



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული

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

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 134



საქართველოს ჰავა

9. მცხეთა-მთიანეთი

Climate of Georgia

9. Mtskheta-Mtianeti

Климат Грузии

9. Мцхета-Мтианети

თბილისი – TBILISI - ТБИЛИСИ

2023

*კრებული ეძღვნება ჰიდრომეტეოროლოგიის
ინსტიტუტის 70 წლისთავს*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული
ტომი #134

საქართველოს ჰავა
9. მცხეთა-მთიანეთი

SCIENTIFIC REVIEWED PROCEEDINGS
OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL. №134

Climate of Georgia
9. Mtskheta-Mtianeti

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ
ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ. №134

Климат Грузии
9. Мцхета-Мтианети

თბილისი – TBILISI - ТБИЛИСИ
2023

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

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

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

ტექნიკური რედაქტორი
ნ.არუთინიანი

Technical Editor
N.Arutiniani

Технический редактор
Н.Арутюнян

ISSN 15-0902	საქართველოს ჰავა მცხეთა-მთიანეთი
--------------	-------------------------------------

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

0112 თბილისი-12, დავით

აღმაშენებლის გამზირი 150ა

Institute of Hydrometeorology.

150^c David Agmashenebeli ave., Tbilisi,

0112, Georgia,

Институт гидрометеорологии

0112, Тбилиси-12, пр. Д. Агмашенебели

150^г.

საიდენტიფიკაციო # Identification #

Идентификационный №

E-mail: ecohydmet@yahoo.com

Tel:

(+995 32) 2 95 10 47;

(+995 32) 2 95 20 28

211349192

©	ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი Institute of Hydrometeorology Институт гидрометеорологии	2023
---	--	------

უაკ 551.58

გამოკვლეულია მცხეთა-მთიანეთის 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 სამიში მოვლენები: ძლიერი ქარები, ქარბუქი, ნისლი, ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ნალექები, წყინვები, თოვლის ზვავები.

UDC 551.58

The main factors shaping the climate of Mtskheta-Mtianeti 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, frost.

УДК 551.58

Исследованы основные факторы формирования климата Мцхета-Мтианети: 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.

ჩვენი იუბილარები

გიორგი მელაძე 90



2020 წლის 18 აგვისტოს 90 წელი შეუსრულდა გამოჩენილ ქართველ აგრომეტეოროლოგს, ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს, საქართველოს დამსახურებულ აგრონომს, ღირსების ორდენის კავალერს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილებასთან არსებული წყლისა და ნიადაგის დარგობრივი კომისიის წევრს, საქართველოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების კონცეფციის შემმუშავებელი კომისიის წევრს, საქართველოს ტექნიკური უნივერ-

სიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარეს, ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილების მთავარ მეცნიერ თანამშრომელს, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ გიორგი მელაძეს.

ბატონმა გიორგიმ 1962 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, ხოლო 1975 წელს ლენინგრადში-სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „სუბტროპიკული ტექნიკური კულტურების წარმოების აგროკლიმატური პირობების გამოკვლევა კავკასიაში და მათი განვითარებისა და მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები“.

1979 წლიდან ბატონი გიორგი ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის აგრომეტეოროლოგიური განყოფილების გამგეა. ერთდროულად მიწვეულია საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის აგროეკოლოგიისა და აგრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტის და ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მეტეოროლოგიის, კლიმატოლოგიის და ოკეანოლოგიის კათედრის პროფესორად. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებულია 3 მეცნიერებათა დოქტორი და 6 მეცნიერებათა კანდიდატი. იგი მრავალი წელია ხელმძღვანელობს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის ფარავნის მაღალმთიან (2200 მ

ზღ.დ) აგრომეტეოროლოგიურ ბაზას (ნინოწმინდა), მის სამეცნიერო-საველე ექსპერიმენტალურ დაკვირვებებს, მაღალმთიან რეგიონებში პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელების მიზნით.

აგრომეტეოროლოგიური მეცნიერების პრობლემატიკის შესწავლისათვის, სამთავრობათაშორისო შეთანხმების საფუძველზე, სამეცნიერო სამუშაო გეგმების შეთანხმებებით იგი მივლინებული იყო ჰავანის (კუბა) ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში; საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტსა და ბულგარეთის მეცნიერებათა აკადემიის მეტეოროლოგიის და ჰიდროლოგიის ინსტიტუტებს შორის სამეცნიერო ხელშეკრულების შეთანხმების საფუძველზე, იგი ხელმძღვანელობდა სამეცნიერო სამუშაო პროექტებს.

გიორგი მელაძის მიერ გამოქვეყნებულია 300-მდე ნაშრომი, მათ შორის მონოგრაფიები და სახელმძღვანელოები. აღსანიშნავია „საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი“, რომელიც შესრულდა პროფესორ გიორგი მელაძის (პროფესორ ე.ელიზბარაშვილთან ერთად) ხელმძღვანელობით და გამოქვეყნდა 2011 წელს. ატლასი არის ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაშრომი, რაც შეიქმნა ინსტიტუტში საქართველოს დამოუკიდებლობის პერიოდში.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში სრულდება მრავალწლიანი პროექტი „საქართველოს ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების კვლევა“, ჩატარებული კვლევების შედეგები ქვეყნდება სერიის სახით „საქართველოს ჰავა“. ბატონი გიორგი არის ამ გამოცემების ერთერთი მთავარი ავტორი და რედაქტორი.

ბატონი გიორგი მელაძის კვლევები უკანასკნელ წლებში ეძღვნება თანამედროვე ეტაპზე აგრომეტეოროლოგიური მეცნიერებისა და პრაქტიკის პერსპექტივებში აქტუალურ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების აგრომეტეოროლოგიურ მომსახურებასა და მისი განხორციელების სისტემების აგრომეტეოროლოგიურ უზრუნველყოფას. კერძოდ, აგროკლიმატური რესურსების სრულყოფილ შეფასებას, აგროკულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის ფორმირების საფუძველზე, მათ დარაიონებას აგროკლიმატური ფაქტორების გათვალისწინებით; აგროკულტურების ძირითადი ფაზებისა და მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების შემუშავებას თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე; გლობალური დათბობის

პირობებში, შემუშავებული სცენარების საფუძველზე, აგროკულტურების მოწყვლადობის შეფასებასა და მათი გავრცელების აგროეკოლოგიური ზონების ტრანსფორმაციას ვერტიკალური ზონალობით; ასევე, თანამედროვე აგრობიოტექნოლოგიების გამოყენებით, ეკოლოგიურად სუფთა მოსავლის მიღებისათვის მაღალმთიანი ზონის აგროკლიმატური პირობების შეფასებას. კვლევების მიზანია: მიღებული შედეგების საფუძველზე, აგროკულტურების ზრდა-განვითარების და მაღალხარისხოვანი მოსავლის მიღების პირობების დასაბუთება და მათი გარემოსადმი მოთხოვნილებათა ინდექსების დადგენა, რაც უზრუნველყოფს აგროკლიმატური რესურსების ეფექტურად გამოყენებას, აგროკულტურების რაციონალურად განლაგებასა და მათი პროდუქტიულობის ამაღლების შესაძლებლობას.

2022 წელს მეცნიერებაში შეტანილი განსაკუთრებული წვლილისათვის გიორგი მელაძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „ოქროს მედლით“ დაჯილდოვდა.

ვუსურვებთ ბატონ გიორგის ჯანმრთელობას, ხანგრძლივ სიცოცხლეს და ახალ შემოქმედებით წარმატებებს.

რევაზ სამუკაშვილი 90



2022 წლის 15 ივნისს 90 წელი შეუსრულდა გამოჩენილ ქართველ კლიმატოლოგს, ღირსების ორდენის კავალერს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილების უფროს მეცნიერ თანამშრომელს, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორს რევაზ სამუკაშვილს.

რ.სამუკაშვილი დაიბადა ყაზბეგის რაიონის სოფელი სნოში. 1955 წელს დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტი გეოფიზიკის სპეციალობით. 1955-1956წწ. მუშაობდა ჯვრის უღელტეხილის მეტეოროლოგიურ სადგურში ტექნიკოს-აეროლოგად და მეტეოდამკვირვებლად; 1956 წელს რვაწლიან სკოლაში ფიზიკისა

და მათემატიკის მასწავლებლად; 1957-1960 წლებში იყო დედოფლისწყაროს საშუალო სკოლის მასწავლებელი.

1960 წლიდან ბატონი რეზო გადადის ჩრდილოეთ კავკასიაში და იწყებს სამეცნიერო მოღვაწეობას. 1960-1989წწ ქ. ნალჩიკშია მაღალმთიანი გეოფიზიკის ინსტიტუტში იალბუზის ობსერვატორიაში, ხოლო 1989-1990 წლებში მუშაობს ქ. სევასტოპოლში წაყინვების და ნისლის ლაბორატორიის გამგედ. აქ ბატონმა რეზომ მნიშვნელოვანი საველე-ექსპერიმენტული სამუშაოები ჩაატარა, რისი შედეგებიც აისახა მის საკანდიდატო დისერტაციაში, რომელიც დაიცვა 1971 წელს დიდი კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის რადიაციული რეჟიმის შესახებ.

1990 წელს რ.სამუკაშვილი დაბრუნდა საქართველოში როგორც ცნობილი მეცნიერი და მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში. საქართველოში ჩატარებული მისი კვლევები ძირითადად ეხება საქართველოს რადიაციულ რეჟიმს და ჰელიოენერგეტიკულ რესურსებს, რაც მან შეაჯამა სადოქტორო დისერტაციაში, რომელიც წარმატებით დაიცვა 1998 წელს.

რ.სამუკაშვილმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარებაში, მას გამოქვეყნებული აქვს 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 10-მდე მონოგრაფია, რომლებიც ეხება საქართველოს კლიმატს, კლიმატურ რესურსებს, კავკასიის რადიაციული რეჟიმის პრობლემებს, წყალსაცავების გავლენის პრობლემებს გარემოს კლიმატზე, აგრეთვე მთის მყინვარების აბლაციის საკითხებს, კავკასიის ტერიტორიაზე ჰელიოენერგეტიკული რესურსების და თოვლის საფარის რადიაციული მახასიათებლების კვლევას.

ბატონი რეზოს აქტიური მონაწილეობით შესრულდა და გამოქვეყნდა უნიკალური ფუნდამენტური ნაშრომი „საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი“, რომელშიც ბატონი რეზო 10-მდე რუკის ავტორია. ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში სრულდება მრავალწლიანი პროექტი „საქართველოს ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების კვლევა“, ჩატარებული კვლევების შედეგები ქვეყნდება სერიის სახით „საქართველოს ჰავა“. ბატონი რეზო არის ამ გამოცემების ერთერთი მთავარი ავტორი და რედაქტორი. ამ სერიით უკვე გამოქვეყნებულია 8 ტომი.

რ.სამუკაშვილი მრავალი წლების განმავლობაში კითხულობდა ლექციებს სხვადასხვა უმაღლეს სასწავლებელში.

ვუსურვებთ ბატონ რევას ჯანმრთელობას, ხანგრძლივ სიცოცხლეს და ახალ შემოქმედებით წარმატებებს.

ელიზბარ ელიზბარაშვილი 75



2021 წლის 28 ნოემბერს 75 წელი შეუსრულდა გამოჩენილ ქართველ კლიმატოლოგს, საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს, ამავე აკადემიის თბილისის სამეცნიერო ცენტრის ხელმძღვანელს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ეკოლოგიური უსაფრთხოების კომისიის წევრს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილების გამგეს, საერთა-

შორისო ჟურნალის «European Geographycal Studies» (ა.შ.შ) მთავარი რედაქტორის მოადგილეს, ამერიკის შეერთებული შტატების ბიოგრაფიული ინსტიტუტის მრჩეველთა საბჭოს წევრს, მსოფლიო ბანკის ექსპერტს ჰიდრომეტეოროლოგიის დარგში, ღირსების ორდენის კავალერს, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატს, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ ელიზბარ ელიზბარაშვილს.

ბატონმა ელიზბარმა 1969 წელს დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტი. 1970-1978წწ. მუშაობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის კათედრაზე; ლექციების კითხვა დაიწყო 1976 წლიდან თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე; 1978-1992წწ. კურორტოლოგიისა და ფიზიოთერაპიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტშია კლიმატოლოგიის ლაბორატორიის ხელმძღვანელად; 1994 წლიდან მუშაობს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომლის, კლიმატის მოდელირების ლაბორატორიისა და კლი-

მატოლოგიის სექტორის გამგედ; 2006 წლიდან ინსტიტუტის კლიმატოლოგიისა და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილების გამგეა.

იგი 250-მდე სამეცნიერო ნაშრომის, ათამდე სახელმძღვანელოს, ორი სამეცნიერო ატლასის და 20-მდე მონოგრაფიის ავტორია;

მის მიერ ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შესწავლილია მთის ჰავის ჩამოყალიბების მექანიზმის მრავალი საკითხი, მის მიერ გაანალიზებულ კავკასიის კლიმატების ვერტიკალურ სტრუქტურას მადალი შეფასება მისცა აკადემიკოსმა ინოკენტი გერასიმოვმა; გამოვლენილი აქვს საქართველოს კლიმატური, მათ შორის საკურორტო და ენერგეტიკული რესურსების თავისებურებანი; ყურადღება დაუთმო გლობალური დათბობის პრობლემას, გამოავლინა კავკასიის კლიმატის ცვლილების ძირითადი ტენდენციები; აკადემიკოსების ანდრია გრიგორიევისა და მიხეილ ბუდიკოს გეოგრაფიული ზონალურობის პერიოდული კანონის საფუძველზე შეაფასა საქართველოს სტეპური და ნახევრადუდაბნოს ლანდშაფტების გაუდაბნოების ალბათობა, რაც საფუძვლად დაედო ახალი მეცნიერული მიმართულების - ლანდშაფტების კლიმატოლოგიის განვითარებას; მისი ხელმძღვანელობით შესრულდა შრომათა ციკლები სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენების (გვალვა, წყინვა, საშიში ნისლი, ელჭექი, სეტყვა, გრიგალური ქარი, გამტარების შემოყინულობა) და ნიადაგების კლიმატური რესურსების (სითბური, ტენის) შესახებ; კვლევის შედეგები დაინერგა საქართველოს კურორტების დაგეგმარებაში, მშენებლობაში და საფუძვლად დაედო კლიმატური რესურსების ამსახველი მასალის მომზადებას ატლასისათვის - "საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები" (მოსკოვი, 1989), რომელსაც მიენიჭა საქართველოს სახელმწიფო პრემია (1993). 2011 წელს გამოიცა მისი ხელმძღვანელობით და თანაავტორობით შესრულებული "საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი". ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში მისი ხელმძღვანელობით სრულდება მრავალწლიანი პროექტი „საქართველოს ადმინისტრაციული რეგიონების კლიმატური და აგროკლიმატური რესურსების კვლევა“, ჩატარებული კვლევების შედეგები ქვეყნდება სერიის სახით „საქართველოს ჰავა“. ბატონი ელიზბარი არის ამ გამოცემების ერთერთი მთავარი ავტორი და რედაქტორი.

