხვდებით ნახევარუდაბნოსთვის დამახასიათებელ მცენარეულ საფარს. მტკვრის ჭალებში შემორჩენილია ჭალის ტყეები.

რეგიონი მდიდარია მდინარეებით, ტბებით, მიწისქვეშა მტკნარი წყლებით. საქართველოს სხვა რეგიონებთან შედარებით, მცირეა მინერალური წყლის (მხოლოდ ბოლნისისა და დმანისის მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე არის მინერალური სამკურნალო მჟავე და გოგირდოვანი წყლები) და თერმული წყლის რესურსები. ქვემო ქართლის რეგიონში სულ 31 საშუალო და დიდი ზომის მდინარე ჩამოედინება. მათი საერთო სიგრძე დაახლოებით 900 კმ-ია. უმსხვილესი მდინარეებია: მტკვარი, ხრამი და ალგეთის ქვემო დინებები. აღსანიშნავია ტრანსსასაზღვრო მნიშვნელობის მდინარე მტკვარი და მისი შენაკადები. რეგიონის უგრძესი მდინარეა ქცია (187კმ), მისი აუზის ფართობი 8260კმ²-ია. ქცია სათავეს იღებს

თრიალეთის ქედის დასავლეთ ნაწილში, ბაკურიანის სამხრეთით. წალკამდე იგი მდორედ მოედინება მაღალ ზეგანზე, წალკის ქვემოთ ქცია დაშბაშის კანიონის გავლით შედის მთის ხეობაში და აღწევს მარნეულის ვაკეს. საქართველოს სახელმწიფო საზღვართან, რუსთავთან ახლოს, იგი მტკვარს ერთვის. ქციას მარჯვენა შენაკადებიდან უდიდესია დებედა. მნიშვნელოვანი შენაკადებია მაშავერა, ზურტაკეტი, ჭოჭიანი, ტორნე და სხვ. თრიალეთის ქედზე იღებს სათავეს მდინარე ალგეთი, მიედინება სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით, მარაბდასთან, მარნეულის ვაკეზე გამოდის და მტკვარს ერთვის. მდინარე ალგეთის სიგრძეა 112კმ, ხოლო აუზის ფართობი 764კვ.კმ. მდინარე მტკვარის სხვა მდინარეებიდან აღსანიშნავია ვერე, წავკისისწყალი, ლოჭინისხევი და სხვა. რეგიონში არსებული წყლის რესურსები, ძირითადად, ეფექტიანადაა გამოყენებული, გაყვანილია ბევრი სარწყავი არხი.

რეგიონში 15 ტბაა (საერთო სარკის ფართობით-18კმ²), რომლებიც, ძირითადად, რეკრეაციული დანიშნულებით, ირიგაციაში და თევზჭერისათვის გამოიყენება. მნიშვნელოვანი ტბებია: ჯანდარა, წურბლიანი, არყიანი, ბარეთი, კუმისი და გრძელი ტბა. რეგიონის ტერიტორიაზე მდებარეობს წალკის, დმანისის და ალგეთის წყალსაცავები.

ქვემო ქართლი მდიდარია წიაღისეული რესურსებით, რომელთა პოტენციალი მხოლოდ ნაწილობრივ არის ათვისებული. რეგიონში შესამღებელია ქარის, მზის და ბიოგაზის ენერგეტიკული პოტენციალის ათვისება.

ქვემო ქართლის ნიადაგსაფარი ოდესღაც ხე-მცენარეულობის ქვეშ ვითარდებოდა. ტყის განადგურების შემდეგ ყომრალი ნიადაგები შემორჩა მხოლოდ საშუალომთიან ზონაში-თრიალეთის, შუა ქციის და ლოქის ქედებს. უტყეო მთისწინეთში განვითარებულია ყავისფერი ნიადაგები. მარნეულისა და გარდაბნის ვაკეები დაფარულია რუხი ყავისფერი ნიადაგებით. მთის შავმიწები წალკისა და ქციის ზემო პლატოებზეა, ხოლო ტყიანი ზონის ზევით მთა-მდელოს ნიადაგებია. მარნულისა და გარდაბნის ვაკეებზე ალაგ-ალაგ ბიცობი ნიადაგებია. ნიადაგსაფარს მოკლებულია სამსარისა და ჯავახეთის ქედების კლდოვანი და ღორღიანი ადგილები.

სამსარის, ჯავახეთის, თრიალეთისა და ლოქის ქედების ალპურ ზონაში, 2000-2300 მ-დან, განვითარებულია ალპური

მცენარეულობა. ალგეთის სათავეებში შემორჩენილია წიწვიანი ტყეები-ნაძვნარი და ფიჭვნარი, იქ შექმნილია ნაკრძალი. ფიჭვნარი შემორჩა ქციის ხეობას, ფართოფოთლოვანი ტყეები ფარავს თრიალეთის, შუა ქციის და ლოქის ქედის ფერდობებს. აქ გავრცელებულია მუხა, რცხილა, ცაცხვი, თელა, ნეკერჩხალი. მთების ქვედა სარტყელში და მთისწინეთში, განადგურებული ტყის ადგილას, მეორადი ბუჩქნარები და სტეპ-ბუჩქნარებია. ქციის შუა ნაწილის ხეობის ფსკერზე და მტკვრის გასწვრივ, ქალაქ რუსთავთან და მის ქვემოთ იზრდება ჭალის ტყეები, რომლებიც შეიცავს ვერხვს, ტირიფს, თელას, თუთას, კაკლის ხეს, პანტას, ტყემალს, ასკილს, მაცვალს და სხვა.

1.2. კლიმატის რადიაციული ფაქტორები

მზის რადიაცია ერთ-ერთი ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორია. მისი დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენას აქვს როგორც პრაქტიკული, ასევე თეორიული მნიშვნელობა.

კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების (რადიაციული ბალანსი და მისი მდგენელები) სიდიდის ფორმირებაზე დიდ გავლენას ახდენს ღრუბლიანობის რეჟიმი და მზის ნათების ხანგრძლივობა.

ღრუბლიანობის რეჟიმის და მზის ნათების მახასიათებლები რეგიონის ძირითადი სადგურებისათვის წარმოდგენილია ცხრილებში 1.2.1; 1.2.2 და 1.2.3.

დაბლობ რაიონებში ღრუბლიანობის რეჟიმული მახასიათებლები (საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა, მოწმენდილი და ღრუბლიანი დღეების საერთო რიცხვი, ღრუბლიანობის გრადაციების განმეორადობა) ფორმირდება ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების და ქვეფენილი ზედაპირის გავლენით. მთა-გორიან რაიონებში კი რელიეფის ელემენტების (ქედები, ხეობები, ფერდობები, ქვაბულები და სხვა) და მათი აბსოლუტური სიმაღლის გავლენის შედეგად ადგილი აქვს ადგილობრივი, რთული ცირკულაციების ფორმირებას, რომლებმაც შეიძლება დაშალოს ან პირიქით, ხელი შეუწყოს ადგილობრივი ღრუბლიანობის წარმოშობა-განვითარებას. ეს უკანასკნელი ძირითადად ეხება თეთრიწყაროს, დმანისის და წალკის რაიონებს.

ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ღრუბლიანობის საერთო და ცალკეული სახეობის რაოდენობა წელიწადის თბილი და ცივი პერიოდისათვის ერთმანეთისაგან განსხვავდება. წელიწადის ცივ პერიოდში ჩვეულებრივ ადგილი აქვს დაბალი ფენა ღრუბლიანობის უპირატეს განვითარებას, რაც განპირობებულია ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის უარყოფითი მნიშვნელობით, განსაკუთრებით მთიან რაიონებში, რის შედეგად ადგილი აქვს მიწისპირა ინვერსიების წარმოქმნას. წელიწადის თბილ პერიოდში უმთავრესად ადგილი აქვს კონვექციური ღრუბლიანობის განვითარებას.

ცხრილი 1.2.1. საერთო N და ქვედა იარუსის n ღრუბლიანობის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები (ბალი)

N	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი (300მ)													
N	6.1	6.5	6.8	6.6	6.2	5.1	4.8	4.4	4.9	5.3	6.4	6.1	5.8
n	4.2	4.3	4.6	4.5	4.0	3.4	3.2	3.1	3.9	4.0	4.6	4.4	4.0
მარნეული (432მ)													
N	6.5	6.8	7.1	6.9	6.8	5.5	5.0	4.8	5.4	5.6	6.6	6.3	6.1
n	3.7	3.9	4.2	4.3	3.9	3.6	3.1	3.0	3.9	3.7	4.2	3.7	3.8
ბოლნისი (534მ)													
N	6.0	6.4	7.0	6.7	6.8	5.4	5.0	4.8	5.2	5.5	6.5	6.0	5.9
n	4.4	4.6	5.1	5.0	4.7	4.0	3.7	3.6	4.3	4.2	4.9	4.3	4.4
თეთრიწყარო (1140მ)													
N	6.3	6.8	7.2	7.1	7.0	6.0	5.5	5.2	5.7	6.0	6.7	6.2	6.3
n	4.0	4.5	5.0	5.2	5.0	4.3	4.0	4.0	4.7	4.6	5.1	4.2	4.6

მანგლისი (1191მ)													
N	6.1	6.5	6.9	6.7	6.7	5.3	5.2	4.8	5.3	5.7	6.5	5.8	6.0
n	3.8	4.1	4.7	4.8	4.8	4.2	3.8	3.7	4.4	4.4	4.9	3.8	4.3
დმანისი (1256მ)													
N	5.6	6.2	6.8	6.8	6.8	6.1	5.8	5.5	5.9	5.9	6.3	5.5	6.1
n	4.6	5.0	5.5	5.8	5.8	5.4	5.1	5.0	5.3	5.2	5.2	4.3	5.2
წალკა (1457მ)													
N	5.5	6.0	6.5	6.7	6.8	6.0	5.7	5.4	5.8	5.8	6.2	5.5	6.0
n	7.7	4.2	4.9	5.2	5.2	4.6	4.2	4.1	4.5	4.5	4.8	3.8	4.5
თბილისი (403მ)													
N	6.7	6.9	7.1	6.8	6.7	5.6	5.1	4.8	5.2	5.7	6.6	6.5	6.2
n	4.2	4.3	4.5	4.4	4.1	3.5	3.4	3.2	3.8	3.9	4.6	4.3	4.0

საერთო ღრუბლიანობის საშუალო წლიური სიდიდე რეგიონის ტერიტორიის ამ სადგურებზე იცვლება 5,8 (გარდაბანი)–6,3 (თეთრიწყარო) ბალის ფარგლებში, ხოლო ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის საშუალო წლიური სიდიდე–3,8 (მარნეული)–5,2 (დმანისი) ბალის ფარგლებში. საშუალო წლიურ ჭრილში საერთო ღრუბლიანობა სიმაღლის მიხედვით უმნიშვნელოდ იცვლება. ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა კი სიმაღლის მიხედვით იზრდება და მაქსიმუმს დაახლოებით 1200-1300მ სიმაღლეზე აღწევს, შემდეგ კი კლებულობს. ზამთარში საერთო ღრუბლიანობა უდიდესია ბარში და აღწევს 7 ბალს, სიმაღლის მიხედვით კი კლებულობს და 1500 მეტრ სიმაღლეზე შეადგენს მხოლოდ 5.5 ბალს. ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა ზამთარში სიმაღლის მიხედვით იცვლება უმნიშვნელოდ. ზაფხულში ძლიერდება კონვექციური პროცესები და აღინიშნება ქვედა იარუსის ღრუბლების სიმაღლის მიხედვით მკვეთრი ზრდა. ამ დროს, თუ ბარში ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა რამდენადმე აღემატება 4 ბალს, 1100-1300 მეტრ სიმაღლეზე ის 5 ბალზე მეტია, ხოლო სიმაღლის შემდგომი მატებისას კლებულობს. ამ დროს აღინიშნება საერთო ღრუბლიანობის სიმაღლის მიხედვით ზრდის ტენდენცია.

საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის საშუალო თვიური სიდიდეები, ქვემო ქართლის რეგიონის განხილულ სადგურებზე, მაქსიმალურია გაზაფხულზე, მინიმალური-ზაფხულში.

ცხრილში 1.2.2 წარმოდგენილია მზის ნათების საშუალო მრავალწლიური ხანგრძლივობა თვეების მიხედვით და მთლიანად წელიწადში, ხოლო ცხრილში 1.2.3-მზის ნათების ხანგრძლივობის შეფარდება შესაძლო ხანგრძლივობასთან, აქვეა უმზეო დღეთა რიცხვიც.

ცხრილი 1.2.2. მზის ნათების ხანგრძლივობა (საათი)

სადგური, სიმაღლე, მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	147	144	192	216	256	287	312	288	230	188	141	119	2520
წალკა, 1457	132	135	141	156	180	215	243	222	178	158	115	109	1984
თბილისი ჰმო, 403	104	110	149	170	211	253	272	264	206	170	110	93	2112

ცხრილი 1.2.3. მზის ნათების ხანგრძლივობის შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდება (%), უმზეო დღეთა რიცხვი

სადგური, სიმაღლე მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	54	50	57	56	62	70	71	75	67	61	52	49	61
წალკა, 1457	48	48	42	43	45	53	60	60	54	50	43	42	50
	45	46	38	39	40	48	53	52	48	46	39	38	45
თბილისი ჰმო, 403	43	43	47	48	53	63	66	69	63	56	44	40	54
	36	38	41	43	47	56	59	62	55	50	37	33	48
უმზეო დღეთა რიცხვი													
გარდაბანი, 300	4	5	4	3	2	1	1	1	2	5	6	7	41
წალკა, 1457	5	5	6	5	4	2	1	1	4	5	6	7	51
თბილისი ჰმო, 403	8	7	6	4	3	1	1	1	2	4	7	9	53

მზის ნათების საშუალო მრავალწლიური ხანგრძლივობა წელიწადში უდიდესია გარდაბანში და შეადგენს 2500 საათზე მეტს, თბილისში აღემატება 2100 სთ-ს, ხოლო წალკაში 2000 სთ-საც ვერ აღწევს, რაც აიხსნება ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის მატებით სიმაღლის მიხედვით. წლიურ სვლაში, რა თქმა უნდა, მზის ნათების ხანგრძლივობა უდიდესია ზაფხულში, უმცირესი - ზამთარში.

მზის ნათების ხანგრძლივობის შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდების სიდიდე, რეგიონის ამ სადგურებში, მერყეობს 45% (წალკა) - 61%-ის (გარდაბანი) ფარგლებში. უმზეო დღეთა რიცხვის მინიმუმი დაფიქსირებულია გარდაბანში (41 დღე წელიწადში), მაქსიმუმი თბილისში (53 დღე), რაც ანტროპოგენური ფაქტორით აიხსნება. უმზეო დღეთა რიცხვი უდიდესია ზამთარში და მაქსიმუმს თბილისში აღწევს (თვეში 9 დღე), ხოლო უმცირესია ზაფხულში და საშუალოდ მთელი ზაფხულის განმავლობაში 3-4 დღეს არ აღემატება.

ქვემო ქართლის რეგიონის კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენის მიზნით ვისარგებლეთ წალკის (1457მ) და აგრეთვე თბილისის აქტინომეტრიული სადგურის (403მ) მონაცემებით. წალკის აქტინომეტრიული დაკვირვებების მასალა ახასიათებს ქვემო ქართლის მთიანი რაიონების რადიაციული კლიმატის მდგენელებს, ხოლო თბილისის ობსერვატორიის აქტინომეტრიული დაკვირვებების მასალა ახასიათებს რეგიონის დაბლობი რაიონების რადიაციულ კლიმატს.

ცხრილში 1.2.4. წარმოდგენილია მოწმენდილი ცის შემთხვევაში რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები წალკასა და თბილისში.

ცხრილი 1.2.4. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები (კვალ/სმ²)

რადიაცი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	წალკა (1457მ)												
S	19.4	19.1	24.6	25.3	27.3	26.4	26.1	24.6	23.5	21.8	18.7	17.7	274.5
S'	6.8	8.3	13.3	16.1	18.9	18.8	18.4	16.4	13.8	10.5	7.0	5.8	154.1
D	1.4	1.8	2.6	2.9	3.1	3.1	3.3	2.9	2.3	1.9	1.5	1.5	28.4
Q	8.2	9.1	15.9	19.0	22.2	22.0	21.7	19.3	16.1	12.4	8.5	7.3	182.5

თბილისი ჰმო (403მ)													
S	14.6	16.7	20.2	23.5	26.5	27.1	26.1	23.9	21.7	21.6	15.0	14.3	251.2
S'	5.0	6.9	11.6	14.7	17.2	17.9	17.4	15.6	12.4	10.4	5.8	4.6	139.5
D	1.8	2.0	3.0	3.3	3.8	3.8	3.9	3.5	2.7	2.3	1.8	1.6	33.2
Q	6.8	8.9	14.6	18.0	21.0	21.0	21.3	19.1	15.1	12.7	7.6	6.2	172.7

ცხრილი 1.2.4-ის თანახმად სხივებისადმი მართებულ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის S ნაკადი წელიწადის განმავლობაში იცვლება დაახლოებით 250 კალ/სმ²-დან– 275 კალ/სმ²-მდე ფარგლებში. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის S' ჯამები კი იცვლება 139 კალ/სმ²-დან–154 კალ/სმ²-მდე. გაბნეული D და ჯამური Q რადიაციის დღიური ჯამები შესაბამისად იცვლება 28 კალ/სმ²-დან–34 კალ/სმ²-მდე და წლიური 170 კალ/სმ²-დან–183 კალ/სმ²-მდე ფარგლებში.

ცხრილში 1.2.5 წარმოდგენილია ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციული ნაკადების თვიური და წლიური ჯამები (კკალ/სმ²) და საშუალო ალბედო (%).

ცხრილი 1.2.5. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციული ნაკადების თვიური და წლიური ჯამები (კკალ/სმ²) და საშუალო ალბედო (%).

რადიაცი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	წალკა (1457მ)												
S	8.7	8.9	9.0	9.3	10.4	12.8	13.2	12.5	10.2	9.1	6.9	6.6	117.6
S'	3.0	3.9	4.9	5.8	7.2	9.1	9.3	8.3	6.0	4.4	2.6	2.4	66.9
D	2.5	3.2	5.6	6.2	6.1	5.8	6.1	5.5	4.0	3.3	2.8	2.4	53.5
Q	5.5	7.1	10.5	12.0	13.3	14.9	15.4	13.8	10.0	7.7	5.4	4.8	120.4
R	2.2	2.8	3.8	2.4	2.7	3.0	3.2	2.6	2.0	1.5	1.5	2.0	29.7
B _k	3.3	4.3	6.7	9.6	10.6	11.9	12.2	11.2	8.0	6.2	3.9	2.8	90.7
A	40	39	36	20	20	20	21	19	20	20	28	41	25
თბილისი ჰმო (403მ)													
S	5.2	5.8	8.3	9.8	12.5	15.1	15.2	15.0	11.9	9.8	5.3	4.9	118.8
S'	1.9	2.6	4.6	6.4	8.8	10.9	10.8	10.2	7.1	4.9	2.1	1.7	72.0
D	2.4	3.0	4.6	5.2	5.8	5.5	5.8	5.0	3.9	3.2	2.3	2.0	48.7

Q	4.3	5.6	9.2	11.6	14.6	16.4	16.6	15.2	11.0	8.1	4.4	3.7	120.7
R	0.9	1.0	1.7	2.1	2.6	2.8	2.8	2.6	2.0	1.5	0.9	0.8	21.7
B _k	3.4	4.6	7.5	9.5	12.0	13.6	13.8	12.6	9.0	6.6	3.5	2.9	99.0
B	0.4	1.6	3.7	5.4	7.3	8.7	8.8	7.5	5.1	3.1	0.8	0.4	52.8
B ₊	1.8	2.9	4.8	6.4	8.1	9.6	9.8	8.6	6.2	4.5	2.0	1.8	66.5
B ₋	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.4	1.2	1.4	13.7
A	20	18	18	18	18	17	17	17	18	19	21	21	18

ცხრილში: S-მზის პირდაპირი რადიაცია სხივისადმი მართობულ ზედაპირზე;

S'-მზის პირდაპირი რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე;

D-გაბნეული რადიაცია;

Q-ჯამური რადიაცია;

R-არეკვლილი რადიაცია;

B_k შთანთქმული რადიაცია;

B- რადიაციული ბალანსის უარყოფითი ნაწილი;

B₊ რადიაციული ბალანსის დადებითი ნაწილი;

B₋ რადიაციული ბალანსი;

A-ალბედო.

ცხრილში წარმოდგენილი რადიაციული ნაკადები ახასიათებს ქვემო ქართლის მთელი ტერიტორიის რადიაციულ რეჟიმს, მის ცვლილებას სიმაღლის მიხედვით. კერძოდ, სიმაღლის მიხედვით მნიშვნელოვნად იზრდება გაბნეული რადიაცია, არეკვლილი რადიაცია, ალბედო და მცირდება შთანთქმული რადიაცია. ცხრილში მოცემული ნაკადების რიცხვითი მნიშვნელობების საშუალებით შესაძლებელია გამოვიანგარიშოთ მათი ვერტიკალური გრადიენტები და შესაბამისად გამოვიანგარიშოთ რადიაციული ნაკადები ნებისმიერი სიმაღლეებისთვის.

1.3. ატმოსფერული ჰაერის წნევა

ატმოსფერული წნევის სიდიდე დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, რელიეფის მორფოლოგიაზე, მასში მიმდინარე მაკროცირკულაციურ პროცესებზე (ციკლონები, ანტიციკლონები), ქვეყნილი ზედაპირის რადიაციულ და სითბურ ბალანსზე. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მთიან რაიონებში, ჰაერის წნევა ატმოსფეროს სისქის და სიმკვრივის

შემცირების შედეგად სინქრონულად კლებულობს ზღვის დონეზე არსებულ წნევასთან (1013,253კპა) შედარებით. ზღვის დონიდან ხუთი კილომეტრის სიმაღლეზე (დაახლოებით მყინვარწვერის სიმაღლეზე) ატმოსფერული წნევა შეადგენს ზღვის დონეზე არსებული ნორმალური წნევის ნახევარს (დაახლოებით 500კპა-ს). ძალიან დიდ სიმაღლეებზე ატმოსფერო ხდება ძალიან გაიშვიათებული პლანეტათაშორის სივრცის ნაწილი. როგორც აღინიშნა, გარდა აბსოლუტური სიმაღლისა, ატმოსფერული წნევის სიდიდეზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მასში მიმდინარე მაკროცირკულაციური პროცესები, მაღალი (ანტიციკლონები) და დაბალი (ციკლონები) წნევის არეები. ციკლონების ცენტრში ატმოსფერული წნევა შეიძლება დაეცეს 950კპა-მდე, ანტიციკლონების ცენტრში კი მან შეიძლება მიაღწიოს 1070კპა-ს. საქართველოს რთული რელიეფის პირობებში ატმოსფერული ჰაერის წნევა დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, მთიანი რელიეფის ელემენტების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე, რომლებიც განაპირობებენ სითბური და რადიაციული ბალანსის სიდიდეების დიდ სიჭრელეს. ისეთ მთაგორიან ქვეყანაში, როგორც საქართველოა დიდ აბსოლუტურ სიმაღლეზე ატმოსფერული წნევის დაბალი მნიშვნელობები უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმის ნორმალურ ფუნქციონირებაზე. ჟანგბადის დაქვეითებული პარციალური წნევა ადამიანის ორგანიზმში იწვევს "ჟანგბადის შიმშილს" ანუ ჰიპოქსიას. იმ შემთხვევაში, როდესაც მაღალმთიან პირობებში ატმოსფეროში ჟანგბადის რაოდენობის შემცველობა ეცემა ზღვის დონეზე ჰაერში არსებული ჟანგბადის რაოდენობის 12-14%-მდე, მაშინ ადამიანის ორგანიზმში (ტურისტი, ალპინისტი, სამთო მოთხილამურე), რომელსაც არა აქვს გავლილი აკლიმატიზაცია, ანუ ადგილობრივ პირობებთან საჭირო ადაპტაცია) ვითარდება მწვავე ჰიპოქსია (ჟანგბადის შიმშილი), რომელიც შეიძლება დამთავრდეს ლეტალური შედეგით. ალპინიზმის, სამთო-სათხილამურო და სამთო-ტურიზმის სპორტის სახეობებში მომუშავე პერსონალისათვის (და უბრალოდ დამსვენებლებისათვის) ეს პრობლემა მუდმივად გასათვალისწინებელია.

მთაგორიანი რელიეფის შემთხვევაში ატმოსფერული წნევის მნიშვნელობები ზღვის დონეზე დაიყვანება ბარომეტრული ნივე-

ლირების ფორმულით, რომლის გამარტივებულ ვარიანტს წარმოადგენს ფორმულა:

$$\Delta Z = 16000(1 + 0.004t) \frac{P_0 - P_1}{P_0 + P_1} \quad (1.3.1.)$$

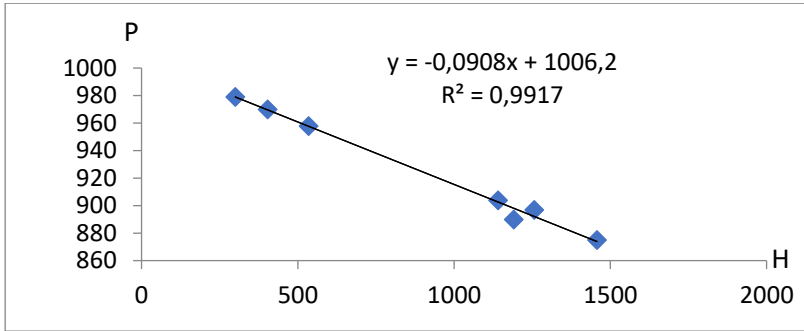
სადაც t არის ჰაერის ფენის (ΔZ) საშუალო ტემპერატურა, Z_1 და Z_0 სიმაღლეებს შორის, P_0 და P_1 -ჰაერის წნევა ზღვის დონეზე და სადგურის სიმაღლეზე (ჰაერის ფენის ქვედა და ზედა საზღვრებზე). ΔZ -სადგურის სიმაღლე ზღვის დონიდან.

(1.3.1.)-ფორმულის გამოყენებით გამოანგარიშებული იყო ატმოსფერული წნევის საშუალო წლიური მნიშვნელობები ქვემო ქართლის სადგურების დონეზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.3.1.

ცხრილი 1.3.1. ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური მნიშვნელობები P (ჰპა) სადგურების დონეზე.

სადგური	სიმაღლე, H (მ)	წნევა, P (ჰპა)
წალკა	1457	875
თეთრი-წყარო	1140	904
ბოლნისი	534	958
გარდაბანი	300	979
დმანისი	1256	897
მანგლისი	1191	890
თბილისი	403	970

ნახ.1.3.1.-ზე მოცემულია სადგურების დონეზე ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური მნიშვნელობების P(ჰპა) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H(მ) დამოკიდებულებების გრაფიკული სახე. დამოკიდებულება $P=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით.



ნახ. 1.3.1 . სადგურების დონეზე ატმოსფერული წნევის (P) საშუალოწლიური მნიშვნელობების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე (H) დამოკიდებულება.

დამოკიდებულება $P=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$P=1006.2-0.0908H \quad (1.3.2)$$

როგორც ამ გამოსახულებიდან ჩანს ქვემო ქართლის რეგიონში სადგურების სიმაღლეთა 300-1457 მეტრ დიაპაზონში ატმოსფერული წნევის საშუალო წლიური სიდიდეები მცირდება 114 ჰპა-ით. ამავე ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ასვლისას რეგიონში ატმოსფეროს წნევა მცირდება საშუალოდ 9 ჰპა-ით და უმაღლეს მწვერვალ სამსარზე (3285მ) წნევა უნდა იყოს დაახლოებით 810 ჰპა.

1.4 ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები

ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის კანონზომიერებებიდან გამომდინარე ტროპოსფეროში გაბატონებულია ტროპიკებიდან პოლუსებისკენ მიმართული ჰორიზონტალური ბარიული გრადიენტები, რაც დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული გადამხრელი ძალის მოქმედებით განაპირობებს ტროპოსფეროსა და ქვედა სტრატოსფეროში დასავლეთის ქარებს. ატმოსფეროს ძირითადი მასა ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და უსწრებს დედამიწის საკუთარ ბრუნვას იმავე მიმართულებით. ეს

მოვლენა კარგად არის გამოხატული ტროპოსფეროს მაღალ ფენებში საქართველოს ტერიტორიაზე. ტროპოსფეროს ქვედა ფენებში ცირკულაციის ხასიათზე დიდ გავლენას ახდენს კავკასიონის ძირითადი ქედების მიმართულებანი, რომლებიც პრაქტიკულად განსაზღვრვენ ჰაერის მასების გადაადგილებათა ტრაექტორიებს. გაბატონებულია დასავლეთის და აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები. სწორედ ჰაერის მასების ამ ორი მიმართულებიდან შემოჭრასთან არის დაკავშირებული ამინდის მკვეთრი ცვლილებები როგორც საქართველოში, ისე ქვემო ქართლის რეგიონში.

საქართველოსათვის დამახასიათებელი ძირითადი სინოპტიკური პროცესების განმეორადობა წელიწადის სეზონების მიხედვით განსხვავებულია (ცხრილი 1.4.1).

დასავლეთის პროცესები წლის თბილ პერიოდში იწვევს ტემპერატურის დაცემას, ნალექებს, ქარისა და ელქექის გამდიერებას. აღმოსავლეთის შემოჭრის დროს აღმოსავლეთ საქართველოში კლებულობს ტემპერატურა, წარმოიქმნება ღრუბლები, ნისლი და ნალექები.

ჰაერის მასების ორმხრივი შემოჭრა საქართველოს ტერიტორიაზე ძალზე იშვიათია. ამ დროს აღმოსავლეთ საქართველოში მოდის საშუალოდ 80მმ ნალექი.

ცხრილი 1.4.1. ძირითადი სინოპტიკური პროცესების განმეორადობა. %.

სეზონი	დასავლეთის შემოჭრა	ციკლონები და ოკლუზიის ფრონტები	აღმოსავლეთის შემოჭრა	ორმხრივი შემოჭრა	ტალღური აღრევა სამხრეთში
ზამთარი	32	22	20	7	19
გაზაფხული	38	14	12	2	34
ზაფხული	54	5	0	0	41
შემოდგომა	39	9	17	5	30

დასავლეთის და აღმოსავლეთის პროცესების დასკვნით სტადიას წარმოადგენს ადგილობრივი ანტიციკლონალური ოლქი, რომელიც წარმოიქმნება ამიერკავკასიის ცენტრალურ რაიონებზე. ეს პროცესი

განაპირობებს საქართველოში მშრალ ამინდს დაბალი ტემპერატურებით ზამთარში და მაღალი ტემპერატურებით ზაფხულში. დასავლეთ საქართველოში, განსაკუთრებით რიონის ხეობაში ქრის ძლიერი ქარი.

დასავლეთის და ორმხრივი შემოჭრების უშუალო გაგრძელებას წარმოადგენს ტალღური აღრევა ამიერკავკასიის სამხრეთში. ის ინტენსიურ განვითარებას აღწევს აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში, ამიტომაც აღმოსავლეთ საქართველოში უფრო მეტი ნალექი მოდის ვიდრე დასავლეთში.

ზამთრის ცირკულაციაში წამყვანი როლი მიეკუთვნება ციმბირის ანტიციკლონს, ხმელთაშუაზღვის ციკლონს და აგრეთვე პოლარული აუზის ანტიციკლონს. ამ პირობებში განვითარებული ცირკულაცია განაპირობებს უმთავრესად ჰაერის მასების დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან შემოჭრებს. ზაფხულში აზორის ცენტრის მოქმედების გააქტიურების გამო ძლიერდება ცირკულაციის დასავლეთის მდგენელი.

თავისი წარმოშობის პირობების მიხედვით განასხვავებენ ფრონტალურ და შიდამასიურ, ანუ ადგილობრივ ამინდებს. ფრონტალური ამინდი ყალიბდება მოცემულ ტერიტორიაზე ფრონტის გავლის, ან მიახლოების შემთხვევაში. შიდამასიურ ამინდებს მიეკუთვნება შემთხვევები, როდესაც მოცემულ ტერიტორიაზე არ აღინიშნება ფრონტის გავლის, ან მოახლოების შემთხვევა.

ცხრილში 1.4.2 წარმოდგენილია ფრონტალური და შიდამასიური ამინდების საშუალო დღეთა რიცხვი აღმოსავლეთ საქართველოსთვის.

ცხრილი 1.4.2. ფრონტალური და შიდამასიური ამინდების საშუალო დღეთა რიცხვი აღმოსავლეთ საქართველოში

ამინდის ტიპი	სეზონი				წელი
	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	
ფრონტალური	28	30	22	24	104
შიდამასიური	62	62	70	67	261

როგორც ცხრილი 1.4.2-დან ჩანს, რეგიონში მთელი წლის განმავლობაში ჭარბობს შიდამასიური პროცესები, განსაკუთრებით ზაფხულში, რაც გამოწვეულია ფრონტალური პროცესების შესუსტებით აღმოსავლეთ საქართველოში ლიხის ქედის გადალახვის შემდეგ.

თავი II კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი

2.1. ჰაერის ტემპერატურა

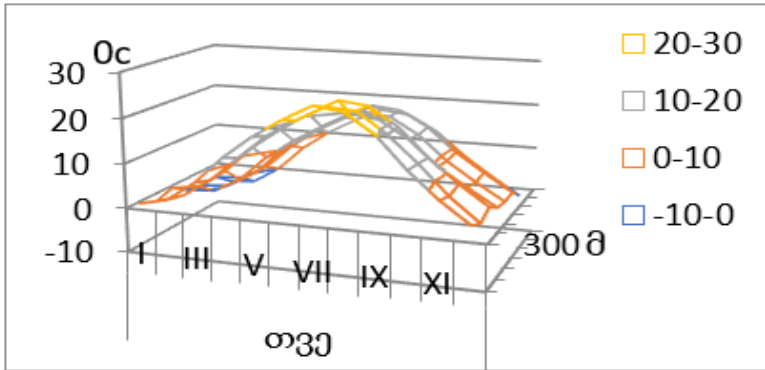
ჰაერის ტემპერატურა კლიმატის ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე, მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მრავალფეროვნების და სიმაღლეთა სხვაობის დიდი დიაპაზონის გამო, ტემპერატურის განაწილებას კონტრასტული ხასიათი აქვს, რაც კარგად ჩანს ქვემოდ წარმოდგენილი ცხრილიდან (ცხრილი 2.1.1). ცხრილის თანახმად ყველაზე ცივი თვე იანვარია, ყველაზე თბილი თვეები - ივლისი-აგვისტოა. ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე, რომ ყველაზე მაღალი ტემპერატურები ბოლნისსა და გარდაბანში ფიქსირდება, ხოლო ყველაზე დაბალი ტემპერატურა-წალკაში. ამრიგად, ტემპერატურის ცვლილების მთავარი ფაქტორი რეგიონში ადგილის სიმაღლეა. სიმაღლის გაზრდასთან ერთად ტემპერატურა ეცემა.