ბატონ ელიზბარს მნიშვნელოვანი წვლილი აქვს შეტანილი ახალგაზრდა კადრების აღზრდაში. იგი 1976 წლიდან ლექციების კითხუ-

ლობდა თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახ. სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე ატმოსფეროს ფიზიკის და სინოპტიკური მეტეოროლოგიის დარგში. 1985 წლიდან შეთავსებით მუშაობდა ი. გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, სადაც გასული საუკუნის 80-იან წლებში მისი ინიციატივით შეიქმნა გეოგრაფია-ეკოლოგიის და გარემოსმცოდნეობის სპეციალობები; 2004-დან გეოგრაფიის მიმართულების ხელმძღვანელი და კათედრის გამგეა. უმაღლეს განათლების სისტემაში ჩატარებული რეფორმის შემდეგ უნივერსიტეტში ხელმძღვანელობდა ორ საბაკალავრო (გეოგრაფია, ეკოლოგია), ორ სამაგისტრო (მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია და ეკოლოგია) და ორ სადოქტორო (მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია და ეკოლოგია) პროგრამას. 2007-2017 წლებში არჩეული იყო თელავის ი. გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს წევრად; 2008-2015 წლებში ხელმძღვანელობდა ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს; ახალ პროგრამებთან დაკავშირებით შემოიტანა ახალი საგნები: გეოგრაფიული მოდელირება, ეკოლოგიური პროგნოზირება, კლიმატის ცვლილება, დედამიწის კლიმატი, ატმოსფეროზე ანტროპოგენური ზემოქმედება და სხვა. შესაბამისად შეადგინა დამხმარე სახელმძღვანელოები და სალექციო კურსები.

ელიზბარ ელიზბარაშვილის ხელმძღვანელობით შესრულდა და დაცულ იქნა 2 სადოქტორო (მეცნიერებათა დოქტორი), 10 საკანდიდატო და 11 აკადემიური დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად დისერტაციები;

ვუსურვებთ ბატონ ელიზბარს ჯანმრთელობას ხანგრძლივ სიცოცხლეს და ახალ შემოქმედებით წარმატებებს.

შინაარსი

შესავალი (ე. ელიზბარაშვილი)		14	
1	თავი I. კლიმატის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები		16
	1.1	ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები (რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	16
	1.2	კლიმატის რადიაციული ფაქტორები (რ.სამუკაშვილი)	22
	1.3	ატმოსფერული ჰაერის წნევა (რ.სამუკაშვილი)	29
	1.4	ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები (ე.ელიზბარაშვილი)	32
2	თავი II. კლიმატის ძირითადი ელემენტების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებანი		35
	2.1	ჰაერის ტემპერატურა (ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე)	35
	2.2	ჰაერის სინოტივე (ე.ელიზბარაშვილი, ნ.ჭელიძე)	43
	2.3	ატმოსფერული ნალექები (ე.ელიზბარაშვილი, შ.ელიზბარაშვილი)	47
	2.4	თოვლის საფარი (რ.სამუკაშვილი)	57
	2.5	ქარი (რ.სამუკაშვილი)	65
3	თავი III. კლიმატური რესურსების პოტენციალი		74
	3.1	საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები (ე.ელიზბარაშვილი)	74
	3.2	ზოგიერთი მნიშვნელოვანი კურორტის და საკურორტო ადგილის დახასიათება (ე.ელიზბარაშვილი)	77
	3.3	ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები (ლ.ქართველიშვილი)	85
	3.4	ჰელიოენერგეტიკული რესურსები (რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	92
	3.5	ქარის ენერგეტიკული რესურსები (რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	96

4	თავი IV. აგროკლიმატური რესურსები		104
	4.1	აგროკულტურების სითბოთი და ტენიით უზრუნველყოფა (მ.მელაძე, გ.მელაძე)	104
	4.2	აგროკლიმატური ზონები (გ.მელაძე, მ.მელაძე)	113
	4.3	აგროკულტურებისათვის ამინდის არახელსაყრელი მოვლენები (მ.მელაძე, გ.მელაძე)	118
	4.4	აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები (გ.მელაძე, მ.მელაძე)	126
5	თავი V. ამინდის საშიში მოვლენები		129
	5.1	ძლიერი ქარები (რ.სამუკაშვილი)	129
	5.2	ქარბუქი (რ.სამუკაშვილი, მ.ფიფია)	131
	5.3	ნისლი (რ.სამუკაშვილი, ც.დიასამიძე)	140
	5.4	წყინვები (ე.ელიზბარაშვილი)	146
	5.5	ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ატმოსფერული ნალექები (შ.ელიზბარაშვილი)	148
	5.6	თოვლის ზვავები (ე.ელიზბარაშვილი)	153
	5.7	სეტყვა (ე.ელიზბარაშვილი)	156
ლიტერატურა პირველი თავის		159	
ლიტერატურა მეორე თავის		160	
ლიტერატურა მესამე თავის		162	
ლიტერატურა მეოთხე თავის		164	
ლიტერატურა მეხუთე თავის		165	

შესავალი

მონოგრაფია წარმოადგენს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო-კვლევითი გეგმით გათვალისწინებულ ნაშრომს. მასში განხილულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის კლიმატი და კლიმატური რესურსები.

კვლევაში გამოყენებულია მცხეთა-მთიანეთის 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 აპრობირებული 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 მ.მელაძე. ნაშრომში წარმოდგენილი ცხრილები და გრაფიკული მასალა შეასრულეს ე.ელიზბარაშვილმა, მ.მელაძემ და ც.დიასამიძემ.

ამ მიმართულების კვლევები ქვეყნდება სერიით “საქართველოს ჰავა”. უკვე გამოქვეყნებულია სერიის 8 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.

ნაშრომი განკუთვნილია კლიმატოლოგებისათვის, გეოგრაფებისათვის, აგრონომებისათვის, აგრომეტეოროლოგებისათვის, ენერგეტიკოსებისათვის, მედიცინის მუშაკთათვის და მკითხველთა ფართო წრისათვის, ვინც დაინტერესებულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის კლიმატური რესურსებით და მათი რაციონალურად გამოყენების პერსპექტივებით. ის აგრეთვე გამოადგება სპეციალისტებს, რომლებიც მუშაობენ ბუნებრივი 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

მცხეთა-მთიანეთის მხარე მოიცავს მცხეთის, თიანეთის, დუშეთის, ყაზბეგის და ახალგორის რაიონებს. მცხეთა-თიანეთის მხარის ადმინისტრაციული ცენტრია ქ. მცხეთა. მხარის საერთო ფართობი შეადგენს 6785 კვ.კმ-ს, საქართველოს ტერიტორიის 11,3%-ს, ხოლო მოსახლეობის რაოდენობა-125 ათას კაცს - მთლიანი მოსახლეობის 3%-ს.

მცხეთა-მთიანეთის საზღვარი ჩრდილოეთით გადის კავკასიონის გვერდით ქედზე, დასავლეთით ხარაულის ქედსა და მდ. ქსანზე, სამხრეთით თრიალეთისა და იალნოს ქედებზე, აღმოსავლეთით – კახეთის ქედზე. მცხეთა-მთიანეთის მხარეს ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება რუსეთის ფედერაცია, დასავლეთიდან-შიდა ქართლი, სამხრეთიდან თბილისი და ქვემო ქართლი, აღმოსავლეთიდან-კახეთი. მხარის შემადგენლობაშია ხევი, ფშავი, ხევსურეთი და მთიულეთი (მარუაშვილი, 1964).

მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიის ნაწილებს წარმოადგენენ: მუხრან-საგურამოს ვაკე, რომელიც არის შიდა ქართლის ვაკის ნაწილი, სხალტბის ქედი, მდ. მტკვრის, ლიახვის, ხევსურეთისა, ფშავის არაგვის, ქსნის, თერგის, ასას, არღუნის და ივრის ხეობები.

რეგიონის ცენტრალურ ნაწილში ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით განლაგებულია კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი, რომლის სამხრეთულ გაგრძელებებს წარმოადგენენ კახეთის, ქართლის, გუდამაყრის, ხახულის, ალევის ქედები. მდ. ქსნის სათავეებში განლაგებულია ყელის ვულკანური პლატო, რომელიც წარმოადგენილია ჩამქრალ ვულკანთა კონუსებით. დუშეთის მახლობლად განლაგებულია ბაზალეთის პლატო ბაზალეთის ტბით, ხოლო მცხეთის სამხრეთით ტერიტორიაზე შემოდის თრიალეთის ქედი, აღმოსავლეთით კი განლაგებულია საგურამოს ქედი. მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე ყველაზე მაღალი ქედი არის გვერდითი ქედი. ჩამქრალი ვულკანის მყინვარწყვერის (5033მ) მასივით.

ამრიგად, მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორია მოიცავს მთავარი წყალგამყოფი ქედის ჩრდილოეთ ფერდობს (მდინარეების: თერგის, არხოტისწყლის, არღუნის აუზების, ასევე სამხრეთის ფერდობის მდინარეების: მთიულეთის, გუდამაყრის, ხევსურეთის და ფშავის არაგვის აუზებს. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე განლაგებულია

ისეთი ისტორიულ-გეოგრაფიული ერთეულები, როგორცაა: მთიულეთი, ფშავი, ხევი, ხევსურეთი და თუშეთი.

მცხეთა-მთიანეთის დაბლობი, როგორც აღნიშნულია წარმოადგენს შიდა ქართლის ბარის ნაწილს (მუხრან-საგურამოს ვაკე), რომლებიც წარმოქმნილია ალუვიარული მასალებით.

ფშავ-მთიულეთის რაიონი ხასიათდება ლანდშაფტის ვერტიკალური სარტყელების სისტემით (ტყეების ფართოფოთლოვანი სისტემიდან ნივალურამდე) და ცალკეული ვულკანური წარმონაქმნებით: ფშავ-მთიულეთს უკავია კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ტერიტორია, რომელიც არაგვისა და ივრის მთიან აუზებს მოიცავს და აერთიანებს შემდეგ ეთნოგრაფიულ ერთეულებს: მთიულეთს, ფშავს, პირაქეთა ხევსურეთს და თიანეთს. ფშავ-მთიულეთის დამახასიათებელი ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებები მდგომარეობენ იმაში, რომ იგი თავისი გეოგრაფიული მდგომარეობით და ჰიფსომეტრიით, გეოლოგიური აღნაგობით და გამყინვარებულობის ხარისხით წარმოადგენს სამაჩაბლოდან მთიანი კახეთისაკენ გარდამავალ რეგიონს. მისთვის დამახასიათებელია კონტინენტალობის მეტი ხარისხი მეზობელ (დასავლურ და აღმოსავლურ) რეგიონებთან შედარებით და წიწვიანი ტყეების არ არსებობა. რეგიონის ოროგრაფია განსაზღვრულია გარდიგარდმო ხეობებით და მათი გამყოფი ქედებით. რაც შეეხება თანამედროვე გამყინვარებას, რეგიონში მისი ერთადერთი წარმომადგენელი განლაგებულია მდინარე აბუდედაურის სათავეში (ჭაუხის მასივის კალთაზე).

რეგიონში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების სინქრონულად ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი (3კმ სიმაღლემდე) მატულობს. ხოლო ტემპერატურის საშუალოწლიური სიდიდეები კლებულობს.

ჰიდროგრაფიული ქსელი ფშავ-მთიულეთის რეგიონში წარმოადგენილია არაგვით და ივრით. ტერიტორიაზე არის მინერალური წყლებიც. რეგიონის მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებში ტყე ადამიანის მიერ თითქმის განადგურებულია, რაც განაპირობებს ღვარცოფულ მოვლენებს. ფშავ-მთიულეთის რაიონი ორ ლანდშაფტურ ქვერაიონად არის დაყოფილი: ჩრდილოეთით მდებარე მლეთა-უკანა ფშავისა და სამხრეთით მდებარე ანანურ-თიანეთის ქვერაიონებად.

კავკასიის მთავარი ქედის ნაწილი, რომელიც ფშავ-მთიულეთს ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება, მტკვრის მარცხენა შენაკადების არაგ-

ვისა და ქსნის აუზებს აცალკევებს თერგის და მისი შენაკადების ასას, არღუნის და მულაკის აუზებისაგან.

მთიულეთის არაგვის სათავე განლაგებულია მთავარი ქედის კალთებზე. მას მარცხენა მხრიდან უერთდება შავი არაგვი (გულდამყრის არაგვი). სოფელ ფასანაურამდე მთიულეთის არაგვის ეს მონაკვეთი თეთრი არაგვის სახელითაა ცნობილი.

ფშავის არაგვი სათავეს ბორბალოს მთის კალთებზე დებულობს. სოფელ ორწულთან ფშავისა და ხევსურეთის არაგვი ერთვიან ერთმანეთს.

ფშავის არაგვის აუზში 2100-2200მ სიმაღლებამდე გავრცელებულია ფოთლოვანი ტყე, რომელიც უფრო მაღლა ალპურ მდელოებში გადადის.

პირაქეთ (სამხრეთ) ხევსურეთს მდ. ხევსურეთის არაგვის აუზის მთელი ტერიტორია უჭირავს. ხევსურეთის არაგვი სამი მდინარისაგან შედგება, რომლებიც სოფელ ღულის მახლობლად ერთვიან ერთმანეთს, 1600-1700მ სიმაღლეზე. ესენი არიან მდ. აზიდედაური, გორშაღლის წყალი და ხახმატის წყალი. ხევსურეთის არაგვს მარცხნიდან ერთვიან მნიშვნელოვანი შენაკადები: ლიქოკის ხევი და აკუმოს ხევი. ხევსურეთის არაგვის აუზის მცენარეული საფარი აქ ძირითადად წარმოდგენილია ფოთლოვანი ტყეებით და ალპური მდელოებით.

ქართლის ქედი ფშავის არაგვის აუზს ალაზნისა და ივრის აუზებისაგან გამოჰყოფს. მდ. ივრი იწყება ქართლისა და კახეთის ქედების გასაყარიდან.

ივრის ხეობის ფერდობებზე ფოთლოვანი ტყეა გავრცელებული, რომელიც 1200-2200მ ნიშნულიდან ალპურ მდელოებში გადადის. ივრის ხეობის სამხრეთი ნაწილი თიანეთის ქვაბულს უკავია.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ფარგლებშია მოქცეული ხევის (ყაზბეგის რაიონის) ტერიტორია. ხევის ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონი მდებარეობს დიდი კავკასიონის ჩრდილოეთ ფარდობზე მდ. თერგის სათავეებში. ხევის რეგიონის სამხრეთი საზღვარი კავკასიონის მთავარ ქედზე გადის, დასავლეთის საზღვარი ხევსა და ჩრდილოეთ ოსეთს (ადანიას) შორის გადის, ჩრდილოეთის საზღვარი ხევს გამოჰყოფს ჩრდილოეთ ოსეთის სხვა ტერიტორიისაგან და ჩეჩნეთ-ინგუშეთის ავტონომიური რესპუბლიკისაგან, აღმოსავლეთი საზღვარი კი თერგისა და ხევსურეთის არაგვის წყალგამყოფს მიუყვება. ხევის ტერიტორია ხასიათდება ძლიერ განვითარებული მაღალმთიანი მრავალსართულიანი ლანდშაფტის სარტყლის მთელი სისტემით ნივალური

სისტემის ჩათვლით, ახალგაზრდა ვულკანური წარმონაქმნებით, მინერალური წყლების სიუხვით, მნიშვნელოვანი გამყინვარებით და შესაბამისად მდინარეთა მყინვარული რეჟიმით, ხეობებში ტყეების არ არსებობით. ამ თვისებებით იგი განსხვავდება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე ყველა რაიონისაგან.