ცხრილი 2.1.1. ჰაერის ტემპერატურა მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მიერ რეკომენდებული პერიოდისათვის (1961-1990 წწ.)^{◦C}

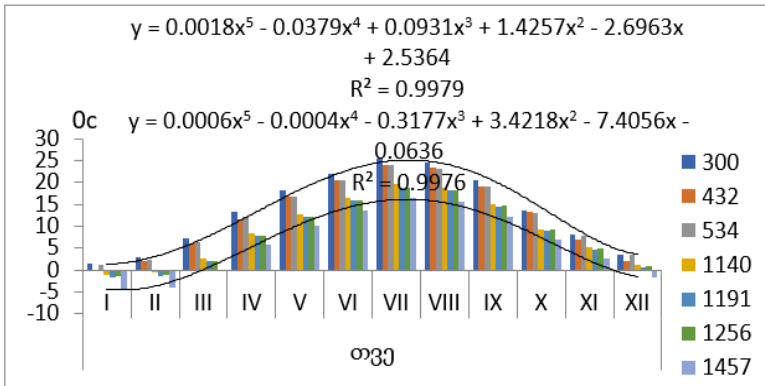
სადგური, სიმაღლე, მ	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	1.4	2.8	7.2	13.2	18.1	22.1	25.5	24.6	20.4	13.7	8.1	3.5	13.4
რუსთავი, 374	0.8	2.6	6.6	11.9	17.5	21.6	25.0	25.0	20.3	14.4	7.7	2.6	13.0
მარნეული, 432	0	1.9	6.0	11.5	16.8	20.6	23.9	23.5	19.0	13.4	7.0	1.9	12.1
ბოლნისი, 534	1.2	2.2	6.3	12.2	16.7	20.6	24.0	23.2	19.1	13.0	7.8	3.4	12.5
თეთრი-წყარო, 1140	-1.1	-0.7	2.6	8.3	12.7	16.4	19.7	18.8	14.9	9.3	5.2	1.3	9.0
მანგლისი, 1191	-1.8	-1.3	2.1	7.8	12.2	15.8	18.9	18.1	14.4	8.9	4.6	0.7	8.4
დმანისი, 1256	-1.5	-1.1	2.1	7.8	12.2	15.8	18.9	18.2	14.7	9.3	5.0	1.0	8.5
წალკა, 1457	-4.3	-3.9	0.0	5.8	10.2	13.6	16.5	15.7	12.2	6.9	2.5	-1.6	6.1

სიმაღლის მიხედვით ტემპერატურის ცვლილების დეტალები კარგად ჩანს ნახ.2.1.1-ზე და ნახ.2.1.2-ზე წარმოდგენილი დიაგრამებიდან. ორივე ნახაზს ერთი შინაარსი გააჩნია, ისინი გვიჩვენებს ტემპერატურის წლიური სვლის ცვლილებას სიმაღლის მიხედვით. ამავე დროს, მათი გამოსახვის ფორმა სხვადასხვაა.

პირველი მათგანი წარმოადგენს ტემპერატურის ცვლილების უწყვეტ ველს, ხოლო მეორე გვიჩვენებს ტემპერატურის წლიური სვლის ხასიათს დისკრეტულ წერტილებში, გამოსახულს ჰისტოგრამების საშუალებით.



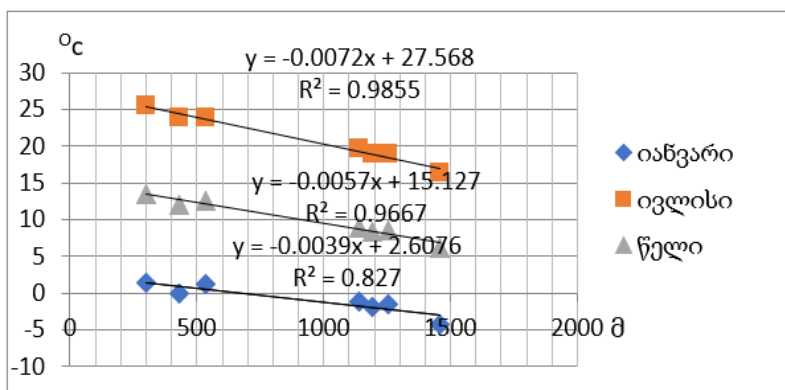
ნახ.2.1.1. ტემპერატურის წლიური სვლის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების ველი



ნახ. 2.1.2. ტემპერატურის წლიური სვლის ცვლილება სხვადასხვა სიმაღლეზე დისკრეტულ წერტილებში, უდიდესი და უმცირესი თვიური ტემპერატურების წლიური სვლის შესაბამისი მე-5 რიგის პოლინომები (R2-დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

ნახ.2.1.2-ზე წარმოდგენილია აგრეთვე უდიდესი და უმცირესი თვიური ტემპერატურების წლიური სვლის მრუდები და შესაბამისი მე-5 რიგის აღმწერი პოლინომები. დეტერმინაციის კოეფიციენტი ორივე მრუდისთვის საკმაოდ მაღალია, რაც მიუთითებს პოლინომების მაღალ სანდოობაზე. ზამთრის თვეებში მრუდებს შორის მანძილი კლებულობს, ანუ მცირდება ტემპერატურის სივრცეში ცვლილების დიაპაზონი, ხოლო ზაფხულში სხვაობა იზრდება, ანუ იზრდება ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონი.

საშუალო წლიური და თვიური ტემპერატურების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით კარგად აღიწერება წრფივი ფუნქციით (ნახ.2.1.3).



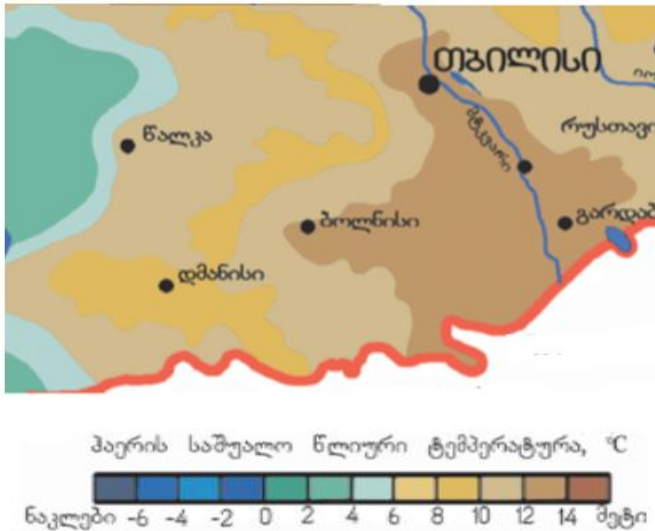
ნახ. 2.1.3. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით ქვემო ქართლის რეგიონში და შესაბამისი აღმწერი ფუნქციები: 1- იანვარი; 2-ივლისი; 3-წელი (R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტი).

ნახ. 2.1.3.-დან და შესაბამისი განტოლებებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურა სიმაღლის მიხედვით წრფივად კლებულობს. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100მ სიმაღლეზე საშუალო წლიური ტემპერატურისთვის შეადგენს 0.57 გრადუსს. ივლისის საშუალო თვიური ტემპერატურებისთვის 0.72 გრადუსს, ხოლო იანვრის ტემპერატურისთვის 0.39-გრადუსს, რაც ზამთრისათვის დამახასიათებელი ინვერსიების შედეგია. ამავე ნახაზზე წარმოდგენილი დეტერმინაციის კოეფიციენტი გვიჩვენებს, თუ რამდენია ადგილის სიმაღლის წვლილი ტემპერატურის ცვლილებაში. როგორც

დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები გვიჩვენებს, ადგილის სიმაღლის წვლილი ტემპერატურის ცვლილებაში ძირითადად გადაწყვეტია და 100%-ს უახლოვდება ივლისში, საშუალო წლიური ტემპერატურისათვის 97% შეადგენს, მხოლოდ იანვარში შედარებით დაბალია და 83%-ს აღწევს.

მიღებული დამოკიდებულებების (ნახ. 2.1.1-2.1.3) და განტოლებების მაღალი საიმედოობიდან გამომდინარე შეგვიძლია საკმაო სიზუსტით ვიმსჯელოთ სხვადასხვა სიმაღლითი სარტყლის ტემპერატურულ რეჟიმზე და წარმატებით გამოვიყენოთ ისინი სხვადასხვა გაანგარიშებებში. მაგალითად, ამ განტოლებების თანახმად მწვერვალ სამსარზე, რომელიც განლაგებულია 3285 მ, მივიღებთ მინუს 10 გრადუსზე ნაკლებ ტემპერატურებს, დაახლოებით 4 გრადუსსა და მინუს 3.6 გრადუსს, შესაბამისად იანვრის, ივლისის და საშუალო წლიური ტემპერატურებისთვის.

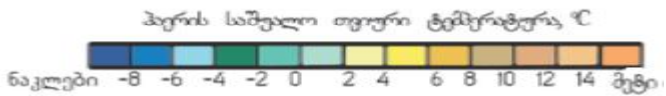
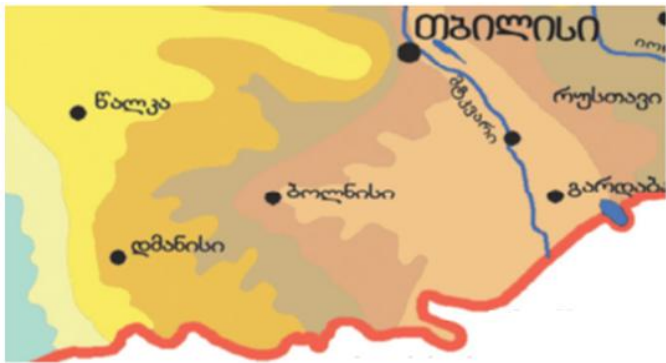
რეგიონის ტერიტორიის ტემპერატურული რეჟიმი კარგად აისახება ნახ. 2.1.4.-2.1.8-ზე წარმოდგენილ იზოთერმების რუკებზე (საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი, 2011).



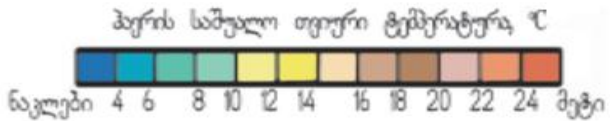
ნახ.2.1. 4. ჰაერის ტემპერატურა (საშუალო წლიური)



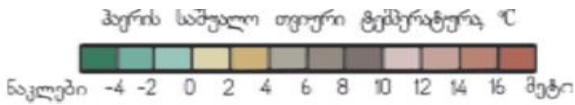
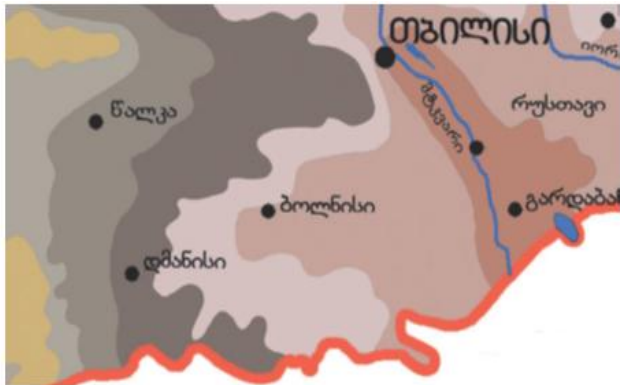
ნახ.2.1.5. ჰერის ტემპერატურა (იანვარი)



ნახ.2.1.6. ჰერის ტემპერატურა (აპრილი)



ნახ.2.1.7. ჰერის ტემპერატურა (ივლისი)



ნახ.2.1.8. ჰერის ტემპერატურა (ოქტომბერი)

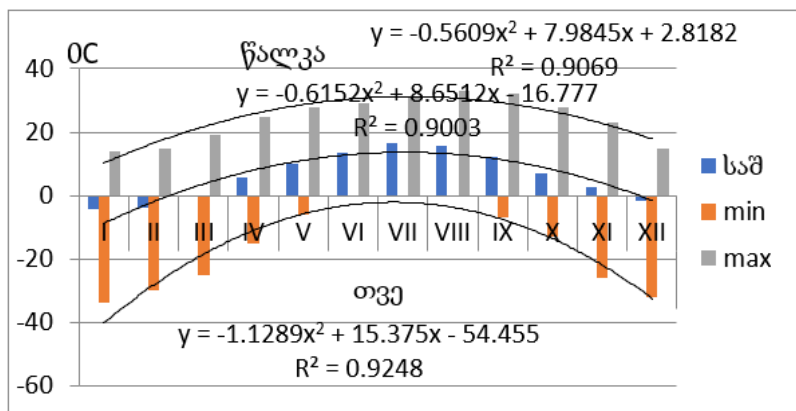
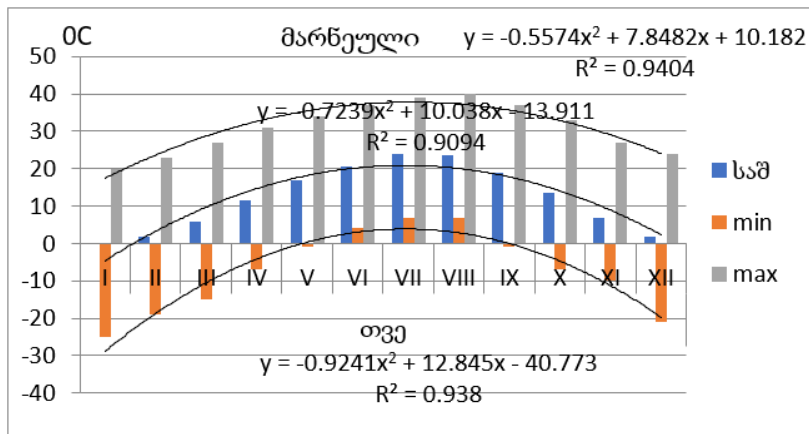
ნახ. 2.1.4-დან ჩანს, რომ ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა საკვლევ ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე ძირითადად დადებითია და $0-14^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში იცვლება. უდიდესი ტემპერატურები მტკვრის ქვემო დინებაში და ქვემო ქართლის ვაკეზე, ხოლო უმცირესი-ჯავახეთის და თრიალეთის ქედებზე.

ნახ. 2.1.5-ის თანახმად იანვრის საშუალო თვიური ტემპერატურა იცვლება 4 დან მინუს 10°C -მდე. აპრილში (ნახ.2.1.6) ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე ტემპერატურა დადებითია და 0 -დან 12°C -მდე აღწევს. განსაკუთრებით ცხელია ივლისი და აგვისტო ($23-25^{\circ}\text{C}$, ზოგან მეტიც). ივლისის თვეში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 14 -დან 25°C -მდე იცვლება (ნახ. 2.1.7). ოქტომბრის თვის ტემპერატურა მინუს 2 -დან პლიუს 14°C ფარგლებში მერყეობს (ნახ. 2.1.8). წლის მთელი პერიოდის განმავლობაში შენარჩუნებულია ძირითადი გეოგრაფიული კანონზომიერება-უდიდესი ტემპერატურები მდინარე მტკვრის ხეობაში და დაბლობ რაიონებში, ხოლო უმცირესი მთიან ზონაში. რეგიონი გამოირჩევა ჰაერის ტემპერატურის მაღალი წლიური ამპლიტუდით ($24-25^{\circ}\text{C}$).

ტემპერატურის წლიური სვლა ხასიათდება მინიმუმით იანვარში, ხოლო მაქსიმუმით ივლის-აგვისტოში. ასეთივე სვლა აქვს ტემპერატურის ექსტრემალურ მახასიათებლებს-აბსოლუტურ მინიმუმს და აბსოლუტურ მაქსიმუმს, საშუალო მინიმუმს და საშუალო მაქსიმუმს. ეს კარგად ჩანს ნახ. 2.1.9 - დან, სადაც წარმოდგენილია ჰაერის ტემპერატურის საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების წლიური სვლა ორ განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში: მარნეულში, დაახლოებით 400 მ სიმაღლეზე და წალკაში, თითქმის 1500 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან.

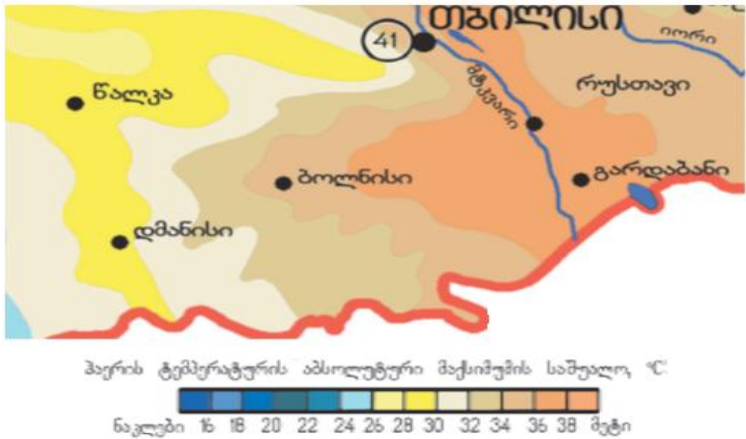
როგორც ნახ. 2.1.9-დან ჩანს, ექსტრემალურ ტემპერატურათა მნიშვნელობები რეგიონში საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს. მაგალითად, მარნეულში იანვარში ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 25 გრადუსამდე ეცემა, ხოლო ზაფხულში ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 40 გრადუსს აღწევს. წალკაში იანვარში ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 34 გრადუსზე დაბლა ეცემა, ხოლო ზაფხულში ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 33 გრადუსს აღწევს. ამავე ნახაზზე მოცემულია ტემპერატურის წლიური სვლის აპროკსიმაცია კვადრატული ფუნქციით, აგრეთვე დეტერმინაციის კოეფიციენტი

საკმაოდ მაღალია სამივე შემთხვევაში, რაც მიუთითებს განტოლებების საიმედოობაზე. ამრიგად, მიღებული კვადრატული ფუნქციები წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას საშუალო და ექსტრემალური ტემპერატურების გამოსაანგარიშებლად საკმაო სიზუსტით.

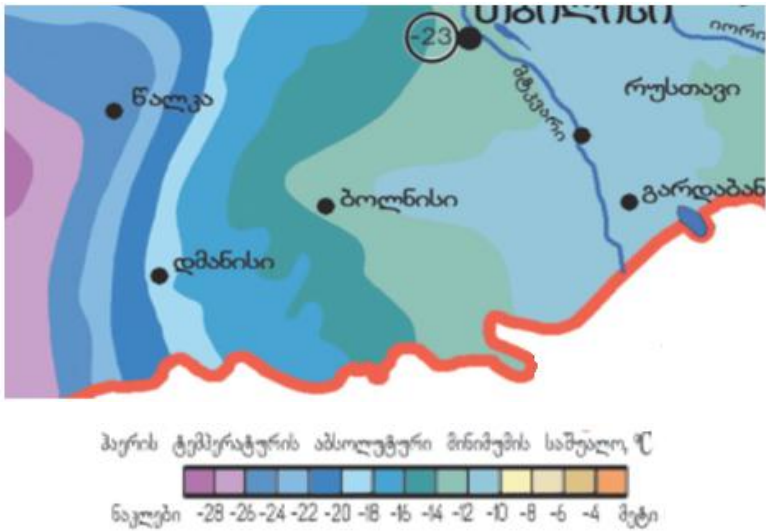


ნახ. 2.1.9. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების წლიური სვლა-საშუალო; აბსოლუტური მინიმუმი; აბსოლუტური მაქსიმუმი და მათი აპროკსიმაცია კვადრატული ფუნქციით (R^2 -დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

ექსტრემალური ტემპერატურების ტერიტორიული განაწილება რეგიონში წარმოდგენილია ნახ. 2.1.10 და ნახ. 2.1.11-ზე.



ნახ. 2.1.10. მაქსიმალური ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობათა განაწილება



ნახ. 2.1.11. მინიმალური ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობათა განაწილება

წარმოდგენილი რუკები გვიჩვენებს აბსოლუტური ექსტრემალური ტემპერატურების საშუალოთა ტერიტორიულ განაწილებას. მაგალითად, რუკებიდან ჩანს, რომ ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 41 გრადუსია, ხოლო ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 30 გრადუსამდე ეცემა.

2.2. ჰაერის სინოტივე

სინოტივის ძირითადი მახასიათებლებია წყლის ორთქლის პარციალური წნევა და ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე.

წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, ჰაერის ტემპერატურის მსგავსად, წლიურ სვლაში უმცირეს მნიშვნელობებს ზამთარში, ხოლო უდიდესს მნიშვნელობებს ზაფხულში აღწევს. ამასთან ერთად, სიმაღლის ზრდით პარციალური წნევაც აგრეთვე კანონზომიერად კლებულობს (ცხრილი 2.2.1).

ცხრილი 2.2.1. ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა (ჰპა)

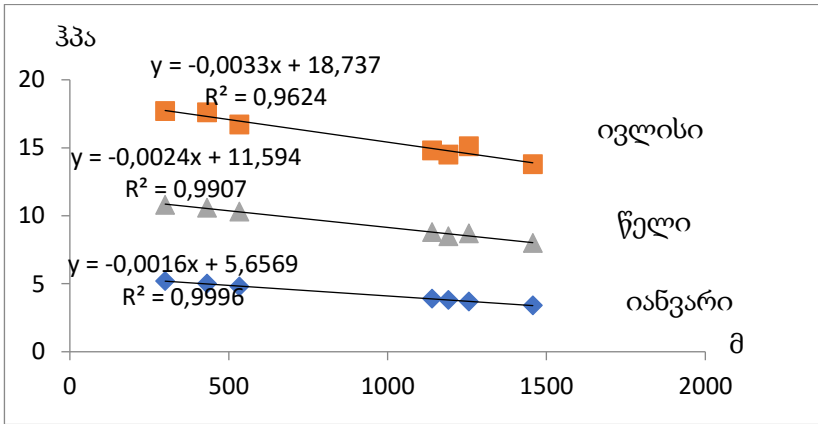
სადგური, სიღლე, მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	5.2	5.4	6.4	9.2	13.2	15.6	17.7	17.1	14.4	11.1	8.4	6.0	10.8
რუსთავი, 374	5.2	5.4	6.3	8.8	12.7	15.1	17.3	16.0	14.2	10.9	8.2	5.3	10.6
მარნეული, 432	5.0	5.2	6.2	9.1	13.0	15.5	17.6	17.0	14.3	10.8	8.0	5.7	10.6
ბოლნისი, 534	4.8	5.1	6.1	8.8	12.7	14.9	16.7	16.1	14.0	10.9	7.9	5.5	10.3
თეთრი- წყარო,1140	3.9	4.5	5.0	7.4	10.8	12.9	14.8	14.2	12.2	9.2	6.6	4.7	8.8
მანგლისი, 1191	3.8	4.0	4.9	7.2	10.3	12.5	14.5	13.9	11.7	8.8	6.4	4.5	8.5
დმანისი, 1256	3.7	4.0	4.8	7.3	10.7	13.0	15.1	14.5	12.1	8.7	6.3	4.2	8.7
წალკა, 1457	3.4	3.7	4.5	6.6	9.6	12.0	13.8	13.2	10.8	8.6	5.6	4.0	8.0

ცხრილიდან ჩანს, რომ წლის განმავლობაში პარციალური წნევის საშუალო წლიური მნიშვნელობა რეგიონის ტერიტორიაზე

იცვლება დაახლოებით 8-დან 11 ჰჰა-მდე ფარგლებში, უდიდესია დაბლობ სადგურებზე, ხოლო უმცირესია მთაში.

იანვარში წყლის ორთქლის პარციალური წნევა უმცირესია და მერყეობს 3-დან 5-6 ჰჰა-ფარგლებში. გაზაფხულიდან პარციალური წნევა იზრდება და მაქსიმუმს ივლის-აგვისტოში აღწევს, როდესაც ის 14-18 ჰჰა ფარგლებში იცვლება. შემოდგომიდან პარციალური წნევა კვლავ კლებულობს.

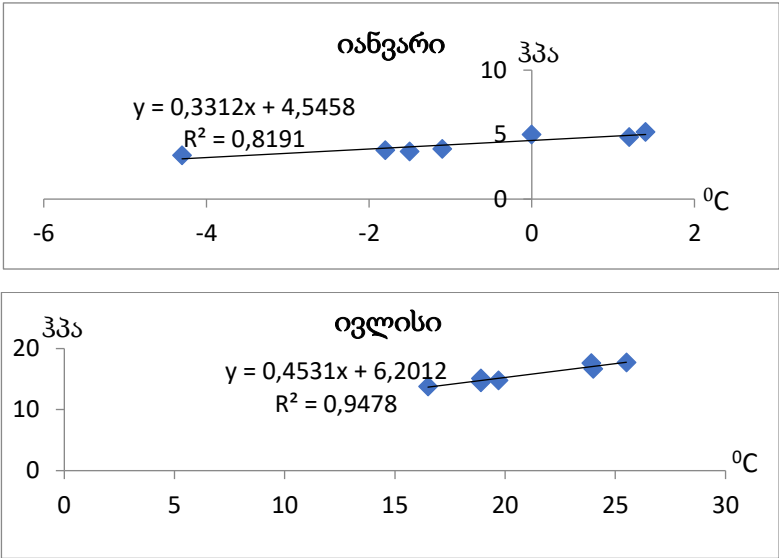
ნახ.2.2.1.-ზე წარმოდგენილია წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით და მისი აღმწერი ფუნქციები.



ნახ.2.2.1. წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით და მისი აღმწერი ფუნქციები (R^2 -დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

განტოლებების თანახმად დეტერმინაციის კოეფიციენტი ძალიან მაღალია, გაცილებით მაღალია ვიდრე ტემპერატურის შემთხვევაში. ეს მიუთითებს განტოლებების მაღალ საიმედოობაზე. წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული წელიწადის სეზონზე. კერძოდ, პარციალური წნევა სიმაღლის მიხედვით ზაფხულში უფრო სწრაფად ეცემა, ვიდრე ზამთარში. ვერტიკალური გრადიენტი ივლისში შეადგენს 0.33 ჰჰა-ს, ხოლო იანვარში შეადგენს 0.16 ჰჰა-ს ყოველ 100 მეტრზე. ამრიგად, როგორც ჰაერის

ტემპერატურა, ისე წყლის ორთქლის პარციალური წნევა სიმაღლის მიხედვით კლებულობს, რაც მიუთითებს მათ შორის პირდაპირ პროპორციულ კავშირზე. ეს კარგად ჩანს ნახ. 2.2.2.-ზე წარმოდგენილ დამოკიდებულებაზე წყლის ორთქლის პარციალური წნევას და ჰაერის ტემპერატურას შორის.



ნახ.2.2.2. წყლის ორთქლის პარციალური წნევის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე და მათ შორის რეგრესიული კავშირის ფუნქცია (R^2 -დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

ნახ.2.2.2.-დან ჩანს, რომ კავშირი ტემპერატურას და წყლის ორთქლის პარციალურ წნევას შორის გაცილებით მჭიდროა ზაფხულში.

ჰაერის სინოტივის აგრეთვე მნიშვნელოვანი მახასიათებელია შეფარდებითი სინოტივე. ის წარმოადგენს ჰაერში შემავალი წყლის ორთქლის პარციალური წნევის შეფარდებას გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალურ წნევასთან იმავე ტემპერატურაზე და გამოსახება პროცენტებში (%). ეს პარამეტრი დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ცირკულარულ პროცესებზე, ღრუბლიანობაზე,

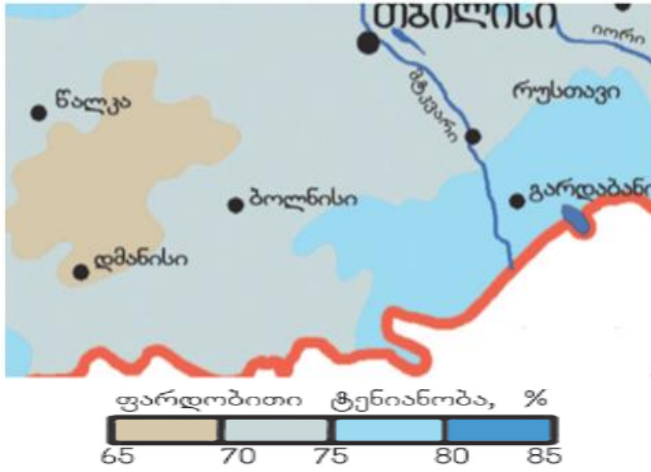
ქარის რეჟიმზე, ოროგრაფიაზე და ა.შ. შეფარდებით სინოტივეს, სინოტივის სხვა მახასიათებლების მსგავსად, ახასიათებს სეზონური სვლა, თუმცა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ადგილობრივ პირობებზე (ცხრილი 2.2.2.).

ცხრილი 2.2.2 ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე (%)

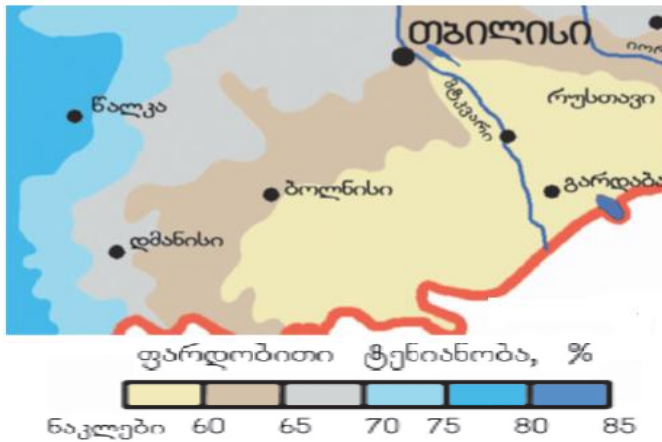
სადგური, სიმაღლე, მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	77	72	69	65	65	61	55	56	63	72	79	80	68
რუსთავი, 374	74	70	68	63	63	58	55	54	62	69	77	77	66
მარნეული, 432	75	72	70	66	67	60	60	60	67	74	78	77	69
ბოლნისი, 534	72	68	69	66	68	63	56	56	65	72	77	75	67
თეთრიწყა რო, 1140	70	71	72	72	72	69	63	63	72	77	78	72	71
მანგლისი, 1191	70	71	72	72	72	70	68	66	73	76	78	72	72
დმანისი, 1256	68	69	72	72	75	74	71	70	77	77	78	68	73
წალკა, 1457	71	72	76	74	75	75	74	73	76	76	78	73	74

როგორც ცხრილიდან ჩანს, შეფარდებითი სინოტივის საშუალო წლიური მნიშვნელობა 67-74 % ფარგლებში მერყეობს. წლიურ სვლაში მაქსიმუმი დაბლობში და დაბალი მთის ზონაში ზამთარში ან შემოდგომით, ძირითადად ნოემბერ-იანვარში იცის, ხოლო მინიმუმი ძირითადად გაზაფხულზე აღინიშნება. საშუალო მთის ზონაში შეფარდებითი სინოტივის მაქსიმუმი ზაფხულში ან შემოდგომის დასაწყისში, ხოლო მინიმუმი ზამთარში აღინიშნება

შეფარდებითი სინოტივის ტერიტორიული განაწილების შესახებ ზამთრის და ზაფხულის სეზონების ცენტრალურ თვეებში წარმოდგენას გვაძლევს ნახ. 2.2.1 და ნახ. 2.2.2- ზე წარმოდგენილი რუკები (საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი, 2011).



ნახ. 2.2.1. ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე (%). იანვარი



ნახ. 2.2.2. ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე (%). ივლისი

როგორც ნახ. 2.2.1-დან ჩანს ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე იანვრის თვეში რეგიონის მთელ ტერიტორიაზე იცვლება 65-80%-ის ფარგლებში. ნახ. 2.2.2-ის თანახმად ივლისში შეფარდებითი სინოტივე ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე მერყეობს 60-75%-ის ფარგლებში.

ჰაერის სინოტივის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია დღეთა რიცხვი სინოტივის სხვადასხვა მნიშვნელობით. როდესაც შეფარდებითი სინოტივე ნაკლებია 30%-ზე, მას მშრალ დღეს უწოდებენ, ხოლო როდესაც შეფარდებითი სინოტივე აღემატება 80%-ს, მას - ნოტიო დღეს (იხ. ცხრილი 2.2.3).

ცხრილი 2.2.3 მშრალი (შეფარდებითი სინოტივე $\leq 30\%$) და ნოტიო ($\geq 80\%$)

სადგური, დღეთა რიცხვი	თვე												წელი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
გარდაბანი	მშრალი ($\leq 30\%$)	0.5	1.8	3.4	5.2	3.2	4.8	5.2	6.6	3.3	1.7	0.4	0.3	36.4
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	6.6	3.5	3.0	2.5	1.4	1.1	0.6	0.6	1.3	2.9	5.8	7.7	37.0
თეთრიწყარო	მშრალი ($\leq 30\%$)	1.0	1.0	1.2	1.5	0.6	0.5	1.0	2.1	0.6	0.5	0.6	1.4	12.0
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	7.8	7.8	8.9	8.6	6.3	4.1	2.6	2.6	6.4	9.7	11.5	9.4	85.7
წალკა	მშრალი ($\leq 30\%$)	0.8	0.3	0.4	2.8	0.9	0.3	0.6	1.3	0.9	2.2	1.5	1.0	13.0
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	4.9	4.9	6.8	7.4	5.6	4.2	3.6	3.1	5.3	5.8	7.9	6.2	65.7

ცხრილის თანახმად, მშრალ დღეთა რიცხვი რეგიონის ტერიტორიაზე წელიწადში დაახლოებით 12-36-ფარგლებშია და მაქსიმუმს - დაბლობზე, ხოლო მინიმუმს მთებში აღწევს. შედარებით მეტია ნოტიო დღეთა რიცხვი, როდესაც შეფარდებითი სინოტივე $\geq 80\%$. ასეთი დღეები შეადგენს 37-86-ს და მაქსიმუმს - მთიან ზონაში, ხოლო მინიმუმს დაბლობზე აღწევს. მშრალ დღეთა რიცხვის საშუალო თვიური მნიშვნელობა დაბლობში 7-ზე ნაკლებია, ხოლო მთიან ზონაში 3 დღეს არ აღემატება. ნოტიო დღეთა რიცხვის წლიურ სვლაში მაქსიმუმი დაბლობზე ზამთარში აღინიშნება, ხოლო მთებში - შემოდგომაზე და შეადგენს თვეში 8-12 დღეს. ნოტიო დღეთა მინიმალური რიცხვი ყველგან ზაფხულშია.