ხევი ხასიათდება რთული გეოგრაფიული წარმონაქმნებით: მისი მაღალმთიანი რელიეფისათვის დამახასიათებელია მყინვარული, ვულკანური, კარსტული და სხვა ფორმები. ვულკანური ფორმები აქ წარმოდგენილია ახალგაზრდა ვულკანების სახით.

ხევის ტერიტორიაზე მყინვარული საფარი მეტად მძლავრია გვერდით ქედზე, თერგის მერიდიანული მონაკვეთის დასავლეთით რელიეფის კარსტული ფორმები ხევის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილშია განლაგებული.

ხევის კლიმატი კონტინენტალურია. ნალექების წლიური ჯამი აქ თითქმის 1,5-2-ჯერ ნაკლებია კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთის ორიენტაციის ფერდობების შესაბამის აბსოლუტურ სიმაღლეებთან შედარებით.

მუდმივი თოვლის საზღვარი ყაზბეგის რაიონის ტერიტორიაზე დაფიქსირებულია 3500-3700მ სიმაღლეზე.

ხევის რაიონის მთავარ ჰიდროარტერიას წარმოადგენს მდ. თერგი, რომელიც ზიდება ხოხის მასივის ფერდობებზე რებულობს სათავეს და ხოხის და მთავარი ქედიდან ჩამომდინარე მყინვარულ მდინარეებს იერთებს. თერგის მარცხენა შენაკადებიდან ყველა მყინვარული წარმოშობისაა, ასევე მყინვარული წარმოშობისაა მისი მარჯვენა შენაკადები – ხდის წყალი და სნოს წყალიც.

ხევის ტერიტორია მდიდარია დებიტის მქონე მინერალური წყლებით. რაიონის ტერიტორიის დიდი ნაწილი ალპურ და სუბალპურ მდელოებს უკავია (ნივალური სარტყლის გამოკლებით). ხევის ტერიტორიაზე ხე მცენარეულობა (ტყე) ადამიანის მიერ თითქმის განადგურებულია, აქა-იქ შემორჩენილია ხე მცენარეთა ფოთლოვანი ბუჩქნარები. ცხოველთა სამყაროდან აღსანიშნავია კლდოვან მთებში არსებული ჯიხვის და არჩვის ჯოგები.

ხევში ახალგაზრდა ვულკანები: საკოხესამელი, მილიონა, წითელი, ქაბარჯინა მთავარ ქედზეა განლაგებული, კიდევ ერთი ვულკანური ცენტრი მთა ესიქომი (3572მ) თრუსოს ხეობის ოსების სოფელ აბანოს სამხრეთითაა განლაგებული. ჯვრის უღელტეხილის ჩრდილოეთ ფერდობზე საქართველოს სამხედრო გზის გასწვრივ მინერალური

წყაროებიდან დალექილი კიროვანი ტრავენტინებია განლაგებული. ხევის რაიონში შემავალი მთავარი ქედის ეს ნაწილი თითქმის მთლიანად მოკლებულია ხემცენარეულობას (ტყეებს). ხოხის ქედი, რომელიც წარმოადგენს კავკასიონის გვერდითი ქედის ნაწილს, ხევის რაიონს თავისი აღმოსავლეთის ნაწილით ეკუთვნის. ეს ქედი კავკასიონის მთელი აღმოსავლეთის ნაწილის ყველაზე მაღალი და ყველაზე დიდი გამყინვერების მქონეა. აქ განლაგებულია კავკასიონის აღმოსავლეთი ნაწილის უმაღლესი მწვერვალი მყინვარწვერი (5045მ), რომელიც ვულკანურ კონუსს წარმოადგენს.

მყინვარწვერის მასივიდან სხვადასხვა მიმართულებით ეშვება რიგი მყინვარწვერებისა: სამხრეთისკენ მყინვარი დენყარა, აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მყინვარები ორწვერი და აბანო, ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ -დევდორაკი და ჩათა. მათ შორის ყველაზე დაბალ ნიშნულზე (2400-2450მ) დევდორაკის მყინვარი ეშვება (მისი სიგრძე 6კმ-ს აღწევს).

მყინვარის თავზე მყინვარწვერის კონუსის კონტრფორსზე 4100 მეტრის სიმაღლეზე ყინულის სამეფოში მდებარეობს ცნობილი ბეთლემის გამოქვაბული. აქვე ორწვერის მყინვარის მარცხენა მხარეზე 3700 მეტრის სიმაღლეზე მდებარეობს ყაზბეგის მაღალმთიანი მეტეოროლოგიური ობსერვატორია, სადაც დაკვირვებები 1934 წლიდან მიმდინარეობს.

სნოს ხეობის ჩრდილოეთით აღმართულია გვერდითი ქედის ნაწილი ხდის მთათა ჯგუფი: ყურო, შავანა და კიდეგანი. ყუროს ქედი თერგის და ხდისწყლის წყალგამყოფია, შავანას ქედი ხდისწყლისა და არმხის წყალგამყოფია, ხოლო კიდეგანის ქედი ხევსურეთთან მოსაზღვრე ქედი.

თუშეთ-ხევსურეთის ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონი ესაზღვრება ჩეჩნეთ-ინგუშეთისა და დაღესტნის ავტონომიურ რესპუბლიკებს, ხასიათდება ლანდშაფტის მაღალმთიან სარტყელთა სისტემით, ტყიანიდან ნივალურამდე, კონტინენტური ჰავით, შერეული (ფოთლოვანი, წიწვოვანი) ტყეებით.

თუშ-ხევსურეთისა და ხევის რაიონების შედარებისას ირკვევა, რომ თუშ-ხევსურეთის რაიონში გამყინვარებით დაკავებული ფართობები გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ხევის რაიონში, და აქ (ხევისაგან განსხვავებით) გავრცელებულია წიწვოვანი (ფოთლოვანი) და არყნარი ტყეები.

თუშეთ-ხევსურეთის ჰიდროგრაფიული ქსელი აქ წარმოდგენილია მდინარეების ასას, არღუნისა და ანდის უოისუს ზემო დინებებით. აქედან ასა და არღუნი წარმოადგენენ თერგის შენაკადებს, ანდის უოისუ კი დაღესტნის მდ. სულაკის მდგენელს. ამრიგად, რეგიონს ჰიდროგრაფიული ქსელი კავკასიის და დაღესტნის მდინარეთა სისტემების ნაწილს წარმოადგენს. რაიონის ოროგრაფიული სურათი ზოგად შტრიხებში ხევის ოროგრაფიულ სურათს ემთხვევა (ემსგავსება). თუშ-ხევსურეთის რეგიონი სამხრეთის მხრიდან შემოსაზღვრულია მთავარი წყალგამყოფი ქედით, რომლის ჩრდილო ფერდობზე თანამედროვე გამყინვარება არ არსებობს, ძველი გამყინვარების კვალი კი არსად არ წყდება თუშ-ხევსურეთში შემავალი ფერდობის მთელ სივრცეზე.

კიდეგანის ქედი გამოეყოფა რა მთავარ ქედს ვრცელდება ჩრდილოეთის მიმართულების ინგუშეთის საზღვრებამდე. იგი წარმოადგენს მდ. ასასა და არმხის წყალგამყოფს ქიდეგანის ქედის ხევსურეთის ფარგლებში არსებულ აღმოსავლეთის ფერდობზე განლაგებულია მყინვარები, რომლებშიც სათავეს რეზულოზონ მდ. ასას მარცხენა შენაკადები ქომლისწყალი, ახიელის წყალი, ჩხათანა ხევსურეთის ქედი ჩრდილოეთ ხევსურეთს არხოტისა და შატილის ნაწილებად ჰყოფს. გამოეყოფა რა მთავარ წყალგამყოფ ქედს იგი ვრცელდება ჩეჩნეთ-ინგუშეთის ტერიტორიამდე. იგი მდ. ასასა და აღუნის წყალგამყოფს წარმოადგენს. თანამედროვე გამყინვარება ძირითადად ხევსურეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზეა თავმოყრილი. პირიქითული ქედი წარმოადგენს გვერდითი ქედის მნიშვნელოვან მონაკვეთს. მის თხემზეა განლაგებული აღმოსავლეთ კავკასიონის უმაღლესი მწვერვალი თებულოსმათა (4507მ). ქედის ათღმოსავლეთ ნაწილში განსაკუთრებით ჩრდილოეთ ფერდობზე გავრცელებულია თანამედროვე გამყინვარება. პირიქითული ქედი თუშეთის ტერიტორიას ჩრდილოეთის ჰაერის ცივი მასებისაგან იცავს, მისი კალთები უტყეოა, ზოგიერთი სამხრეთის ხეობის გამოკლებით, სადაც გავრცელებულია ფიჭვის და არყის ტყეები. სუბალპური კავკასიის ხოდადენდრონის ტევრები აქ და სხვა ხეობებშიც არის გავრცელებული.

სუნჯის მარჯვენა შენაკადი ასა (ზემო დინებაში არხოტის წყლის სახელწოდებითაა ცნობილი) სათავეს იქ იღებს, სადაც მთავარ ქედს კიდეგანის ქედი გამოეყოფა. ასას და ზოგიერთი მისი შენაკადის

ხეობების ფერდობებზე 2300-2400 მეტრამდე გავრცელებულია ფიჭვის და არყის ტყეები.

ალპური მდელოები და დეკიანები გავრცელებულია მთავარი ქედის კიდეგანისა და ხევსურეთის ქედის ფერდობებზე ტყეების ზედა საზღვრიდან 3400მ აზს. სიმაღლემდე.

მდ. არღუნის აუზი თუშ-ხევსურეთის რაიონში წარმოდგენილია მხოლოდ ზემო ნაწილით. მდ. არღუნი (არდოტის წყალი) სათავეს ბორბალოს ფერდობებზე ღებულობს და მისავალ შენაკადს იერთებს. შატილის წყლის, არდოტის წყლის და სხვა მდინარეების ხეობებში ფიჭვისა და არყის ტყეები.

1.2. კლიმატის რადიაციული ფაქტორები

მზის რადიაციის, როგორც ძირითადი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორის, დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენას აქვს როგორც პრაქტიკული, ასევე თეორიული მნიშვნელობა. მცხეთა-მთიანეთის კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების დროში და სივრცეში ცვლილებების კანონზომიერებების დადგენის მიზნით ვისარგებლეთ რეგიონის ტერიტორიაზე არსებული აქტინომეტრიული სადგურების მრავალწლოვანი დაკვირვების ინფორმაციით. რეგიონის ტერიტორიაზე ფუნქციონირებდნენ 1991 წლამდე შემდეგი აქტინომეტრიული სადგურები: მ/მთიანი ყაზბეგი (3653მ), ჯვრის უღელტეხილი (2395მ), გუდაური (2194მ) და რეგიონის საზღვართან მდებარე თბილისის აქტინომეტრიული სადგური (427მ). ამ სადგურებზე არსებული აქტინომეტრიული დაკვირვებების მასალა ახასიათებს რადიაციული კლიმატის მდგენელებს, როგორც დაბლობი, ასევე მთიანი რაიონების შემთხვევაში.

მცხეთა-მთიანეთის რაიონისათვის მოწმენდილი ცისა და ღრუბლიანობის საშუალო პირობების შემთხვევისათვის დადგენილი იქნა ჰორიზონტალურ S' და სხივისადმი მართობულ ზედაპირზე S მზის პირდაპირი რადიაციის, ცის თაღის მიერ გაბნეული D_0 , D ჯამური Q_0 , Q ქვეფენილი ზედაპირის მიერ არეკლილი R_a და შთანთქმული Q_a რადიაციების და ალბედოს A_a ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულებების ანალიზური სახეები.

როგორც ცნობილია, კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების (რადიაციული ბალანსი და მისი მდგენელები) სიდიდის ფორმირება-

ზე დიდ გავლენას ახდენს ღრუბლიანობის რეჟიმი და მზის ნათების ხანგრძლივობა.

მცხეთა-მთიანეთის რაიონისათვის გაანალიზებული იქნა აქ არსებული აქტივობითი და მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებების ინფორმაცია საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობაზე, ცის მოწმენდილი და მოღრუბლული მდგომარეობის ალბათობაზე, მოწმენდილი და მოღრუბლული ამინდის მდგრადობის კოეფიციენტებზე, მოწმენდილი, მოღრუბლული, ნახევრად მოღრუბლული და უმზეო დღეების რეჟიმულ მახასიათებლებზე.

როგორც ცნობილია, 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. მცხეთა-მთიანეთის მთა-გორიან რეგიონში რელიეფის ელემენტების (ქედები, ხეობები, ვერდობები, ქვაბულები და სხვა) და მათი აბსოლუტური სიმაღლის გავლენის შედეგად ადგილი აქვს ადგილობრივი, რთული ცირკულაციების ფორმირებას, რომლებმაც შეიძლება დაშალონ ან პირიქით, ხელი შეუწყონ ადგილობრივი ღრუბლიანობის წარმოშობა-განვითარებას.

მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე ღრუბლიანობის საერთო და ცალკეული სახეობის რაოდენობა წელიწადის თბილი და ცივი პერიოდისათვის ერთმანეთისაგან განსხვავდება. წელიწადის ცივ პერიოდში ადგილი აქვს დაბალი ფენა ღრუბლიანობის უპირატეს განვითარებას, რაც განპირობებულია ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული ბალანსის უარყოფითი მნიშვნელობით, განსაკუთრებით თოვლის საფარის შემთხვევაში, რის შედეგად ადგილი აქვს მიწისპირა ინვერსიების წარმოქმნას. მაგალითად, სადგურ ჯვრის უღელტეხილზე (2395მ) ზამთრის თვეებში (XII, I, II) ფენოვანი (S_c) ღრუბლების განმეორადობა მერყეობს 28-31%-ის ფარგლებში, ხოლო გროვა ღრუბლების (C_u) განმეორადობა შეადგენს 0,2%-ს, ხოლო ზაფხულის (VI, VII, VIII) თვეებში კი ფენოვანი ღრუბლების (St) განმეორადობა ტოლია ყველა თვეში 11%-ისა, ხოლო გროვა ღრუბლების (C_u) განმეორადობა მერყეობს 27-28%-ის ფარგლებში. რაც შეეხება ფრონტალურ ღრუბლიანობას, იგი ზამთრის თვეებში ძირითადად წარმოდგენილია ფენოვანი ფორმებით. წელიწადის თბილ პერიოდში ადგილი აქვს კონვექციური ღრუბლიანობის განვითარებას.