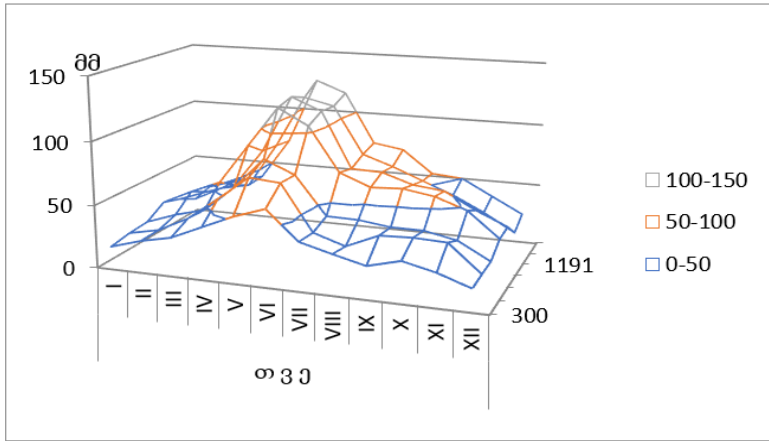
2.3. ატმოსფერული ნალექები

ატმოსფერული ნალექები კლიმატის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც განსაზღვრავს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ძირითად მიმართულებებს. ცხრილში 2.3.1. წარმოდგენილია ატმოსფერული ნალექების თვიური და წლიური ჯამების მნიშვნელობები ქვემო ქართლის რეგიონის მთავარ პუნქტებში.

ცხრილი 2.3.1 ატმოსფერული ნალექების თვიური და წლიური ჯამები, მმ

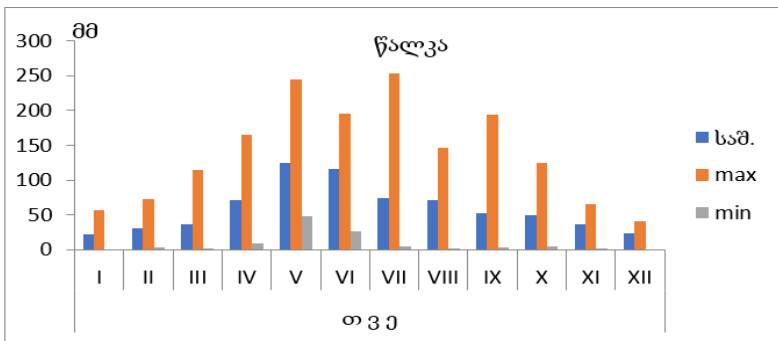
სადგური, სიაღლე, მ	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	18.4	25.7	30.9	41.7	52.4	60.7	38.4	31.9	25.8	32.4	26.6	17.9	402.8
რუსთავი, 374	19	22	36	44	70	60	29	30	36	37	33	21	437
მარნეული, 432	21	26	38	56	75	73	37	29	40	41	40	19	495
ბოლნისი, 534	22.1	30.6	37.0	57.4	82.7	72.2	41.8	41.3	38.1	38.0	33.0	19.4	513.6
თეთრიწყარო, 1140	31.0	42.5	52.6	85.3	117.6	104.7	69.4	59.6	60.9	56.9	48.2	28.3	757.0
მანგლისი, 1191	26.2	35.0	43.0	74.5	121.2	111.1	65.7	64.8	56.7	53.9	40.5	29.6	722.2
დმანისი, 1256	18.8	30.9	35.9	72.6	115.7	109.9	71.1	62.8	52.9	43.1	30.9	16.5	661.1
წალკა, 1457	22.5	30.3	36.6	70.6	125.2	115.8	74.6	70.6	52.1	50.1	37.0	24.0	709.3

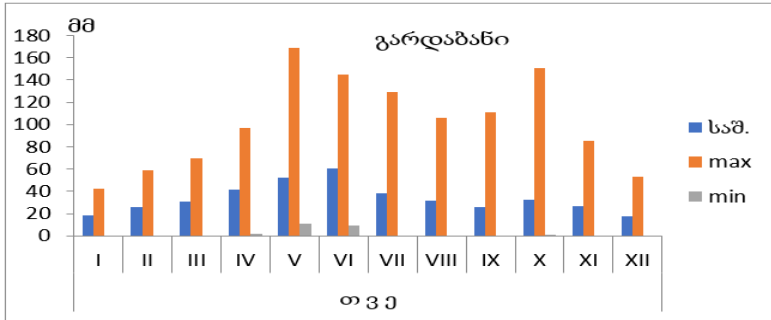
ცხრილი 2.3.1-დან ჩანს, რომ რეგიონი საერთოდ არ ხასიათდება უხვი ნალექით. ტერიტორიაზე წლის განმავლობაში უდიდესი ნალექი მთიან ზონაში მოდის (თეთრიწყარო, წალკა, მანგლისი), სადაც ნალექების ჯამი აღემატება 700 მმ-ს, უმცირესი ნალექი კი დაბლობში მოდის (გარდაბანი, მარნეული, ბოლნისი), დაახლოებით 400-500 მმ ნალექთა ჯამებით წლიურ სვლაში მათი მაქსიმუმი გაზაფხულზე, ან ზაფხულში აღინიშნება, ხოლო უმცირესი ნალექი უმთავრესად ზამთარში მოდის. რეგიონში ნალექების წლიური სვლის მთელ მრავალფეროვნებას კარგად გამოხატავს ნახ. 2.3.1-ზე წარმოდგენილი დიაგრამა.



ნახ.2.3.1. ნალექების თვიური ჯამების წლიური სვლის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების ველი

ნახ.2.3.1-ზე წარმოდგენილი ველი კარგად გამოსახავს ნალექების წლიური სვლის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების დეტალებს. კერძოდ, კარგად მოჩანს ზედაპირის დადებითი ფორმები (ამოზნექილობა), რაც შეესაბამება ნალექების მაქსიმუმებს ძირითადად გაზაფხულსა და ზაფხულში, უმთავრესად მაისში, ხოლო მინიმუმებს ზამთრის თვეებში. ნალექების თვიური ჯამები დიდ ფარგლებში მერყეობს. ეს კარგად ჩანს ნახ. 2.3.2-ზე განსხვავებულ გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებული პუნქტების მაგალითზე წარმოდგენილი ნალექების უდიდესი, საშუალო და უმცირესი თვიური ჯამების ჰისტოგრამებიდან.

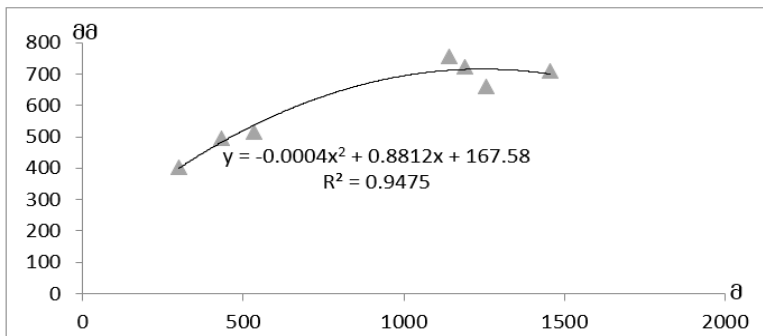




ნახ. 2.3.2. ატმოსფერული ნალექების უდიდესი, საშუალო და უმცირესი თვიური ჯამების წლიური სვლა წალკასა და გარდაბანში

როგორც ნახ. 2.3.2-დან ჩანს, ზოგიერთი თვეების განმავლობაში შესაძლებელია ნალექი საერთოდ არ მოვიდეს. ამავე დროს ცალკეულ წლებში ნებისმიერ თვეს შესაძლებელია მოვიდეს ნალექების ისეთი რაოდენობა, რომ ჯამში რამოდენიმეჯერ აღემატებოდეს ნალექების თვიურ ნორმას. ნალექებისათვის ეს დამახასიათებელია, რადგანაც დიდი დისპერსიით ხასიათდება.

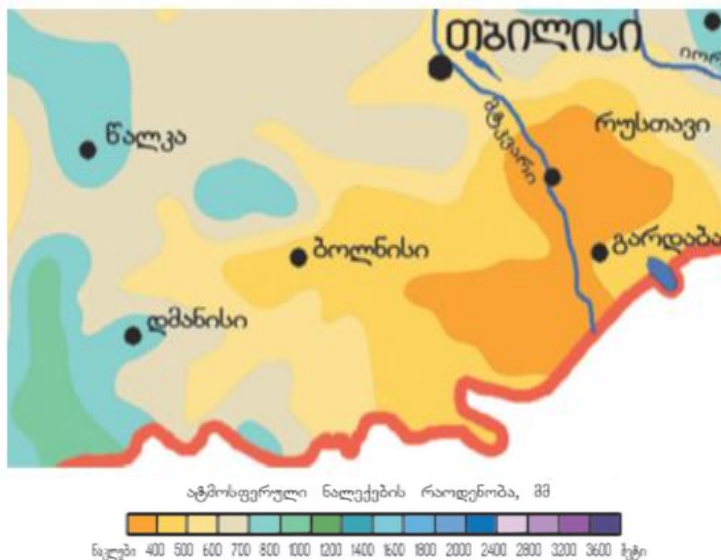
მთებში ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა ნალექთა ჯამების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. ნახ. 2.3.3-ზე წარმოდგენილია ნალექების ჯამების სიმაღლის მიხედვით ცვლილება რეგიონში, შესაბამისი აღმწერი ფუნქცია და დეტერმინაციის კოეფიციენტი.



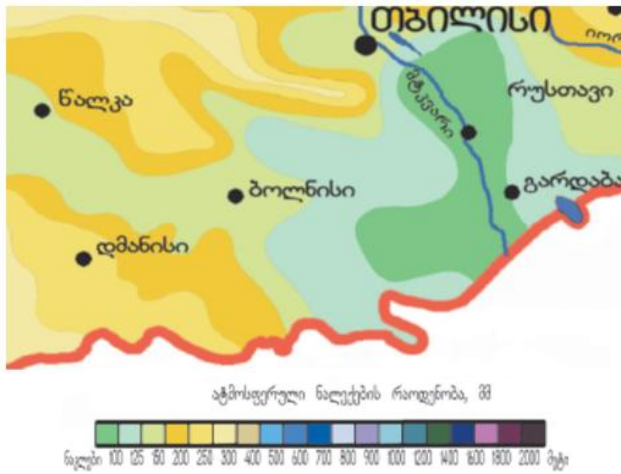
ნახ. 2.3.3. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით და შესაბამისი აღმწერი ფუნქცია (R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

დეტერმინაციის კოეფიციენტი ნალექთა წლიური ჯამისათვის საკმაოდ მაღალია და შეადგენს 0.94. რაც იმას ადასტურებს, რომ ადგილის სიმაღლის ხვედრითი წილი ნალექთა ჯამის ცვლილებაში შედარებით მნიშვნელოვანია და 94%-ს შეადგენს. დანარჩენი წილი, ანუ მხოლოდ 6%, ნალექთა ჯამების გადანაწილებაში რელიეფის ფორმას და სხვა მორფომეტრულ ფაქტორებს შეაქვს.

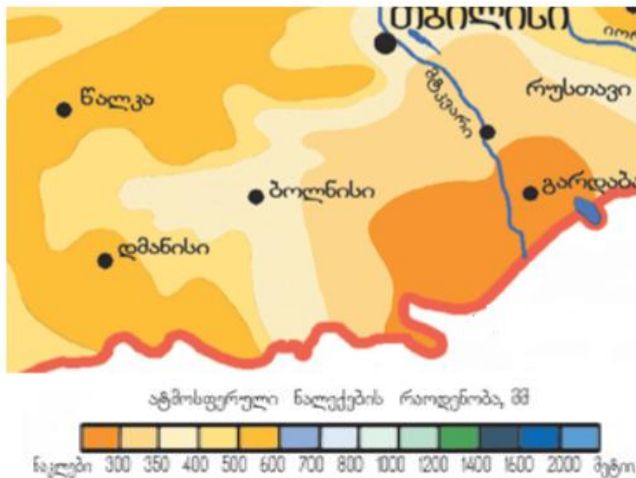
ატმოსფერული ნალექების ტერიტორიული განაწილების შემაჯამებელი იზოჰიეტების რუკები წარმოდგენილია ნახ.2.3.4-ნახ.2.3.6-ზე (საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი, 2011). ამ რუკებიდან კარგად ჩანს ნალექების სივრცობრივი განაწილების კანონზომიერებები.



ნახ. 2.3.4. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამები (მმ)



ნახ. 2.3.5. ატმოსფერული ნალექების ჯამები წლის ცივ პერიოდში (მმ)



ნახ. 2.3.6. ატმოსფერული ნალექების ჯამები წლის თბილ პერიოდში (მმ)

ნახ. 2.3.4.-2.3.6-ს თანახმად, რეგიონის ტერიტორიაზე მოსული ნალექების წლიური ჯამები მერყეობს 400-დან 800-1000 მმ-მდე ფარგლებში. წლის ცივი პერიოდის ნალექები დაახლოებით 100-300

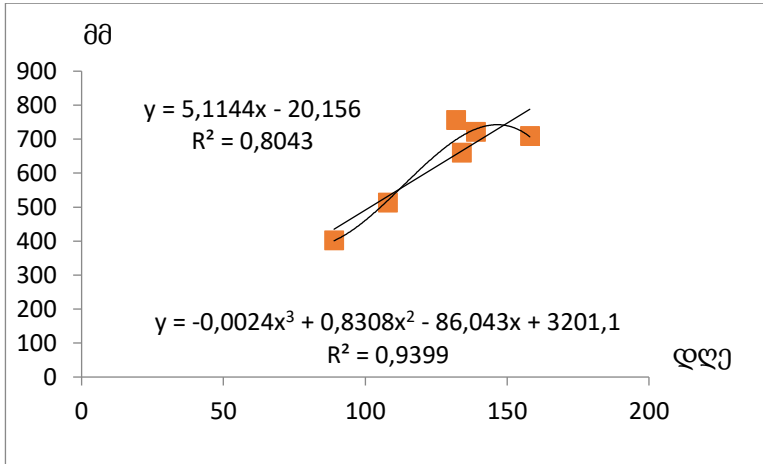
მმ-ს შეადგენს, ხოლო წლის თბილი პერიოდის ნალექები-300-600 მმ-ს შეადგენს. უმცირესი ნალექები მდინარეთა ხეობებში და დაბლობში მოდის, ხოლო ნალექების უდიდესი რაოდენობა მათათა ქედებზე აღინიშნება.

ცხრილში 2.3.2 წარმოდგენილია ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელოვანი მახასიათებლები - დღეთა რიცხვი ნალექებით.

ცხრილი 2.3.2 ნალექებიან დღეთა რიცხვი

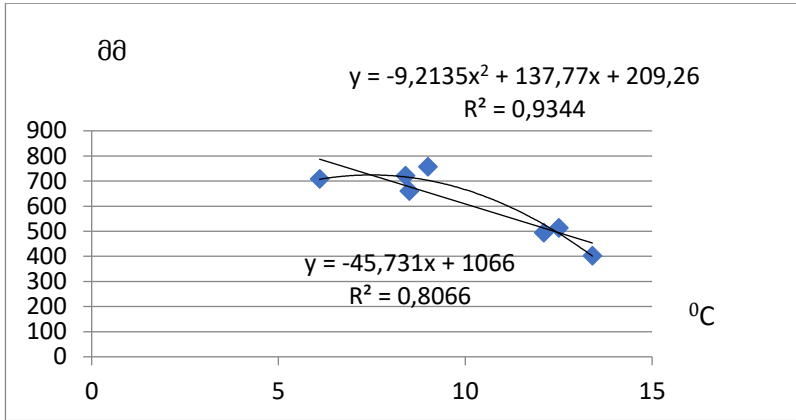
სადგური, სიადლე, მ	ო ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ბოლნისი, 534	6.3	7.9	9.3	11.3	14.3	12.5	8.4	6.8	8.5	8.7	8.1	6.0	108
გარდაბანი, 300	4.9	6.2	7.6	9.7	12.2	9.9	6.7	5.4	6.3	7.2	7.1	5.8	89
ბოლნისი, 534	6.3	7.9	9.3	11.3	14.3	12.5	8.4	6.8	8.5	8.7	8.1	6.0	108
თეთრი- წყარო, 1140	7.6	8.7	11.2	12.9	17.3	14.8	10.0	9.0	10.4	12.6	10.5	7.4	132
მაზგლისი, 1191	9.2	10.4	12.2	13.5	16.6	14.7	9.9	9.7	11.4	11.7	11.4	8.1	139
დმანისი, 1256	6.4	7.7	10.9	14.1	17.9	16.9	11.3	10.2	10.6	11.3	10.2	6.1	134
წალკა, 1457	0.1	10.4	12.0	13.8	18.8	17.8	13.4	13.1	13.7	13.3	13.2	10.7	158

ცხრილიდან ჩანს, რომ ნალექიან დღეთა რიცხვი რეგიონში საშუალოდ 90-160 დღეს შეადგენს. ნალექიან დღეთა რიცხვის წლიური სვლა ძირითადად შეესაბამება ნალექების ჯამების წლიურ სვლას: მაქსიმუმი გვიან გაზაფხულზე, შესაძლოა ზაფხულის დასაწყისში, ხოლო მინიმუმი - ზამთარში. ნალექიან დღეთა რიცხვი საერთოდ კარგ კორელაციაშია მოსულ ნალექების ჯამთან. მაგრამ ქვემო ქართლის შემთხვევაში ცალსახად პირდაპირპროპორციული კავშირი არ აღინიშნება, რაც კარგად ჩანს ნახ.2.3.7-ზე წარმოდგენილი დამოკიდებულებიდან. ეს დამოკიდებულება ნახ.2.3.7-ზე აღწერილია წრფივი და კვადრატული ფუნქციებით. დეტერმინაციის კოეფიციენტი წრფივი ფუნქციის შემთხვევაში 0.8-ია, ხოლო კვადრატული ფუნქციის შემთხვევაში გაცილებით მეტია - 0.94.



ნახ. 2.3.7. დამოკიდებულება ნალექიან დღეთა რიცხვსა (x) და ნალექების წლიურ ჯამს შორის (y), R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტი

მოსული ნალექების რაოდენობა გარკვეულ წილად კავშირშია ტემპერატურულ ფონთან. ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის დასასრულს ბირკნესმა წამოაყენა ჰიპოთეზა ნალექებსა და ტემპერატურას შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულების შესახებ დასავლეთ ევროპაში. დროზდოვმა, მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში, ეს ჰიპოთეზა დაამტკიცა აღმოსავლეთი ევროპისათვის. ეელიზბარაშვილმა (Elizbar Sh. Elizbarashvili. 2019) აჩვენა, რომ ნალექების ზრდა შეიძლება აღინიშნებოდეს როგორც ტემპერატურის ზრდის, ისე შემცირების ფონზე. კორელაციური კავშირი ნალექების ჯამსა და ტემპერატურას შორის ძირითადად უარყოფითია, იგივე შედეგია ქვემო ქართლის პირობებში (ნახ.2.3.8).



ნახ. 2.3.8. დამოკიდებულება ჰაერის საშუალო წლიურ ტემპერატურასა და ნალექების წლიურ ჯამს შორის

როგორც ნახ.2.3.8-ზე წარმოდგენილი გრაფიკებიდან და მათი აღმწერი ფუნქციებიდან ჩანს, ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ნალექთა ჯამების კლების ტენდენცია. დეტერმინაციის კოეფიციენტი შედარებით მაღალია კვადრატული ფუნქციით აპროქსიმაციისას. ეს მიუთითებს ნალექების ფორმირებაში ტემპერატურის როლის რამდენადმე შემცირებას, რაც შესაძლოა გამოწვეული იყოს რეგიონში დაბალი ტენიანობითა და ღრუბლიანობით, განსაკუთრებით მთიან რაიონებში.

2.4. თოვლის საფარი

საქართველოს ტექტონიკური დაბლობის აღმოსავლეთი ნაწილი 700-800 მ სიმაღლემდე, მათ შორის შიდა და ქვემო ქართლის დაბლობები, წარმოადგენს არამდგრადი თოვლის საფარის ზონას. ამ ზონაში ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარი რამდენჯერმე ჩნდება და ქრება, ანუ ზონის უდიდეს ნაწილზე მდგრადი თოვლის საბურველი იშვიათად ჩნდება. შესაძლოა უთოვლო ზამთრების შემთხვევებიც. ამ ზონაში თოვლის საფარის მრავალწლიური საშუალო მაქსიმალური სიმაღლე ჩვეულებრივად არ აღემატება 3-5 სმ-ს, თუმცა ცალკეულ მაღიან იშვიათ შემთხვევაში ინტენსიური ადვეციური

პროცესების შედეგად თოვლის საფარის სიმაღლემ შეიძლება მიაღწიოს გაცილებით მეტს.

აღნიშნული ზონის მაღლა მდებარეობს შედარებით მდგრადი თოვლის საფარის ზონა, რომელიც გამოირჩევა მყარი ნალექების მნიშვნელოვანი წლიური რაოდენობით. ცხრილ 2.4.1-ში წარმოდგენილია ზამთრების განმეორადობა თოვლის საფარის უდიდესი დეკადური მნიშვნელობების სხვადასხვა გრადაციების მიხედვით.

ცხრილი 2.4.1. ზამთრების განმეორადობა თოვლის საფარის უდიდესი დეკადური მნიშვნელობების სხვადასხვა გრადაციების მიხედვით (%)

სადგური, სიმაღლე მ	თოვლის საფარის სიმაღლე (სმ)											
	0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	90-100
თეთრი-წყარო, 1140		10	13	35	29	7	3	3				
მანგლისი, 1191		12	15	43	21	6	3					
დმანისი, 1256		22	30	41	7							
წალკა, 1457		11	25	46	14	4						

ცხრილიდან გამომდინარეობს, რომ ზამთრების მაქსიმალური განმეორადობა შეესაბამება თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სიმაღლეების უდიდესი მნიშვნელობების 11-20 სმ გრადაციის ფარგლებში. თეთრ-წყაროში ზამთრების განმეორადობა შეადგენს 35%-ს, დმანისში- 41%-ს, მანგლისში - 43%-ს, ხოლო წალკაში -46%-ს. თეთრ-წყაროში ზამთრების 3% შემთხვევაში თოვლის საფარის უდიდესი დეკადური სიმაღლე აღემატება 50 სმ-ს. თოვლის საფარის უდიდესი სიმაღლე მანგლისში შეადგენს 41-50 სმ-ს (ზამთრების 3% შემთხვევაში), წალკაში -31-40 სმ-ს (ზამთრების 4% შემთხვევაში), ხოლო დმანისში -21-30 სმ-ს (ზამთრების 7% შემთხვევაში).

თოვლის საფარის გაჩენის და გაქრობის თარიღები და დღეების რიცხვი მოცემულია ცხრილ 2.4.2.-ში.

ცხრილი 2.4.2. თოვლის საფარის გაჩენის და გაქრობის თარიღები და თოვლიან დღეთა რიცხვი (n)

სადგური, სიმაღლე, მ	n	თოვლის საფარის გაჩენის თარიღი			თოვლის საფარის გაქრობის თარიღი		
		საშუალო	ადრეული	ბოლო	საშუალო	ადრეული	ბოლო
თეთრი-წყარო, 1140	62	26/XI	13/X	24/I	• 2/V	24/ XI	
მანგლისი, 1191	70	18/XI	13/X	30/ X II	28/ X II	24/ X I	
დმანისი, 1256	59	27/XI	13/X	11/ II	• 2/V	20/ XI	
წალკა, 1457	75	16/XI	13/X	8/II	• 2/V	4/ XI	

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიის მთიან ზონაში თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღი ემთხვევა ნოემბრის თვის მეორე ნახევარს. თუმცა თოვლის საფარის გაჩენის ადრეული თარიღი ოქტომბრის პირველ ნახევარზე მოდის. ყველაზე გვიან თოვლი შესამდებელია მოვიდეს იანვარ-თებერვალში. თოვლის საფარის გაქრობის საშუალო თარიღი დეკემბრის ბოლოს შესაბამება, ხოლო ადრეული თარიღი ნოემბრის თვეზე მოდის.

თოვლის საფარის დღეთა რაოდენობა n ადგილის სიმაღლის მიხედვით იზრდება, გამონაკლისია დმანისი, სადაც დღეთა რიცხვი შემცირებულია. ამისი მიზეზია დმანისში თოვლის საფარის გაჩენის გვიანი თარიღი. თოვლის საფარის დღეთა რაოდენობის სიმაღლის მიხედვით ზრდის გრადიენტი საშუალოდ უდრის 4 დღეს 100 მეტრზე, ანუ ყოველი 100 მეტრზე მაღლა ასვლისას თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი იზრდება 4 ერთეულით.

ცხრილში 2.4.4 მოცემულია თოვლის საფარის საშუალოთვიური სიმაღლეები მეტეოსადგურებზე არსებული მუდმივი ლარტყის მონაცემებით.

**ცხრილი 2.4.4. თოვლის საფარის საშუალოთვიური
სიმაღლე (სმ)**

სადგური, სიმაღლე მ	თვე										უდიდესი ზამთარში		
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	საშ	მაქ.	მინ.
თეთრი წყარო, 1140				3	7	8	6				20	53	2
მანგლისი, 1191			1	4	7	7	5				18	49	3
დმანისი, 1256				1	3	3	2				10	24	1
წალკა, 1457			1	2	4	6	5	1			14	31	4

როგორც ცხრილი 2.4.4-დან ჩანს, თოვლის საფარის საშუალოთვიური და მაქსიმალური მნიშვნელობებით გამოირჩევა თეთრიწყარო და მანგლისი, სადაც თოვლის საფარის უდიდესი სიმაღლეების საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები შესაბამისად შეადგენს სადგურ თეთრიწყაროში (1140 მ) 20 და 53 სმ-ს, ხოლო მანგლისში (1191 მ) 18 და 49 სმ-ს.

2.5. ქარი

რეგიონში ქარის რეჟიმულ მახასიათებლებზე დიდ გავლენას ახდენს მაღალი და დაბალი წნევის არეების (წარმონაქმნების) განსხვავებული განლაგება წელიწადის თბილ და ცივ პერიოდებში. წელიწადის ცივ პერიოდში ციმბირის ანტიციკლონის და შავი ზღვის აკვატორიაზე არსებული დაბალი წნევის (ციკლონის) არეს გავლენით ქარების ძირითადი მიმართულებაა – აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ. წელიწადის თბილ პერიოდში კი აზორის მაქსიმუმის და სამხრეთ-დასავლეთის აზიის ტერიტორიაზე გაბატონებული დაბალი წნევის არეს გავლენით ქარები იძენენ საპირისპირო (დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ) მიმართულებას.

ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ქარის მიმართულება და სიჩქარე დამოკიდებულია ზოგად ცირკულაციურ პროცესებზე და ტერიტორიის ოროგრაფიულ თავისებურებებზე, რის შედეგად რეგიონის ტერიტორიაზე ჰაერის მასებს აქვს ძირითადად

დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის, ჩრდილოეთის და აღმოსავლეთის მიმართულებები (იხ. ცხრილი 2.5.1.).

ცხრილი 2.5.1. ქარის მიმართულებების განმეორადობა წელიწადში %

სადგური, სიმაღლე, მ	მიმართულება							
	ჩ	ჩაღ	აღ	საღ	ს	სდ	დ	ჩდ
გარდაბანი, 300	19	2	5	12	7	3	7	45
მარნეული, 432	27	6	18	13	6	3	11	16
ბოლნისი, 534	3	6	24	12	2	8	36	9
თეთრიწყარო, 1140	20	13	24	12	5	2	9	15
მანგლისი, 1191	8	2	8	24	5	1	10	42
დმანისი, 1256	8	11	16	6	2	5	9	43
წალკა, 1457	5	2	8	15	5	3	23	39

როგორც ცხრილში 2.5.1 მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, სადგურებზე გარდაბანი, მანგლისი, დმანისი და წალკა გაბატონებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებების ქარები, რომელთა განმეორადობაც 40-45%-ს შეადგენს, მარნეულში გაბატონებულია ჩრდილოეთის მიმართულებების ქარები (27%), ბოლნისში - დასავლეთის (36%), ხოლო თეთრ-წყაროში კი აღმოსავლეთის (24%) მიმართულებების ქარები. რაც შეეხება დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის მიმართულებების განმეორადობას, იგი მოცემულია ცხრილში 2.5.2.

როგორც ცხრილიდან 2.5.2 ჩანს, გარდაბანში, მანგლისში და წალკაში ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებების ქარის განმეორადობა მაქსიმალურია (წელიწადის განმავლობაში) მთელი დღე-ღამის განმავლობაში (30-61%), დმანისში გამონაკლისია შუადღე, როდესაც მაქსიმალური განმეორადობა შესაბამეა აღმოსავლეთის ქარს (32%), ხოლო ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებების ქარის განმეორადობა უდიდესია და 65%-ს აღწევს. დღის საათებში აღმოსავლეთის მიმართულებების ქარი გაბატონებულია აგრეთვე ბოლნისში (46%) და თეთრწყაროში (34%), ხოლო დღე-ღამის დანარჩენი პერიოდის განმავლობაში ბოლნისში აქტიურდება დასავლეთის მიმართულებების (32-58%, თეთრწყაროში კი ჩრდილოეთის (25-30) მიმართულებების ქარები. მინიმალური განმეორადობა მთელი დღე-ღამის

განმავლობაში შეესაბამება გარდაბანსა და წალკაში ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულების ქარებს (1-3%), ხოლო დანარჩენ სადგურებში შეესაბამება სამხრეთის მიმართულების ქარებს (0-7%).

ცხრილი 2.5.2. დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის მიმართულებების განმეორადობა წელიწადში (%).

სადგური	ტ. სთ	ჩ	ჩად	აღ	სად	ს	სდ	დ	ჩდ
გარდაბანი, 300	1	25	2	3	6	3	1	6	54
	7	22	2	4	7	3	2	11	49
	13	14	3	9	17	13	6	7	31
	19	21	2	5	11	5	2	5	49
ბოლნისი, 534	1	3	4	12	2	1	7	58	13
	7	2	4	10	3	2	16	54	9
	13	2	5	46	31	4	3	6	3
	19	7	11	23	8	2	6	32	11
თეთრიწყარო, 1140	1	30	19	16	4	2	1	8	20
	7	25	17	16	5	3	2	13	19
	13	8	9	34	24	8	3	6	8
	19	26	10	19	11	3	2	9	20
მანგლისი, 1191	1	8	1	4	14	2	0	10	61
	7	10	1	6	14	2	1	15	51
	13	6	3	11	35	9	2	8	26
	19	8	3	6	22	3	1	8	48
დმანისი, 1256	1	9	5	6	2	1	4	8	65
	7	8	9	10	3	1	4	14	51
	13	5	16	32	16	4	7	7	13
	19	11	14	14	3	1	5	7	45
წალკა, 1457	1	3	1	5	7	1	2	30	51
	7	7	2	6	7	2	2	26	48
	13	5	2	10	22	9	4	18	30
	19	6	2	6	12	4	3	28	39

ცხრილში 2.5.3 მოცემულია ქვემო ქართლის რეგიონის სადგურებზე ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარეების მნიშვნელობები (მ/წმ).

როგორც ცხრილი 2.5.3-დან ჩანს, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარის მაქსიმუმი (2,8მ/წმ) აღნიშნულია სადგურ დმანისში, მინიმუმი კი (1,8მ/წმ) მარნეულსა და თეთრ-წყაროში.

ქარის სიჩქარის წლიურ სვლაში მაქსიმუმი დაბლობ რაიონებში ძირითადად აღინიშნება გაზაფხულსა და ზაფხულში და შეადგენს გარდაბანში 3.1მ/წმ-ს ივლისში და 2.7მ/წმ-ს აპრილში, მარნეულში-2.3მ/წმ-ს აპრილში, ბოლნისში-2.5მ/წმ-ს აპრილში და

ზაფხულის თვეების განმავლობაში. მთიან რაიონებში ქარის სიჩქარის უდიდესი

ცხრილი 2.5.3. ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარე (მ/წმ)

სადგური, სიმაღლე, მ	თვე											წელი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
გარდაბანი, 300	1,5	2,2	2,5	2,7	2,4	2,6	3,1	2,4	2,1	1,8	1,0	1,0	2,1
რუსთავი, 374	4,4	6,0	5,3	4,9	5,2	5,4	6,0	4,9	4,5	4,2	3,1	3,4	4,8
მარნეული, 432	1,6	2,0	2,2	2,3	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	1,2	1,2	1,8
ბოლნისი, 534	1,8	1,2	2,2	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,2	1,9	1,6	1,7	2,1
თეთრიწყარო, 1140	1,8	2,0	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	1,7	1,5	1,2	1,3	1,8
მანგლისი, 1191	2,7	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,6	2,2	2,1	2,2	1,8	2,0	2,4
დმანისი, 1256	3,5	3,6	3,4	2,8	2,4	2,2	2,4	2,3	2,2	2,6	2,6	3,2	2,8
წალკა, 1457	2,7	2,7	2,4	2,0	2,0	1,8	1,7	1,4	1,5	1,7	1,6	2,2	2,0

მნიშვნელობები უმთავრესად აღინიშნება ზამთრის თვეებში ან გაზაფხულის დასაწყისში. მანგლისში ქარის მაქსიმალური სიჩქარეებია თებერვალსა და მარტში (2.9-3.7მ/წმ). დმანისში და წალკაში ქარის მაქსიმალური სიჩქარეებია იანვარ-თებერვალში და შეადგენს დმანისში შესაბამისად 3.5-3.5მ/წმ-ს, ხოლო წალკაში-2.7მ/წმ-ს. წლის განმავლობაში ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე შედარებით წყნარი პერიოდია ნოემბერ-დეკემბერი, როდესაც ქარის სიჩქარე მინიმალურია და შეადგენს გარდაბანში-1.0მ/წმ-ს, მარნეულში-1.2მ/წმ-ს, ბოლნისში-1.6-1.7მ/წმ-ს, თეთრიწყაროში-1.2-1.3მ/წმ-ს, მანგლისში-1.8-2.0მ/წმ-ს. დმანისსა და წალკაში ქარის სიჩქარის წლიური სვლის განსხვავებული რეჟიმია. ამ პუნქტებში ქარის

სიჩქარის მინიმალური მნიშვნელობები აღინიშნება ზაფხულში ან შემოდგომაზე. დმანისში ქარის სიჩქარე შეადგენს 2.2-2.4მ/წმ-ს (მაისიდან სექტემბრის ჩათვლით), ხოლო წალკაში-1.4-1.5მ/წმ-ს (აგვისტო-სექტემბერი).

დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე მოცემულია ცხრილ 2.5.4.-ში.

ცხრილი 2.5.4. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში, მ/წმ.

t, სთ	გარდაბანი	მარნეული	ბოლნისი	თეთრი-წყარო	მანგლისი	დმანისი	წალკა
1	2.0	1,2	2.0	1,5	2.1	2.8	1,6
7	1.4	1,1	1,8	1,2	1.7	2.1	1.6
13	2.5	1.7	2,9	2,8	3.6	3,5	2,8
19	2.4	2.0	1,9	1,6	2.2	2.7	1,9

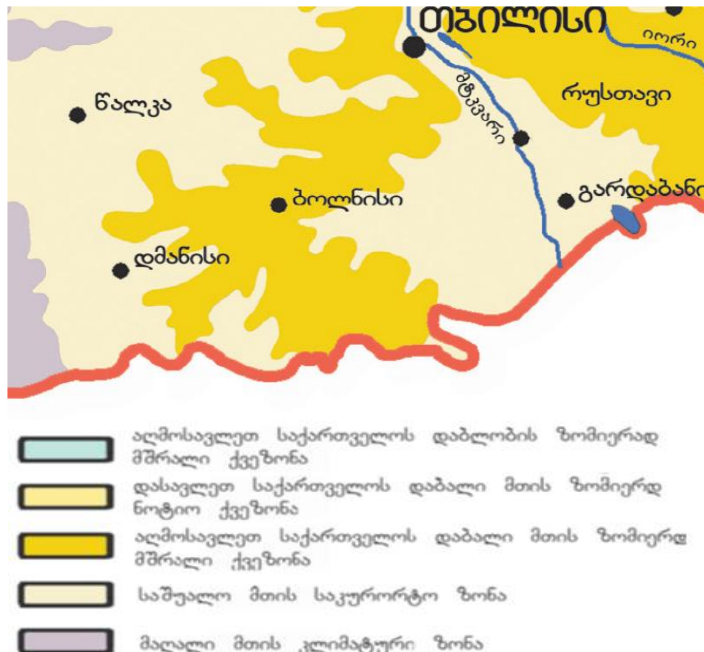
როგორც ცხრილი 2.5.4-დან ჩანს, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე ყველა განხილულ სადგურზე მაქსიმალურია 13 საათზე ან დღის მეორე ნახევარში, როდესაც ვითარდება კონვექცია. უდიდესია მანგლისსა და დმანისში 3.5-3.6მ/წმ. ბოლნისში, თეთრი-წყაროსა და წალკაში შეადგენს 2.8-2.9მ/წმ-ს, გარდაბანში-2.9მ/წმ-ს. მარნეულში ქარის სიჩქარე მაქსიმუმს აღწევს 19 საათზე (2მ/წმ). ქარის სიჩქარე ყველა განხილულ სადგურზე მინიმალურია დილის საათებში. დილის 7 საათზე ის შეადგენს მარნეულსა და თეთრწყაროში 1.1-1.2მ/წმ-ს, გარდაბანში -1.4მ/წმ-ს, ბოლნისში მანგლისში და წალკაში - 1.6-1.8მ/წმ-ს, ხოლო დმანისში 2.1მ/წმ-ს.

ქვემო ქართლის რეგიონისათვის დამახასიათებელი ძლიერი და გრიგალური ქარების რეჟიმი განხილული იქნება ნაშრომის ბოლო თავში.

თავი III კლიმატური რესურსების პოტენციალი

3.1. საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები

ნახ. 3.1.1-ზე წარმოდგენილია ქვემო ქართლის რეგიონის საკურორტო ზონების რუკა (Э.Ш.Элизнараშვილი, Н.Ш.Гонгладзе, 1980; საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011).



ნახ. 3.1.1. საკურორტო ზონები

ნახ. 3.1.1-დან ჩანს, რომ რეგიონი მოიცავს 4 საკურორტო ქვეზონას: აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობის ზომიერად მშრალ ქვეზონას, აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალი მთის ზომიერად მშრალ ქვეზონას, საშუალო მთის საკურორტო ზონას და მაღალი მთის ზონას.

რეგიონში არსებული საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები წარმოდგენილია ცხრილში 3.1.1. ცხრილიდან გამომდინარეობს, რომ რეგიონში ჭარბობს კლიმატური რესურსები.

ცხრილი 3.1.1. ქვემო ქართლის რეგიონის საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები საკურორტო ზონების მიხედვით

სახელწოდება	ადგილის სიმძლევ მ	პროფილი	მნიშვნელობა	მუნიციპალი- ტეტი
1	2	3	4	5
დაბლობის ზომიერად მშრალი				
კუმისი	492	ტალახის	კურორტი	გარდაბნის
დაბალი მთის				
ასურეთი	680	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	მარნეულის
ახკერპი	920	ბალნეო. კლიმ	საკურორტო ადგილი	მარნეულის
ფოლადაური	730	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	ბოლნისის
ტაბახმელა	950	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	გარდაბნის
საშუალო მთის ქვედა სარტყელი				
ალექსეევკა	1200	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	თეთრიწყაროს
ბევრეთი	1100	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	გარდაბნის
ბეშთაშენი	1460	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	წალკის
გასტიბი	1400	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	წალკის
გუნია-კალო	1460	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	წალკის
კიკეთი	1100	კლიმატური	კურორტი	გარდაბნის
კოჯორი	1340	კლიმატური	კურორტი	გარდაბნის
მანგლისი	1200	კლიმატური	კურორტი	თეთრიწყაროს

პანტიანი	1260	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	დმანისის
საფარლო	1180	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	დმანისი
უძო	1350	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	გარდაბნის
საშუალო მთის ზედა სარტყელი				
სანტა	1580	კლიმატური	საკურორტო ადგილი	წალკის

აღმოსავლეთ საქართველოს ზომიერად მშრალი საკურორტო ქვე-ზონა შედარებით ღარიბია საკურორტო კლიმატური რესურსებით და მას კლიმატოთერაპიული მნიშვნელობა არა აქვს. მართლაც რეგიონში ცხრილი 3.1.1.-ის თანახმად მხოლოდ ერთი კურორტია - კუმისი და ისიც ტალახის.

აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალი მთის ზომიერად მშრალ ქვეზონაში რბილი და მცირე თოვლიანი ზამთარი და თბილი ზომიერად მშრალი ზაფხული იცის. იანვრის საშუალო თვიური ტემპერატურა მინუს 3-პლიუს 1°C-ის ფარგლებში, ხოლო ივლისის-18-23°C-ის ფარგლებში მერყეობს. კლიმატების კომპლექსური კლასიფიკაციის თანახმად ქვეზონაში წლის თბილ სეზონში გაბატონებულია მზიანი, ზომიერად ნოტიო ამინდები, ხოლო წლის ცივი სეზონის განმავლობაში ჭარბობს სუსტი ყინვიანი ამინდები. კლიმატოთერაპიული მნიშვნელობა იმ კურორტებს და საკურორტო ადგილებს აქვს, სადაც მდიდარი ფოთლოვანი და წიწვოვანი ტყეებია. ამ ქვეზონაში განლაგებულია კლიმატური პროფილის საკურორტო ადგილები ასურეთი, ფოლადაური და ტაბახმელა, აგრეთვე ბალნეოკლიმატური საკურორტო ადგილი ახკერპი.

საშუალო მთის საკურორტო ზონის ქვედა სარტყელი მოიცავს 1000-1500მ, ხოლო ზედა სარტყელი-1500-2000მ სიმაღლეთა დიაპა-ზონს. ამ კრიტიკული სიმაღლის მაღლა საკურორტო რესურსები არ არის აღრიცხული. ქვედა სარტყელში ჰავა ხასიათდება ზომიერად რბილი, თოვლიანი ზამთრით და ზომიერად თბილი, ზომიერად მშრალი ზაფხულით. იანვრის საშუალო ტემპერატურაა მინუს 8-მინუს 2°C, ხოლო ივლის აგვისტოს საშუალო ტემპერატურაა 15-18°C. კლიმატების კომპლექსური კლასიფიკაციის თანახმად ქვეზონაში წლის თბილ სეზონში გაბატონებულია მზიანი, ზომიერად ნოტიო

ამინდები, ხოლო წლის ცივი სეზონის განმავლობაში ჭარბობს მზიანი სუსტი ყინვიანი ამინდები. ზონას გააჩნია მაღალი თერაპიული თვისებები და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ძირითადად სასუნთქი ორგანოების დაავადებათა სამკურნალოდ. ეს ქვეზონა მდიდარია კლიმატური რესურსებით. აქ არის სახელგანთქმული კლიმატური კურორტები კიკეთი, კოჯორი და მანგლისი, აგრეთვე პერსპექტიული საკურორტო კლიმატური ადგილები ალექსეევკა, ბევრეთი, ბემთაშენი, გასტიბი, გუნია-კალო, პანტიანი, საფარლო, უძო.

საკურორტო ზონის ზედა სარტყელი ზომიერად რბილი ზამთრით და თოვლის საფარით, აგრეთვე ზომიერად ცივი ზაფხულით ხასიათდება. იანვრის საშუალო თვიური ტემპერატურა მინუს 1° - 3° C-ის ფარგლებში, ხოლო ივლისის - 10 - 15° C-ის ფარგლებში მერყეობს. კლიმატების კომპლექსური კლასიფიკაციის თანახმად სარტყელში წლის თბილ სეზონში გაბატონებულია მზიანი, ზომიერად ნოტიო და წვიმიანი ამინდები, ხოლო წლის ცივი სეზონის განმავლობაში ჭარბობს სუსტი ყინვიანი ამინდები. სარტყელის სამკურნალო ფაქტორები ხელსაყრელია სასუნთქი ორგანოების სამკურნალოდ. აქ წალკის მუნიციპალიტეტში განლაგებულია კლიმატური საკურორტო ადგილი სანტა.

3.2. ზოგიერთი მნიშვნელოვანი კურორტის და საკურორტო ადგილის დახასიათება

მანგლისი—დაბა თეთრიწყაროს მუნიციპალიტეტში, თემის ცენტრი. მანგლისი ადგილობრივი მნიშვნელობის მთის კლიმატური კურორტია. მდებარეობს თრიალეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, მდინარე ალგეთის მარცხენა ნაპირზე, თბილისი-წალკის საავტომობილო გზაზე, ზღვის დონიდან 1200მ, თეთრიწყაროდან 45კმ, თბილისიდან 63კმ. არის ზომიერად ნოტიო ჰავა. მზის ნათების ხანგრძლივობა 2000 საათი წელიწადში. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა $7,9^{\circ}$ C. მანგლისთვის დამახასიათებელია ზომიერად ცივი ზამთარი და ხანგრძლივი თბილი მშრალი ზაფხული. იანვრის საშუალო ტემპერატურაა მინუს $2,4^{\circ}$ C, ხოლო ივლის-აგვისტოსი $18,6^{\circ}$ C. აბსოლუტური მინიმუმი -28° C, აბსოლუტური მაქსიმუმი 35° C. ნალექები 777მმ წელიწადში. ნალექების წლიური სვლა ხასიათდება მაქსიმუმით მაისში და მინიმუმით დეკემბერში (ცხრილი 3.2.1).

კურორტის სამკურნალო ფაქტორია მთის ჰავა. სამედიცინო ჩვენება: ფილტვის ტუბერკულოზური და არატუბერკულოზური ქრონიკული დაავადებანი, ბრონქული ასთმა.

ცხრილი 3.2.1. ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამების წლიური სვლა მანგლისში

კლიმატური ელემენტი	ოვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, °C	-2.4	-1.7	1.6	6.7	11.8	15.2	18.6	18.6	14.2	9.3	3.6	-0.2	7.9
აბსოლუტური მაქსიმუმი, °C	16	17	23	26	28	33	34	35	32	29	25	18	35
აბსოლუტური მაქსიმუმი, °C	-28	-24	-19	-10	-4	2	3	3	-4	-7	-16	-25	-28
ატმოსფერული ნალექები, მმ	34	41	57	79	126	108	60	58	73	67	34	20	777

კოჯორი—დაბა და კურორტი თბილისის გარეუბანში. ფეოდალურ ხანაში იყო ქართველ მეფეთა საზაფხულო რეზიდენცია, ხოლო XIX საუკუნეში წარმოადგენდა რუსული მმართველი ელიტის სააგარაკე ადგილს. კოჯორი ადგილობრივი მნიშვნელობის საშუალომთიანი კლიმატური კურორტია, მდებარეობს თრიალეთის ქედის განშტოებაზე, თბილისი-მანგლისის საავტომობილო გზაზე. ზღვის დონიდან 1350მ-ის სიმაღლეზე, თბილისის რკინიგზის სადგურიდან 20 კილომეტრში. კოჯორს ჩრდილოეთიდან აკრავს უძოს, სამხრეთიდან კი აზეულას მთები. ჰავა ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულია. მზის ნათების ხანგრძლივობა 2100სთ. წელიწადში. ზაფხული ხანგრძლივია და გრილი (ივლისის საშუალო ტემპერატურა 18,1°C), ზამთარი—ცივი (იანვრის საშუალო ტემპერატურა-2,6°C), საშუალო წლიური ტემპერატურა 7,4°C. ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი -26°C, აბსოლუტური მაქსიმუმი 33°C. ნალექების საშუალო რაოდენობა 875მმ წელიწადში. ნალექების წლიური სვლა ხასიათდება მაქსიმუმით მაისში და მინიმუმით დეკემბერ-იანვარში (ცხრილი 3.2.2). კურორტის სამედიცინო ჩვენება: სუნთქვის ორგანოთა არასპეციფიური დაავადებები, ძვალ-სახსართა და ლიმფური

კვანძების ტუბერკულოზი, ნერვული სისტემის ფუნქციური დაავადებანი, მეორეული სისხლნაკლებობა. საკურორტო სეზონი-ზაფხული.

ცხრილი 3.2.2. ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამების წლიური სვლა კოჯორში

კლიმატური ელემენტი	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ჰაერის საშ. ტემპერატურა, °C	-2.6	-2.3	0.9	5.8	10.9	14.5	17.8	18.1	13.7	8.9	3.2	-0.4	7.4
აბსოლუტური მაქსიმუმი, °C	17	16	22	24	26	29	31	33	30	27	21	18	33
აბსოლუტური მაქსიმუმი, °C	-26	-18	-18	-10	-3	3	4	4	-3	-8	-11	-22	-26
ატმოსფერული ნალექები, მმ	36	45	75	91	125	108	69	58	76	85	67	40	875

კიკეთი — სოფელი თბილისში, მთაწმინდის რაიონში. მდებარეობს თრიალეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ განშტოებაზე, ზღვის დონიდან 1200მ. სოფელთან დგას ხუროთმოძღვრების ძეგლი კაბენი. კიკეთი ადგილობრივი მნიშვნელობის საბავშვო კურორტია. იცის ზომიერად რბილი ზამთარი, თბილი და მშრალი ზაფხული. საკურორტო სეზონი - ზაფხული.

კუმისი-სოფელი გარდაბნის მუნიციპალიტეტში. ცნობილია ხელოვნური ტბით, რომელიც სოფლის სამხრეთ-აღმოსავლეთითაა და მეთევზეების საყვარელი ადგილია. ამ ტბაში ბევრი თევზია, მათ შორისაა: სქელშუბლა (Hypophthalmichthys), სარკისებრი კობრი (Mirror carp), თეთრი ამური (Ctenopharyngodon idella), ხრამული (Capoeta sieboldii), წვერა (Barbus), ჭანარი (Barbus capito) და სხვა. სანაპირო კი თითქმის მთლიანად მცენარეულობითაა გარშემორტყმული. ხელოვნურ წყალსაცავს მდინარე მტკვრის წყლით ავსებენ.

მზის ნათების ხანგრძლივობა 2000 საათს აღემატება წელიწადში. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 12,3°C. იცის ზომიერად რბილი ზამთარი და ხანგრძლივი თბილი მშრალი ზაფხული. იანვრის საშუალო ტემპერატურაა მინუს 0,1°C, ხოლო

ივლისის 24,°C. აბსოლუტური მინიმუმი -25°C, აბსოლუტური მაქსიმუმი 40°C. წლის განმავლობაში მოდის მოლოდ 441მმ ნალექი. ნალექების წლიური სვლა ხასიათდება მაქსიმუმით მაის-ივნისში და მინიმუმით დეკემბერში-იანვარში (ცხრილი3.2.3).

ტბის ფსკერი ლამოვანი ტალახით არის დაფარული, რომელსაც სამკურნალო თვისებები აქვს. ამის გამო კუმისის ტალახი თბილისის ბალნეოლოგიურ კურორტსა და სხვა სამკურნალო დაწესებულებებში ჩააქვთ.

ცხრილი 3.2.3. ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამების წლიური სვლა კუმისში

კლიმატური ელემენტი	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ჰაერის საშუ. ტემპერატურა, °C	0.1	1.7	6.1	11.5	17.1	21.1	24.4	24.2	19.4	14.4	7.1	2.0	12.3
აბსოლუტური მაქსიმუმი, °C	18	21	28	31	34	38	39	40	37	33	27	22	40
აბსოლუტური მინიმუმი, °C	-25	-15	-14	-5	0	5	8	8	0	-7	-8	-20	-25
ატმოსფერული ნალექები, მმ	16	21	35	45	65	56	36	30	39	44	34	20	441

3.3. ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები

ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შეფასებისას გამოიყენება სხვადასხვა კლიმატური ინდექსები. ფართოდ ცნობილი ინდექსი, რომელიც გამოიყენებოდა, როგორც წარსულში, ასევე ეხლანდელ პირობებში, არის ტურიზმის კლიმატური ინდექსი (TCI), რომელიც შემოთავაზებულია მიჩკოვსკის მიერ (1985). სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებში, ყოველთვიური TCI პირველად იქნა გამოთვლილი საქართველოში თბილისისთვის (Amiranashvili, Kartvelishvili., 2008), შემდეგ კი კავკასიის მრავალი სხვა პუნქტებისათვის. TCI-ის ფართო გამოყენების მიუხედავად, ის მნიშვნელოვანი კრიტიკის საგანი გახდა (Scott et al., 2016). TCI-ის ოთხი ძირითადი ნაკლი მოიცავს შემდეგს: (1) კლიმატური ცვლადების სუბიექტური შეფასებისა და შეწონვის სისტემა; (2) ის უგულვებელყოფს ფიზიკური კლიმატური პარამეტრების (მაგ., წვიმა, ქარი) გადამწყვეტი გავლენის

შესაძლებლობას; (3) კლიმატური მონაცემების (ანუ ყოველთვიური მონაცემების) დაბალ დროით გარჩევადობას შეზღუდული მნიშვნელობა აქვს ტურისტებთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღებისთვის; და (4) ის უგულვებელყოფს ძირითადი ტურიზმის სეგმენტებისა და დანიშნულების ადგილების ტიპების ცვალებად კლიმატურ მოთხოვნებს (მაგ., პლაჟის, ქალაქის, ზამთრის სპორტული ტურიზმი). TCI-ის ზემოთ ჩამოთვლილი შეზღუდვების დასაძლევად, შემუშავდა დასვენების კლიმატის ინდექსი (HCI), რათა უფრო ზუსტად შეფასებულიყო ტურისტული დანიშნულების ადგილების კლიმატური შესაფერისობა. სიტყვა „დასვენება“ შეირჩა იმის უკეთ ასახვისთვის, თუ რისთვის იყო შექმნილი ინდექსი (ანუ, დასასვენებელი ტურიზმი), რადგან ტურიზმი თავისი განმარტებით გაცილებით ფართოა („ტურიზმი არის სოციალური, კულტურული და ეკონომიკური ფენომენი, რომელიც გულისხმობს ადამიანების გადაადგილებას მათი ჩვეული გარემოს გარეთ მდებარე ქვეყნებში ან ადგილებში პირადი ან საქმიანი/პროფესიული მიზნებისთვის“).

ვინაიდან ბოლო წლებში პოპულარობას იძენს ე.წ. დასვენების კლიმატური ინდექსი (HCI), მოცემულ ნაშრომში ქვემო ქართლის რეგიონში არსებული რვა პუნქტისათვის (გარდაბანი, დმანისი, თეთრი წყარო, მარნეული, წალკა, მანგლისი, რუსთავი), რომელიც ცნობილია თავისი ისტორიული ღირსშესანიშნაობებით, კურორტებითა და ტურისტული რესურსებით განსაზღვრული იქნა დასვენების კლიმატური ინდექსები. ქვემო ქართლის ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობები, ასევე ბუნებრივი, კულტურული და ისტორიული ძეგლები რეგიონში ტურიზმის განვითარების შესაძლებლობას ქმნის. ტურიზმის პერსპექტიული მიმართულებებია ცხენით ჯირითი, სამონადირეო ტურიზმი, ეკოტურიზმი, შემეცნებითი ტურიზმი, ოჯახური ტურიზმი, ეთნოგრაფიული ტურიზმი, აგროტურიზმი, სამედიცინო-რეაბილიტაციის ტურიზმი და ა.შ.

HCI-ის განსაზღვრისთვის გამოიყენება 7 კლიმატური პარამეტრი:

$$HCI = 8 \cdot Cld + 2 \cdot Cla + 4 \cdot R + 4 \cdot S + 2 \cdot W$$

განტოლების სამი წევრი არის დამოუკიდებელი, ორი კი წარმოადგენს კომპლექსურ კლიმატურ პარამეტრს, სადაც, Cld – არის დღიური

კომფორტულობის ინდექსი, რომელიც შეიცავს ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მაქსიმუმს–(°C) და ფარდობითი ტენიანობის მინიმუმს–f (%).

Cla არის დღედამური კომფორტულობის ინდექსი, რომელიც შეიცავს ჰაერის საშუალო ტემპერატურას და საშუალო ფარდობით ტენიანობას, R–არის ნალექების ჯამი (მმ), S–მზის ნათების ხანგრძლივობა (სთ) W–ქარის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ).

კლიმატური ინდექსების შეფასების სქემა და HCI კატეგორიები წარმოდგენილია ცხრილში 3.3.1.

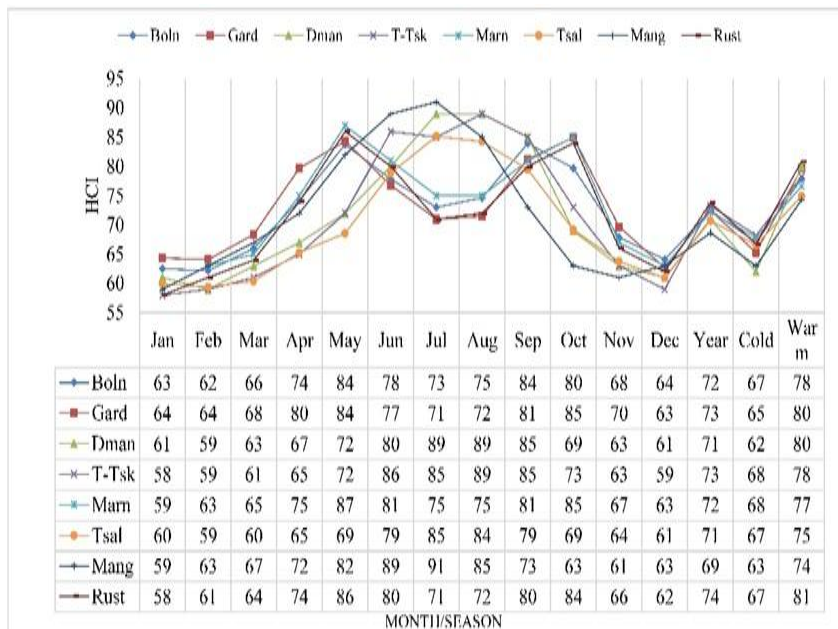
ცხრილი 3.3.1. კლიმატური ინდექსების შეფასების სქემა და HCI კატეგორიები

	კატეგორია	HCI ქულა	კატეგორია
90÷100	იდეალური	40÷49	მარგინალური
80÷89	შესანიშნავი	30÷39	არახელსაყრელი
70÷79	ძალიან კარგი	20÷29	ძალიან არახელსაყრელი
60÷69	კარგი	10÷19	უკიდურესად არასასურველი
50÷59	მისაღები	9÷-9; -10÷-20	შეუძლებელია

გამოთვლილი იქნა (HCI) ინდექსის ყოველთვიური საშუალო მნიშვნელობები ზემოთ წარმოდგენილი ფორმულის მიხედვით. ჩატარდა ინდექსის მონაცემების ანალიზი სტანდარტული სტატისტიკური ანალიზის მეთოდების გამოყენებით. გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები: საშუალო -საშუალო მნიშვნელობები; მინიმინალური მნიშვნელობები; მაქს-მაქსიმალური მნიშვნელობები; St Dev გადახრა- სტანდარტული გადახრა; Cv-ვარიაციის კოეფიციენტი, % ($Cv = 100 \text{ St Dev}/\text{Mean}$ გადახრა/საშუალო); R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტი; -წრფივი კორელაციის კოეფიციენტი; α- მნიშვნელობის დონე; H-მეტეოროლოგიური სადგურის სიმაღლეზე ზღვის დონეზე (იხ, ნახ.3.3.1).

საშუალო თვიური HCI იცვლება 58-დან (თეთრი წყარო,რუსთავი, იანვარი, მისაღები) 91-მდე (მანგლისი, ივლისი, იდეალური). HCI მნიშვნელობების ცვალებადობა ცალკეული პუნქტებისთვის შემდეგია: ბოლნისი (62, თებერვალი–84, მაისი,

სექტემბერი), გარდაბანი (63, დეკემბერი–85, ოქტომბერი), დმანისი (59, თებერვალი–89, ივლისი, აგვისტო), თეთრი წყარო (58, იანვარი–89, აგვისტო), მარნეული (59, იანვარი–87, მაისი), წალკა (59, თებერვალი–85, ივლისი), მანგლისი (59, იანვარი–91, ივლისი) დარუსთავი (58, იანვარი–86, მაისი).



ნახ.3.3.1. HCI-ის საშუალო მნიშვნელობები ქვემო ქართლის 8 პუნქტში როგორც მიღებული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს

ნახ. 3.3.1-ზე მოცემული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცალკეულ სადგურებზე საშუალო თვიური და სეზონური HCI მნიშვნელობებს შორის წრფივი კორელაციის კოეფიციენტები იცვლება მნიშვნელოვან ფარგლებში (ცხრილი 3.3.2).

ცხრილი 3.3.2. კორელაციური მატრიცა ცალკეულ სადგურებზე HCl-ის მნიშვნელობებს შორის ($R_{min}=0.41$, $\alpha=0.15$; $R_{max}=0.98$, $\alpha \leq 0.001$)

სადგურ	ბოლნისი	გარდაბანი	დმანისი	თეთრიწყარო	მარნეული	მანგლისი	წალკა	რუსთავი
ბოლნისი	1	0.94	0.68	0.73	0.97	0.65	0.58	0.96
გარდაბანი	0.94	1	0.49	0.53	0.93	0.44	0.41	0.95
დმანისი	0.68	0.49	1	0.96	0.62	0.97	0.84	0.58
თეთრიწყარო	0.73	0.53	0.96	1	0.70	0.98	0.82	0.66
მარნეული	0.97	0.93	0.62	0.70	1	0.62	0.60	0.98
მანგლისი	0.65	0.44	0.97	0.98	0.62	1	0.83	0.57
წალკა	0.58	0.41	0.84	0.82	0.60	0.83	1	0.53
რუსთავი	0.96	0.95	0.58	0.66	0.98	0.57	0.53	1

დადგენილია HCl-ის თვიური მნიშვნელობების წლიური განაწილების ტიპები ქვემო ქართლის 8 პუნქტში.

ბოლნისი ბიომოდალური განაწილება, პირველი მაქსიმუმი მაისში, მეორე მაქსიმუმი სექტემბერში.

გარდაბანი ბიომოდალური განაწილება, პირველი მაქსიმუმი მაისში, მეორე მაქსიმუმი ოქტომბერში.

დმანისი ერთმოდალური განაწილება, ბრტყელი, მაქსიმუმი ივლის-აგვისტოში.

თეთრი წყარო ბიომოდალური განაწილება, პირველი მაქსიმუმი ივნისში, მეორე მაქსიმუმი აგვისტოში.

მარნეული ბიომოდალური განაწილება, პირველი მაქსიმუმი მაისში, მეორე მაქსიმუმი ოქტომბერში.

წალკა ერთმოდალური განაწილება, მაქსიმუმით ივლისში.

მანგლისი ერთმოდალური განაწილება, მაქსიმუმით აგვისტოში.

რუსთავი ბიომოდალური განაწილება, პირველი მაქსიმუმი მაისში, მეორე მაქსიმუმი ოქტომბერში.

ამ მონაცემების მიხედვით, დგინდება HCl-ების ზოგადად ბიომოდალური განაწილება (5 ლოკაცია 8 ლოკაციიდან). გარდაბნის, მარნეულის და რუსთავის სადგურებისთვის HCl განაწილების პირველი და მეორე ექსტრემები შესაბამისად მაისსა და ოქტომბერშია; ბოლნისის სადგურისთვის - მაისსა და სექტემბერში; ხოლო თეთრი

წყაროს სადგურისთვის - ივნისსა და აგვისტოში. მონაცემები გვიჩვენებს საშუალო თვიური HCI-ების განაწილების ტიპებს ქვემო ქართლის 8 ლოკაციაზე.

3.4. ჰელიოენერგეტიკული რესურსები

ჰელიოენერგეტიკული რესურსების განაწილების რუკები საქართველოსთვის პირველად შედგენილი იქნა 1959 წელს გ. მელიას (Мелия, 1959), ხოლო მომდევნო წლებში ი. ცუცქირიძის მიერ (Цуцкиридзе, 1967; 1971). ამ ავტორების შრომებით დადგენილი იქნა, რომ საქართველოს ტერიტორიას გააჩნია ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის მაღალი დონე, რომელსაც შეუძლია უზრუნველჰყოს სხვადასხვა სისიტემის და სიმძლავრის ჰელიოდანადგარების მუშაობის ოპტიმალური პირობები.

მომდევნო პერიოდში 1987 წლს გამოქვეყნდა სამი ავტორის - სვანიძე, გაგუა და სუხიშვილის კომპლექსური მონოგრაფია (Сванидзе Г. Г., Гагуа В. П., Сухишвили Э. В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1987), რომელშიც დახასიათებულია მზის, ქარის და ჰიდროენერჯის პოტენციალი. ამ ნაშრომში გ. მელიას და ი. ცუცქირიძის შრომებისაგან განსხვავებით საქართველოს ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალის ტერიტორიული განაწილების თავისებურებების დადგენის მიზნით გამოყენებული იქნა მზის პირდაპირ და ჯამურ რადიაციებზე, მზის ნათების ხანგრძლივობაზე, ღრუბლიანობაზე, ჰაერის ტემპერატურაზე და ქარის სიჩქარეზე მნიშვნელოვნად გაზრდილი ხანგრძლივობის დაკვირვებების რიგები. წინა ავტორებისაგან განსხვავებით დაკვირვებების ინფორმაცია დამუშავდა სტატისტიკური და ალბათური ანალიზის მეთოდების გამოყენებით, რის შედეგად მნიშვნელოვნად გაიზარდა მზის რადიაციის მახასიათებლების, მზის ნათების ხანგრძლივობის და სხვა გამოყენებული მეტეოროლოგიური ელემენტების სივრცულ-დროითი განაწილების თავისებურებების და კადასტრული შეფასებების სიზუსტე. ქვემო ქართლის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დონით კომპლექსურ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ისეთი რეპრეზენტატული მახასიათებლები, როგორცაა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციების დღე-

დამური (იანვარი, ივლისი), თვიური (იანვარი, ივლისი), სეზონური და წლიური ჯამები. მზის ნათების ხანგრძლივობის დღე-დამური (იანვარი, ივლისი), თვიური (იანვარი, ივლისი), სეზონური და წლიური ჯამები (სთ), იანვარში და ივლისში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა (ბალებში), საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილ დღეთა რიცხვი წელიწადში, ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა იანვარში და ივლისში. იმ ხუთი ჰელიოენერგეტიკული ზონიდან, რომლებიც გამოყოფილია ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების სქემატურ რუკაზე, ქვემო-ქართლის ტერიტორია აღმოჩნდა მეორე (ბ) და მესამე (გ) ზონების ფარგლებში (ნახ. 3.4.1).



ნახ. 3.4.1. ქვემო-ქართლის დარაიონება ჰელიოენერგეტიკული რესურსების მიხედვით

მეორე ზონას (ბ) უკავია ქვემო ქართლის რეგიონის აღმოსავლეთი ნაწილი, მტკვრის ხეობა და მიმდებარე დაბლობები. აქ განლაგებულია გარდაბნის და მარნეულის რაიონების მნიშვნელოვანი ტერიტორია. ივლისში დღე-ღამის განმავლობაში ამ ზონის ტერიტორიაზე საშუალოდ მოდის 20-23მჯ/მ² ჯამური და 13-14მჯ/მ² მზის პირდაპირი რადიაცია, რაც თვეში შეადგენს (500-700 და 400-450 მჯ/მ²-ს). ამ ზონაში ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალი უზრუნველყოფს ჰელიოსისტემების სტაბილურ ექსპლოატაციას. იანვარში და ივლისში მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი (მჯ/მ²). ჰორიზონტალურ ზედაპირზე შეადგენს შესაბამისად დღე-ღამეში 2-3 და 13-14 მჯ/მ²-ს, თვეში 70-90 და 400-450მჯ/მ²-ს. წელიწადში—2800-2900მჯ/მ²-ს. ამავე თვეებში (იანვარი, ივლისი) ჯამური რადიაციის

ჯამები შეადგენს შესაბამისად დღე-ღამეში 5-6 და 20-23 მჯ/მ²-ს, თვეში 160-180 და 650-700 მჯ/მ²-ს წელიწადში 4900-5000 მჯ/მ²-ს. მზის ნათების ხანგრძლივობა იანვარში და ივლისში შესაბამისად დღე-ღამეში 3-4 და 8-10 საათს, თვეში 100-120 და 270-290 საათს სეზონში (მაისი-სექტემბერი) 1200-1250 საათს, წელიწადში 2000-2400 საათს შეადგენს. ამ ზონაში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა მერყეობს იანვარში 6,0-7,0 ბალის ფარგლებში. ივლისში—4,5-5,0 ბალის ფარგლებში, მოწმენდილ დღეთა რიცხვი საერთო ღრუბლიანობით მერყეობს 55-65-ის ფარგლებში. ასეთი ჰელიორესურსები ქმნის ჰელიოსისტემების სტაბილური ექსპლუატაციის პირობებს.