საერთო ღრუბლიანობის საშუალო წლიური სიდიდე მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიის სადგურებზე იცვლება 5,3 (ჯავა) – 6,7 (ჯვრის უღ.) ბალის ფარგლებში, ხოლო ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის საშუალო წლიური სიდიდე 3,6 (ჯავა) – 6,5 (ჯვრის უღ.) ბალის ფარგლებში. საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის აბსოლუტური მაქსიმუმი დაფიქსირებულია ჯვრის უღელტეხილზე. ამ მახასიათებლების სიდიდის მიხედვით აღნიშნულ სადგურებს შორის მეორე ადგილზეა სადგური გუდაური (შესაბამისი 6,5 და 4,7 ბალი). ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის შემდგომი მატებისას აღინიშნება ღრუბლიანობის ორივე მახასიათებლის რაოდენობის შემცირება. მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე 3653 მეტრ სიმაღლეზე საერთო ღრუბლიანობის და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის წლიური სიდიდეები ნაკლებია, ვიდრე ჯვრის უღელტეხილზე და გუდაურში: აქ ეს მახასიათებლები შეადგენენ შესაბამისად 5,6 და 4,1 ბალს.

საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის საშუალოთვიური სიდიდეები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის განხილულ სადგურებზე მაქსიმალური წელიწადის თბილი პერიოდის განმავლობაში, მინიმალურია წელიწადის ცივ პერიოდში.

ღრუბლიანობის რეჟიმის მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობით მოწმენდილი (0-2 ბალი), ნახევრად მოწმენდილი (3-7 ბალი) და მოღრუბლული (8-10 ბალი) ცის მდგომარეობის განმეორადობა. საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობით მოღრუბლული ცის (8-10 ბალი) მდგომარეობის განმეორადობა შეადგენს იანვარში: 40 და 24%-ს, მ/მთ ყაზბეგზე 40 და 21% დაბა ყაზბეგში, 49-36% ჯვრის უღელტეხილზე, 50-32% გუდაურში, 44-31% ფასანაურში, 46-38% თიანეთში, 55-38% მუხრანში, 53-28% თბილისში(ჰმო), 42-34% ჯვარში, ივლისში კი ეს მახასიათებლები ტოლია: 46-39% მ/მთ ყაზბეგზე, 44-36% დაბა ყაზბეგში, 62-53% ჯვრის უღელტეხილზე, 57-38% გუდაურში. 40-25% ფასანაურში 37-26% თიანეთში, 37-24% მუხრანში, 39-18% თბილისში(ჰმო), 38-24% ჯვარში.

საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობით მოწმენდილი (0-2 ბალი) ცის მდგომარეობის განმეორადობა შეადგენს იანვარში: 40-62% მ/მთ ყაზბეგზე, 40-21% დაბა ყაზბეგში, 33-52% ჯვრის უღელტეხილზე, 35-55% გუდაურში, 39-57% ფასანაურში, 33-44% თიანეთში, 25-39% მუხრანში, 26-46% თბილისიში ჰმო, 37-58% ჯვარში.

საერთო და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობით მოწმენდილი (0-2 ბალი) მდგომარეობის განმეორადობა შეადგენს ივლისში 28-37% მ/მთ ყაზბეგზე, 28-37% დაბა ყაზბეგში, 15-20% ჯვრის უღელტეხილზე, 19-31% გუდაურში, 30-42% ფასანაურში, 33-43% თიანეთში, 32-44% მუხრანში, 36-52% თბილისში ჰმო, 40-62% ჯვარში. რაც შეეხება დაკვირვების ვადებში (1, 7, 13, 19სთ) საერთო ღრუბლიანობით ცის მდგომარეობის განმეორადობის მოწმენდილი (0-2 ბალი), ნაწილობრივ მოწმენდილი (3-7 ბალი) და მოღრუბლული (8-10 ბალი) ცის შემთხვევაში, როგორც დაკვირვებების მასალების ანალიზი გვიჩვენებს სადგურებზე: მ/მთ ყაზბეგი, გუდაური, თიანეთი, თბილისი ჰმო, ცხინვალი თითქმის მთელი წელიწადის განმავლობაში აღინიშნება მოღრუბლული ცის მდგომარეობის მინიმუმი. ქვედა იარუსის ღრუბლიანობის შემთხვევაში სადგურებზე: მ/მთ ყაზბეგი, გუდაური, თიანეთი, თბილისი ჰმო, ცხინვალი თითქმის მთელი წელიწადი აღინიშნება მოწმენდილი ცის (0-2 ბალი) მდგომარეობის განმეორადობის მაქსიმუმი და მოღრუბლული ცის (3-7 ბალი) მდგომარეობის განმეორადობის მინიმუმი.

მზის ნათების საშუალო მრავალწლიური ხანგრძლივობა წელიწადში წარმოდგენილია ცხრილ 1.2.1-ში.

ცხრილი 1.2.1. მზის ნათების ხანგრძლივობა (საათი)

სად-გური	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მ/მთ ყაზბეგი	147	152	179	191	205	225	239	230	194	174	157	139	2232
გუდაური	141	141	181	177	181	201	230	224	196	156	126	129	2083
დუშეთი	127	128	154	172	208	252	264	257	205	176	131	116	2190
მუხრანი	122	128	171	194	232	278	295	184	225	192	132	108	2361
თბილისი ჰმო	104	110	149	170	211	253	272	264	206	170	110	93	2112

მზის ნათების საშუალო მრავალწლიური ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს: მ/მთ ყაზბეგზე 2232 საათს, გუდაურში-2083 საათს, დუშეთში და თბილისში ამ მახასიათებლის მნიშვნელობები ახლოა ერთმანეთთან (2190 და 2112 საათი) მისი მაქსიმალური სიდიდე (2361 საათი) აღნიშნულია დაბლობ სადგურში – მუხრანში. მზის ნათების ხანგრძლივობის შესაძლო ხანგრძლივობასთან შეფარდების სიდიდე რეგიონის ამ სადგურებში მერყეობს 33% (მ/მთ ყაზბეგი) - 58%-ის (მუხრანი) ფარგლებში. უმზეო დღეთა რიცხვის მინიმუმი დაფიქსირებულია მ/მთ ყაზბეგზე (33 დღე წელიწადში), სადგურ ჯვრის უღელტეხილზე მზის ნათების საშუალო ხანგრძლივება წელიწადში შეადგენს 1797 საათს. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის კლიმატის რადიაციული მახასიათებლების გამოთვლებში ქ. თბილისის აქტინომეტრიული ინფორმაციის გამოყენება გამართლებულია (ქ. მცხეთის მონაცემების მაგივრად, რომლებიც საერთოდ არ არსებობს) იმით, რომ ამ ორ პუნქტს შორის მანძილში განსხვავება უმნიშვნელოა, რაც გავლენას არ ახდენს რადიაციული მახასიათებლების სიდიდეზე. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში რადიაციის (სხივისადმი მართობულ S და ჰორიზონტალურ S' ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაცია, გაბნეული D და ჯამური Q რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე თვითური და წლიური ჯამები (კვალ/სმ²) მოცემულია ცხრილ 1.2.2.-ში.

ცხრილი 1.2.2. მოწმენდილი ცის შემთხვევაში რადიაციის თვითური და წლიური ჯამები (კვალ/სმ²)

რადიაცია	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	მ/მთ ყაზბეგი												
S	19.9	23.1	29.6	30.2	34.0	34.1	34.1	32.2	28.5	26.8	22.4	18.9	333.8
S'	7.5	9.8	15.7	19.0	23.3	24.1	23.9	21.2	16.5	12.6	8.1	6.8	188.5
D	1.4	1.6	2.4	2.8	3.0	2.9	2.7	2.2	2.0	1.8	1.5	1.3	25.6
Q	8.9	10.4	18.1	21.8	26.3	27.0	26.6	23.4	18.5	14.4	9.6	8.1	213.1
თბილისი ჰმო													
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

სხვისადმი მართობულ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის S დღიური ჯამები წელიწადის განმავლობაში იცვლება 156 კამ/სმ²-დან (დეკემბერი) – 502 კალ/სმ²-მდე (ივნისი). ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის S ჯამები კი იცვლება 54 კამ/სმ²-დან (დეკემბერი) – 189 კალ/სმ²-მდე (ივნისი).

ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გაბნეული D და ჯამური Q რადიაციის დღიური ჯამები შესაბამისად იცვლება 66 კამ/სმ²-დან (დეკემბერი) – 189 კალ/სმ²-მდე (ივნისი) და წლიური 120 კამ/სმ²-დან (დეკემბერი) – 543 კალ/სმ²-მდე (ივნისი).

ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები (კკამ/სმ²) მოცემულია ცხრილ 1.2.3.-ში.

ცხრილი 1.2.3. ღრუბლიანობის საშუალო პირობებში რადიაციის თვიური და წლიური ჯამები(კკამ/სმ²) და საშუალო ალბედო (%).

რადიაცია	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	მ/მთ ყაზბეგი												
S	10.7	11.6	13.6	12.9	12.8	12.0	13.0	12.3	10.7	14.6	11.3	11.3	146.8
S'	3.7	4.9	7.2	8.1	8.8	8.5	9.1	8.1	6.2	6.9	4.1	3.7	79.3
D	3.1	4.3	6.8	8.7	11.3	9.6	8.4	6.4	5.4	3.8	3.3	2.6	73.7
Q	6.8	9.2	14.0	16.8	20.1	18.1	17.5	14.5	11.6	10.7	7.4	6.3	159.0
R	4.6	6.0	9.7	11.8	13.3	10.2	4.9	3.5	5.5	6.4	4.8	4.0	84.7
B _k	2.2	3.2	4.3	5.0	6.8	7.9	12.6	11.0	6.1	4.3	2.6	2.3	68.3
A	6.7	6.5	6.9	7.0	6.6	5.1	2.8	2.4	4.7	6.0	6.5	6.3	5.5
თბილისი ჰმო													
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

1953-1990 წლების განმავლობაში ჩატარებული აქტინომეტრიული დაკვირვებების ინფორმაციის გამოყენებით სხივისადმი მართობული და ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე მზის პირდაპირი რადიაციის წლიური ჯამების ($\sum_{წ}S$, $\sum_{წ}S'$) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულებები ანალიზურად წარმოდგინება კვადრატული ფუნქციების სახით:

$$\sum_{წ}S=101,2+4,18H^2 \quad (1.2.1.)$$

$$\sum_{წ}S'=60,9+3,21H^2 \quad (1.2.2.)$$

გაზნეული და ჯამური რადიაციის წლიური ჯამების ($\sum_{წ}D$, $\sum_{წ}Q$) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულებები ანალიზურად წარმოდგინება წრფივი ფუნქციების სახით:

$$\sum_{წ}D=52,50-2,50H \quad (1.2.3.)$$

$$\sum_{წ}Q=110,0+10,0H \quad (1.2.4.)$$

ქვეფენილი ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის ($\sum_{წ}B_{\alpha}$) რადიაციული ბალანსის ($\sum_{წ}B$) და არეკლილი რადიაციის ($\sum_{წ}R$) წლიური ჯამების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულებები ანალიზურად წარმოდგინება კვადრატული ფუნქციების სახით:

$$\sum_{წ}B_{\alpha}=96,75-4,41H^2 \quad (1.2.5.)$$

$$\sum_{წ}B=58,43-3,87H^2 \quad (1.2.6.)$$

$$\sum_{წ}R=23,8+6,40H^2 \quad (1.2.7.)$$

ქვეფენილი ზედაპირის ალბედოს A_{α} საშუალო წლიური სიდიდეები ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H ასევე ანალიზურად წარმოდგინება კვადრატული ფუნქციების სახით:

$$A_{\alpha}=22,28+2,45H^2 \quad (1.2.8.)$$

ამ ანალიზური გამოსახულებებით მცხეთა-მთიანეთის რაიონი იმ სიმაღლეებისათვის, რომელთათვისაც არ არსებობს აქტინომეტრიული დაკვირვებების ინფორმაცია, გამოითვლება რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების წლიური ჯამების სიდიდეები ღრუბლიანობის საშუალო პირობების გათვალისწინებით. მაგალი-

თად სადგურ გუდაურისათვის ამ ანალიზური გამოსახულებებით გამოთვლილმა რადიაციული ბალანსის და მისი მდგენელების წლიურმა ჯამებმა შეადგინა: $\Sigma S=121,4$, $\Sigma S'=76,4$, $\Sigma D=47,0$, $\Sigma Q=123,4$, $\Sigma B_a=75,4$, $\Sigma B=39,7$ კკალ/სმ² და $A=34,1\%$. ბარისახოსათვის ეს მაჩვენებლები ტოლია $\Sigma S=108,6$, $\Sigma S'=66,5$, $\Sigma D=79,2$, $\Sigma Q=115,7$, $\Sigma B_a=81,4$, $\Sigma B=51,7$, $\Sigma R_a=34,9$ კკალ/სმ², $A=26,5\%$.

1.3. ატმოსფერული ჰაერის წნევა

ატმოსფერული წნევის სიდიდე დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, რელიეფის მორფოლოგიაზე, მასში მიმდინარე მაკროცირკულაციურ პროცესებზე (ციკლონები, ანტიციკლონები), ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციულ და სითბურ ბალანსზე. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან სინქრონულად მთიან რაიონებში, ატმოსფეროს სისქის და სიმკვრივის შემცირების შედეგად ჰაერის წნევა კლებულობს ზღვის დონეზე არსებულ წნევასთან (1013,25ჰპა) შედარებით. ზღვის დონიდან ხუთი კილომეტრის სიმაღლეზე (დაახლოებით მყინვარწვერის სიმაღლეზე) ატმოსფერული წნევა შეადგენს ზღვის დონეზე არსებული ნორმალური წნევის ნახევარს (დაახლოებით 500ჰპა). ძალიან დიდ სიმაღლეებზე ატმოსფერო ხდება ძალიან გაიშვიათებული პლანეტათმორის 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 950 მმ-მდე, ანტიციკლონების ცენტრში კი მან შეიძლება მიაღწიოს 1070 მმ-ს. საქართველოს რთული რელიეფის პირობებში ატმოსფერული ჰაერის წნევა დამოკიდებულია ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე და მთიანი რელიეფის ელემენტების ორიენტაციაზე და დახრილობის კუთხეზე, რომლებიც განაპირობებენ სითბური და რადიაციული ბალანსის სიდიდეების დიდ სიჭრელეს. ისეთ მთა-გორიან 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 შიმ-

შილს” ანუ ჰიპოქსიას. იმ შემთხვევაში, როდესაც მაღალმთიან პირობებში ატმოსფეროში ჟანგბადის რაოდენობის შემცველობა ეცემა ზღვის დონეზე ჰაერში არსებული ჟანგბადის რაოდენობის 12-14%-მდე მაშინ ადამიანის ორგანიზმში (ტურისტის, ალპინისტის, სამთო მოთხილამურე), რომელსაც არა აქვს გავლილი აკლიმატიზაცია (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 ნიველირების 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. ΔZ სადგურის სიმაღლე ზღვის დონიდან. მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე ზღვის დონეზე მოყვანილი ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური სიდიდე სადგურებისათვის: ბარისახო, დუშეთი, თბილისი, მუხრანი, ფასანაური შესაბამისად შეადგენს: 1017,9; 1017,7; 1017,4; 1018,0; 1018,0; 1018,1 ჰჰა. ზღვის დონეზე მიყვანილი ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური სიდიდეები კი ტოლია იანვარში: 1017,9; 1024,4; 1023,7; 1023,1; 1023,5; 1023,7; ივლისში 1010,5; 1017,7; 1010,2; 1009,6; 1010,7; 1010,0 ჰჰა.