მესამე ზონას (B) უკავია ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიის დანარჩენი უდიდესი ნაწილი-ბოლნისის, დმანისის, თეთრი-წყაროს და წალკის რაიონები. დღე-ღამის განმავლობაში ამ ზონის ტერიტორიაზე მოდის 20-23მჯ/მ² ჯამური და 13-14 მჯ/მ² პირდაპირი რადიაცია, რაც თვეში შესაბამისად შეადგენს 600-650 და 350-400მჯ/მ². იანვარში და ივლისში მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი შეადგენს დღე-ღამეში 3-4 და 11-13 მჯ/მ²-ს, თვეში 100-120 და 350-400მჯ/მ²-ს, სეზონში (მაისი-სექტემბერი) 1700-1800, წელიწადში 2700-2800 მჯ/მ²-ს ამავე თვეებში (I,VII) ჯამური რადიაციის ჯამი შეადგენს დღე-ღამეში 7-8 და 20-23 მჯ/მ²-ს, თვეში 220-290 და 600-650 მჯ/მ²-ს წელიწადში 5000-5200 მჯ/მ²-ს. მზის ნათების ხანგრძლივობა იანვარში და ივლისში ტოლია დღე-ღამეში 4-5 და 7-8 საათისა, თვეში 120-130 და 250-270 საათს სეზონში (მაისი-სექტემბერი). 1200-1250 საათს, წელიწადში 2000-2400 სეზონში (V-IX) 1100-1200, წელიწადში 2000-2200 საათისა. ჰელიოდანადგარების მუშაობა ამ ზონაში ტოლია წელიწადში 1800-1900 ზაფხულში 650-700 საათისა. გაცდენების ხანგრძლივობა კი ტოლია წელიწადში 6800-6900, ზაფხულში 1500-1550 საათისა. ამ ზონაში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა მერყეობს იანვარში 6,0-6,5, ივლისში 5,0-5,5 ბალის ფარგლებში. მოწმენდილ დღეთა რიცხვი საერთო ღრუბლიანობით მერყეობს 50-60-ის ფარგლებში. ამ ზონაში შესაძლოა გამოყენებული იქნეს საშუალო და მცირე ზომის ჰელიოსისტემები.

3.5. ქარის ენერგეტიკული რესურსები

ქარის ენერგია მზის ენერგიასთან და ჰიდროენერგიასთან ერთად წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა, აღდგენილი და ამოუწურავი ენერგიის სახეობას. ის ორგანული გენეზისის ენერგიის წყაროებისაგან (ნავთობი, ქვანახშირი, ტორფი) განსხვავებით არ აბინძურებს გარემოს და მისი პოტენციალის ათვისებას მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა შეუძლია ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ ბალანსში. ქარის ენერგიის წარმატებული ათვისების განსახორციელებლად აუცილებელია ქარის რეჟიმული მახასიათებლების ცოდნა, რომლებზეც სისტემატური დაკვირვებები წარმოებს მეტეოროლოგიურ სადგურებზე. საქართველოში ქარის ენერგეტიკული რესურსების კვლევა დაიწყო XX საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან, 1959 წელს გამოქვეყნდა ა. ბალაბუევის და ე. სუხიშვილის შრომები (Балабуев, Месхи, 1959; Сухишвили, 1959). ა. ბალაბუევის ნაშრომში შეფასებულია საქართველოში ქარის ენერგორესურსების პოტენციალი, ე. სუხიშვილის შრომაში კი კოლხეთის დაბლობისა და შავი ზღვის სანაპირო ტერიტორიისათვის გაანალიზებულია ქარის რეჟიმული მახასიათებლები და შეფასებულია ამ რეგიონის ენერგორესურსები. 1971 წელს საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ნაშრომში (Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971) ქარის საშუალო წლიური და თვიური სიჩქარეების ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა საქართველოს ტერიტორიისათვის ქარის ენერგოდანადგარების განლაგების პერსპექტიული ადგილები და შედგენილი იქნა ქარის ენერგორესურსების განაწილების სქემატური რუკა. 1987 წელს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ (Сванидзе, Гагуа., Сухишвили) გამოქვეყნდა ფუნდამენტური ნაშრომი, რომელშიც გაანალიზებული და შეფასებულია ქარის, მზის და ჰიდროენერგიის პოტენციალი საქართველოს ტერიტორიაზე. მზის რადიაციის რესურსების კადასტრული შესწავლის და შეფასების პრინციპულად ახალი მეთოდური საფუძვლები ჩამოყალიბებულია გ. გრინევიჩის შრომებში (Гриневич, 1963, 1966), რომლებიც გამოყენებული იყო საქართველოს ტერიტორიისათვის ამ პრობლემის გადაჭრის პროცესში. გ. გრინევიჩის მზის სხივური ენერგიის კომპლექსური კვლევის მეთოდი განიხილავს მზის ენერგიის რეჟიმული მახასიათებლების ცვლილებებს

დეტერმინირებული-სტოქასტური ბუნების ფაქტორებზე დამოკიდებულიებით საქართველოს ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული კადასტრის დამუშავებას საფუძვლად დაედო გ. გრინევიჩის შრომებში ჩამოყალიბებული მეთოდური სახის პრინციპები. 2004 წელს გამოქვეყნდა “საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი”, რომელშიც გაანალიზებულია ქარზე საქართველოს 165 მეტეოსადგურზე არსებული მრავალწლიური დაკვირვებების რიგები. ქარის საშუალო სიჩქარე წარმოადგენს კადასტრის იმ მნიშვნელოვან მახასიათებელს, რომელიც აუცილებელია ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტიულობის შეფასების თვალსაზრისით.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ქარის აქტიური (სამუშაო) და არააქტიური სიჩქარეების სიდიდე. აქტიური ეწოდება ქარის ისეთ სიჩქარეებს, რომელიც აიძულებს მოძრაობაში მოიყვანოს ქარის დანადგარის ბორბალი, როგორც წესი სხვადასხვა დანადგარისათვის ეს სიჩქარეები აღემატება 3 და 5 მ/წმ სიდიდეს, ხოლო ქარის არააქტიური სიჩქარეები ვერ ახორციელებენ ქარის დანადგარის მოძრაობაში მოყვანას. ამრიგად ქარის აქტიური სიჩქარეებია $v \geq 3$ მ/წმ და $v \geq 5$ მ/წმ, ხოლო ქარის არააქტიური სიჩქარეებია $v = 0-2$ მ/წმ. ცხრილ 3.5.2-ში მოცემულია ქარის აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%) რეგიონის პუნქტებისათვის.

ცხრილი 3.5.2. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%).

სადგური, სიმაღლე, მ	ქარის სიჩქარე				
	0-2	≥ 3	≥ 5	≥ 8	≥ 10
გარდაბანი, 300	75	25	16	9	6
მარნეული, 432	75	25	13	9	3
ბოლნისი, 534	70	30	10	2	1
თეთრი-წყარო, 1140	74	26	11	4	2
მანგლისი, 1191	70	30	16	7	4
დმანისი, 1256	59	41	17	6	4
წალკა, 1457	73	27	23	5	3

ქარის საშუალო სიჩქარის ($v \geq 3\text{მ/წმ}$) წლიური განმეორადობა ამ სადგურების მონაცემების თანახმად იცვლება 25-41%-ის ფარგლებში. მაქსიმუმი (41%) დამახასიათებელია დმანისისათვის, რომელიც საერთოდ ხასიათდება ქარის მაღალი სიჩქარეებით. დანარჩენ პუნქტებში ქარის ეს მახასიათებელი დაალოებით თანაბარია და მერყეობს 26-30% ფარგლებში. სამაგიეროდ ქარის აქტიური სიჩქარების, როდესაც $v \geq 5\text{მ/წმ}$, განმეორადობა არ არის მაღალი და შეადგენს 17%-ს. ამ შემთხვევაში ყველაზე მაღალი ალბათობა შესაბამება წალკას (23%). ქარის სიჩქარის $v \geq 10\text{მ/წმ}$ განმეორადობა რეგიონის ტერიტორიის ფარგლებში შეადგენს 1-6%-ს. ქარის არააქტიური სიჩქარეების განმეორადობა ყველაზე დაბალია დმანისში, რომელიც ხასიათდება ქარის მაღალი სიჩქარეებით და ქარის აქტიური სიჩქარეების დიდი მნიშვნელობებით, და შეადგენს 59%-ს. დანარჩენ პუნქტებში ქარის არააქტიური სიჩქარეების განმეორადობა გაცილებით მაღალია და მერყეობს 70-75% ფარგლებში.

ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3\text{მ/წმ}$) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის განმავლობაში (საათი) რეგიონის ზოგიერთი პუნქტისათვის მოცემულია ცხრილ 3.5.3.-ში.

ცხრილი 3.5.3. ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3\text{მ/წმ}$) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის განმავლობაში (საათი)

სადგური	ქარის სიჩქარე, მ/წმ							
	≥ 3	≥ 4	≥ 5	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 9	≥ 10
გარდაბანი, 300	1388	1102	1004	760	691	511	432	358
მანგლისი, 1191	1751	1142	989	682	620	397	372	223
დმანისი, 1256	2750	1115	892	564	532	349	344	233

როგორც ცხრილი 3.5.3.-ის მონაცემებიდან ჩანს, ქარის აქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობა წელიწადში განხილულ სადგურებზე მერყეობს 1388-2750 საათის ფარგლებში და სიმაღლის ზრდით სწრაფად იზრდება. ქარის აქტიური სიჩქარეების ზრდის შემთხვევაში ადგილი აქვს მისი ხანგრძლივობის შემცირებას. მაგალითად, სადგურ გარდაბანში ქარის სიჩქარის ($v \geq 10\text{მ/წმ}$) დროს მისი ხანგრძლივობა მცირდება ოთხჯერ მეტად ქარის სიჩქარის $v \geq 3\text{მ/წმ}$ ხანგრძლივობას-

თან შედარებით, მანგლისში იგივე პარამეტრი მცირდება რვაჯერ, ხოლო დმანისში მცირდება თერთმეტჯერ.

ქარის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების თვალსაზრისით საქართველოში გამოყოფილია 4 ზონა, რომლებიც ხასიათდება განსხვავებული ენერგეტიკული მახასიათებლებით (იხ. ცხრილი 3.5.3).

ცხრილი 3.5.3. ქარის რესურსების კომპლექსური ენერგეტიკული დარაიონების მახასიათებლები (Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В., 1987)

ზონა, პირობები	ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე მ/წმ	სიჩქარეების საერთო ხანგრძლივობა, სთ.		
		სამუშაო სიჩქარე		არააქტიური სიჩქარე
		≥3მ/წმ	≥5მ/წმ	0-2მ/წმ
1	2	3	4	5
ა) ყველა ტიპის დანადგარის ეფექტურად გამოყენების პირობები	4-9	>5000	>3400	<3000
ბ) წელა მოძრავი დანადგარების ეფექტურად გამოყენების და სწრაფად მოძრავი დანადგარების შეზღუდულად გამოყენების პირობები	2.5-6.5	4000-5000	2000-4000	4100-5000
გ) რენტაბელური პირობები მხოლოდ წელა მოძრავი დანადგარებისათვის	2,5-5,0	3000-4000	1450-2750	2800-5500

დ) ნელმავალი დანადგარებისათვის შეზღუდულად გამოყენების პირობები	3,0-3,5	2000-3000	800-1500	5750-6350
ე) სისტემების ექსპლუატაციის არასასურველი პირობები	2-3	1400-1800	370-740	6900-7300

ქვემო ქართლის მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემებიდან გამომდინარე ქარის ენერგეტიკული რესურსების შედარებით სასურველი პოტენციალი აღინიშნება დმანისში და მანგლისში. ამ პუნქტებში შედარებით მაღალია ქარის სიჩქარე, აგრეთვე ქარის სამუშაო სიჩქარეების განმეორადობა და ხანგრძლივობა, რაც საშუალებას იძლევა სტაბილურად იმუშაოს ქარბორბალამ. ეს რესურსები შეიძლება შეზღუდულად იქნას გამოყენებული ნელმავალი დანადგარების ფუნქციონირებისათვის. ქვემო ქართლის დანარჩენ პუნქტებში და ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე იქმნება სისტემების ექსპლუატაციის არასასურველი პირობები.

ამრიგად, ქვემო ქართლის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების შეზღუდულად გამოყენების პერსპექტივები. აქ არსებობს პირობები, რომლებიც რენტაბელურია ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის.

თავი IV. აგროკლიმატური რესურსები

4.1 აგროკულტურების სითბოთი და ტენით უზრუნველყოფა

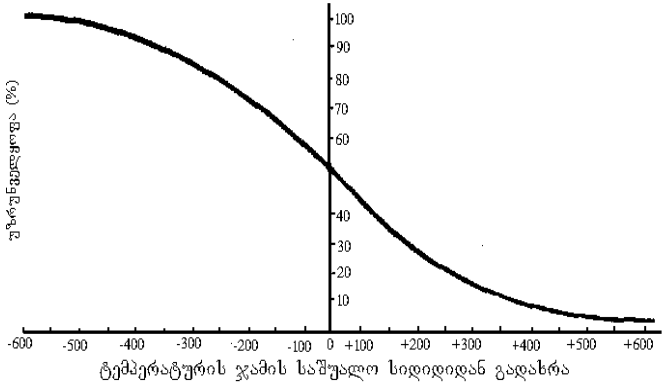
ქვემო ქართლის რეგიონი იმყოფება ზღვის დონიდან 300-1400 მ და მეტ სიმაღლემდე, ვაკე და ნაწილობრივ მთიან პირობებში. სასოფლო-სამეურნეო თვალსაზრისით, მას მნიშვნელოვანი ხვედრითი წილი აქვს საქართველოს სოფლის მეურნეობაში. აღნიშმული რეგიონის ტერიტორიაზე აწარმოებენ სხვადასხვა სახის აგროკულტურებს (მარცვლეულს, ბოსტნეულს, ბაღჩეულს, ვაზს, ხეხილოვანებს, ეთერზეთოვან ტექნიკურ, მშრალ სუბტროპიკულ და სხვა), რომლებიც იძლევიან მაღალი ხარისხის პროდუქციას.

მოცემული რეგიონის აგრარული სექტორის შემდგომი განვითარების მიზნით, საჭიროა მეცნიერულად დასაბუთებული აგროკლიმატური რესურსების შეფასება, პერსპექტიული კულტურების რაციონალურად გაადგილებისა და მაღალი პროდუქტიულობისათვის. რაც გარანტიას მისცეს ფერმერებს და კერძო სექტორის მიწათმოქმედებს აწარმოონ ისეთი სახის კულტურები, რომლებიც რენტაბელური იქნება შესაბამისი მეურნეობებისათვის. აგროკლიმატური რესურსების შეფასების საფუძველზე, რეგიონის მუნიციპალიტეტების მიხედვით, რეგიონში არსებული აგროკლიმატური მახასიათებლების ეფექტურად გამოყენება ხელს შეუწყობს სოფლის მეურნეობის მუშაკებს და ფერმერებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უკეთ წარმოებაში.

აგროკულტურების ზრდა-განვითარების და პროდუქტიულობის ერთერთი ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორია სითბო. მისი ნაკლებობის შემთხვევაში, მოსავალი და მისი ხარისხი დაბალია. ამიტომ, აქტუალურია რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდში სითბური რეჟიმის შეფასება.

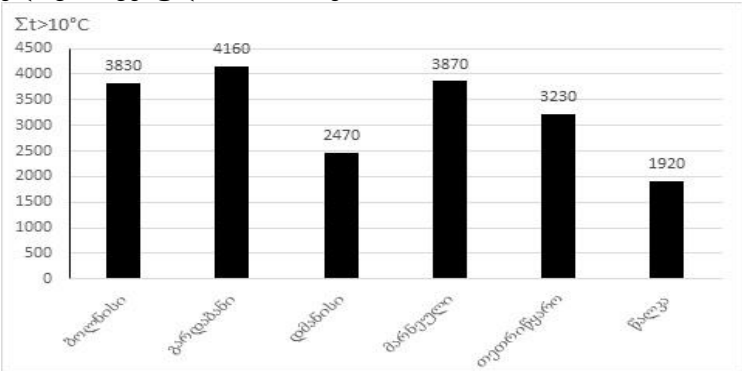
აგროკულტურების თერმული პირობების შეფასებისათვის მიღებული ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამი, ცალკეულ წლებში იცვლება 400-500°C და მეტით. ამიტომ უნდა დადგინდეს, მოცემულ მუნიციპალიტეტში, თუ როგორ იქნება უზრუნველყოფილი ესა თუ ის კულტურა საჭირო ტემპერატურის ჯამით. ამისათვის, უნდა განისაზღვროს მოცემული კულტურისათვის საჭირო ტემპერატურის ჯამის განმეორადობის შემთხვევა ყოველ ათ და მეტ წელში.

აღნიშნული უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის, შედგენილია ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის ტემპერატურის ჯამის ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) უზრუნველყოფის მრუდი (ნახაზი 4.1.1).



ნახ. 4.1.1 ტემპერატურის ჯამის უზრუნველყოფის მრუდი

ნახაზის აბსცისთა ღერძზე აღნიშნულია ტემპერატურათა ჯამის საშუალო სიდიდიდან გადახრა (0-დან), ხოლო ორდინატის ღერძზე მოცემულია ტემპერატურის ჯამის უზრუნველყოფა პროცენტებში. ამ უკანასკნელის განსაზღვრისათვის, საჭიროა მოცემულ მუნიციპალიტეტში არსებული ჰაერის ტემპერატურის ჯამის ცოდნა, რომელიც მოცემულია ნახაზზე 4.1.2.



ნახ. 4.1.2 ქვემო ქართლის რეგიონის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($> 10^{\circ}\text{C}$) თბილ პერიოდში

მაგალითისათვის, შეიძლება განისაზღვროს ტემპერატურის ჯამის უზრუნველყოფა თეთრიწყაროს მუნიციპალიტეტში და რამდენჯერ მიაღწევს საგვიანო ვაზის ჯიში (რქაწითელი, საფერავი, მანავის მწვანე და სხვა) სრულ სიმწიფეს ყოველ ათ წელში. მოცემულ მუნიციპალიტეტში ჰაერის ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 3230°C , ხოლო ვაზის საგვიანო ჯიშების სრული სიმწიფისათვის საჭიროა 3400°C და მეტი ტემპერატურის ჯამი. ამ ტემპერატურებს შორის სხვაობა შეადგენს $+170$. ნიშნულიდან აღვმართავთ ორდინატის პარალელურ ხაზს უზრუნველყოფის მრუდის გადაკვეთამდე, რომლის წერტილიდან მარცხნივ ვპოულობთ 20%. ეს მაჩვენებელი ნიშნავს, საგვიანო ვაზის ჯიშების ნაყოფების სრული სიმწიფის უზრუნველყოფას ყოველ ათ წელში 2-ჯერ.

ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის სავეგეტაციო პერიოდში აგროკულტურების სითბოთი უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის, შედგენილია რეგრესიის განტოლებები:

$$\text{მარნეული} \quad \Sigma T = -9.7n + 4253, \quad (1)$$

$$\text{ბოლნისი} \quad \Sigma T = -9.5n + 4206, \quad (2)$$

$$\text{გარდაბანი} \quad \Sigma T = -10.1n + 4511, \quad (3)$$

$$\text{დმანისი} \quad \Sigma T = -16.7n + 3018, \quad (4)$$

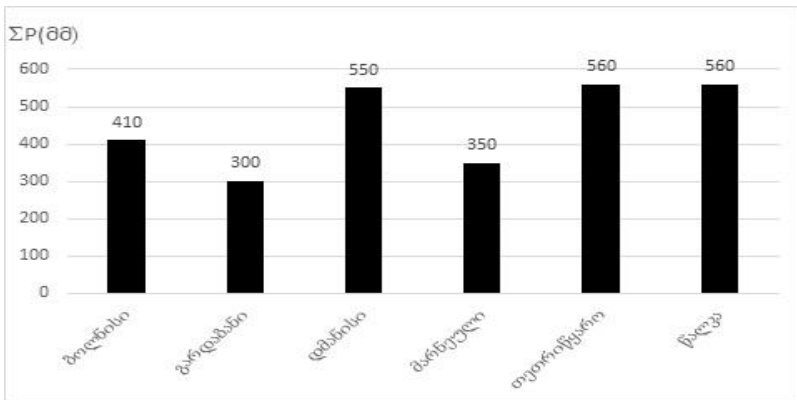
$$\text{წალკა} \quad \Sigma T = -8.9n + 2325, \quad (5)$$

განტოლებებში ΣT -საპროგნოზო ტემპერატურის ჯამია, ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღიდან; n დღეთა რიცხვი 1 მარტიდან ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღამდე, მუნიციპალიტეტებისათვის, რომლებიც მდებარეობენ ზღვის დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე, ხოლო 1 აპრილიდან 1500 მ სიმაღლემდე და ცოტა მაღლა მდებარე მუნიციპალიტეტებისათვის.

მოცემული განტოლებები საშუალებას იძლევა შეფასდეს, მიმდინარე წელს მუნიციპალიტეტის ტერიტორია, თუ როგორ იქნება უზრუნველყოფილი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამით. იმ შემთხვევაში, როცა პროგნოზული ტემპერატურის ჯამი $200-300^{\circ}\text{C}$ -ით (ნიადაგის შესაბამის ტენთან ერთად) მეტი იქნება მუნიციპალიტეტის ტემპერატურის ჯამზე, მაშინ სავეგეტაციო

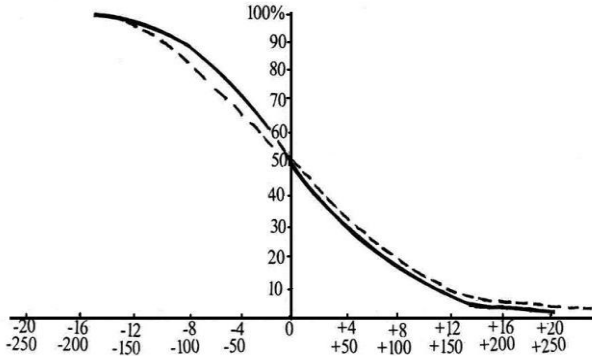
პერიოდში აგროკულტურები უკეთ იქნებიან უზრუნველყოფილი და პირიქით.

აგროკულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მნიშვნელოვანი ფაქტორია ატმოსფერულ ნალექები, რადგან მასზეა დამოკიდებული მცენარეების ტენით უზრუნველყოფა. მცენარეების ტენზე მოთხოვნილება, მათი განვითარების სხვადასხვა ფაზაში არ არის ერთნაირი. აქედან გამომდინარე, საჭიროა მცენარეთა განვითარების ცალკეულ ფაზებში ტენით უზრუნველყოფის ცოდნა. მით უფრო, როცა სავეგეტაციო პერიოდის ცალკეულ წლებში ადგილი აქვს ატმოსფერული ნალექების არათანაბარ განაწილებას. მსგავსი შემთხვევები ხშირად დაიკვირვება ქვემო ქართლის მუნიციპალიტეტებში, რის გამოც აგროკულტურები განიცდიან ტენის დეფიციტს, ძირითადად აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (ივნისი-აგვისტო). აღნიშნულ პერიოდში აუცილებელია ნიადაგის მორწყვა 3-4-ჯერ, კულტივაცია-გაფხვიერება, კულტურების ტენით უზრუნველყოფისათვის (ნახაზი 4.1.3).



ნახ. 4.1.3 ქვემო ქართლის რეგიონის ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ) თბილ პერიოდში

რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის მრავალწლიური მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე, შედგენილია სავეგეტაციო პერიოდისათვის ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის განმეორების მრუდი (ნახაზი 4.1.4).



ნახ. 4.1.4 -სავეგეტაციო პერიოდში ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის უზრუნველყოფის (%) მრუდი;
--- სავეგეტაციო პერიოდში ≤ 800 მმ ნალექების ჯამის უზრუნველყოფის (%) მრუდი

ნახაზი 4.1.4-ის მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის განმეორადობა, ყოველ ათ და მეტ წელში. განსაზღვრის წესი ნახაზი 4.1.1-ის ანალოგიურია. ამავე, ნახაზზე მოცემულია 800 მმ-ზე ნაკლები ატმოსფერული ნალექების ჯამის უზრუნველყოფის მრუდი, რომლის მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს ატმოსფერული ნალექების დაგროვება, ყოველ ათ და მეტ წელში.

მაგალითისათვის, შეიძლება განისაზღვროს 500 მმ ატმოსფერული ნალექები ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს სავეგეტაციო პერიოდში მარცვლეული, ბოსტნეული, ბაღჩეული და მრავალწლიანი კულტურების ნორმალურ განვითარებას. განსაზღვრის მიხედვით აღმოჩნდა, რომ სავეგეტაციო პერიოდში ბოლნისის მუნიციპალიტეტი 500 მმ ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფილი იქნება 2-ჯერ ყოველ ათ წელში, გარდაბნის - ერთხელ ყოველ ოც წელში, დმანისის - 6-ჯერ, მარნეულის - ერთხელ, თეთრიწყაროს და წალკის მუნიციპალიტეტები 7-ჯერ ყოველ ათ წელში.

ზემოაღნიშნული კულტურები საჭირო ატმოსფერული ნალექებით (500 მმ) ყველაზე ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი გარდაბნის და ბოლნისის მუნიციპალიტეტებში. ამ შემთხვევაში

ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურების ნორმალური პროდუქტიულობისათვის აუცილებელია ნიადაგის მორწყვა 3-4-ჯერ და ნიადაგის ზედაპირის (5-7 სმ) კულტივაცია-გაფხვიერება, ხოლო დანარჩენ მუნიციპალიტეტებში 1-2-ჯერ ნიადაგის მორწყვა. ასევე, გასათვალისწინებელია მარცვლეული, ხეხილოვანი, ვაზის და სხვა კულტურების ტენით უზრუნველყოფა.

ცხრილში 4.1.1 მოყვანილია ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა 10 და 90%-ით, მუნიციპალიტეტების მიხედვით.

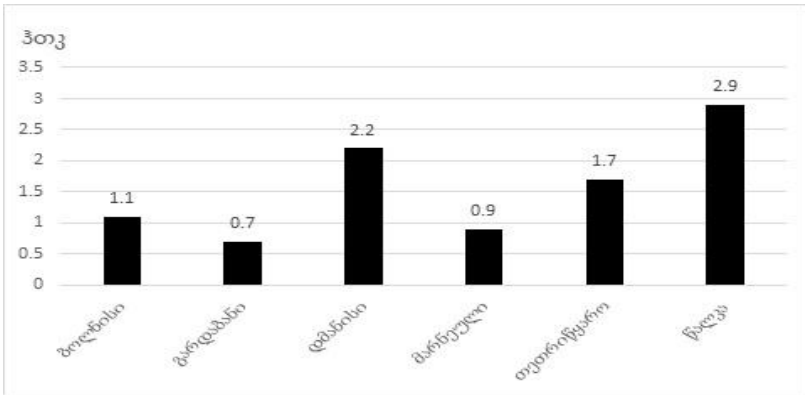
ცხრილი 4.1.1 ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა (მმ-ში) თბილ პერიოდში 10%-ით

მეტეო-პუნქტი	თ ვ ე ე ბ ი						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
ბოლნისი	120	149	150	81	82	92	99
გარდაბანი	71	119	101	65	65	77	83
დმანისი	118	208	182	125	124	107	102
მარნეული	104	134	118	81	65	77	83
თეთრიწყარო	144	184	170	108	95	106	130
წალკა	113	199	170	124	112	121	98
90%-ით							
ბოლნისი	26	37	34	6	6	11	12
გარდაბანი	12	25	19	2	1	11	8
დმანისი	33	46	60	22	12	29	14
მარნეული	21	31	24	6	1	7	8
თეთრიწყარო	37	59	53	20	13	20	22
წალკა	28	64	53	25	18	25	13

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები აჩვენებს მუნიციპალიტეტებში სეზონების შესაბამისად, ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფას. გაზაფხულზე, 10%-ით ნალექების უზრუნველყოფა მუნიციპალიტეტების მიხედვით, მერყეობს 71 მმ-დან 208 მმ-მდე, ზაფხულში მცირდება და შეადგენს 65-182 მმ, ხოლო შემოდგომაზე 77-130 მმ. რეგიონში 10%-ით აღნიშნული ნალექების რაოდენობა არ არის დამაკმაყოფილებელი, განსაკუთრებით ზაფხულის აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, როცა ჰაერის ტემპერატურა მაღალია. რაც, შეეხება 90%-ით ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფას ყველაზე მეტია გაზაფხულზე, ხოლო ზაფხულში მცირდება,

განსაკუთრებით VII-VIII თვეებში. გამომდინარე აქედან, ფერმერულ და კერძო მიწათმოქმედთა მეურნეობებში აგროკულტურები უნდა იყოს ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფილი, რათა შენარჩუნებული იქნას მოსავალი.

აგროკულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგში პროდუქტიული ტენის უზრუნველყოფა, სადაც მცენარეების ფესვთა სისტემა განლაგებული (0-100 სმ ნიადაგის ფენა). აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების ჯამების საფუძველზე, გამოთვლილი იქნა ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰტკ), რაც ნიადაგში წყლის ბალანსის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია (ნახაზი 4.1.5)



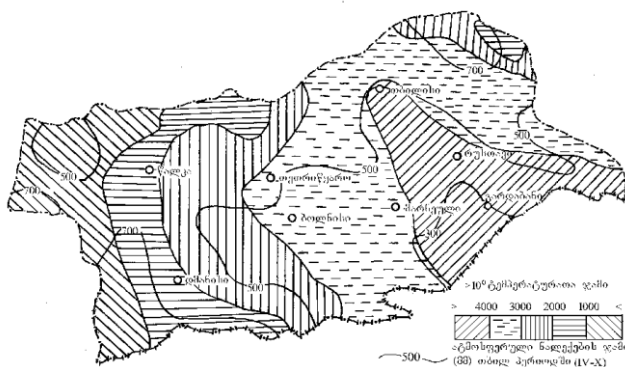
ნახ. 4.1.5 ქვემო ქართლის რეგიონის ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მაჩვენებლები თბილ პერიოდში

მოცემულ რეგიონში, ერთწლიანი კულტურები თესვის პერიოდში თითქმის ნორმალურად არის უზრუნველყოფილი პროდუქტიული ტენით, გამონაკლისია მხოლოდ სიმინდის კულტურა მარნეულის მუნიციპალიტეტში. რაც შეეხება, ვაზის კულტურას ვეგეტაციის დაწყებისას (სამგორი), ნაკლებია ბოლნისთან შედარებით. აღნიშნული ნიადაგის პროდუქტიული ტენის მარაგის შენარჩუნების და მისი მომატების მიზნით, საჭიროა ზაფხულის სეზონზე ნიადაგის მორწყვა, განსაკუთრებით მარნეულში.

უნდა აღინიშნოს, რომ აგროკლიმატური მახასიათებლები, ზღვის დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე რამდენადმე დამაკმაყოფილებელია ფერმერულ მეურნეობებში სხვადასხვა აგროკულტურების წარმოებისათვის. მხოლოდ ვაზის კულტურის (საგვიანო ჯიშში) წარმოებაა შეზღუდული, საჭირო ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობის გამო (თეთრიწყარო, დმანისი, წალკა). აღნიშნულ სიმაღლემდე ჰიდროთერმული კოეფიციენტიც ვერ უზრუნველყოფს კულტურების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას. ამიტომ, იქმნება ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფის საჭიროება გარდაბნის, მარნეულის და ბოლნისის მუნიციპალიტეტებში.

4.2 აგროკლიმატური ზონები

აგროკლიმატური პირობები განსაზღვრავს სოფლის მეურნეობაში კულტურების რაციონალურად განლაგებას და მათ ზრდა-განვითარებას. გამომდინარე აქედან, აღნიშნული პირობებისადმი მოთხოვნილების მიხედვით, სწორად უნდა იყოს შერჩეული და განლაგებული ისეთი აგროკულტურები, რომლებიც წარმატებით განვითარდება მოცემული რეგიონის პირობებში. აგროკლიმატური მახასიათებლების საფუძველზე (ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამი და ატმოსფერული ნალექების ჯამი), შედგენილია ქვემო ქართლის რეგიონის აგროკლიმატური რუკა (ნახაზი 4.2.1), რომელზეც გამოყოფილია 5 ზონა.



ნახ. 4.2.1 ქვემო ქართლის რეგიონის აგროკლიმატური ზონები

I-ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 300-400 მ სიმაღლემდე და მოიცავს გარდაბნის რაიონის ტერიტორიის აღმოსავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს, რომელიც ვრცელდება ნაწილობრივ მარნეულის რაიონის ტერიტორიაზე და გარდაბნიდან ჩრდილო-დასავლეთით თბილისამდე. აღნიშნულ ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია. მრავალწლიური ატმოსფერული ნალექების ჯამი შეადგენს 400-500 მმ, თბილ პერიოდში - 300-350 მმ. ზონაში ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 24.III-31.III, პირველი წაყინვები 6.XI-16.XI, უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 236-219 დღეს.

მოცემულ ზონაში შეიძლება ვაზის ყველა ჯიშის წარმოება (საადრეო, საგვიანო). აქ შესაძლებელია გავრცელდეს ვაზის სუფრის ჯიშებიც, საექსპორტოდ და შიდა მოხმარების მიზნით. პერსპექტიულია მეხილეობის, მემარცვლეობის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, სიმინდი და სხვა) დარგების შემდგომი განვითარება. სავეგეტაციო პერიოდში, ატმოსფერული ნალექები მცირეა და ზოგჯერ კულტურების მაღალ მოსავალს ვერ უზრუნველყოფს. მაღალი მოსავლის მისაღებად, განსაკუთრებით ზაფხულში, ერთწლიანი კულტურების ქვეშ საჭირო ხდება ნიადაგის მორწყვა 3-4-ჯერ, მრავალწლიანი კულტურების 1-2-ჯერ.

II-ზონა მოიცავს მარნეულის, ბოლნისის და თეთრიწყაროს რაიონების ტერიტორიებს. ასევე, ვრცელდება გარდაბნის რაიონის ტერიტორიაზე ჩრდილოეთით მცხეთის რაიონში და ჩრდილო-აღმოსავლეთით საგარეჯოს რაიონამდე. აღნიშნული ზონა, სხვა ზონებთან შედარებით დიდ ტერიტორიას მოიცავს. იგი ზღვის დონიდან 400-1000მ სიმაღლემდე მდებარეობს. ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000°C და მეტია. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ჯამი 500-600მმ შეადგენს, ჩრდილო-აღმოსავლეთით 700-800მმ აღწევს, თუმცა საგარეჯოს რაიონისაკენ 600-500მმ-მდე მცირდება. თბილ პერიოდში ნალექების ჯამი შეადგენს 350-400მმ (მარნეული, ბოლნისი), თეთრიწყაროსაკენ იგი ოდნავ მატულობს და 600 მმ შეადგენს. ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 1.IV-5.IV, პირველი წაყინვები 3.XI-13.XI. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 215-224 დღეს.

აღნიშნულ ზონაში 800-900მ სიმაღლემდე შესაძლებელია ვაზის ყველა ჯიშის წარმოება, აგრეთვე ხეხილოვანების, მარცვლეულის,

ბოსტნეულის და სხვა კულტურების. აგროკულტურები საჭიროებენ 1-2-ჯერ მორწყვას, ცალკეულ შემთხვევებში 3-ჯერ, მაღალი მოსავლის შენარჩუნების მიზნით.

III-ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1100-1400მ სიმაღლემდე. იგი მოიცავს ბოლნისის რაიონის ტერიტორიას სამხრეთით და სამხრეთ-დასავლეთით, თეთრიწყაროს რაიონს ჩრდილოეთით და ჩრდილო-დასავლეთით, ხოლო დმანისის რაიონის ტერიტორიას ჩრდილოეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით. აგრეთვე, მოიცავს გარდაბნის რაიონის ტერიტორიას ჩრდილოეთით. მოცემულ ზონაში ტემპერატურის ჯამი 2000°C და მეტია. მრავალწლიური ატმოსფერული ნალექები შეადგენს 600-700მმ, თბილ პერიოდში 500-600 მმ. ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 15.IV-20.IV, პირველი წაყინვები 22.X-1.XI, უყინვო პერიოდი 199-184 დღეა.

მოცემულ ზონაში არსებული ტემპერატურის ჯამი არ იძლევა ზოგიერთი მრავალწლიანი, სითბოსმოყვარული კულტურების (ატამი, გარგარი და სხვა) ნორმალური ზრდა-განვითარების შესაძლებლობას. ზონა ხელსაყრელია მარცვლეული, ზოგიერთი კონტინენტალური ხეხილოვანი (ვაშლი, მსხალი და სხვა), ბოსტნეული კულტურების და სათიბ-სამოვრებისათვის.

IV-ზონა ზღვის დონიდან 1200-1500მ სიმაღლემდე მდებარეობს. იგი მოიცავს დმანისის რაიონის ტერიტორიის სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს, აგრეთვე წალკის რაიონის ტერიტორიის სამხრეთ-დასავლეთ და ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილს. ზონაში ტემპერატურის ჯამი მცირეა (1000°C და ოდნავ მეტი), ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ჯამი 800მმ-მდეა (დმანისი), ხოლო წალკის რაიონისაკენ შედარებით მცირეა და შეადგენს 600-650მმ. თბილ პერიოდში ნალექები 550-600მმ-მდეა. ბოლო წაყინვები საშუალოდ დაიკვირვება 20.IV-2.V, პირველი წაყინვები 10.X-22.X. უყინვო პერიოდი 174-162 დღეა.

ზონაში შესაძლებელია მარცვლეულის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია), ზოგიერთი საადრეო ხეხილოვანების და მებოსტნეობის წარმოება. პერსპექტიულია მეცხოველეობის საკვები ძირხვეწიანი კულტურების წარმოება და სათიბ-სამოვრების განვითარება.

V-ზონა ზღვის დონიდან მდებარეობს 1500-2000მ და მეტ სიმაღლემდე. იგი მოიცავს დმანისის რაიონის ტერიტორიის დასავ-

ლეთ და წალკის რაიონის ტერიტორიის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილებს. ტემპერატურის ჯამი აშკარად მცირეა (1000°C-ზე ნაკლები). ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 800-850მმ (დმანისი), ხოლო წალკის რაიონის ტერიტორიისკენ მცირდება და შეადგენს 600-700მმ. ხოლო თბილ პერიოდში 500-700მმ აღწევს. ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 3.V-13.V, პირველი წაყინვები 3.X-12.X. უყინვო პერიოდის დღეთა რიცხვია 160-137 დღე.

ზონაში არსებული ტემპერატურათა ჯამის სიმცირის გამო, ფერმერულ მეურნეობებში მრავალწლიანი ხეხილოვანი კულტურების წარმოება არარენტაბელურია. აღნიშნულ ზონაში პერსპექტიულია ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურის საკმაოდ მაღალი მოსავლის მიღება. ასევე, შესაძლებელია მეცხოველეობის საკვები ძირხეუნების წარმოება და სათიბ-სამოვრების განვითარება. ცხრილში 4.2.1 რეგიონისათვის სარეკომენდაციოდ მოყვანილია აგროკულტურების ფაზათა განვითარების დადგომის ვადები.

ცხრილი 4.2.1 მარცვლელი კულტურების ძირითად ფაზათა განვითარების დადგომის ვადები

კულტურა	ჯიში	თესვა	აღმოცენება	დაბურქება	ჰმბტა-ციის განახლება	ცვლისებრი სიმწიფე
საშ. ხორბალი	„ბუზოსტაია-1“	ოქტომბრის III დეკადის დასაწყისი	ნოემბრის I დეკადის ბოლო	დეკემბრის II დეკადის ბოლო	მარტის I დეკადის დასაწყისი	ივნისის II დეკადის ბოლო
სიმინდი	„ქართული კრუგი“, „ნახევარკბილა ყვითელი“	აპრილის II დეკადის ბოლო	მაისის I დეკადის ბოლო			აგვისტოს III დეკადის ბოლო
თამბაქო	„ტრაპეზონდი-285“	თებერვლის II დეკადის დასაწყისი	თებერვლის III დეკადის ბოლო			ფოთლების სიმწიფე, I შეტევისათვის, აგვისტოს I დეკ. დასაწ.
კარტოფილი	„მხესტაკი-23“, „ნაროდნი“	აპრილის I დეკადის დასაწყისი	მაისის I დეკადის ბოლო	ფორების ჭეწობა, აგვისტოს III დეკ. ბოლო		
პომიდორი	„პერემოვა-165“	ჩითილემის დარგვა აპრილის III დეკ. დასაწ.	სიმწიფე, ივლისის II დეკადის დასაწყისი			

ხეხილოვანი კულტურების ძირითად ფაზათაგანვითარების დადგომის ვადები

კულტურა	ჯიმი	საყვავილე კვირტების დაბერვა	ყვავილობა	ნაყოფების მომწიფება
ბალი	ადგილობრივი	მარტის II დეკადის ბოლო	აპრილის შუა რიცხვები	ივნისის I დეკადის ბოლო
გარგარი	ადგილობრივი	მარტის I დეკადის ბოლო	მარტის ბოლო	ივლისის I დეკადის დასაწყისი
ატამი	ადგილობრივი “ყვითელი”	მარტის II დეკადის დასაწყისი	აპრილის II დეკადის ბოლო	ივლისის ბოლო

ქვემო ქართლის რეგიონისათვის საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ მუნციპალიტეტებში, მოცემული კულტურის თესვის კონკრეტული თესვის ვადების დადგენისათვის, შეიძლება გამოყენებული იქნას შემდეგი რეგრესიის განტოლება:

$$U = -0.0368h + 84457,$$

რომელიც გამოყენებული იქნა კახეთის რეგიონის განხილვისას.

4.3 აგროკულტურებისათვის ამინდის არახელსაყრელი მოვლენები

წყინვები-არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური მოვლენაა, რომელსაც სოფლის მეურნეობისათვის ზოგჯერ დიდი ეკონომიკური ზარალი მოაქვს. ქვემო ქართლის რეგიონში იგი არც თუ ისე იშვიათი მოვლენაა. აღსანიშნავია, რომ დაგვიანებული წაყინვები განსაკუთრებით საშიშია აგროკულტურებისათვის, რომელიც მოსალოდნელია უდრუბლო, წყნარი ამინდის დროს. ამიტომ, ფერმერებმა და სხვა კერძო სექტორის წარმომადგენლებმა, რაიონებში აუცილებლად უნდა გაითვალისწინონ მოსალოდნელი წაყინვების საშიშროება. ეფექტურად უნდა იქნას გამოყენებული წაყინვებისაგან მცენარეების დაცვის სხვადასხვა ფიზიკური თუ ბიოლოგიური მეთოდები (კვამლის გამოყენება, ნიადაგის მორწყვა, ადგილის შერჩევა სითბოს მოყვარული მცენარეებისათვის, კვების რეჟიმის რეგულირება და სხვა), რათა გაზაფხულზე დაიცვან

ხეხილოვანი კულტურების ყვავილები, ნორჩი ფოთლები, ზოგიერთი ტექნიკური თუ ბოსტნეული კულტურების ჩითილები წაყინვებისაგან.

ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე 1000მ სიმაღლემდე ბოლო წაყინვები, მუნიციპალიტეტების მიხედვით, საშუალოდ დაიკვირვება 31.III-2.IV (გარდაბანი, ბოლნისი, შესაბამისად), ხოლო აღნიშნული სიმაღლის ზევით 1500მ სიმაღლემდე 15.IV-2.V (თეთრიწყარო, წალკა, შესაბამისად). გარდაბნის მუნიციპალიტეტში ბოლო წაყინვები ყველაზე ადრე აღნიშნულია-6.III, თეთრიწყაროში-17.III, ხოლო ყველაზე გვიანი-27.IV გარდაბანში.

პირველი წაყინვები რეგიონში, მუნიციპალიტეტების მიხედვით, 1000 მ სიმაღლემდე საშუალოდ მერყეობს 3.XI-13.XI (მარნეული, გარდაბანი, ბოლნისი, შესაბამისად), ხოლო 1500მ სიმაღლემდე 10.X-1.XI (წალკა, თეთრი წყარო) შესაბამისად. პირველი წაყინვა ყველაზე ადრე აღნიშნულია გარდაბანში-29.IX, თეთრიწყაროში-26.IX, ყველაზე გვიანი აღნიშნულია გარდაბანში 28.XI, თეთრიწყაროში 24.XI.

უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე), ყველაზე მეტია ბოლნისის მუნიციპალიტეტში-224, გარდაბანში-219, მარნეულში-215, შედარებით ნაკლებია თეთრიწყაროში-199 დღე, კიდევ უფრო ნაკლებია წალკაში-100 დღე, როგორც მაღალმთიან რაიონში.

ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებებში ზღვის დონიდან ნებისმიერ სიმაღლეებზე, ბოლო და პირველი წაყინვების თარიღების განსაზღვრისათვის, ასევე უყინვო პერიოდის (დღეთა რიცხვი) განსაზღვრისათვის, შეიძლება გამოყენებული იქნას მოცემული განტოლებები:

$$\begin{aligned} n &= 0.027h + 52 & (1) \text{ ბოლო წაყინვებისათვის,} \\ n &= -0.018h + 100 & (2) \text{ პირველი წაყინვებისათვის.} \end{aligned}$$

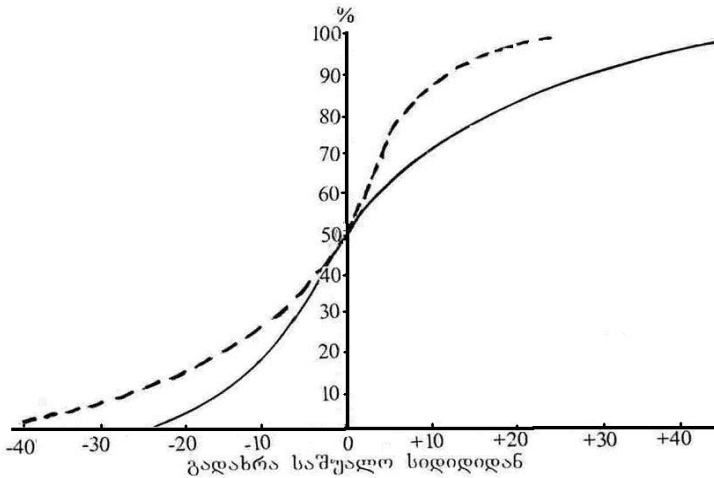
განტოლებებში n -წაყინვების თარიღია (დღეთა რიცხვი 1-თებერვლიდან ბოლო წაყინვების თარიღის დადგომამდე, ხოლო 1-აგვისტოდან პირველი წაყინვების თარიღის დადგომამდე); h -ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ).

$$n = 0.046h + 229 \quad (3) \text{ უყინვო პერიოდის}$$

განსაზღვრისათვის განტოლებაში n -უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობაა (დღეებში), h - ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლე (მ-ში).

აღნიშნული განტოლებები საშუალებას იძლევა დადგინდეს, მოსალოდნელი წაყინვების თარიღები და შეფასდეს უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეებში) რეგიონის ნებისმიერ ტერიტორიაზე და სიმაღლეზე.

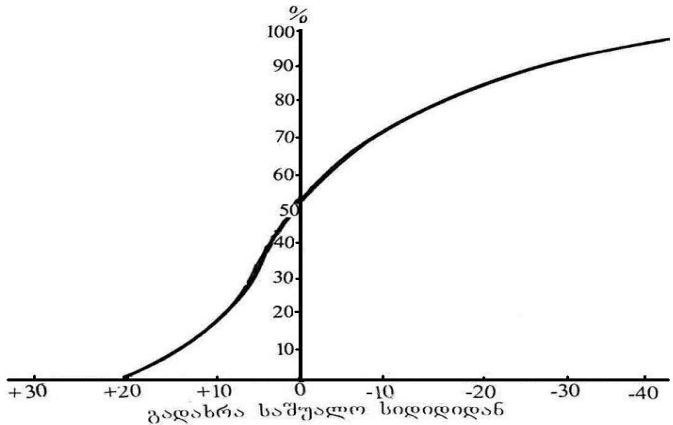
ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის ბოლო და პირველი წაყინვების ალბათობის თარიღების განსაზღვრის მიზნით, შეიძლება გამოყენებული იქნას ნახაზი 4.3.1.



ნახ. 4.3.1 ბოლო (-) და პირველი (---) წაყინვების ალბათობის მრუდები, %

ნახაზზე განსაზღვრის წესის შესაბამისად, საჭიროა მოცემულ მუნიციპალიტეტში ბოლო და პირველი წაყინვის საშუალო თარიღის ცოდნა, რომელიც ზემოაღნიშნულ ტექსტშია მოცემული. გარდა ამისა, შეიძლება გამოყენებული იქნას ბოლო და პირველი წაყინვების განსაზღვრის განტოლებებიდან (1), (2) მიღებული თარიღები.

ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიისათვის შესაძლებელია, ანალოგიურად უყინვო პერიოდის ალბათობის განსაზღვრა (ნახაზი 4.3.2).



ნახ. 4.3.2 უყინვო პერიოდის ალბათობის მრუდი, %

ნახაზზე განსაზღვრისათვის, საჭიროა მოცემული მუნიციპალიტეტის უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის დღეთა რიცხვის ცოდნა, რაც მითითებულია ზემოაღნიშნულ ტექსტში.

თოვლი - მყარი ატმოსფერული ნალექია, რომელიც იცავს ნიადაგს გაყინვისაგან, ხოლო საშემოდგომო კულტურებს დაზიანებისაგან. ცხრილში 4.3.1 მოყვანილია ქვემო ქართლის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის თოვლის საფარის გაჩენის და დნობის საშუალო თარიღები.

ცხრილი 4.3.1 თოვლის საფარის გაჩენის და დნობის საშუალო თარიღები

მეტეო-პუნქტი	თოვლის საფარით დღეთა რიცხვი	თოვლის საფარის გაჩენა	თოვლის საფარის დნობა
ბოლნისი	22	22.XII	12.III
გარდაბანი	9	28.XII	26.II
დმანისი	50	27.XI	31.III
თეთრიწყარო	45	6.XII	20.III
მარნეული	17	21.XII	11.III
წალკა	75	16.XI	7.IV

ცხრილის თანახმად, 1000მ სიმაღლემდე თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი რეგიონში არ არის დიდი და იგი 9-დან 22 დღემდე მერყეობს. 1500მ სიმაღლემდე თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი შეადგენს 50-დან 75 დღემდე. თოვლის საფარის გაჩენის თარიღი 1000მ სიმაღლემდე გვიან იწყება და ადრე მთავრდება. აღნიშნული სიმაღლის ზევით პირიქით ხდება, ადრე იწყება და გვიან მთავრდება. რაც შეეხება, რეგიონში დეკადური თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლეს, იგი ძალზე მცირეა. ამიტომ, სამემოდგომო კულტურები ჰაერის ტემპერატურის -20°C , -25°C შემთხვევაში შესაძლებელია ძლიერ დაზიანდეს, რადგან თოვლის საფარი (3-4 სმ) ვერ უზრუნველყოფს მათ ნორმალურ გამოზამთრებას. შედარებით უკეთესი პირობებია სამემოდგომო ხორბლის გამოზამთრებისათვის წალკის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, სადაც თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე შეადგენს 6-7 სმ (ცხრილი 4.3.2).

ცხრილი 4.3.2 თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სიმაღლე (სმ)

მეტეოპუნქტი	XI			XII			I			II			III			IV
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
ბოლნისი					2	2	3	3	2	2	2	1				
დმანისი			2	2	3	3	4	4	3	3	4	2	1			
თეთრიწყარო			2	3	4	5	6	4	3	3	2	1				
წალკა	1	2	3	3	4	4	5	6	7	6	6	5	3	1		

სეტყვა და გვალვა - სოფლის მეურნეობისათვის არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ მოვლენას წარმოადგენს სეტყვა. ზოგჯერ იგი ძლიერ აზიანებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს (ხეხილოვანებს, ვახს, ბოსტნეულს და სხვა). სეტყვა განსაკუთრებით საშიშია მცენარეების ყვავილობისა და ნასკვების განვითარების ფაზაში, რადგან შესაძლებელია მთლიანად დაზიანდეს მცენარეთა ყვავილები, ფოთლების ახალგაზრდა ნაზარდი ტოტები, რაც საბოლოოდ უარყოფითად აისახება მოსავალზე. მოცემულ რეგიონში სეტყვის საშიშროება არ არის გამორიცხული და საკმაოდ ხშირი მოვლენაა. ცხრილში 4.3.3 მოყვანილია სეტყვიანობის დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში.

ცხრილი 4.3.3 სეტყვიანობის დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში

მეტეო-პუნქტი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
გარდაბანი	0.03	0.3	0.3	-	-	-	0.03
დმანისი	0.4	0.9	1.1	0.1	0.3	0.07	0.03
მარნეული	0.2	0.9	0.5	0.1	0.08	0.07	0.04
თეთრიწყარო	0.6	1.0	1.0	0.2	0.4	0.2	0.2
წალკა	0.7	2.0	1.3	0.3	0.2	0.4	0.1

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, მუნიციპალიტეტების მიხედვით, სეტყვიან დღეთა რიცხვი გაზაფხულზე, 1000მ სიმაღლემდე არ აღემატება 0.9. აღნიშნული სიმაღლის ზევით შედარებით მეტია 0.4-დან 2.0 დღემდე. ზაფხულის დღეებში სეტყვიან დღეთა რიცხვი ივნისის თვიდან მცირდება. ხოლო, შემოდგომაზე კიდევ უფრო შემცირებულია აღნიშნული სიმაღლეების შესაბამისად. სავეგეტაციო პერიოდში, რეგიონი სეტყვიანობის დღეთა რიცხვის მიხედვით, შეიძლება ჩაითვალოს საშუალოდ. თუმცა, ცალკეულ წლებში არ არის გამორიცხული ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის სოფლის მეურნეობას მიაყენოს მნიშვნელოვანი ზარალი.

მოცემულ რეგიონში განიხილება გვალვებიც, როგორც სოფლის მეურნეობისათვის არახელსაყრელი მოვლენა. იგი სავეგეტაციო პერიოდში ყოველწლიურადაა მოსალოდნელი, სხვადასხვა ინტენსიობით. გვალვები იწვევს აგროკულტურების მოსავლის არსებით შემცირებას. მრავალწლიური მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, მოყვანილია გვალვიანობის დღეთა რიცხვი, თბილ პერიოდში (ცხრილი 4.3.4).

ცხრილი 4.3.4 სავეგეტაციო პერიოდში გვალვების მახასიათებლები

მეტეოპუნქტი	გვალვის ტიპები	საშუალო დღეთა რიცხვი გვალვებით			
		საშუალო	ყველაზე მეტი	ყველაზე ნაკლები	გვალვის ალბათობა, (%)
გარდაბანი	სუსტი	65	101	36	100
	საშ. ინტენს.	27	50	2	100
	ინტენსიური	4	17	1	80
	ძლიერ	0.1	1	0	10
	ნტენსიური				
წალკა	სუსტი	6	25	0	90
	საშ. ინტენს.	0	1	0	5
	ინტენსიური	0	1	0	5
	ძლიერ	0	0	0	0
	ინტენსიური				

ცხრილიდან ჩანს, რომ გარდაბნის მუნიციპალიტეტის მიხედვით, 1000მ სიმაღლემდე სუსტი და საშუალო ინტენსიური გვალვები ყოველწლიურად დაიკვირვება, თუმცა არის შემთხვევა, როცა ინტენსიური გვალვაც აღინიშნება, საშუალოდ 4 დღე. აღნიშნული სიმაღლის ზევით 1500მ სიმაღლემდე წალკის მუნიციპალიტეტის მიხედვით, სუსტი გვალვა აღინიშნება 6 დღე, მაგრამ მას არ შეუძლია არსებითი ზიანი მიაყენოს სოფლის მეურნეობას. მამასადამე, სუსტი და საშუალო გვალვების შემთხვევაში, 1000მ სიმაღლემდე, გარანტირებული მოსავლის შენარჩუნებისათვის აუცილებელია აგროკულტურების ქვემ ნიადაგის მორწყვა 3-4ჯერ, ასევე, კულტივაცია-გაფხვიერება. რაც შეეხება მრავალწლიან კულტურებს, მათი მორწყვა საჭიროა 1-2-ჯერ.

ქარი - მნიშვნელოვანი აგროკლიმატური რესურსია. იგი გაზაფხულზე ხელს უწყობს მცენარეთა ყვავილობის პერიოდში დამტკვრვას და ა.შ. ზოგიერთ შემთხვევაში ძლიერ ქარებს (≥ 15 მ/წმ) შეუძლია საკმაოდ დიდი ზიანი მიაყენოს სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგს. კერძოდ, აგროკულტურებს ვეგეტაციის ნებისმიერ ფაზაში აზიანებს (ფოთლებს, ყვავილებს, ახალგაზრდა ტოტებს და სხვა). მოცემულ რეგიონში ძლიერი ქარები საკმაოდ ხშირია, ამიტომ სასურველია ვიცოდეთ თბილ პერიოდში, სეზონების მიხედვით, რამდენი დღეა მოსალოდნელი ძლიერი ქარებით (ცხრილი 4.3.5).

**ცხრილი 4.3.5 ძლიერ ქარიან (≥ 15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი
სავეგეტაციო პერიოდში**

მეტეო-პუნქტი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
გარდაბანი	4.4	3.1	3.8	4.3	3.7	2.8	3.2
დმანისი	2.6	1.5	0.9	1.0	1.2	0.7	2.0
მარნეული	2.3	2.2	1.9	2.1	1.7	1.4	1.1
თეთრიწყარო	1.9	0.9	1.0	1.8	1.5	1.2	1.7
წალკა	1.9	1.8	1.2	1.0	1.0	1.2	1.6

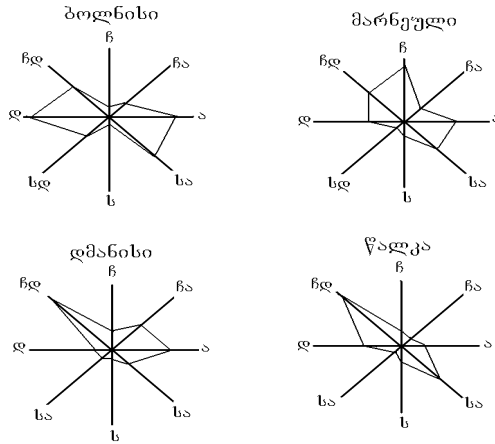
ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, გაზაფხულის და ზაფხულის სეზონებზე ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი 1000მ სიმაღლემდე უფრო ხშირად დაიკვირვება, ვიდრე 1000-დან 1500მ

სიმაღლემდე. მთელ სავეგეტაციო პერიოდში ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი თვეების მიხედვით, თითქმის არ განსხვავდება. მაგალითად, გარდაბანში შეადგენს 4.4(IV), 2.8(IX) დღეს, მარნეულში 2.3(IV), 1.1(X) დღეს. გაზაფხულზე ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი 1-2 დღით აღემატება, ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებზე ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვს (1000მ სიმაღლემდე და ზევით 1500-მდე).

რეგიონის ტერიტორიაზე, მუნიციპალიტეტების მიხედვით, აღნიშნული ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი მეტად საყურადღებოა, რადგან მცენარეების დაზიანების გარდა, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), მან შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგში (0-50სმ ფენა) პროდუქტიული ტენის შემცირება 60-40მმ და მეტად, ნიადაგიდან წყლის აორთქლების გამო. ასეთ შემთხვევაში, მცენარეების ნორმალური ზრდა-განვითარება ფერხდება და პროდუქტიულობაც მცირდება. გამომდინარე აქედან, აგროკულტურები, განსაკუთრებით ერთწლიანი (მარცვლეული, ბოსტნეული და სხვა), აგრეთვე მრავალწლიანი ვაზი და სხვა კულტურები ნიადაგის ტენით უნდა იყოს უზრუნველყოფილი (მორწყვა 2-3-ჯერ, კულტივაცია-ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერება). 1000მ სიმაღლის ზევით, 1500მ-მდე აღნიშნული ღონისძიება შეიძლება ჩატარდეს სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ნაკლებობის შემთხვევაში (ერთწლიანი კულტურების მორწყვა 1-2-ჯერ ან კულტივაცია-ნიადაგის გაფხვიერება).

ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით ზღვის დონიდან 1000მ სიმაღლემდე, ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვის მახასიათებლებიდან გამომდინარე, რომელსაც შეუძლია უარყოფითად იმოქმედოს აგროკულტურებზე, საჭიროა შემარბილებელი ღონისძიებების გატარება - ქარსაფარი ზოლების გაშენება.

რეგიონის ტერიტორიაზე, ქარსაფარი ზოლების გაშენებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას გაბატონებული ქარების მიმართულება. ამასთან დაკავშირებით, მოყვანილია გაბატონებული ქარების განვითარების მიმართულებები, თბილ პერიოდში (ნახაზი 4.3.6).



**ნახ. 4.3.6 ქარების მიმართულების განმეორადობა (%),
თბილ პერიოდში**

ნახაზიდან გამომდინარე, ქარების მიმართულებები არაერთ-გვაროვანია. რეგიონში გაბატონებულია ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულების ქარები. ბოლნისში დაიკვირვება დასავლეთის მიმართულების გაბატონებული ქარები, ხოლო მარნეულში ჩრდილოეთის მიმართულების. აღმოსავლეთის ქარი გაბატონებულია ბოლნისის, მარნეულის და დმანისის რაიონებში, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარები გაბატონებულია ბოლნისის, მარნეულის და წალკის რაიონებში.

რეგიონში აღნიშნული გაბატონებული ქარების მიმართულებები, გათვალისწინებული უნდა იქნას ქარსაფარი ზოლების გაშენებისას.

4.4 აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები

სოფლის მეურნეობის მომსახურების ერთერთ სახე, აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები სოფლის მეურნეობის მუშაკებს, ფერმერებს და დაინტერესებულ კერძო სექტორის მიწათმოქმედებს, საშუალებას აძლევს სრულად გამოიყენონ ამინდის ხელსაყრელი პირობები, დროულად დაგეგმონ და განახორციელონ საორგა-

ნიზაციო და აგროტექნიკური ღონისძიებები, რომელთა დროულად განხორციელება, მაღალი მოსავლის მიღების გარანტიას იძლევა.

აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენისათვის გამოიყენება ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა: ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამი, ნიადაგის ტენიანობა, მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) და სხვა.

აღნიშნული ფაქტორების (პრედიქტორების) საფუძველზე, განალიზებული და დამუშავებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის მეტეოროლოგიურ და აგრომეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჩატარებული დაკვირვებათა მონაცემები, მოსავალთან ერთად. აქედან გამომდინარე, შედგენილია აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდები საშემოდგომო ხორბლის, სიმინდის და კარტოფილის მწარმოებელი, აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებისა და მუნიციპალიტეტებისათვის.

მოყვანილია ქვემო ქართლის რეგიონისათვის და მუნიციპალიტეტებისათვის მოსავლის საპროგნოზო განტოლებები:

საშემოდგომო ხორბლისათვის

$$U = -4.017x + 0.939y + 9.164z - 85.366, \quad (1)$$

მოცემულ განტოლებაში (1) U-საპროგნოზო მოსავალია (ტ/ჰა); x-ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), IV-V თვეებში; y- ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (IV-V თვეებში); z- მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) 1მ²-დან, რომელიც გაიზომება მასის ბოლოს.

სიმინდისათვის

$$U = 4.438x - 0.626y - 5.052z + 158.532, \quad (2)$$

განტოლებაში (2) U-საპროგნოზო მოსავალია (ტ/ჰა); x-ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), VI-VII თვეებში; y- ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (VI-VII თვეებში); z-ნიადაგის 20სმ სიღრმეზე პროდუქტიული ტენის ჯამი (მმ), VI-VII თვეებში.

კარტოფილისათვის

$$U=3.438x+2.307y-7.510z+34.082 \quad (3)$$

განტოლებაში (3) U-საპროგნოზო მოსავალია (ტ/ჰა); x- ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), VI-VII თვეებში; y- ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (VI-VII თვეებში); z-მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) 10მ² ფართობიდან, ივლისის ბოლოს.

პროგნოზის შედგენისათვის საჭიროა ინმფორმაცია პრედიქტორებზე, ე.ი. საწყის მახასიათებლებზე, რომლებიც აღებული უნდა იქნას მეტეოროლოგიური პუნქტებიდან. პროგნოზი შეიძლება შედგეს მუნიციპალიტეტების მიხედვით, აგრეთვე რეგიონისათვის, მუნიციპალიტეტების საპროგნოზო პრედიქტირების გასაშუალებით. უნდა აღინიშნოს, რომ პროგნოზის მაღალი გამართლება (90% და მეტი) უშუალო კავშირშია შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების დროულად ჩატარებასთან.

თავი V. ამინდის საშიში მოვლენები

5.1. ძლიერი ქარები

ძლიერი ეწოდება ქარს, როდესაც მისი სიჩქარე ტოლია ან მეტი 15მ/წმ. მას მიაკუთვნებენ ამინდის საშიშ მოვლენათა რიცხვს. აქედან გამომდინარე მათი რეჟიმული მახასიათებლების (სიჩქარე, მიმართულება, ხანგრძლივობა, განმეორადობა) შესწავლა აუცილებელია ქარისმიერი დატვირთვის პარამეტრების სიდიდეების დასადგენად ეკონომიკის რიგი დარგების სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტებზე (საცხოვრებელი, სამეურნეო, რეკრეაციული და სხვა) მათი ექსპლოატაციის პროცესში.

ცხრილში 5.1.1 წარმოდგენილია ძლიერი ქარის დღეთა საშუალო და უდიდესი რიცხვი წელიწადში ქვემო ქართლის რეგიონის ცალკეული პუნქტებისათვის.

ცხრილი 5.1.1.ძლიერი ქარის დღეთა საშუალო და უდიდესი რიცხვი წელიწადში

სადგური, სიმაღლე, მ	საშუალო	უდიდესი
გარდაბანი, 300	40	117
მარნეული, 432	19	40
ბოლნისი, 534	19	65
თეთრი-წყარო, 1140	21	33
მანგლისი, 1191	29	65
დმანისი, 1256	30	51
წალკა, 1457	19	43

ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ძლიერი ქარებით ($v \geq 15$ მ/წმ) დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა წელიწადში მაქსიმალურია გარდაბანში (40 დღე), მანგლისსა და დმანისში შეადგენს 29-30 დღეს, თეთრ-წყაროში-21-ს, ხოლო მარნეულში, ბოლნისში და წალკაში-19-ს. ძლიერი ქარის დღეთა უდიდესი რიცხვი აგრეთვე მაქსიმალურია გარდაბანში (117), ბოლნისში და მანგლისში შეადგენს 65-ს, ხოლო დანარჩენ პუნქტებში მერყეობს 33—51 დღეთა ფარგლებში.

ძლიერი ქარებით დღეების წლიურ სვლაში მაქსიმუმი აღინიშნება ზამთარში, უმთავრესად იანვარ-თებერვალში და დმანისში აღემატება 5 დღეს (იანვარი), თეთრ-წყაროში-3 დღეს (თებერვალი).

ძლიერი ქარების დღეთა რიცხვი მინიმალურია ზაფხულში და ხშირად 1 დღესაც არ შეადგენს.

ცხრილი 5.1.2 ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები (მ/წმ)

სადგური, სიმაღლე, მ	თ ვ ე				
	წელიწადში	5	10	15	20
გარდაბანი, 300	25	28	29	30	31
რუსთავი, 374	30	34	36	38	39
მარნეული, 432	19	23	24	25	26
ბოლნისი, 534	19	25	28	30	33
თეთრიწყა რო,1140	24	30	34	35	37
მანგლისი, 1191	25	30	32	33	35
წალკა, 1457	24	28	31	32	33

სხვადასხვა ალბათობის ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები (მ/წმ), რომლებიც შესაძლოა 1,5,10,15,20 წელიწადში ერთხელ მოცემულია ცხრილ 5.1.2.-ში.

ცხრილში 5.1.3 წარმოდგენილია გრიგალური ქარის დაკვირვებული და შესაძლო მაქსიმუმი შესაბამისი უზრუნველყოფა და განმეორადობის პერიოდი ქვემო ქართლის რეგიონის 2 პუნქტისათვის.

ქარს, რომლის სიჩქარე მეტია 32 მ/წმ-ზე ცნობილია გრიგალის სახელწოდებით. გრიგალური ქარები დიდ ზიანს აყენებენ სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებს. ცხრილ 5.1.2 -დან გამომდინარეობს, რომ გრიგალური ქარები რუსთავში აღინიშნება ყოველ 5 წელიწადში ერთხელ, თეთრი-წყაროში და მანგლისში-ყოველ 10 წელიწადში ერთხელ, წალკაში-ყოველ 15 წელიწადში ერთხელ. ყოველ 20 წელიწადში ერთხელ გრიგალური ქარის სიჩქარე რუსთავში აღწევს 39 მ/წმ-ს, თეთრი წყაროსა და მანგლისში 37-35მ/წმ-ს.