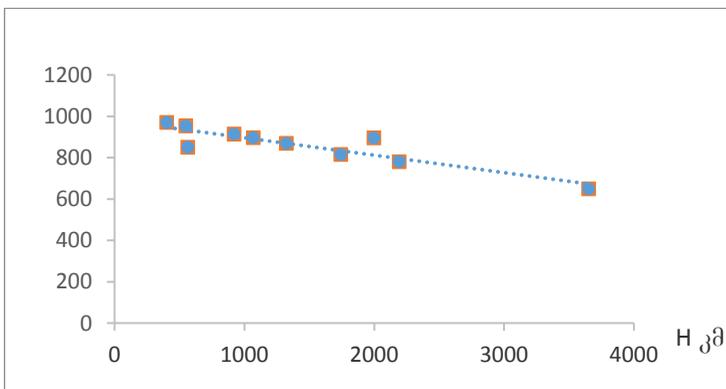
ზღვის დონეზე მიყვანილი ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური სიდიდეების ამპლიტუდა(იანვარი-ივლისი) ამ სადგურებზე მერყეობს 13,9(ბარისახო)–3,7(ფასანაური) ჰჰა-ს ფარგლებში.

ატმოსფერული წნევის საშუალოწლიური მნიშვნელობები P სადგურების დონეზე (ჰჰა) მოცემულია ცხრილში 1.3.1.-ში. ნახ.1.3.1.-ზე მოცემულია სადგურების დონეზე ატმოსფერული წნევის სა-

შუალოწლიური მნიშვნელობების P(ჰპა) ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე (H,მ) დამოკიდებულების გრაფიკული სახე. დამოკიდებულება $P=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით.

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

სადგური	H, მ	წნევა, ჰპა
ბარისახო	1325	869
გულამაყარი	2194	780
დუშეთი	922	914
თბილისი	403	970
თიანეთი	1999	895
მუხრანი	550	953
ფასანაური	1070	896
დაბა ყაზბეგი	1744	815
ყაზბეგი მ/მთ	3653	649



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

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

$$P=990-90H \quad (1.3.1)$$

როგორც ამ გამოსახულებიდან ჩანს მცხეთა-მთიანეთის სადგურების სიმაღლეთა 0-3,7 კმ დიაპაზონში ატმოსფერული წნევის საშუალო-წლიური სიდიდეები მცირდება 190 ჰპა-ით.

1.4 ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები

ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის კანონზომიერებებიდან გამომდინარე ტროპოსფეროში გაბატონებულია ტროპიკებიდან პოლუსებისაკენ მიმართული ჰორიზონტალური ბარიული გრადიენტები, რაც დედემიწის 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 ტერიტორიაზეც. ტროპოსფეროს ქვედა ფენებში ცირკულაციის ხასიათზე დიდ გავლენას ახდენს კავკასიონის ძირითადი ქედების მიმართულებანი, ისინი პრაქტიკულად განსაზღვრავენ ჰაერის მასების გადაადგილებათა ტრანექტორიებს-გაბატონებულია დასავლეთის და აღმოსავლეთის მიმართულებების ქარები. სწორედ ჰაერის მასების ამ ორი მიმართულებიდან შემოჭრასთან არის დაკავშირებული ამინდის მკვეთრი ცვლილებები, როგორც საქართველოში, ისე მცხეთა მთიანეთის 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 ელჭექის გამღიერებას. აღმოსავლეთის შემოჭრის დროს აღმოსავლეთ საქართველოში კლებულობს ტემპერატურა, წარმოიქმნება ღრუბლები, ნისლი და ნალექები.

**ცხრილი 1.4.1. ძირითადი სინოპტიკური პროცესების
განმეორადობა. %.**

სეზონი	დასავლეთის შემოჭრა	ციკლონები და ოკლუზიის ფრონტები	აღმოსავლეთი 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

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

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 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 ცხრილ 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 ერთერთი ძირითადი ელემენტია. მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე, მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული მრავალფეროვნების და სიმაღლეთა სხვაობის დიდი დიაპაზონის გამო, ტემპერატურის განაწილებას კონტრასტული ხასიათი აქვს, რაც კარგად ჩანს ქვემოთ წარმოდგენილი ცხრილიდან (ცხრილი 2.1.1).

ცხრილის თანახმად ყველაზე ცივი თვე ძირითადად იანვარია, მაღალმთიან ზონაში კი თებერვალი (ყაზბეგი, მაღალმთიანი). ყველაზე თბილი თვეები ივლისი-აგვისტოა, ხოლო შემოდგომა გაზაფხულზე თბილა.

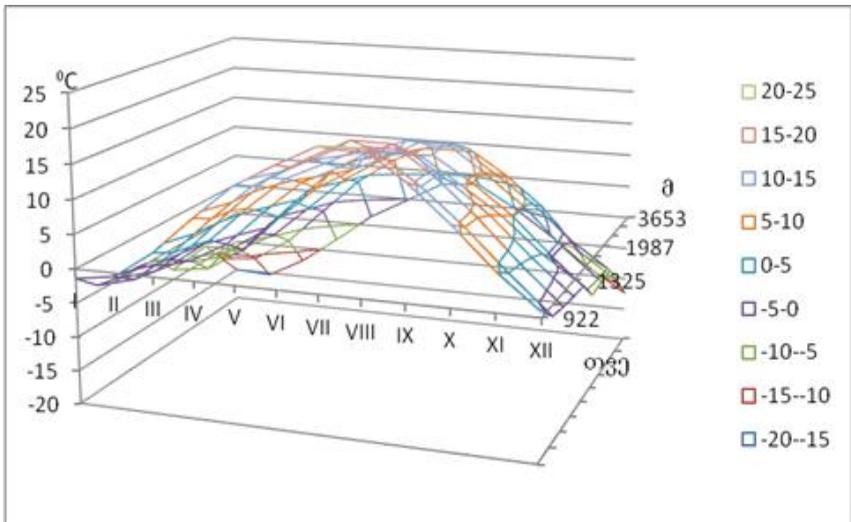
ცხრილი 2.1.1-დან ჩანს აგრეთვე, რომ ყველაზე მაღალი ტემპერატურები ახალგორსა და დუშეთში ფიქსირდება, ხოლო ყველაზე დაბალი ტემპერატურები - მაღალმთიან ყაზბეგში, ამრიგად ტემპერატურის ცვლილების მთავარი ფაქტორი რეგიონში ადგილის სიმაღლეა. სიმაღლის გაზრდასთან ერთად ტემპერატურა ეცემა.

ცხრილი 2.1.1 ჰაერის ტემპერატურა °C

სადგური, სიმაღლე,მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახალგორი, 760	-1.6	-0.4	3.8	8.9	14.0	17.3	20.3	20.3	16.4	11.0	5.2	0.6	9.6
დუშეთი, 922	-1.4	-0.5	3.5	8.9	13.9	17.2	20.2	20.4	16.3	11.2	5.5	0.8	9.7
ფასანაური, 1070	-4.1	-2.6	1.9	7.4	12.4	15.6	18.5	18.5	14.4	9.4	3.7	-1.6	7.8
თიანეთი, 1099	-4.7	-3.1	1.3	7.0	12.4	15.7	18.6	18.5	14.4	9.2	3.3	-2.1	7.5
ზარისახო, 1325	-4.7	-3.6	0.6	6.0	10.9	13.6	16.5	16.4	12.6	8.1	2.6	-2.4	6.4
სტეფანწმინ და, 1744	-5.2	-4.7	-1.5	4.0	9.0	11.8	14.4	14.4	10.6	6.6	1.5	-2.6	4.9
კობი 2, 1962	-8.4	-7.6	-4.0	1.7	6.8	10.2	12.9	13.2	9.5	5.1	-0.5	-5.7	2.8
კობი 1, 1987	-8.0	-6.6	-2.9	2.7	8.1	11.6	13.8	13.9	9.8	5.2	-0.5	-5.4	3.5

გუდაური 2, 2194	-7.7	-7.7	-4.6	0.4	5.5	9.1	12.3	12.3	8.3	4.0	-1.2	-5.3	2.1
გუდაური 1, 2197	-6.7	-6.1	-2.6	2.0	6.8	10.5	13.2	13.3	9.8	5.2	-0.4	-4.4	3.3
ჯვრის უღ, 2396	-11.4	-10.8	-7.2	-1.6	3.8	7.8	10.5	10.6	6.8	2.1	-4.6	-8.7	-0.2
ყაზბეგი, 3653	-15.0	-15.3	-12.2	-8.0	-3.5	-0.3	3.0	3.4	0.0	-4.1	-8.6	-12.3	-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.

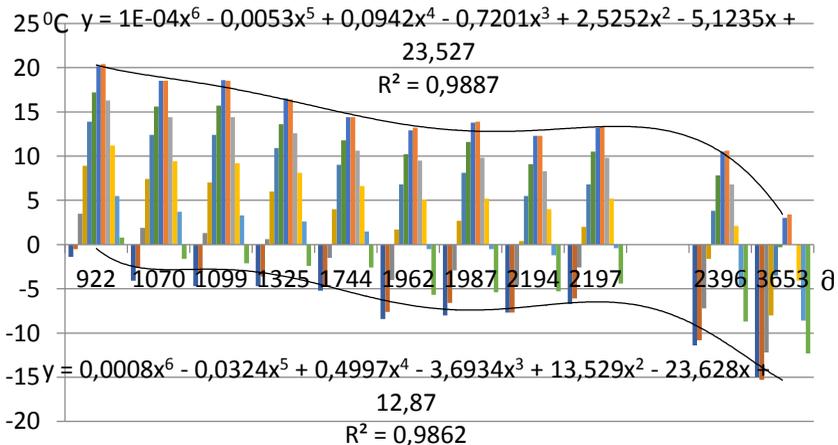


ნახ.2.1.1. ტემპერატურის წლიური სვლის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების ველი

ნახ.2.1.2-ზე წარმოდგენილია აგრეთვე უდიდესი და უმცირესი თვიური ტემპერატურების სიმაღლის მიხედვით ცვლილების მრუდები და შესაბამისად მათი აღმწერი მე-6 რიგის პოლინომები.

დეტერმინაციის კოეფიციენტი ორივე მრუდისათვის საკმაოდ მაღალია, რაც მიუთითებს მათ მაღალ სანდოობაზე. მაღალმთიან პუნქტებში მრუდებს შორის მანძილი რამდენადმე კლებულობს, ანუ მცირდება სხვაობა უდიდეს და უმცირეს ტემპერატურებს შორის. ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდის სიმაღლის მიხედვით შემცირების ტენდენციები გამოვლენილი იყო ჯერ კიდევ ადრეულ შრომებში (ჟ.შ.Элиზბარაშვილი, 1978).

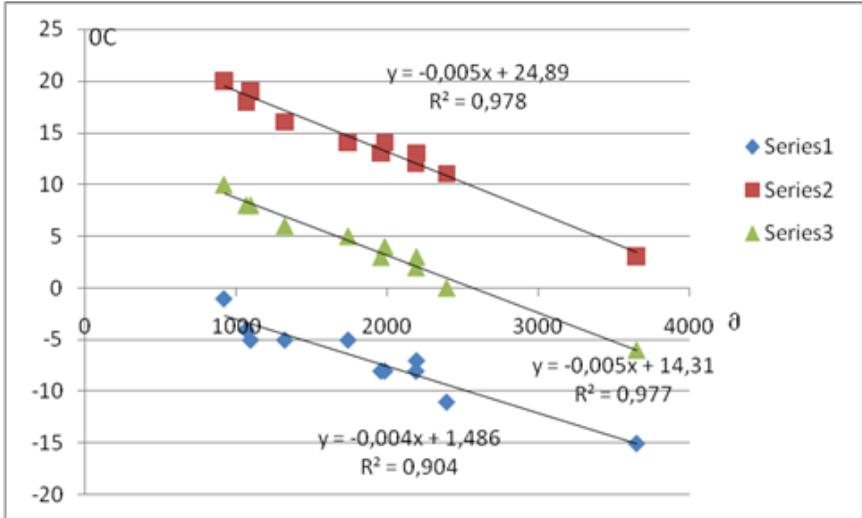
საშუალო წლიური და თვიური ტემპერატურების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით კარგად აღიწერება წრფივი ფუნქციით (ნახ.2.1.3). დეტერმინაციის კოეფიციენტები ამ შემთხვევაშიც საკმაოდ მაღალია.



ნახ.2.1.2. ტემპერატურის წლიური სვლის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით დისკრეტულ წერტილებში, უდიდესი და უმცირესი თვიური ტემპერატურების სიმაღლის მიხედვით ცვლილების მრუდები და შესაბამისი მე-6 რიგის პოლინომები (R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

ნახ.2.1.3.-დან და შესაბამისი განტოლებებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურა სიმაღლის მიხედვით წრფივად კლებულობს. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ივლისის საშუალო თვიური და საშუალო წლიური ტემპერატურებისათვის ყოველ 100მ სიმაღლეზე 0.5⁰-ს, ხოლო იანვრის ტემპერატურისათვის 0.4⁰- შეადგენს, რაც ზამთრისათ-

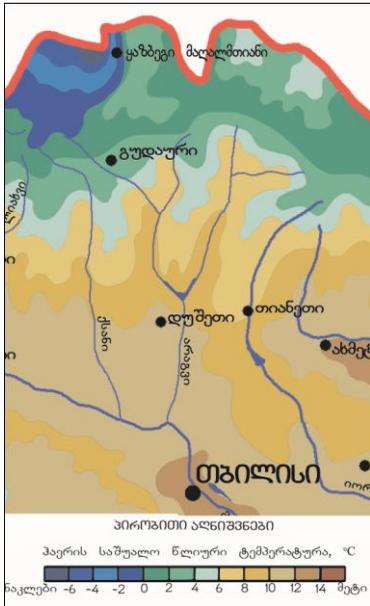
ვის დამახასიათებელი ინვერსიების შედეგია. ამავე ნახაზზე წარმოდგენილი დეტერმინაციის კოეფიციენტი გვიჩვენებს, თუ რამდენია ადგილის სიმაღლის წვლილი ტემპერატურის ცვლილებაში. როგორც დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები გვიჩვენებს, ადგილის სიმაღლის წვლილი ტემპერატურის ცვლილებაში ძირითადად გადამწყვეტია და 100 %-ს უახლოვდება, მხოლოდ იანვარში 90%-ს შეადგენს, ასევე ინტენსიური ინვერსიული პროცესების გამო.



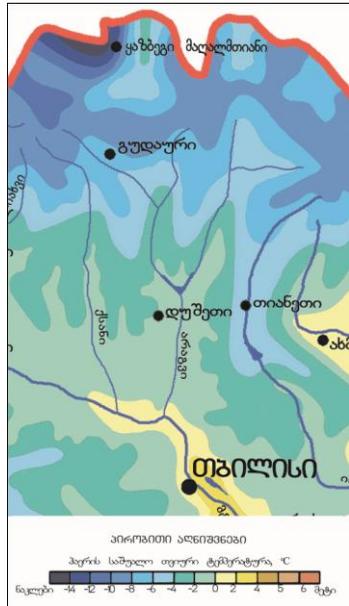
ნახ. 2.1.1.3. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში და შესაბამისი აღმწერი ფუნქციები: 1-იანვარი; 2-ივლისი; 3-წელი (R²-დეტერმინაციის კოეფიციენტია)

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.