ცხრილი 5.1.3 გრიგალური ქარის დაკვირვებული და შესაძლო მაქსიმუმი

პუნქტი	დაკვირვებული მაქსიმუმი (მ/წმ)	უზრუნველყოფა %	განმეორადობის პერიოდი, წელი	შესაძლო მაქსიმუმი (მ/წმ)	უზრუნველყოფა %	განმეორადობის პერიოდი, წელი
ბოლნისი	35	17	6	40	1	100
თეთრიწყარო	40	46	2.2	45	1	100

როგორც ცხრილიდან ვხედავთ გრიგალური ქარის დაკვირვებული სიჩქარე ბოლნისში და თეთრ-წყაროში შეადგენს შესაბამისად 35 და 40 მ/წმ, ხოლო მისალოდნელი სიჩქარეებია 40 და 45 მ/წმ 100 წლის პერიოდულობით.

5.2. ქარბუქი

ქარბუქი არის თოვლის გადატანა საკმაო სიძლიერის ქარით. ის არღვევს თოვლის საფარის თანაბრობას და იწვევს კარნიზების ნამქერებისა და სხვა თოვლის დაგროვების არამდგრადი ფორმების წარმოქმნას (Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E., Tbilisi, 2012).

ქარბუქი აფერხებს ყველა სახეობის ტრანსპორტის ფუნქციონირებას, იწვევს ელექტროგადამცემი ხაზების რღვევას, ქმნის ავარიულ სიტუაციებს და ხშირად იწვევს ადამიანთა მსხვერპლს.

ქარბუქი განსაკუთრებულ ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას. ძლიერი ქარებისა და თოვლის საფარის სტრუქტურის სიფხვიერისას ხდება თოვლის არათანაბარი გადანაწილება და სავარგულეზზე წარმოიქმნება მოტიტვლებული ადგილები, რაც ზამთრის ნათესების გაყინვასა და ნიადაგის ეროზიას იწვევს. რაიონებში სადაც მდებარეობს ზამთრის სამოვრები ქარბუქი ხშირად არღვევს საქონლის გამოკვების ნორმალურ რეჟიმს და ართულებს პირუტყვის გამოზამთრებას (Pipia M., Beglarashvili N., 2018). ქარბუქსაშიში ქარების მიმართულება განპირობებულია ატმოსფერული პროცესებით, რომლის დროსაც ხდება ქარბუქის ჩასახვა. საქართველოს პირობებისთვის ასეთ ნაკადებს ძირითადად წარმოადგენენ ქარები დასავლეთისა და აღმოსავლეთის მდგენელებით. თუმცა ადგილის რელიეფიდან გამომდინარე ქარბუქსაშიში ქარების მიმართულება შესაძლებელია მკვეთრად შეიცვალოს. ქარბუქთა მნიშვნელოვანი ნაწილი განპი-

რობებულია დასავლეთის პროცესებით და მოიცავს საქართველოს თითქმის მთელ ტერიტორიას. დასავლეთ საქართველოში მას თან ახლავს თოვლი, დანარჩენ რაიონებში შეიძლება ქონდეს მიწისპირა ქარბუქის ხასიათი. აღმოსავლეთის მდგენელის მქონე ქარების სიჩქარე უმეტეს შემთხვევაში გაცილებით დაბალია, რაც შესაბამისად, ამცირებს ქარბუქსაშიშროებას. აღმოსავლეთის პროცესებისას ქარბუქი მოიცავს მთელ აღმოსავლეთ საქართველოს და სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის მნიშვნელოვან ნაწილს, ასევე, გამონაკლის შემთხვევებში ვრცელდება დასავლეთ საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში.

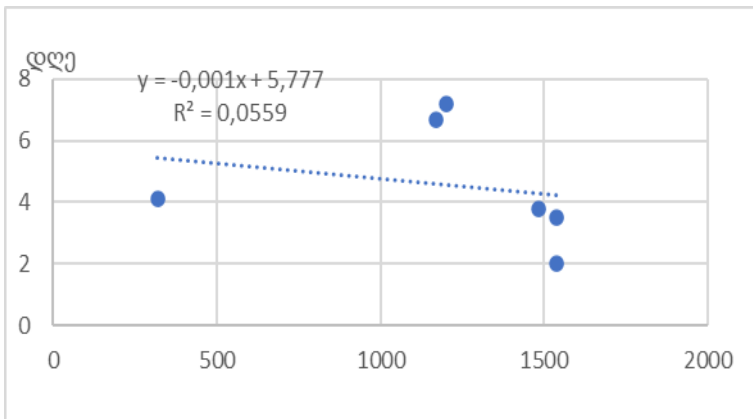
ქარბუქთა ხასიათს განაპირობებს პირობების მთელი კომპლექსი: მყარი სახით წამოსული ნალექების რაოდენობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ამინდის ცვალებადობა, რელიეფის კონფიგურაცია და მასთან დაკავშირებული პუნქტების დაცულობა. ქარბუქის გადატანის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული თოვლის ქარების დინების სიჩქარეზე, თოვლის საფარის სიმყარეზე, თოვლის ნაწილაკების ზომაზე და ჰაერის ტემპერატურასა და სინოტივეზე (Elizbar Sh. Elizbarashvili, Mariam E. Elizbarashvili, Liana G. Kartvelishvili, Mikhail G. Pipia, Shalva E. Elizbarashvili, 2018). ქვემო ქართლში ქარბუქი იშვიათი მოვლენაა, ყველაზე უფრო მანგლისში (თეთრიწყაროს მუნიციპალიტეტი) დაიკვირვება, ამ რაიონშიც ქარბუქიან დღეთა რიცხვის მაჩვენებელი არ არის მაღალი, საშუალო დღეთა რიცხვი 7 დღეა წლის გამავლობაში, ხოლო მაქსიმალური 36 დღე. რაც შეეხება ქარბუქიან დღეთა რიცხვის ცვლილებას ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში, ქვემო ქართლის რეგიონში იგი ყოველთვის არ გამოირჩევა პირდაპირ პროპორციულობით და ხშირ შემთხვევაში დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, როგორცაა ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ამინდის ცვალებადობა, რელიეფის კონფიგურაცია და მასთან დაკავშირებული პუნქტების დაცულობა და სხვ.

ცხრილი 5.2. 1. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი ქვემო ქართლის რეგიონში

მეტ.სადგ.	საშ	მაქს.	რაიონი	სიმაღლე მ/ზდ.
ბეშთაშენი	2	11	წალკა	1540
მანგლისი	7.2	36	თეთრიწყარო	1200

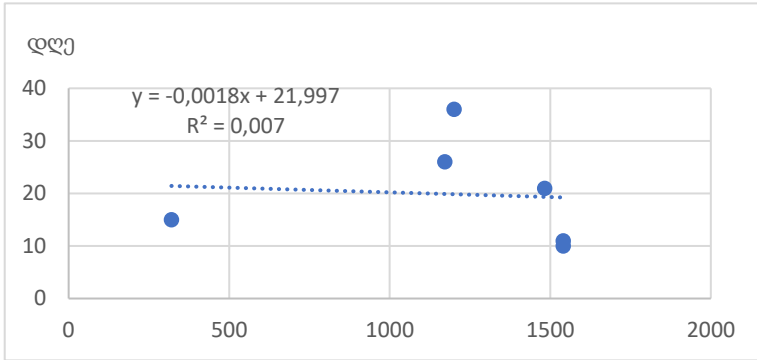
წალკა	3.8	21	წალკა	1482
დმანისი	6.7	26	დმანისი	1171
კუშჩი	4.1	15	მარნეული	320
საყდრონი	3.5	10	წალკა	1540

ქარბუქის საშუალო და მაქსიმალური დღთა რიცხვის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში ქვემო ქართლის რეგიონისთვის მოყვანილია დიაგრამების სახით(ნახ. 5.2.2) შესაბამისი რეგრესიის განტოლებითა და დეტერმინაციის კოეფიციენტით(R^2).



ნახ. 5.2.1. ქარბუქის საშუალო წლიური დღთა რიცხვის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლესთან მიმართებაში

დიაგრამები (ნახ.5.2.1 და 5.2.2) გვიჩვენებს, რომ დამოკიდებულება ქარბუქიან დღთა რიცხვის ცვლილებისა ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან მიმართებაში, თითქმის არ არის კორელაციაში. ქარბუქის საშუალო წლიური დღთა რიცხვის შემთხვევაში დეტერმინაციის კოეფიციენტი- $R^2=0.056$, წლიური მაქსიმალური დღთა რიცხვის შემთხვევაში $R^2= 0.007$.



ნახ. 5.2.2. ქარბუქის წლიური მაქსიმალური დღეთა რიცხვის დამოკიდებულება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლესთან მიმართებაში

ქარბუქის კლიმატური მახასიათებლებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ხანგრძლივობას ისევე როგორც ქარბუქიან დღეთა რიცხვს. მათ შორის მთელი წლის განმავლობაში არსებობს მჭიდრო კავშირი - რაც მეტია ქარბუქიან დღეთა რიცხვი მით მეტია მისი ხანგრძლივობა.

ქარბუქის ხანგრძლივობაზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქარბუქით მიყენებული ზარალის ოდენობა, განსაკუთრებით ავტომაგისტრალებსა და სუდელტეხილო გადასასვლელებზე სადაც ტრანსნსპორტის დიდი ხნით შეფერხება, რაც გამოწვეულია ქარბუქის შედეგად ხილვადობის გაუარესებითა და ნამქერების წარმოქმნით, იწვევს უარყოფით ეკონომიკურ შედეგებს.

ცხრილ 5.2.2.-ში მოყვანილია მონაცემები ქარბუქის საშუალო და მაქსიმალური ხანგრძლივობის შესახებ წლის განმავლობაში ქვემო ქართლის რეგიონში.

ცხრილი 5.2.2. ქარბუქის ხანგრძლივობა ქვემო ქართლის რეგიონში

მეტეოსადგურ ი/პოსტი	საშუალო წლიური ხანგრძლივობა (სთ)	მაქსიმალური წლიური ხანგრძლივობა (სთ)	სიმაღლე, ზღ /მ
მანგლისი	46	396	1200
წალკა	31	78	1482
დმანისი	6.3	53	1171

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ქარბუქის ხანგრძლივობა პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაშია ქარბუქიან დღეთა რიცხვთან. მაგალითად, ქვემო ქართლის რეგიონში ქარბუქიან დღეთა რიცხვის, როგორც საშუალო, ასევე, მაქსიმალური მნიშვნელობები ყველაზე მაღალია მანგლისში(თეთრიწყაროს მუნიციპალიტეტი) – საშ – 7,2 დღე, მაქს. -36 დღე. შესაბამისად, ხანგრძლივობაც ყველაზე მეტად მანგლისში ფიქსირდება - საშ. – 46 სთ, მაქს - 396 სთ.

5.3. ნისლი

ნისლი წარმოადგენს საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენას. ძლიერი ნისლი ამცირებს ხილვადობის მანძილს 50 მეტრამდე ან მეტადაც, რაც უარყოფითად მოქმედებს ტრანსპორტის ყველა სახეობის (სახმელეთო, საზღვაო, საჰაერო) ნორმალურ ფუნქციონირებაზე. ნისლი ასევე ზემოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე (მათ შორის ადამიანის ორგანიზმზე) და არღვევს თერმორეგულაციის ნორმალურ პროცესს.

წარმოშობის პირობების მიხედვით, ნისლები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: **შიდამასიურ** და **ფრონტალურ** ნისლებად. შიდამასიური ნისლის სახეობებია: **რადიაციული** და **ადვექციური** ნისლი. მთიანი რელიეფის პირობებში ადვექციური ნისლის ერთ-ერთ ნაირსახეობად გამოიყოფა **ფერდობების ნისლი**.

ქვემო ქართლის რეგიონში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა მოცემულია ცხრილში 5.3.1.

ცხრილი 5.3.1. ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა

სადგური, სიმაღლე, მ		თვე												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი, 300	\bar{n}	3	2	0.9	0.2	0.2	0.03		0.1		0.5	2	4	12
	n_{max}	8	7	4	2	2	1		3		2	5	11	21
რუსთავი, 374	\bar{n}	2	2	4	0.2	0.2	0.8			0.8	0.2	2	4	13
	n_{max}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
მარნეული, 432	\bar{n}	3	2	1	0.1	0.1					0.1	1	4	11
	n_{max}	8	6	6	1	2					1	5	10	25
ბოლნისი, 534	\bar{n}	4	2	3	2	5	0.1	0.1	0.03	0.6	1	1	4	12
	n_{max}	14	8	11	7	3	1	2	1	5	6	9	15	43
თეთრი- წყარო, 1140	\bar{n}	9	9	12	10	5	4	2	2	6	9	12	10	90
	n_{max}	17	18	22	21	14	11	9	8	14	19	25	27	132
მანგლისი, 1191	\bar{n}	10	9	11	9	5	3	2	2	6	8	11	10	86
	n_{max}	18	21	20	21	14	9	7	6	14	18	2	28	121
დმანისი, 1256	\bar{n}	7	7	9	7	4	2	2	2	5	7	8	6	66
	n_{max}	13	21	21	14	10	9	8	7	12	17	15	20	101
წალკა, 1457	\bar{n}	2	3	3	3	2	1	0,8	0,7	2	3	5	3	29
	n_{max}	9	9	7	9	9	4	3	3	10	10	13	13	50

ნისლიან დღეთა წლიური რიცხვის განაწილებაში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით (საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობები) აღინიშნება საერთო კანონზომიერება-მინიმუმი დაბლობ რაიონებში, სიმაღლის ზრდისას მატება საშუალო მთის სარტყელის ქვედა საზღვარზე და შემდეგ კლება. დაბლობ რაიონებში (გარდაბანი, რუსთავი, მარნეული, ბოლნისი) ნისლიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი შეადგენს 11-13 დღეს, ხოლო უდიდესი დღეთა რიცხვი შეადგენს 21-43-ს. საშუალო მთის ქვედა სარტყელში (თეთრი-წყარო, მანგლისი) საშუალო დღეთა რიცხვი შეადგენს

დაახლოებით 90-ს, ხოლო უდიდესი დღეთა რიცხვი-120-132-დღეს. სიმაღლის შემდგომ ზრდასთან

ერად (დმანისი, წალკა) ნისლიან დღეთა რიცხვი კლებულობს და შეადგენს შესაბამისად 29-66 და 50-101 დღეს. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გარდა დამოკიდებულია ოროგრაფიის თავისებურებაზე. ნისლიან დღეთა რიცხვის წლიურ სვლაში მაქსიმუმი აღინიშნება წლის ცივი პერიოდის განმავლობაში, უმთავრესად შემოდგომის დასასრულს და გაზაფხულის დასაწყისში.

ცხრილში 5.3.2. წარმოდგენილია წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა ქვემო ქართლის რეგიონში.

ცხრილი 5.3.2. წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა, %

სადგური, სიმაღლე, მ	დღეთა ინტერვალი											
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56 და მეტი
გარდაბანი, 300	7	36	32	18	7							
მარნეული, 432	5	47	24	19	5							
ბოლნისი, 534		13	31	20	17	10	3	3	3			
თეთრი-წყარო, 1140											3	97
მანგლისი, 1191										3		97
დმანისი, 1256						4			4	18	12	62
წალკა, 1457	4	4	7	14	21	14	13	12		11		

ცხრილის თანახმად ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა კონტრასტულ ხასიათს ატარებს. თეთრ-წყაროში, მანგლისში და დმანისში მაქსიმალურია 56 და მეტი დღიანი გრადაციისათვის და შესაბამისად შეადგენს 97, 97 და 62%. დაბალმთიან ზონაში და აგრეთვე წალკაში ნისლიან დღეთა რიცხვის განაწილება განსხვავებულია. დაბალმთიან ზონაში ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა მაქსიმალურია 6-15 დღიანი გრადაციისათვის და შეადგენს

დაახლოებით 45-70%-ს, წალკაში კი ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა მაქსიმალურია 21-25 დღიანი გრადაციისათვის (21%).

ცხრილში 5.3.3. წარმოდგენილია ინფორმაცია ნისლების ხანგრძლივობის შესახებ.

ცხრილი 5.3.3. ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა (სთ)

სადგური	დღეთა ინტერვალი												წელი	ნისლის ხანგრძლივობა, დღე		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		X-III	IV-IX	წელი
გარდაბანი	20	9	4	3	1	0.1		0.4		1.4	6	33	77	6	8	6.4
ბოლნისი	30	12	14	6.5	2	0.5	0	0.1	4	6	14	29	117	6.9	1.6	5.1
თეთრიწყარო	109	93	138	87	41	25	13	19	74	81	141	114	935	11	9	10.4
წალკა	10	11	12	17	7	6	2	3	17	13	29	19	146	5	5	5

როგორც ცხრილ 5.3.3.-დან ჩანს, ქვემო ქართლის რეგიონში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების შესაბამისად ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში იზრდება. ასეთი გამოკვეთილი კანონზომიერება არ შეინიშნება ნისლის ხანგრძლივობებს შორის ნისლიან დღეს. ნისლების სასუალო ხანგრძლივობის დიდი მნიშვნელობებით გამოირჩევა თეთრიწყარო (935სთ). ნისლის ხანგრძლიობა დაბლოზონაში არ აღემატება 117 სთ-ს.

5.4. წაყინვები

ქვემო ქართლის სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას, საშიში ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენებიდან, წაყინვა წარმოადგენს. წაყინვა არის ვეგეტაციის პერიოდში, დადებითი საშუალო დღელამური ტემპერატურის ფონზე, ჰაერის ან ნიადაგის ტემპერატურის ვარდნა 0°C-მდე, ან უფრო ქვემოთ. წაყინვა ნიადაგში უფრო ადრე იწყება, ვიდრე ჰაერში, ამიტომ ატმოსფერული წაყინვა ყოველთვის მოიცავს ნიადაგის წაყინვასაც. უნდა ითქვას, რომ წაყინვის ეს განმარტება სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკისთვის არასაკმარისია, რადგან ტემპერატურის ვარდნა 0°C-ზე დაბლა იშვიათად არის საშიში მრავალი, თუნდაც სითბოს მოყვარული კულტივირებული მცენარისთვის. ძირითად საფრთხეს წარმოადგენს წაყინვები, რომლის დროსაც ტემპერატურა ეცემა მცენარის თითოეული სახეობისა და

მათი განვითარების ფაზებისთვის გარკვეული კრიტიკული მნიშვნელობების ქვემოთ. ამიტომ, წაყინვებს, რომლებსაც შეუძლია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის გარკვეული ზიანის მიყენება, უწოდებენ საშიშ წაყინვებს და მოითხოვს სოფლის მეურნეობის მუშაკებისგან გამორჩეულ ყურადღებას.

წაყინვები, როგორც წესი, შეინიშნება გაზაფხულსა და შემოდგომაზე (ჩრდილოეთ რაიონებში და მაღალმთიანეთში ზაფხულშიც კი) ანტიციკლონურ ამინდში, მაღალი ატმოსფერული წნევის, მაღალი ეფექტური გამოსხივებისა და დაბალი ქარის პირობებში. ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო ზონის ნებისმიერ რაიონში, ინტენსივობის ხარისხიდან გამომდინარე, წაყინვებმა შეიძლება ნაწილობრივ ან მნიშვნელოვნად დააზიანოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, მთლიანად გაანადგუროს ან შეამციროს მათი მოსავლიანობა. განსაკუთრებით საშიშია გვიანი გაზაფხულის და ადრეული შემოდგომის წაყინვები, რომლებიც ემთხვევა მცენარეთა აქტიური ზრდის პერიოდს. ამიტომ უადრესად მნიშვნელოვანია ინფორმაცია გაზაფხულზე მათი შეწყვეტისა და შემოდგომაზე გაჩენის დროის შესახებ, რომელიც გამოიყენება ტერიტორიის წაყინვების საშიშროების შესაფასებლად, სიტბოს მოყვარული კულტურების განთავსების შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თესვისა და მოსავლის აღების დროის შესარჩევად, დაცვის მეთოდების შესარჩევად, რათა შემცირდეს წაყინვისაგან მიყენებული შესაძლო ზიანი.

ინტენსივობის მიხედვით, ე.ელიზბარაშვილის კლასიფიკაციით (ელიზბარაშვილი, 2017) წაყინვები იყოფა სუსტ (0.1-(-1.0)), ზომიერ (-1.1-(-3.0)), საშუალო (-3.1-(-4.0)), ძლიერ (-4.1-(-8.1)) და ძალიან ძლიერ (ნაკლები-8) წაყინვებად. აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებისთვის ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ქვემო ქართლში ადგილი აქვს მხოლოდ სუსტ და ზომიერ წაყინვებს (კაპანაძე ნ., ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი., ფალავანდიშვილი ა. 2023). თუმცა წაყინვების საშიშროების ხარისხი დამოკიდებულია არამარტო ინტენსივობაზე, არამედ მათი დადგომის ვადებზე, ხანგრძლივობაზე, მცენარეთა განვითარების ფაზაზე, ადგილმდებარეობის რელიეფურ პირობებზე და სხვ.

გაზაფხულის ბოლო და შემოდგომის პირველი წაყინვების დადგომის თარიღების ნაადრევი, საშუალო და ნაგვიანები მნიშვნელობები ქვემო ქართლის რეგიონის მეტეოროლოგიური სადგურების-

თვის მრავალწლიური საშუალო მონაცემების მიხედვით [3-4] მოცემულია ცხრილში 5.4.1.

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე გაზაფხულის ბოლო წაყინვები დაბლობ რაიონებში 1000 მ სიმაღლემდე (თბილისი, რუსთავი, გარდაბანი, მარნეული, ბოლნისი), საშუალოდ მარტის ბოლოდან იწყება და 2 აპრილამდე გრძელდება. ხოლო მაღალმთიან ზონაში, 1000 მ-ის ზემოთ (თეთრიწყარო, მანგლისი, დმანისი, წალკა) 15/IV - 2/V შუალედში აღინიშნება. ბოლო წაყინვა ყველაზე ადრე 20/II (1947 წ.) თბილისში არის დაფიქსირებული, 6/III (1955 წ.) - გარდაბანში, ხოლო 11/IV-ში - წალკაში. ყველაზე გვიან, 1957 წელს, გაზაფხულის ბოლო წაყინვის შეწყვეტის თარიღია წალკაში 6/VI, დმანისში - 27/V, მანგლისში - 13/V, თეთრიწყაროში - 12/V. რაც შეეხება ქვემო ქართლის დაბლობ რაიონებს ბოლო წაყინვის შეწყვეტის თარიღები მერყეობს 2/IV-27/IV შუალედში (რუსთავი, გარდაბანი შესაბამისად).

ცხრილი 5.4.1. გაზაფხულის ბოლო და შემოდგომის პირველი წაყინვის მნიშვნელობები ქვემო ქართლის რეგიონში მრავალწლიური საშუალო მონაცემების მიხედვით (1891-1965)

სადგური	H ზ.დ. (მ)	გაზაფხულის ბოლო წაყინვის დადგომის თარიღი					შემოდგომის პირველი წაყინვის დადგომის თარიღი				
		საშუალო	ადრეული	წელი	გვიანი	წელი	საშ.	ადრეული	წელი	გვიანი	წელი
თბილისი	403	24/III	20/II	1947	27/IV	1902	16/XI	20/X	1911	11/XII	1939
რუსთავი	374	30/III	10/III	1961	2/IV	1956	15/XI	2/XI	1958	6/XII	1960
გარდაბანი	300	31/III	6/III	1955	27/IV	1902	6/XI	29/IX	1902	28/XI	1909
მარნეული	432	1/IV	12/III	1955	16/IV	1961	3/XI	4/X	1959	26/XI	1954
ბოლნისი	534	2/IV	11/III	1955	8/IV	1965	13/XI	15/X	1959	10/XII	1962
თეთრიწყარო	1140	15/IV	17/III	1951	12/V	1945	1/XI	26/IX	1956	24/XI	1954
მანგლისი	1194	21/IV	3/IV	1953	13/V	1945	22/X	26/IX	1956	13/XI	1952
დმანისი	1256	20/IV	31/III	1950	27/V	1944	22/X	18/IX	1952	21/XI	1944, 1960
წალკა	1457	2/V	11/IV	1953	6/VI	1957	10/X	18/IX	1952	26/X	1958

შემოდგომის პირველი წაყინვები ქვემო ქართლის რეგიონის დაბლობ რაიონებში (1000მ სიმაღლემდე) საშუალოდ მერყეობს 3/XI-დან 16/XI-მდე (მარნეული, გარდაბანი, ბოლნისი, რუსთავი, თბილისი-შესაბამისად), ხოლო 1000მ ზემოთ (წალკა, დმანისი, მანგლისი, თეთრიწყარო)-10/X-1/XI შუალედში. პირველი წაყინვა ყველაზე ადრე დაფიქსირდა წალკასა და დმანისში-18/IX (1952წ.), მანგლისსა და თეთ-

რიწყაროში-26/I (1956წ), გარდაბანში-29/ IX (1902წ), ხოლო ყველაზე გვიან-ბოლნისში (10/XII), რუსთავსა (6/XII) და თბილისში (11/XII).

გაზაფხულის ბოლო წაყინვის საშუალო თარიღიდან შემოდგომის პირველი წაყინვის საშუალო თარიღამდე პერიოდს უყინვო პერიოდი ეწოდება. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა წარმოადგენს მოცემული ადგილის კლიმატის ტემპერატურულ მახასიათებელს და მჭიდროდაა დაკავშირებული ვეგეტაციური პერიოდის ხანგრძლივობასთან. ცხრილში 5.4.2. მოცემულია ქვემო ქართლის რეგიონში უყინვო პერიოდების საშუალო, უმცირესი და უდიდესი მნიშვნელობები.

ცხრილი 5.4.2. უყინვო პერიოდების საშუალო, უმცირესი და უდიდესი მნიშვნელობები მრავალწლიური საშუალო მონაცემების მიხედვით (1891-1965 წწ.).

სადგური	უყინვო პერიოდის მნიშვნელობები, დღე				
	საშუალო	უმცირესი	წელი	უდიდესი	წელი
თბილისი	236	194	1902	285	1961
რუსთავი	229	219	1958	261	1961
გარდაბანი	219	154	1902	254	1955
მარნეული	215	179	1959	247	1955
ბოლნისი	224	191	1959	271	1962
თეთრი-წყარო	199	161	1949	229	1935,1954
მანგლისი	183	150	1949,1956	211	1938,1960
დმანისი	184	128	1952	218	1960
წალკა	160	126	1957	179	1963

ცხრილიდან ჩანს, რომ უყინვო პერიოდის საშუალო ხანგრძლივობის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა (დღე) აღინიშნება თბილისში-236 დღე, რომელსაც მოჰყვება რუსთავი 229 დღით, ბოლნისი-224, გარდაბანი-219, მარნეული 215 დღით. ყველაზე მცირე ხანგრძლივობის უყინვო პერიოდი დაიკვირვება წალკაში- 160 დღე. უმცირესი ხანგრძლივობის უყინვო პერიოდი (150 დღე) დაფიქსირდა მანგლისში 1949 და 1956 წლებში, ხოლო ყველაზე ხანგრძლივი თბილისში (285 დღე), ბოლნისში (271 დღე), რუსთავში (261), გარდაბანში (254 დღე) და ა.შ.

ამრიგად, სიმაღლის ცვლილების მიხედვით იცვლება, როგორც გაზაფხულის ბოლო წაყინვის შეწყვეტისა და შემოდგომის პირველი წაყინვის დადგომის თარიღები, ისე უყინვო პერიოდის საშუალო, უმცირესი და უდიდესი მნიშვნელობები.

ზემოთ აღნიშნული გამოკვლევები შესრულებულია მეტეოროლოგიურ ცნობარებში მოცემული დაკვირვების მასალების დამუშავების საფუძველზე (Справочник по климату СССР, выпуск 14. Температура воздуха и почвы. Гидрометеиздат, Л, 1967; Справочник по климату СССР, выпуск 14. Метеорологические данные за отдельные годы. Часть I. Температура воздуха. Гидрометеиздат, Л, 1971). და მოიცავს მხოლოდ გასული საუკუნის 70-იან წლებამდე დაკვირვებულ მონაცემებს. იმისათვის, რომ შეგვეფასებინა კლიმატის მიმდინარე ცვლილების გავლენა წაყინვის მახასიათებელ პარამეტრებზე, გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ ქვემო ქართლის რეგიონში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურებიდან (თბილისი, ბოლნისი და წალკა) მიღებული მონაცემების საფუძველზე 2007-2022 წწ. პერიოდის წაყინვების საშუალო მნიშვნელობები, შევადარეთ იმავე სადგურების 1891-1965 წწ. პერიოდების შესაბამის მნიშვნელობებს (ცხრ. 5.4.3.).

აღნიშნულ პერიოდებში გაზაფხულის ბოლო და შემოდგომის პირველი წაყინვების საშუალო მნიშვნელობების შედარებამ გვიჩვენა, რომ 2007-2022 წლებში გაზაფხულის საშუალო წაყინვებმა თბილისსა და ბოლნისში წინ გადაინაცვლა 6 და 5 დღით, ხოლო შემოდგომის ბოლო წაყინვების საშუალომ-უფრო გვიან, 12 და 8 დღით შესაბამისად. (ცხრილი 5.4.3).

ცხრილი 5.4.3. გაზაფხულის ბოლო და შემოდგომის პირველი წაყინვის დადგომის თარიღების შედარება პირველ (1951-1965 წწ.) და მეორე (2007-2022 წწ) პერიოდს შორის

სადგური	გაზაფხულის ბოლო წაყინვის დადგომის თარიღის საშუალო მნიშვნელობა			შემოდგომის პირველი წაყინვის დადგომის თარიღის საშუალო მნიშვნელობა		
	1891-1965 წწ. (I პერიოდი)	2007-2022 წწ. (II პერიოდი)	II-I	1891-1965 წწ. (I პერიოდი)	2007-2022 წწ. (II პერიოდი)	II-I
თბილისი	24/III	17 III	-6	16/XI	29 XI	12
ბოლნისი	2/IV	27 III	-5	13/XI	23 XI	8
წალკა	2/V	5 V	2	10/X	4 X	-5

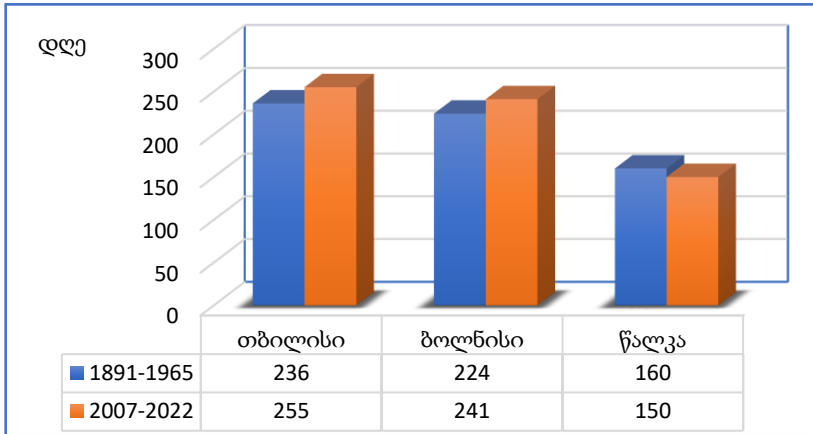
იგივე ტენდენცია დაიკვირვება ნაადრევი და ნაგვიანები წაყინვების შემთხვევაშიც. გამონაკლისს წარმოადგენს წალკა, სადაც ბოლო წაყინვების საშუალო 2 დღით გვიან აღინიშნა, ხოლო პირველი წაყინვისა 5 დღით ადრე.

წაყინვის საშუალო მნიშვნელობების წანაცვლებამ თბილისსა და ბოლნისში გაზარდა უყინვო პერიოდების ხანგრძლივობა, რაც დასტურდება ცხრ. 5.4. 4-ში მოცემული 1891-1965 წწ. და 2007-2022 წწ. უყინვო პერიოდების საშუალო, უმცირესი და უდიდესი მნიშვნელობების შედარებით.

ცხრილი 5.4.4. უყინვო პერიოდების საშუალო, უმცირესი და უდიდესი მნიშვნელობების შედარება პირველ (1891-1965 წწ.) და მეორე (2007-2022 წწ) პერიოდს შორის.

სადგური	უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის საშ. მნიშვნელობები პერიოდების მიხედვით დღე (%)			უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის უმცირესი მნიშვნელობები პერიოდების მიხედვით დღე (%)			უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის უდიდესი მნიშვნელობები პერიოდების მიხედვით დღე (%)		
	I	II	II-I	I	II	II-I	I	II	II-I
თბილისი	236	255	19 (8)	201	213	12 (6)	285	327	42 (14)
ბოლნისი	224	241	17 (8)	191	207	16 (8)	271	289	18 (6)
წალკა	160	150	-10 (-7)	126	120	-6(-5)	179	179	0 (0)

ყოველივე ეს გვაძლევს იმის თქმის საშუალებას, რომ კლიმატის მიმდინარე ცვლილება გარკვეულ გავლენას ახდენს წაყინვის მახასიათებელ პარამეტრებზე, რაც გამოიხატება საშუალო, ადრეული და ნაგვიანები წაყინვის თარიღების წანაცვლებითა და უყინვო პერიოდების ხანგრძლივობის გაზრდით. აღნიშნულის საილუსტრაციოდ ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია 2007-2022 წწ. და 1891-1965 წწ. უყინვო პერიოდების დღეთა განაწილება, სადაც გამოვლენილია მეორე პერიოდში უყინვო პერიოდების ხანგრძლივობის ზრდის ტენდენცია პირველი პერიოდის მიმართ. გამონაკლისს, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, წარმოადგენს წალკა, რომელიც მაღალმთიან ზონას მიეკუთვნება და გააჩნია განსხვავებული რელიეფი.



**ნახ. 5.4.1. უყინვო პერიოდების ცვლილება (2007-2022 წწ.)
და (1891-1965 წწ.) შორის**

უყინვო პერიოდების გაზრდა მეტ-ნაკლებად სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივებასაც ნიშნავს. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ სავეგეტაციო სეზონის ხანგრძლივობის ცვლილებას შეიძლება ჰქონდეს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი გავლენა კონკრეტული კულტურების მოსავლიანობაზე. გახანგრძლივებულმა სავეგეტაციო სეზონმა შეიძლება დაარღვიოს რეგიონის ეკოსისტემების ფუნქცია და სტრუქტურა, შეცვალოს ცხოველთა სახეობების დიაპაზონი ამ ტერიტორიაზე, წაახალისოს ინვაზიური სახეობების ან სარვევლების ზრდა, ან გაზარდოს მოთხოვნილება მორწყვაზე. ასევე მოსალოდნელია გახანგრძლივებულმა თბილმა პერიოდმა ფერმერებს მისცეს საშუალება ერთი და იმავე ნაკვეთიდან მიიღონ მრავალჯერადი და მრავალფეროვანი მოსავალი, რაც ცალკეულ რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და გარანტირებული მოსავლის მიღების საფუძველზე, სოფლის მეურნეობის წარმატებით განვითარებას შეუწყობს ხელს.