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. ჰერის ტემპერატურა (საშუალო წლიური)

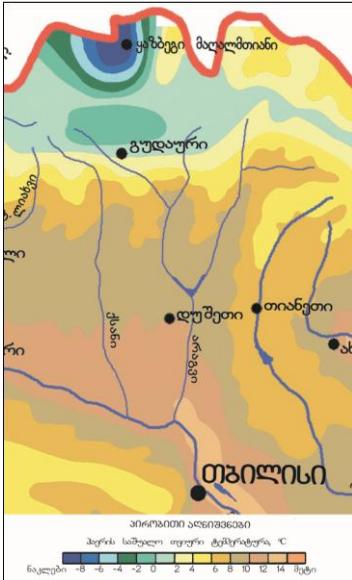


ნახ. 2.1.5. ჰერის ტემპერატურა (იანვარი)

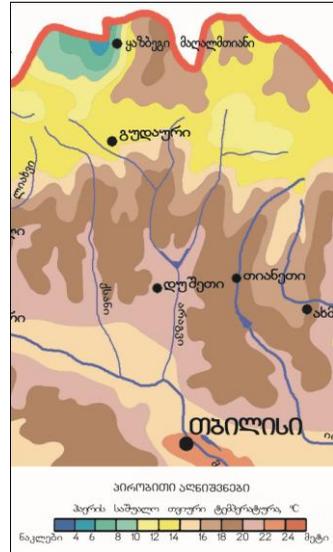
ნახ.2.1.4-დან ჩანს, რომ ჰერის საშუალო წლიური ტემპერატურა საკვლევ ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე ძირითადად დადებითია და მინუს 6-დან 10-12⁰-მდე იცვლება. უდიდესი ტემპერატურები აღინიშნება მდინარეების არაგვის და ქსნის ქვემო დინებაში და მტკვრის ხეობაში, ხოლო უმცირესი-კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში.

ნახ. 2.1.5-ის თანახმად იანვრის საშუალო თვიური ტემპერატურა ყველგან უარყოფითია და ძირითადად მინუს 14-16⁰C-დან მინუს 1-2⁰ C-მდე ფარგლებში მერყეობს. უდიდესი ტემპერატურები აგრეთვე მდინარეების არაგვის და ქსნის ქვემო დინებაში და მტკვრის ხეობაში, ხოლო უმცირესი კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში აღინიშნება.

აპრილში (ნახ.2.1.6) ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე ტემპერატურა დადებითია და 10-12⁰-მდე აღწევს, მაღალმთიან ზონაში კი უარყოფითია და მინუს 8-10⁰-მდე ეცემა. ამ შემთხვევაშიც უდიდესი ტემპერატურები აგრეთვე მდინარეების არაგვის და ქსნის ქვემო დინებაში და მტკვრის ხეობაში, ხოლო უმცირესი კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში აღინიშნება.



ნახ. 2.1.6. ჰაერის ტემპერატურა (აპრილი)



ნახ. 2.1.7. ჰაერის ტემპერატურა (ივლისი)

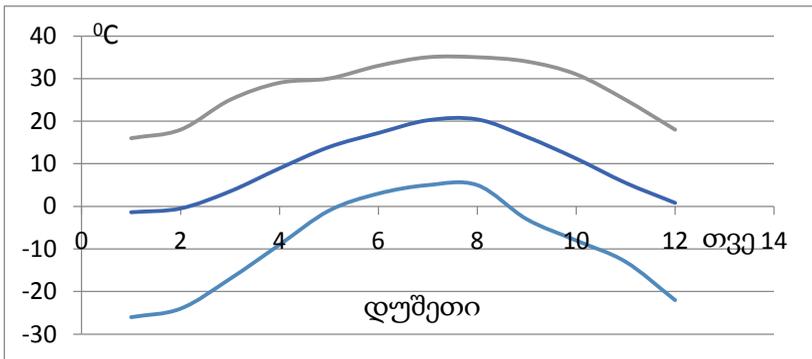
ივლისის თვეში (ნახ.2.1.7) ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ყველგან დადებითია და 40-დან 22⁰-მდე იცვლება, მაქსიმუმის და მინიმუმის ძირითადი ადგილები შენარჩუნებულია.

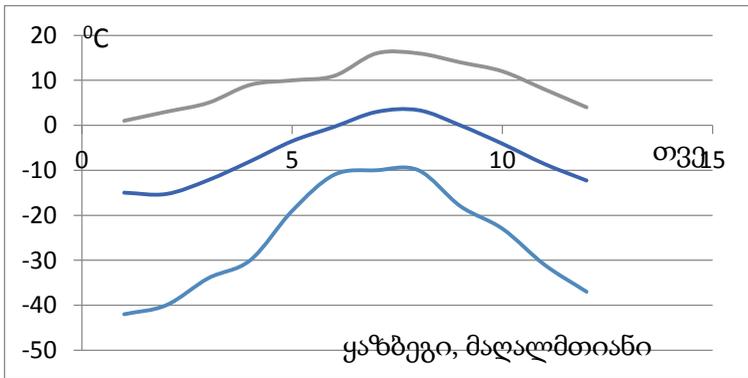
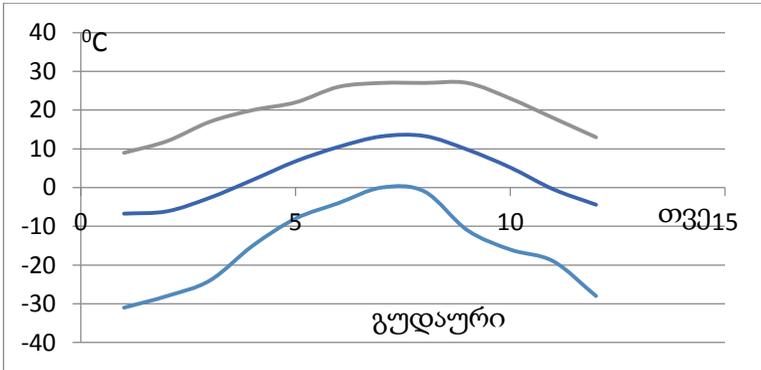
ოქტომბრის თვის ტემპერატურა (ნახ.2.1.8) მინუს 4⁰-დან პლიუს 12-14⁰-ფარგლებში მერყეობს. ამ თვეშიც შენარჩუნებულია ძირითადი გეოგრაფიული კანონზომიერება – უდიდესი ტემპერატურები მდინარეების არაგვის და ქსნის ქვემო დინებაში და მტკვრის ხეობაში, ხოლო უმცირესი კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ 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 სამ განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში: დუშეთში, გუდაურში და მაღალმთიან ყაზბეგში.



ნახ. 2.1.8. ჰერის ტემპერატურა (ოქტომბერი)





ნახ. 2.1.9. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების წლიური სვლა-საშუალო; აბსოლუტური მინიმუმი; აბსოლუტური მაქსიმუმი

როგორც ნახ.2.1.9-დან ჩანს, ექსტრემალურ ტემპერატურათა მნიშვნელობანი რეგიონში საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს. მაგალითად, გუდაურში იანვარში ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 30 გრადუსზე დაბლა ეცემა, ხოლო ზაფხულში ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 30 გრადუსს აღწევს. მაღალმთიან ყაზბეგში იანვარში ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 40 გრადუსზე დაბლა ეცემა, ხოლო ზაფხულში ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 18-20 გრადუსს აღწევს.

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

წარმოდგენილი რუკები გვიჩვენებს აბსოლუტური ექსტრემალური ტემპერატურების საშუალოთა ტერიტორიულ განაწილებას. მაგალითად, თუ მაღალმთიან ყაზბეგში ნახ. 2.1.9-ს თანახმად ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი მინუს 42 გრადუსია, რუკის თანახმად აბსოლუტური მინიმუმების საშუალო, მინუს 30 გრადუსს შეადგენს.

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. ამასთანავე სიმადლის ზრდით პარციალური წნევაც აგრეთვე კანონზომიერად კლებულობს (ცხრილი 2.2.1).

ცხრილი 2.2.1. ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა (ჰპა)

სად გური, სიმაღ ლე, მ	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახალგ ორი, 760	4.5	4.7	5.5	7.6	11.4	14.0	16.2	15.7	13.1	9.6	7.0	5.2	9.5
დუშე თი, 922	4.3	4.5	5.2	7.7	11.3	13.8	16.1	15.5	13.0	9.6	7.0	5.0	9.4
ფასანა ური, 1070	3.7	4.0	4.9	7.2	10.5	12.9	15.2	14.7	12.1	8.8	6.3	4.5	8.7
თიანე თი, 1099	3.9	4.3	5.2	7.6	11.0	13.5	15.8	15.1	12.6	9.0	6.5	4.8	9.1
ბარის აბო, 1325	3.5	3.8	4.7	6.7	9.6	12.0	14.2	13.9	11.4	8.1	5.8	4.2	8.2

სტეფანწმინდა, 1744	2.8	3.0	3.7	5.6	8.0	10.0	12.1	11.6	9.1	6.2	15.5	3.3	6.7
კობი 2, 1962	2.2	2.6	3.3	5.0	7.6	9.3	11.2	10.9	8.7	6.1	4.1	2.9	6.2
კობი 1, 1987	2.5	2.8	3.4	4.8	7.0	9.0	11.0	10.7	8.6	6.0	4.1	3.0	6.1
გუდაური 2, 2194	2.3	2.5	3.1	4.6	6.4	8.5	10.5	10.2	8.1	5.5	3.8	2.8	5.7
გუდაური 1, 2197	1.4	1.4	1.6	2.5	3.5	4.4	5.5	5.4	4.1	2.9	2.1	-1.6	3.0
ჯვრის უღ, 2396	4.5	4.7	5.5	7.6	11.4	14.0	16.2	15.7	13.1	9.6	7.0	5.2	9.5
ყაზბეგი, 3653	4.3	4.5	5.2	7.7	11.3	13.8	16.1	15.5	13.0	9.6	7.0	5.0	9.4

ცხრილი 2.2.1-დან ჩანს, რომ წლის განმავლობაში პარციალური წნევის საშუალო წლიური მნიშვნელობა რეგიონის ტერიტორიაზე იცვლება დაახლოებით 3-დან 10 კპა-მდე ფარგლებში, უდიდესია დაბალმთიან სადგურებზე, ხოლო უმცირესია მაღალმთიან ყაზბეგში.

იანვარში წყლის ორთქლის პარციალური წნევა უმცირესია და მერყეობს 1-დან 4-5 კპა-ფარგლებში. გაზაფხულიდან პარციალური წნევა იზრდება და მაქსიმუმს ივლის-აგვისტოში აღწევს, როდესაც ის 5-16 კპა ფარგლებში იცვლება. შემოდგომიდან პარციალური წნევა კვლავ კლებულობს.

ჰაერის სინოტივის აგრეთვე მნიშვნელოვანი მახასიათებელია შეფარდებითი სინოტივე. ის წარმოადგენს ჰაერში შემავალი წყლის ორთქლის პარციალური წნევის შეფარდებას გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალურ წნევასთან იმავე ტემპერატურაზე და გამოისახება 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 (%)

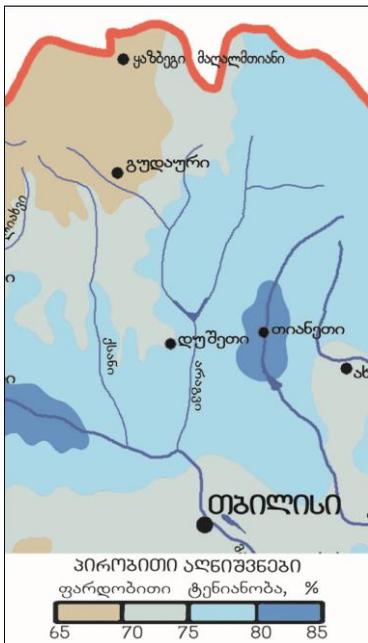
სადგური, სიღრმე, მ	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახალგორი, 760	74	73	71	68	71	70	69	69	74	76	78	76	72
დუშეთი, 922	72	72	70	68	72	70	69	68	72	75	75	74	71
ვასანაური, 1070	76	74	73	70	74	74	73	72	76	77	77	77	74
თიანეთი, 1099	81	80	78	75	76	75	74	73	78	80	82	82	78
ბარისახო, 1325	76	76	73	72	75	77	77	77	80	78	78	76	76
სტეფანწმინდა, 1744	62	63	66	69	70	71	74	72	72	87	64	61	68
კობი 2, 1962	64	64	67	69	72	73	74	74	74	75	65	64	69
კობი 1, 1987	72	74	76	74	76	76	76	75	78	75	72	68	74
გუდაური 2, 2194	78	80	84	80	82	82	83	83	86	82	79	75	81
გუდაური 1, 2197	66	68	68	69	70	71	70	69	66	63	60	60	67
ჯვრის უღ., 2396	74	73	71	68	71	70	69	69	74	76	78	76	72
ყაზბეგი, 3653	72	72	70	68	72	70	69	68	72	75	75	74	71

როგორც ცხრილი 2.2.2-დან ჩანს, შეფარდებითი სინოტივის საშუალო წლიური მნიშვნელობა 67-81 % ფარგლებში მერყეობს. წლიურ სვლაში მაქსიმუმი დაბალი და საშუალო მთის ზონაში ზამთარში ან შემოდგომის დასაწყისში, ძირითადად ნოემბერ-იანვარში იცის, ხოლო მინიმუმი ძირითადად გაზაფხულზე აღინიშნება. მაღალმთიან 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).

როგორც ნახ. 2.2.1-დან ჩანს ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე იანვრის თვეში რეგიონის მთელ ტერიტორიაზე იცვლება 65-85%-ს ფარგლებში. ნახ. 2.2.2-ის თანახმად ივლისში შეფარდებითი სინოტივე შედარებით ნაკლებია და მერყეობს 65-80%-ს ფარგლებში. სინოტივე უდიდესია მდინარეთა ხეობებში, ხოლო უმცირესი მაღალმთიან ზონაში.

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 უწოდებენ (იხ.ცხრილი 2.2.3).



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



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

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

სადგური, დღეთა რიცხვი		თ 3 ე											წელი	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
დღეები	მშრალი ($\leq 30\%$)	0.7	0.4	2.5	4.1	1.1	0.7	1.1	2.2	1.1	0.8	0.7	0.7	16.1
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	5.2	4.7	4.3	4.1	3.4	2.2	1.7	1.3	2.4	3.5	5.1	6.1	44.0
გულდაური	მშრალი ($\leq 30\%$)	1.8	0.8	0.5	0.7	0.5	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.9	2.7	11.0
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	8.2	7.2	7.6	7.9	9.4	7.9	8.9	7.9	9.0	9.1	9.8	9.6	02.5
ვაზბევი	მშრალი ($\leq 30\%$)	5.8	4.4	4.9	4.6	4.2	4.7	5.5	5.3	7.4	6.9	8.4	7.6	69.7
	ნოტიო ($\geq 80\%$)	10.6	11.2	12.3	13.6	13.3	12.0	13.6	13.6	13.2	12.2	11.0	8.6	45.2

ცხრილი 2.2.3-ის თანახმად მშრალ დღეთა რიცხვი რეგიონის ტერიტორიაზე წელიწადში დაახლოებით 11-70-ფარგლებშია. შედარებით მეტია ნოტიო დღეთა რიცხვი, როდესაც შეფარდებითი სინოტივე $\geq 80\%$. ასეთი დღეები შეადგენს 44-145-ს და მაქსიმუმს მაღალმთიან ზონაში აღწევს. მშრალ დღეთა რიცხვის საშუალო თვიური მნიშვნელობა დაბალმთიან და საშუალომთიან ზონაში 3-ს არ აღემატება, ხოლო მაღალმთიან ზონაში 8-9 დღეს შეადგენს (ნოემბერი-დეკემბერი). ნოტიო დღეთა რიცხვის წლიურ სვლაში დაბალ და საშუალომთიან ზონებში მაქსიმუმი შემოდგომის დასასრულს და ზამთარში აღინიშნება და შეადგენს თვეში 5-10 დღეს. მაღალმთიან ზონაში ნოტიონ დღეთა რიცხვის მაქსიმუმი გაზაფხულზე, ან ზაფხულის თვეებზე გადინაცვლებს.

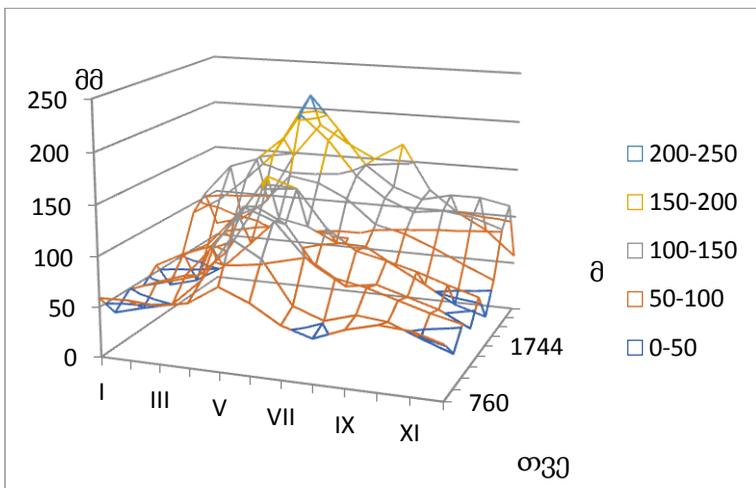
2.3. ატმოსფერული ნალექები

ატმოსფერული ნალექები კლიმატის ერთერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც განსაზღვრავს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ძირითად მიმართულებებს. ცხრილში 2.3.1. წარმოდგენილია ატმოსფერული ნალექების თვიური და წლიური ჯამების მნიშვნელობები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მთავარ პუნქტებში.

ცხრილი 2.3.1 ატმოსფერული ნალექების თვიური და წლიური ჯამები, მმ

სადგური, სიადლე, მ	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახალგორი, 760	59	60	58	64	83	71	53	44	56	64	62	53	727
დუშეთი, 922	35	43	50	77	121	104	62	51	60	57	45	34	739
ფასანაური, 1070	49	60	70	103	144	133	101	83	77	68	59	52	999
თიანეთი, 1099	44	52	61	89	137	122	83	66	71	62	53	38	878
ბარისახო, 1325	57	72	83	117	160	150	113	93	86	78	68	59	1136
სტეფანწმინ და, 1744	27	35	53	81	110	104	90	89	72	56	39	30	786
კობი 2, 1962	50	66	98	114	147	142	128	104	97	85	71	58	1160
კობი 1, 1987	90	107	132	160	205	180	145	124	112	116	112	102	1585
გუდაური 2, 2194	104	137	147	172	220	186	150	129	118	125	125	119	1733
გუდაური 1, 2197	63	71	-95	147	183	165	150	168	121	99	83	58	1404
ჯვრის უღ, 2396	59	60	58	64	83	71	53	44	56	64	62	53	727
ყაზბეგი, 3653	35	43	50	77	121	104	62	51	60	57	45	34	739

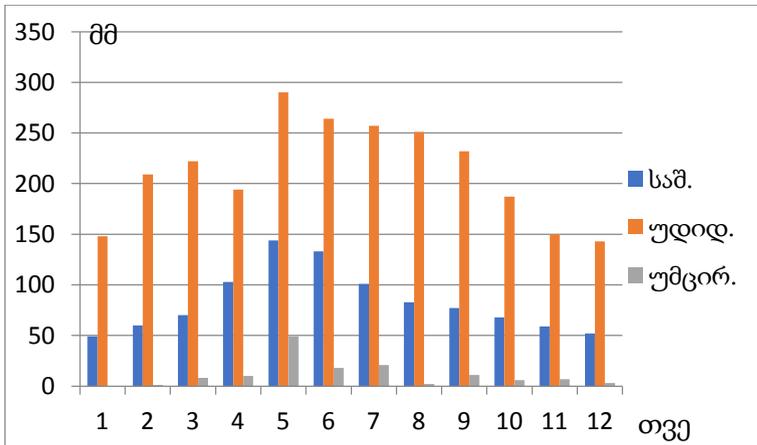
ცხრილი 2.3.1-დან ჩანს, რომ რეგიონის ტერიტორიაზე წლის განმავლობაში უდიდესი ნალექი მაღალმთიან ზონაში მოდის. წლიურ სვლაში მათი მაქსიმუმი გაზაფხულზე, ან ზაფხულში აღინიშნება, ხოლო უმცირესი ნალექი უმთავრესად ზამთარში მოდის. რეგიონში ნალექების წლიური სვლის მთელ მრავალფეროვნებას კარგად გამოხატავს ნახ. 2.3.1-ზე 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.

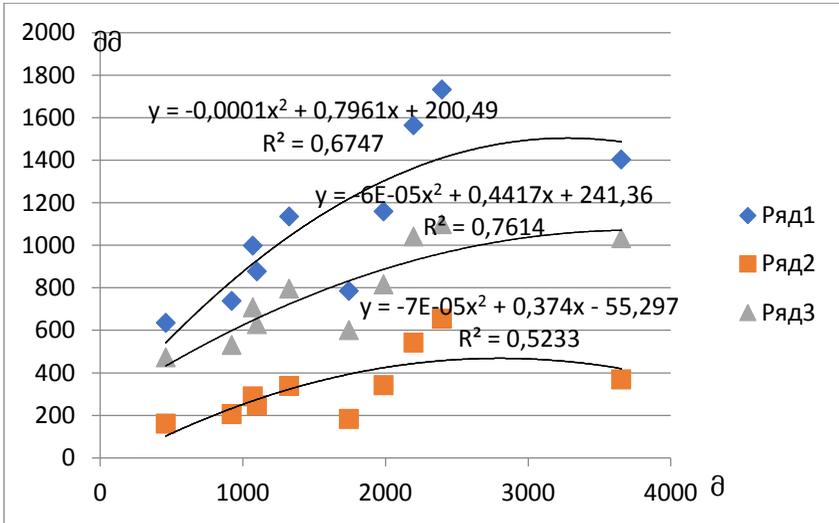
ნალექების თვიური ჯამების დიდ ფარგლებში მერყეობს. ეს კარგად ჩანს ნახ. 2.3.2-ზე ფასანაურის მაგალითზე წარმოდგენილი ნალექების უდიდესი, საშუალო და უმცირესი თვიური ჯამების ჰისტოგრამებიდან.



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

როგორც ნახ. 2.3.2-დან ჩანს ზამთრის თვეების განმავლობაში შესაძლებელია ნალექი საერთოდ არ მოვიდეს, ან უმნიშვნელო რაოდენობით 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. ექსტრემალური დღეღამური ნალექები ცალკე პარაგრაფში განიხილება.

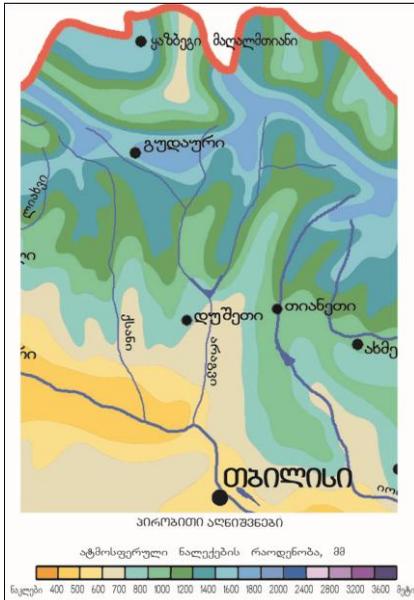
მთებში ერთერთი აქტუალური პრობლემა ნალექთა ჯამების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. ნახ. 2.3.3-ზე წარმოდგენილია ნალექების ჯამების სიმაღლის მიხედვით ცვლილება რეგიონში, შესაბამისი აღმწერი ფუნქცია და დეტერმინაციის კოეფიციენტი.



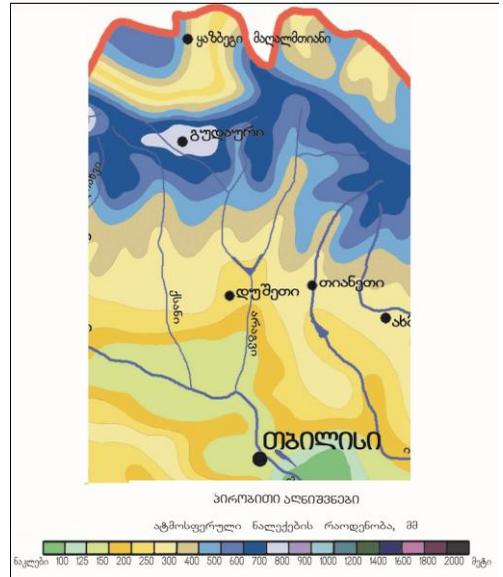
ნახ. 2.3.3. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით D და შესაბამისი აღმწერი ფუნქცია (R^2 -დეტერმინაციის კოეფიციენტი)

დეტერმინაციის კოეფიციენტი ნალექთა წლიური ჯამისათვის 0.67-ს უდრის, თბილისი პერიოდის ნალექებისათვის 0.76, ხოლო ცივი პერიოდის ნალექებისათვის 0.52-ია. რაც იმას ადასტურებს, რომ ადგილის სიმაღლის ხვედრითი წილი ნალექთა ჯამის ცვლილებაში შედარებით მნიშვნელოვანია წლის თბილისი პერიოდის განმავლობაში და -76%-ს შეადგენს. დანარჩენი წილი ანუ 24%, ნალექთა ჯამების გადანაწილებაში რელიეფის ფორმას და სხვა მორფომეტრულ ფაქტორებს შეაქვს.

ატმოსფერული ნალექების ტერიტორიული განაწილების შემაჯამებელი იზოჰიეთების 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.

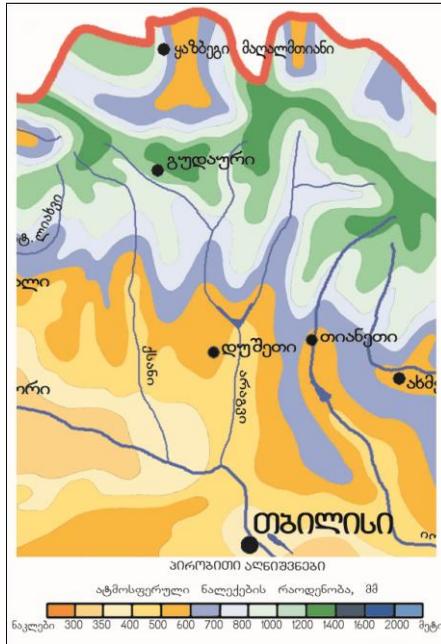


ნახ. 2.3.4. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამები (მმ)



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

ნახ. 2.3.4.-2.3.6-ს თანახმად, რეგიონის ტერიტორიაზე მოსული ნალექების წლიური ჯამები მერყეობს 400-500-დან 1500-1600 მმ-მდე. წლის ცივი პერიოდის ნალექები დაახლოებით 100-1000 მმ-მდე შეადგენს, ხოლო წლის თბილი პერიოდის ნალექები-200-300მმ-დან 1400 მმ-მდე შეადგენს. უმცირესი ნალექები მდინარეთა ხეობებში და დაბალ მთაში მოდის, ხოლო ნალექების უდიდესი რაოდენობა კავკასიონის მაღალმთიან ქედებზე აღინიშნება.



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

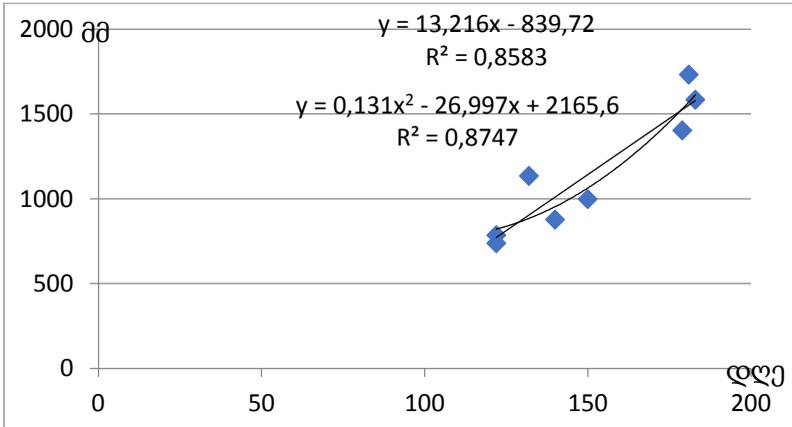
ცხრილში 2.3.2 წარმოდგენილია ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელოვანი მახასიათებლები-დღეთა რიცხვი ნალექებით.