5.5. ინტენსიური და უხვი ატმოსფერული ნალექები

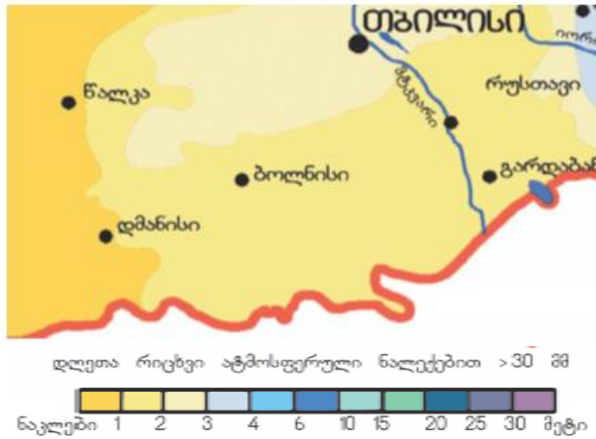
ინტენსიური ეწოდება ნალექებს, როდესაც დღელამის განმავლობაში მოსული მათი რაოდენობა აღემატება 20 მმ-ს, ხოლო

უზვი ეწოდება ნალექებს, როდესაც მათი დღე-ღამური ჯამები აღემატება 30მმ-ს. ასეთი ნალექები ამინდის საშიშ მოვლენად მიიჩნევა, რადგანაც შესაძლოა სტიქიური მოვლენების განვითარება გამოიწვიოს, მათ შორის წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, დატბორვა, ღვარცოფი და სხვა, და ამით დიდი მატერიალური ზარალი მიაყენოს ქვეყნის ეკონომიკას. ცხრილში 5.5.1 წარმოდგენილია ინტენსიურ და უზვნალექიან დღეთა რიცხვის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები 3 პუნქტისათვის, რომლებიც ახასიათებენ რეგიონის განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებს.

ცხრილი 5.5.1. დღეთა რიცხვი ინტენსიური და უზვი ნალექებით

სადგური, დღეთა რიცხვი ნალექებით		თ ვ ე												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
გარდაბანი	ინტენსიური	0.03	0.03	0.2	0.2	0.6	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.02	3
	უზვი	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.04	0.01	0	0.8
თეთრი-წყარო	ინტენსიური	0.05	0.1	0.2	0.5	1.5	1.1	0.5	0.7	0.9	0.8	0.4	0.1	7
	უზვი	0.02	0.2	0.02	0.2	0.5	0.4	0.2	0.3	0.5	0.2	0.05	0	2
წალკა	ინტენსიური	0.1	0.03	0.05	0.3	1.1	0.9	0.5	0.5	0.8	0.2	0.1	0	6
	უზვი	0	0	0	0.03	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0.9

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მთელი წლის განმავლობაში ინტენსიურ ნალექებიან დღეთა რიცხვი ტერიტორიაზე ძირითადად 3-7-ს შეადგენს. უზვნალექიან დღეთა რიცხვი შედარებით ნაკლებია და წელიწადში 2 დღეს არ აღემატება. უფრო დეტალურ ინფორმაციას უზვნალექიან დღეთა რიცხვის რეგიონის ტერიტორიაზე განაწილების შესახებ იძლევა ნახ.5.5.1-ზე წარმოდგენილი რუკა.



ნახ. 5.5.1. დღეთა რიცხვი უხვი ნალექებით წელიწადში

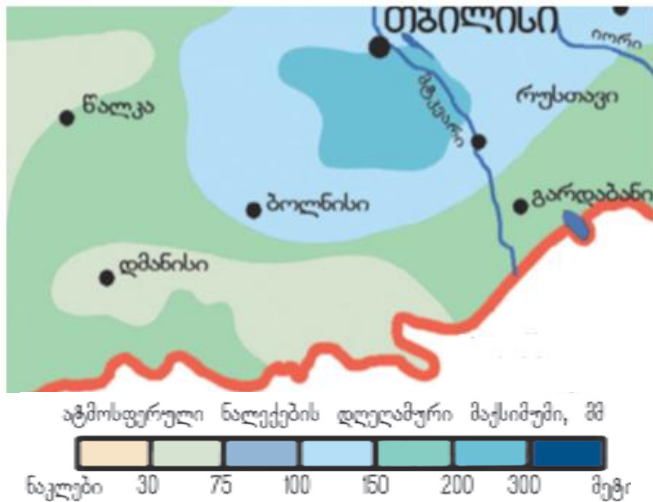
რუკიდან ჩანს, რომ რეგიონის ტერიტორიის დიდ ნაწილზე უხვ ნალექიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში არ აღემატება 1-დღეს. ამრიგად რეგიონი არ ხასიათდება უხვი ნალექების სიხშირით. ხშირად ერთ დღელამეში მოსული ნალექების ჯამი აღემატება ინტენსიური და უხვი ნალექებისათვის დადგენილ კრიტერიუმებს- 20 და 30 მმ-ს (იხ. ცხრილი 5.5.4).

ცხრილი 5.5.4 ნალექების დღელამური მაქსიმუმების მახასიათებლები. მმ.

პუნქტი	აბსოლუტური მაქსიმუმი	საშუალო მაქსიმუმი	მოსალოდნელი 100 წელიწადში ერთხელ
გარდაბანი	82	20	85
მანგლისი	101	20	115
წალკა	75	26	86

ცხრილი 5.5.4-დან ჩანს, რომ ნალექების აბსოლუტური მაქსიმუმი მნიშვნელოვნად აღემატება ინტენსიური და უხვი ნალექების კრიტერიუმებს. კონკრეტულად მანგლისში შეადგენს 100- მმ-ს. რამდენადმე ნაკლებია გარდაბანში (82 მმ), ხოლო წალკაში 75 მმ-ია. ამავე ცხრილის თანახმად საუკუნეში ერთხელ მაინც მოსალოდნელი დღელამური ნალექების ჯამები საკმაოდ მაღალია, და მანგლისში შეადგენს 115 მმ-ს, წალკასა და გარდაბანში-85-86 მმს.

დეტალურ ინფორმაციას ექსტრემალური ნალექების სივრცობრივი განაწილების შესახებ რეგიონის ტერიტორიაზე იძლევა ნახ. 5.5.2-ზე წარმოდგენილი განზოგადოებული რუკა. რუკის თანახმად რეგიონში გამოიყოფა ექსტრემალური ნალექების ზონა თბილისის სამხრეთით, სადაც დღელამური ნალექების მაქსიმუმი 200 მმ-ს აღწევს. ყველაზე ნაკლები ნალექების მაქსიმუმები კი აღინიშნება ქვემო ქართლის სამხრეთ და დასავლეთ ნაწილში და შეადგენს დაახლოებით 30 მმ-ს.



ნახ.5.5.2. ატმოსფერული ნალექების აბსოლუტური დღელამური მაქსიმუმი (მმ)

5.6. სეტყვა

საქართველო მსოფლიოს ერთ-ერთი სეტყვასაშიში რეგიონია. სხვა ქვეყნების მსგავსად, საქართველოშიც სეტყვა რეგულარულად იწვევს სერიოზულ მატერიალურ ზარალს, აზიანებს სოფლის მეურნეობას, შენობებს, ნაგებობებს, ინფრასტრუქტურას, ტრანსპორტს და ა.შ. ამიტომ, პრობლემის მნიშვნელობიდან გამომდინარე, სეტყვის პროცესების შესწავლას ყოველთვის განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა.

სეტყვა განსაკუთრებით საშიშია იმ რაიონებში, რომლებიც ხასიათდება რელიეფის სირთულით, ზღვის დონიდან დიდი სიმაღლით, ჰაერის მასების მაღალი ტენიანობით, ასევე, დედამიწის ზედაპირის მაღალი ტემპერატურით, რომელიც ხელს უწყობს კონვექციის გაძლიერებას.

ქვემო ქართლის პირობებში, ისევე, როგორც მთლიანად აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვა წარმოიქმნება ფრონტალური ან შიგამასური პროცესების შედეგად. პირველ შემთხვევაში, როცა ხდება ცივი და ოკლუზიის ფრონტების შემოჭრა, სეტყვა ვრცელდება დიდ ფართობზე და ხშირად აჭარბებს 50კმ^2 -ს. მეორე შემთხვევაში - პროცესი ვითარდება ერთგვაროვან ჰაერის მასაში კონვექციური პროცესების შედეგად. ამ დროს სეტყვა ვრცელდება მცირე ფართობზე. შიგამასური პროცესის დროს სეტყვის ხანგრძლივობა არ აღემატება 10-15 წთ-ს.

სეტყვიანობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს სეტყვიან დღეთა რიცხვი. სეტყვიან დღეთა რიცხვის განაწილება საქართველოში მეტწილად დამოკიდებულია მის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე, განსაკუთრებით ოროგრაფიასა და ზღვის სიახლოვეზე. რთული მეტეოროლოგიური, კერძოდ, კონვექციური პროცესების განვითარებაზე დიდ გავლენას ახდენს მთები, ზეგნები და მაღლობები. მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, წინააღმდეგობის დაძლევისას ჰაერის მიწისპირა შრეებში ძლიერდება ტურბულენტულობა და იზრდება კონვექციური ღრუბლიანობა, ყველაფერი ეს გავლენას ახდენს სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განაწილების ხასიათზე, რაც კარგად იყო ნაჩვენები ჩვენს ადრინდელ გამოკვლევებშიც (Элизбарашვილი Э. III.; Амиранашვილი А.Г.; Варазанашვილი О.Ш.; Церетели Н.С.; Элизбарашვილი М.Э.;

Элизбарашвили Ш.Э.; Пипия М.Г. Градобитие на территории Грузии European Geographical Studies, Vol. 2, No. 2, pp. 55-69, 2014.).

საქართველოს რეგიონების სეტყვიან დღეთა სტატისტიკური ანალიზის შედეგად გარკვეულია, რომ ქვემო ქართლის რეგიონში სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი შეადგენს 1.3 დღეს (1961-2006 წლების მონაცემები).

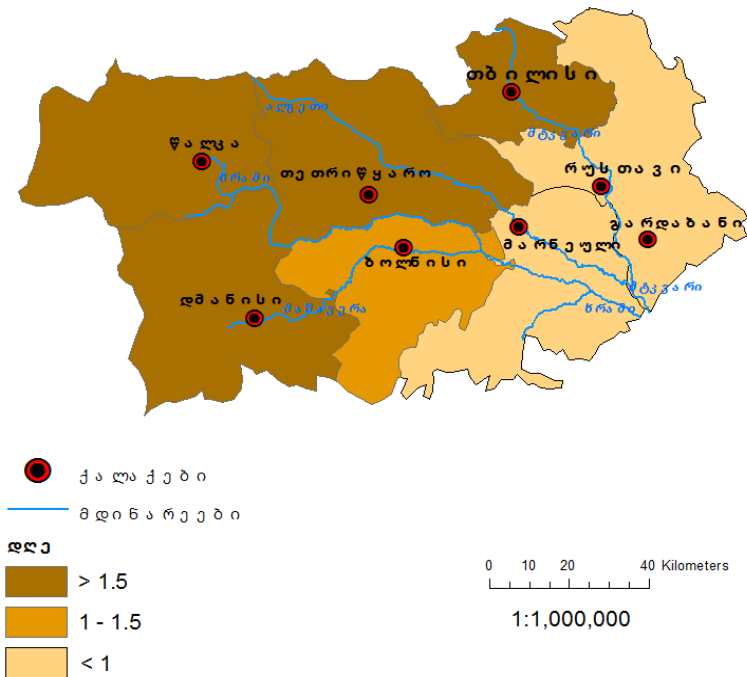
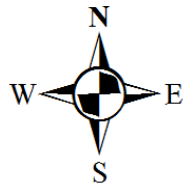
მუნიციპალიტეტების მიხედვით, სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რიცხვი გამოიყურება შემდეგ ნაირად:

ცხრილი 5.6.1. სეტყვიან დღეთა რიცხვი თბილისსა და ქვემო ქართლში წლის განმავლობაში

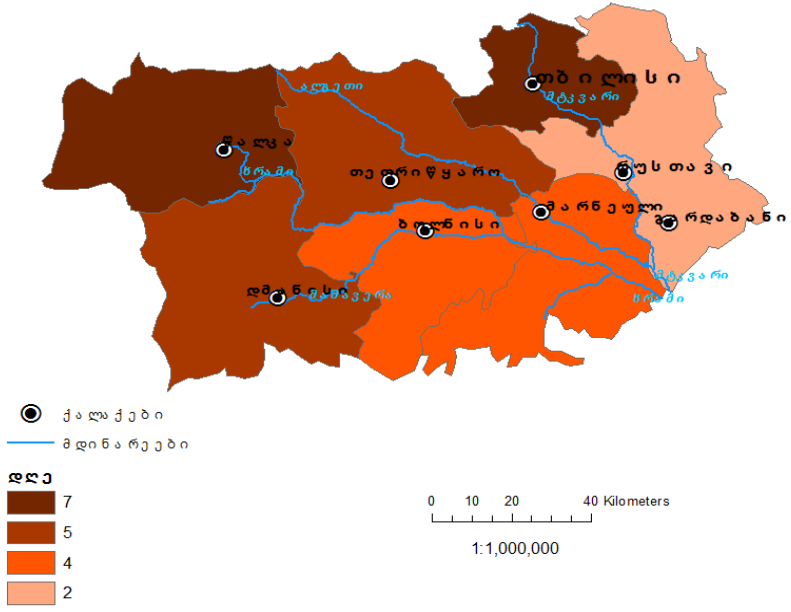
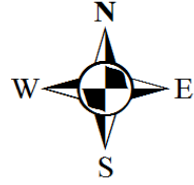
მუნიციპალიტეტი	სიმაღლე ზ.დ. მ.	სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი	სეტყვიან დღეთა უდიდესი რიცხვი
თბილისი	403	1.6	7
გარდაბანი	300	0.53	2
მარნეული	432	0.82	4
თეთრიწყარო	1140	1.58	5
ბოლნისი	534	1.47	4
დმანისი	1256	1.71	5
წალკა	1457	1.78	7

როგორც ცხრილი 5.6.1-დან ჩანს, ქვემო ქართლში, აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა რეგიონებისგან განსხვავებით სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი არ არის მაღალი-მაქსიმუმ 1.8 დღე (წალკის მუნიციპალიტეტი). თუმცა, უდიდეს დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში საკმაოდ მაღალია-7 დღე (წალკის მუნიციპალიტეტი).

ცხრილი 5.6.1-ის მონაცემების საფუძველზე შედგენილია სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობის გეოინფორმაციული რუკები თბილისისა და ქვემო ქართლის მუნიციპალური რაიონების საზღვრების ფარგლებში (ნახ. 5.6.1 და ნახ. 5.6.2).



ნახ. 5.6.1 სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის წლიური განაწილება თბილისისა და ქვემო ქართლის რაიონების მიხედვით



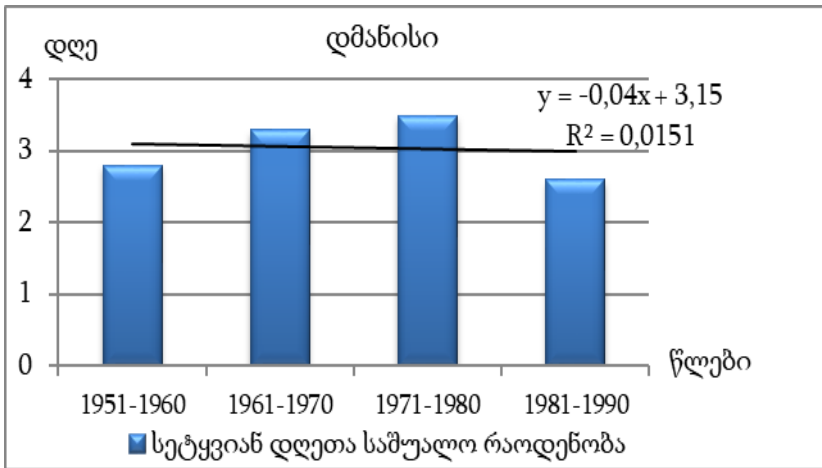
ნახ. 5.6.2. სეტყვიან დღეთა უდიდესი რიცხვის წლიური განაწილება თბილისისა და ქვემო ქართლის რაიონების მიხედვით

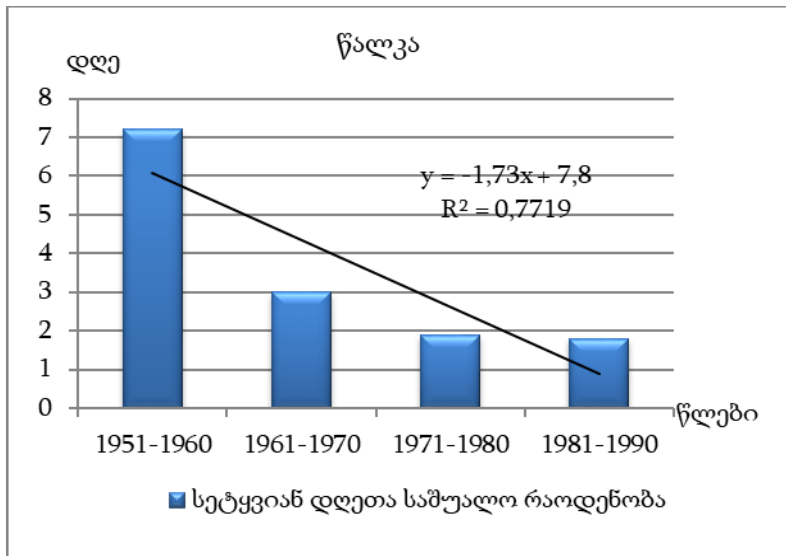
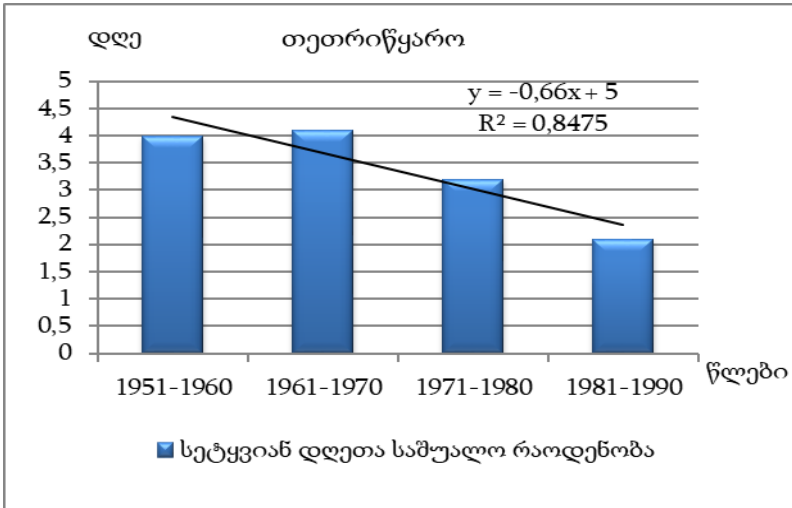
რუკების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქვემო ქართლის რეგიონში სეტყვიანობის მხრივ გამორჩეულია რეგიონის მთიანი მუნიციპალიტეტები (თეთრიწყარო, დმანისი, წალკა), განსაკუთრებით წალკის მუნიციპალიტეტი (სიმაღლე ზღვის დონიდან-1457მ), სადაც სეტყვიან დღეთა რიცხვის წლიური მაქსიმუმი 7-ია.

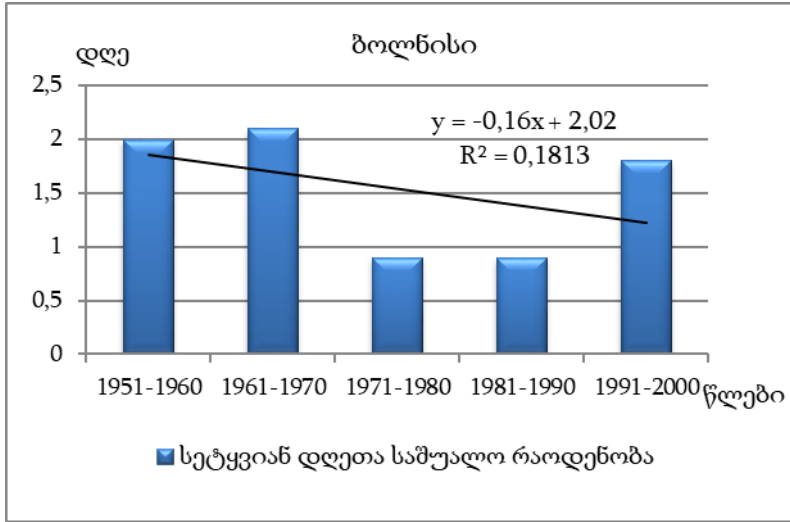
რაც შეეხება სეტყვის ინტენსივობას ქვემო ქართლის რეგიონში, იგი შეფასებულია შემდეგნაირად: საშუალო ინტენსივობა შეადგენს 2.3 ბალს, ხოლო მაქსიმალური ინტენსივობა 5 ბალს, რაც აღმოსავლეთ საქართველოში კახეთის რეგიონთან ერთად სეტყვის ინტენსივობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელია.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით სეტყვის ხანგრძლივობის ერთ-ერთი ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი აღმოსავლეთ საქართველოში, სწორედ ქვემო ქართლში ფიქსირდება-1986 წლის 8 ივნისს სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში (წალკა) სეტყვიანობა გაგრძელდა 210 წთ. რის შედეგადაც ზარალმა შეადგინა დაახლოებით 3 მლნ. აშშ დოლარი.

ქვემო ქართლის რეგიონში სეტყვიან დღეთა დინამიკის დადგენისათვის, გაანალიზებულ იქნა ზოგიერთი მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები, 40-50 წლიანი უწყვეტი მონაცემების მიხედვით. დმანისი, თეთრიწყარო, წალკა 1951-1990წწ. პერიოდში, ბოლნისის შემთხვევაში 1951-2000 წლების პერიოდში. (სამწუხაროდ შემდგომ პერიოდში მრავალწლიური უწყვეტი მონაცემები არ მოიპოვება). სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა სადგურებზე სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით, რაც მოკლეპერიოდიანი რყევების შესუსტების და ხანგრძლივი ხასიათის ცვლილების გამოვლენის საშუალებას იძლევა. (ნახ. 5.6.3).







ნახ. 5.6.3. ქვემო ქართლში სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით

ამ გრაფიკების ანალიზმა გამოავლინა, რომ ქვემო ქართლში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის მრავალწლიურ მსვლელობას ათწლეულების მიხედვით აქვს დადმავალი ტრენდები ანუ კლების ტენდენცია.

სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის შემცირება აღმოსავლეთ საქართველოში აიხსნება 1967-1989 წწ. პერიოდში სეტყვაზე აქტიური ზემოქმედებით კონვექციურ ღრუბლებში მაკრისტალეული ცენტრების შეტანით.

საქართველო იყო ერთ-ერთი პირველი ქვეყანა მსოფლიოში, სადაც ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან მიმდინარეობდა სეტყვის პროცესების აქტიური თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები. საქართველოში განსაკუთრებით აღსანიშნავია გეოფიზიკის და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტებში ჩატარებული სამუშაოები, რის საფუძველზეც შემუშავდა სეტყვის ღრუბელზე ზემოქმედების ეფექტური მეთოდები. ეს მეთოდები დაინერგა სეტყვასთან ბრძოლის სპეციალურ სამსახურში. გასული საუკუნის 60-იან წლებში ორგანიზებულ იქნა სეტყვასთან ბრძოლის სპეციალური

სამსახური, რომელიც სეტყვისგან იცავდა დაახლოებით 4 მლნ.3ა ფართობზე განლაგებულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, მათ შორის ქვემო ქართლის რეგიონში. აღნიშნული სამუშაოების შედეგად ზარალი შემცირდა დაახლოებით 70-80%-ით.

ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ქვემო ქართლის რეგიონში სეტყიანობის მრავალწლიური ცვლილების ანალიზი სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებამდე (1967 წლამდე) და ზემოქმედების წლებში (1967-1989 წლები).

ცხრილი 5.6.2. სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი (წლიური) სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედებამდე და ზემოქმედების წლებში.

რეგიონი	სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე (1967 წ.-მდე.)	სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში (1967-1989 წწ.)
ქვემო ქართლი	2,8	1,6

როგორც ცხრ. 5.6.2.-დან ირკვევა, ქვემო ქართლში, სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში, რაც ადასტურებს სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების ეფექტიანობას.

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა

1. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 2017.
2. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, 2007.
3. ელიზბარაშვილი ე. მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, რ.მესხია, შ.ელიზბარაშვილი. საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. 2013, 138.
4. კაპანაძე ნ., ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი., ფალავანდიშვილი ა. წაყინვის მახასიათებელი პარამეტრების ანომალიები კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „დედამიწასა და მის გარსებში მიმდინარე გეოფიზიკური პროცესები“ შრომები, ISBN 978-9941-36-147-0, თბილისი, საქართველო, 16-17 ნოემბერი, 2023 წ.
5. მარუაშვილი ლ. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა „ცოდნა“, თბილისი 1964.
6. მელაძე მ. ქვემო ქართლის სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების აგრომეტეოროლოგიური მომსახურებისათვის. აგრარული მეცნიერების პრობლემები, ტ. XXXVII, 2006, გვ. 68-70
7. მელაძე გ. მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამოცმ. `უნივერსალი`, თბილისი, 2010, გვ. 293
8. მელაძე მ., მელაძე გ. გლობალური დათბობით გამოწვეული აგროკლიმატური მაჩვენებლების ცვლილება ქვემო ქართლის რეგიონში. თსუ, გეოგრაფიული საზოგადოება, გეოგრაფიის ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები. 2015, გვ. 214-219
9. მელაძე გ., მელაძე მ. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება საქართველოს აღმოსავლეთ მშრალ სუბტროპიკებში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰში-ის შრომები, ტ.129, 2021, გვ. 36-40
10. მელაძე მ., მელაძე გ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური ზონირება. გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, 2021, გვ.64-74
11. მელაძე მ., მელაძე გ. ქვემო ქართლის მშრალი სუბტროპიკული ზონის აგროკლიმატური პოტენციალი გლობალური დათბობის

- პირობებში. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის „ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებებში” შრომათა კრებული, 2021, გვ. 413-416
12. მელაძე მ., მელაძე გ. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების აგროკლიმატური ზონების ცვლილება ქართლში. საერთაშორისო კონფერენციის „სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა და ცხოველთა ბიომრავალფეროვნება, კონსერვაცია და გამოყენების პერსპექტივები” შრომათა კრებული, სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემია, 2023, გვ. 104-109
 13. სამუკაშვილი რ. კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმი და ჰელიოენერგეტიკული რესურსები, თბილისი, გამომცემლობა “უნივერსალი”, 2017.
 14. სალუქვაძე მ. ზვავების წარმოქმნის რისკი და ზვავ საწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოს მთიან რაიონებში. 2019.
 15. საქართველოს გეოგრაფია ნაწილი 1, ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა ”მეცნიერება”, თბილისი, 2000.
 16. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989.
 17. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
 18. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ.1, ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები, თბილისი 2004.
 19. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989.
 20. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
 21. საქართველოს ჰავა. ტომი. 1, აჭარა. 2003.
 22. საქართველოს ჰავა. ტომი. 2, აფხაზეთი. 2006.
 23. საქართველოს ჰავა. ტომი. 3, სამეგრელო-ზემო სვანეთი. 2010.
 24. საქართველოს ჰავა. ტომი. 4, გურია. 2011.
 25. საქართველოს ჰავა. ტომი. 5, ქვემო ქართლი. 2016.
 26. საქართველოს ჰავა. ტომი. 6, იმერეთი. 2018.
 27. საქართველოს ჰავა. ტომი. 7, კახეთი. 2020.
 28. საქართველოს ჰავა. ტ. 8, რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი. 2021
 29. საქართველოს ჰავა. ტ. 9, მცხეთა-მთიანეთი. 2023.

30. Балабуев А.Г., Месхи И.С. Ветроэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси, АН ГССР, 1959.
31. Биометеорология. Л., Гидрометеиздат, 1965.
32. Борзенкова И.И. К методике расчёта суммарной радиации условий горного плато. Труды ГГО, вып. 179, Л., 1965.
33. Берлянд Т.Г. Методика климатологических расчётов суммарной радиации, Метеорология и гидрометеорология №6, 1960.
34. Берлянд М.Е., Берлянд Т.Г. Определение эффективного излучения Земли с учётом облачности. Изд. АН СССР, сер. геофиз. №1, 1952.
35. Будыко М.И., Берлянд Т.Г., Зубенок Л.И. Методика климатологических расчётов, составляющих теплового баланса. Труды ГГО, вып.40(110), Л., Гидрометеиздат, 1954.
36. Гриневич Г.А. Пути исследования кадастровых характеристик энергии воды, ветра и солнца. Труды энергетического института АН УЗ ССР, вып. 9, 1966, с. 13-2
37. Гриневич Г.А. Задачи и принципы исследования характеристик возобновляющихся источников энергии, Ташкент, изд., АН УЗБ ССР, 1963, с.6-22.
38. Диртнеирн И. Исследование радиации в Восточных Альпах с учётом зависимости от высоты над уровнем моря, Журнал Метеорологии, геофизики и биоклиматологии, Т.3, 1951.
39. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды Зак НИГМИ, вып.44(50), Л., Гидрометеиздат, 1971.
40. Мелия Г.Т. Гелиоэнергетические ресурсы Грузинской ССР. Тбилиси, Изд-во. ГССР, 1959.
41. Научно-прикладной справочник по климату СССР Серия 3, Многолетние данные, Части 1-6, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеиздат, 1967.
42. Научно-прикладной справочник по климату, СССР, серия 3, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеиздат, 1990.
43. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР, Л., Гидрометеиздат, 1977.
44. Пивоварова З.И., Стадник В.В. О точности данных наблюдений актинометрической сети и оптимальном расстоянии между станциями. Труды ГГО, вып. 249, 1969.
45. Самукашвили Р.Д. Прямая солнечная радиация на склонах в условиях Большого Кавказа, Труды ВГИ, вып. 62, Л., Гидрометеиздат 1985.
46. Самукашвили Р.Д. Оценка условий практического использования лучистой энергии солнца в условиях Кавказа, Труды ВГИ, вып. 73, Л., Гидрометеиздат 1988.

47. Самукашвили Р.Д. Влияние снежного покрова на годовой ход отраженной радиации и альbedo в условиях Кавказа. Труды ВГИ, вып. 46, 1980.
48. Самукашвили Р.Д. Радиационный режим северного климата Большого Кавказа. Изд., "Универсал", Тбилиси, 2016.
49. Самукашвили Р.Д. О корреляционных связях между радиационным балансом и его составляющими для территории Кавказа. Труды ВГИ, вып. 66, 1987.
50. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1987.
51. Сивков С.И. Методы расчёта характеристик солнечной радиации. Гидрометеиздат Л., 1968.
52. Справочник по климату СССР, вып. 14. Температура воздуха и почвы. Гидрометеиздат, Л., 1967.
53. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеиздат, 1968.
54. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 4, Атмосферные осадки и влажность воздуха, Л., Гидрометеиздат, 1968.
55. Справочник по климату СССР вып. 14, Грузинская ССР, Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние, Гидрометеиздат Л., 1968.
56. Справочник по климату СССР вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Гидрометеиздат Л., 1970.
57. Справочник по климату СССР, выпуск 14. Метеорологические данные за отдельные годы. Часть I. Температура воздуха. Гидрометеиздат, Л., 1971.
58. Стейнхаузер Ф. О зависимости прямой солнечной и рассеянной радиации от высоты над уровнем моря в Восточных Альпах, Журнал Метеорология, Т.4, 1951.
59. Сухишвили Э.В. Режим ветра на Колхидской низменности. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 5, Л., Гидрометеиздат, 1959.
60. Сухишвили Э.В. Ветроэнергетические ресурсы Грузии. Труды ТбилНИГМИ, 1959.
61. Чиракадзе Г.И. Климат Тбилиси в новых границах. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 26(32), 1971.
62. Цуцкиридзе Я.А. Ресурсы солнечной энергии.- В кн.: Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1971.
63. Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режим территории Грузии. Л., 1967.
64. Элизбарашвили Э.Ш., Вертикальная зональность климатов Закавказья. Известия АН СССР, с.географ., №46 1978.

65. Элизбарашвили Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш.. Климатография курортов Грузии. Тбилиси, 1980.
68. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Основные проблемы климатологии ландшафтов. Зеон. Тбилиси, 2006, 118 с.
69. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Зеон. Тбилиси, 2012, 104 с.
70. Элизбарашвили Э. Ш.; Амиранашвили А.Г.; Варазанашвили О.Ш.; Церетели Н.С.; Элизбарашвили М.Э.; Элизбарашвили Ш.Э.; Пипия М.Г. Градобитие на территории Грузии. *European Geographical Studies*, Vol. 2, No. 2, pp. 55-69, 2014.
71. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L. G. (2008). Long-Term Variations of Air Effective Temperature in Tbilisi. *Trans. of the Institute of Hydrometeorology*, vol. 115, ISSN 1512-0902, Tb., pp. 214–219, (in Russian).
72. Impacts of Desertification and Drought and other Extreme Meteorological Events. Prepared by Gathara S.T. Geneva, Switzerland, 2006.
73. Elizbarashvili E. The Dependence of Precipitation on Air Temperature During Global Warming in Georgia. *European Geographical Studies*, 2019, 6(1). P.10-20.
74. Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E. Natural meteorological phenomena in the territory of Georgia. *Зеон*. pp. 104, Tbilisi, 2012.
74. Elizbar Sh. Elizbarashvili, Mariam E. Elizbarashvili, Liana G. Kartvelishvili, Mikhail G. Pipia, Shalva E. Elizbarashvili, Blizzards on the Territory of Georgia, *European Geographical Studies*, V 5(1), pp.50-60, 2018. E-ISSN: 2413-7197, DOI: 10.13187/egs.2018.1.50 , www.ejournal9.com.
75. Meladze G., Meladze M. Agroclimatic zones of kvemo kartli region (Georgia). *Bulletin of the Georgian Academy of Sciences*, 174, №3, 2006, pp. 461-464.
76. Meladze M., Meladze G. Agroclimatic changes in the mountainous regions of Georgia. *Proceedings of international scientific conference "Geophysical Processes in the Earth and its Envelopes"*, TSU, 2023, pp.246-249.
77. Pipia M., Beglarashvili N., Number of days with a blizzard in Georgia according to statistics from 1966-2017, *Transactions of the Institute of Hydrometeorology et the Georgian Technical University*, vol.125, pp.. 2018.