ცხრილი 2.3.2 ნალექებიან დღეთა რიცხვი

სადგური, სიალღე, მ	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ახალგორი, 760	9.3	9.5	10.8	11.9	15.5	12.1	9.5	8.1	8.5	9.3	9.0	8.9	122
დუშეთი, 922	10.3	10.7	12.7	15.0	19.7	16.9	13.5	11.8	11.0	10.9	9.0	8.9	150
ფასანაური, 1070	9.5	10.7	12.9	13.9	16.8	14.1	11.2	9.1	10.3	10.9	10.6	9.5	140
თიანეთი, 1099	9.0	9.9	11.8	12.7	19.0	16.6	13.6	12.2	11.3	9.9	8.3	8.1	132

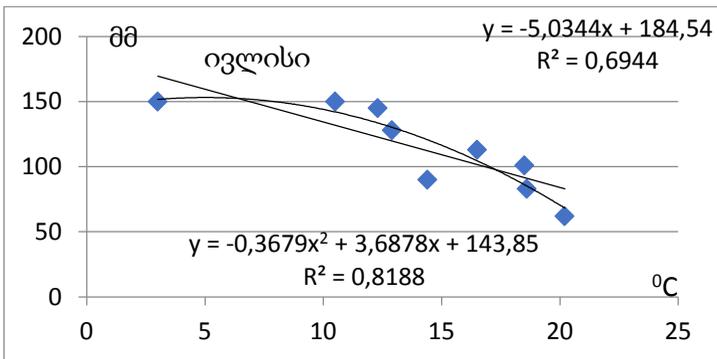
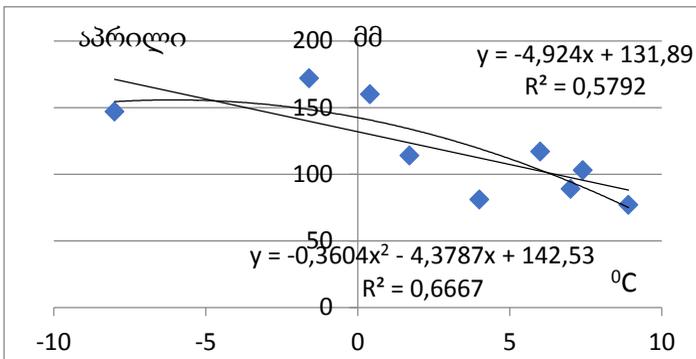
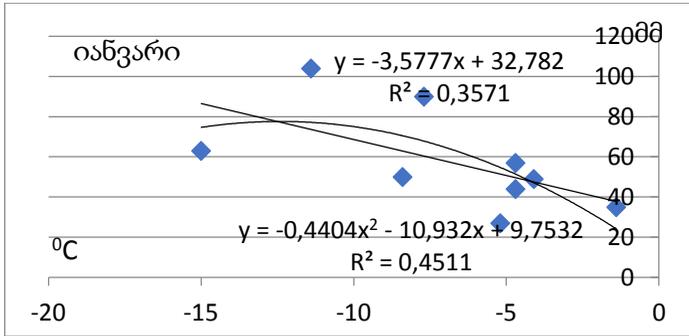
ბარისახო, 1325	7.0	7.1	9.4	12.2	16.3	15.3	12.7	11.2	9.5	8.2	7.2	6.2	122
სტეფანწმი ნდა, 1744	12.5	13.3	15.1	17.4	21.3	19.5	17.2	14.6	14.6	13.1	12.7	11.7	183
კობი 2, 1962	12.6	13.2	15.6	17.4	20.5	18,3	17.2	14.8	14.4	12.5	12.4	12.0	181
კობი 1, 1987	10.7	12.1	15.4	16.5	20.7	19.8	17.1	15.5	14.1	13.6	12.0	11.3	179
გუდაური 2, 2194	9.3	9.5	10.8	11.9	15.5	12.1	9.5	8.1	8.5	9.3	9.0	8.9	122
გუდაური 1, 2197	10.3	10.7	12.7	15.0	19.7	16.9	13.5	11.8	11.0	10.9	9.0	8.9	150
ჯვრის უღ, 2396	9.5	10.7	12.9	13.9	16.8	14.1	11.2	9.1	10.3	10.9	10.6	9.5	140
ყაზბეგი, 3653	9.0	9.9	11.8	12.7	19.0	16.6	13.6	12.2	11.3	9.9	8.3	8.1	132

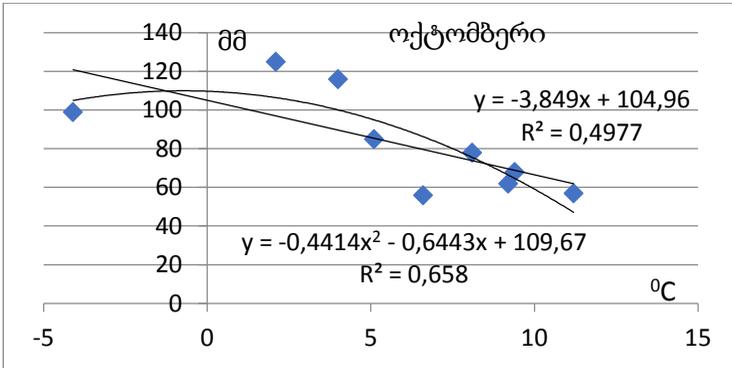
ცხრილი 2.3.2-დან ჩანს, რომ ნალექიან დღეთა რიცხვი რეგიონში საშუალოდ 120-180 დღეს შეადგებს. ნალექებიან დღეთა რიცხვის წლიური სვლა ძირითადად შეესაბამება ნალექების ჯამების წლიური სვლას: მაქსიმუმი გვიან გაზაფხულზე, ან ზაფხულში, ხოლო მინიმუმ-ზამთარში. N ნალექებიან დღეთა რიცხვი კარგ კორელაციაშია მოსული ნალექების ჯამთან (ნახ.2.3.7). ეს დამოკიდებულება ნახ.2.3.7-ზე აღწერილია წრფივი და კვადრატული ფუნქციებით. რეგრესიის კოეფიციენტი ორივე შემთხვევაში მაღალია და უდრის 0.86-0.87. წარმოდგენილი დამოკიდებულებებიდან შეიძლება განისაზღვროს, რომ ერთ დღელამეში მოსული ნალექების ჯამი 7-9 მმ-ს შეადგენს. ეს გასაშუალოებული მნიშვნელობაა, რეალურ პირობებში კი ნალექების რაოდენობა დამოკიდებულია თვით ნალექის ხასიათზე-გენეტიკურ და მორფოლოგიურ ტიპზე, ხანგრძლივობაზე და სხვ.



ნახ. 2.3.7. დამოკიდებულება ნალექიან დღეთა რიცხვსა(x) და ნალექების წლიურ ჯამს შორის (y)

მოსული ნალექების რაოდენობა გარკვეულ წილად კავშირშია ტემპერატურულ ფონთან. ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის დასასრულს ბირკნესმა წამოაყენა ჰიპოთეზა ნალექებსა და ტემპერატურას შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულებას შესახებ დასავლეთ ევროპაში. დროზდოვმა მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში ეს ჰიპოთეზა დაამტკიცა აღმოსავლეთი ევროპისათვის. ე.ელიზბარაშვილმა (Elizbar Sh. Elizbarashvili. 2019) აჩვენა, რომ ნალექების ზრდა შეიძლება აღინიშნებოდეს, როგორც ნალექების ზრდის ისე შემცირების ფონზე. კორელაციური კავშირი ნალექების ჯამსა და ტემპერატურას შორის ძირითადად უარყოფითია, გამონაკლისია ივლისის დასავლეთ საქართველოში. ნალექების თვიური ჯამების დამოკიდებულება ტემპერატურის ველზე მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის სადგურებისათვის წარმოდგენილია ნახ.2.3.8-ზე.





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

როგორც ნახ.2.3.8-ზე წარმოდგენილი გრაფიკებიდან და მათი აღმწერი ფუნქციებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის ზრდასთან ერთად აღინიშნება ნალექთა ჯამების კლების ტენდენცია. დეტერმინაციის კოეფიციენტი შედარებით მაღალია ზაფხულში, რაც მიუთითებს ზაფხულში ნალექების ფორმირებაში ტემპერატურის როლის გაზრდას. ეს გამოწვეულია წლის ამ დროს კონვექციური პროცესების გააქტიურებით.

2.4. თოვლის საფარი

მცხეთა-მთიანეთის მაღალმთიან რაიონში თოვლის საფარის არსებობის ხანგრძლივობის მიხედვით გამოყოფენ სამ ზონას: მუდმივი თოვლის საფარის, სეზონური მდგრადი თოვლის საფარის და არამდგრადი თოვლის საფარის ზონებს. მთიან რაიონებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის სინქრონულად ჰაერის ტემპერატურის შემცირების და საერთო ნალექების რაოდენობაში მყარი ნალექების წილის ზრდის შედეგად არამდგრადი (ყველაზე დაბალი) თოვლის საფარის ზონა იცვლება მდგრადი თოვლის საფარის ზონით და ეს უკანასკნლი მუდმივი თოვლის საფარის ყველაზე მაღალი ზონით. ამ კრიტერიუმებით ე.ი. თოვლის საფარის ვერტიკალური განაწილებისა და არსებობის ხანგრძლივობის მიხედვით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე გამოიყოფა სამი ზონა: არამდგრადი, მდგრადი და მუდმივი თოვლის საფარის ზონა.

თოვლის საფარის ზონას უკავია საქართველოს ტექტონიკური დაბლობის აღმოსავლეთი ნაწილი 700-800 მ სიმაღლემდე (შიდა და ქვემო ქართლის დაბლობები მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე). ამ ზონაში ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარი რამდენჯერმე რჩება და ქრება. შესაძლოა უთოვლო ზამთრების შემთხვევებიც. ამ ზონაში თოვლის საფარის მრავალწლიური საშუალო მაქსიმალური სიმაღლე ჩვეულებრივად არ აღემატება 3-5 სმ-ს, თუმცა ცალკეულ ძალიან იშვიათ შემთხვევაში ინტენსიური ადვექციური პროცესების შედეგად აქ თოვლის საფარის სიმაღლემ შეიძლება მიაღწიოს 1 მეტრს და მეტს.

მეორე ზონაში - მდგრადი თოვლის საფარის ზონაში, მყარი ნალექების წლიური რაოდენობით გამოირჩევა მდ. არაგვის ხეობა. ამ ზონაში ჯვრის უღელტეხილის ტერიტორიაზე თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლეები აღწევს 260-270 სმ-ს. აქ 200-300 სმ სიმაღლის თოვლის გრადაციას აქვს მაქსიმალური განმეორადობა. გრადაციების მიხედვით თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სიმაღლეების უდიდესი მნიშვნელობების განმეორადობა (%) მოცემულია ცხრილ 2.4.1.-ში.

ცხრილი 2.4.1. გრადაციების მიხედვით თოვლის საფარის უდიდესი მნიშვნელობების განმეორადობა მდგრადი თოვლის საფარის ზონაში (%)

სადგური	თოვლის საფარის სიმაღლე (სმ)											
	11-12	21-30	31-50	51-75	76-100	101-125	126-150	151-175	176-200	201-250	251-300	301-350
კობი	15	10	5	10	15	20	25					
ჯვრის უღ.			0			6	6	17	17	18	24	12
გუდაური			2	2	15	15	18	15	14	17	2	
ფასანაური	12	20	25	29	9	2						

ამ ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ კობში, რომელიც განლაგებულია მდ. თერგის აუზში კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე, თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სიმაღლეების უდიდესი მნიშვნელობების (126-150სმ) განმეორადობა აღწევს 25%-ს, ხოლო სამხრეთ ფერდობზე სადგურებში ჯვრის უღელტეხილი და გუდაური. ეს

მაჩვენებელი შესაბამისად ტოლია 12%-ისა (301-350სმ) და 2%-ისა (251-300სმ). ასეთი განსხვავება თოვლის საფარის საშუალოდეკადური სიმაღლეების უდიდესი მნიშვნელობში და მათ განმეორადობაში აიხსნება კავკასიონის ჩრდილოეთი და სამხრეთი ფერდობების განსხვავებული ორიენტაციით ჰაერის ნოტიო ნაკადების მიმართ, რომლებიც სამხრეთ ფერდობზე არიან აღმავალი (სინქრონულად წყლის ორთქლის კონდენსაციით და ნალექების ზრდით), ჩრდილოეთ ფერდობზე კი დაღმავალი (ნალექების შემცირებით).

მესამე ზონა ხასიათდება თოვლის ხაზის ზევით განლაგებული მდგრადი (მარადიული) თოვლის საფარით. ამ ზონაში მთელი წლის განმავლობაში ადგილი აქვს თოვლის დაგროვებას (აკუმულაციას).

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე რელიეფის ჰიფსომეტრია და რთული ოროგრაფია განაპირობებენ ადვექციურ პროცესებთან ერთად თოვლის საფარის ფორმირების და რეჟიმული მახასიათებლების თავისებურებებს.

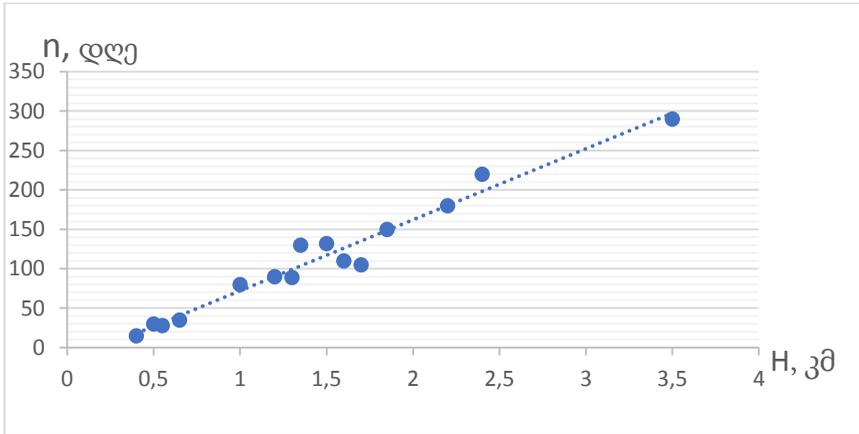
თოვლის საფარის გაჩენის და გაქრობის თარიღები და დღეების რიცხვი მოცემულია ცხრილ 2.4.2.-ში, ხოლო მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის და რღვევის თარიღები მოცემულია ცხრილ 2.4.3.-ში.

ცხრილი 2.4.2. თოვლის საფარის გაჩენის და გაქრობის თარიღები

სადგური	n	თოვლის საფარის გაჩენის თარიღი			თოვლის საფარის გაქრობის თარიღი			თოვლის საფარის გაჩენის თარიღი	ზამთრების %	მდგრადი თოვლის საფარის გარეშე
		საშუ- ალო	ადრე- ული	ბო- ლო	საშუ- ალო	ად- რე- ული	ბოლო			
ყაზბეგი მ/მთ	277				18/VI	22/V	24/VII			
დაბა ყაზბეგი	104	30/X	5/X	8/XII						
სნო	113	5/XI	7/X	9/XII	15/IV	7/III	6/VI			
კობი	160	30/X	12/IX	4/XII	2/V	5/IV	23/VI			
ჯვრის უდ.	218	8/X			8/VI					
გუდაური	179	23/X	17/IX	4/XII	17/V	23/IV	10/VI			

ბარისახო	95	27/XI	13/X	9/I	18/IV	19/III	29/V		
მლეთა	131	18/XI	6/X	11/XI I	16/IV	19/III	6/VI		
ქვეშეთი	126	20/XI			14/IV	2/IV	5/III		
ფასანაური	95	27/XI	6/X	27/XI I	2/IV	5/III	29/IV		9
ჟინვალი	44	30/XII			10/III	18/I	21/IV		78
თიანეთი	85	23/XI	6/X	29/XI I	17/III				62
ახმეტა	29	14/XII	28/X	11/II	17/II	6/II	16/IV		74
მუხრანი	30	20/XII	26/X	26/II	10/III	2/II	15/IV		73
დიღომი	17	24/XII	7/XI		14/III				33

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიის დაბლობ ნაწილში (პირველი ზონა) თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღი ემთხვევა დეკემბრის თვის მეორე ნახევრის (სადგურები დიღომი, მუხრანი, ჟინვალი). ადგილის სიმაღლის მატებისას (მეორე ზონა) თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღი აღინიშნება ნოემბრის მორე ნახევარში (სადგურები: ბარისახო, მლეთა, ქვეშეთი, ფასანაური) მესამე ზონაში თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღი აღინიშნება უკვე ოქტომბრის პირველ ნახევარში (მაგალითად, სადგური ჯვრის უღელტეხილი 2395მ ზღვის დონიდან). თოვლის საფარის გაქრობის საშუალო თარიღი პირველ ზონაში აღინიშნება მარტის თვის პირველ ნახევარში (სადგურები: მუხრანი, დიღომი, ჟინვალი, ახმეტა). ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების პარალელურად თოვლის საფარის გაქრობის საშუალო თარიღი მარტიდან გადადის აპრილში (ბარისახო, მლეთა, ქვეშეთი) მეორე ზონის დასაწყისში შემდგომი მატებისას კი, მესამე ზონაში მას-ივნისში (კობი, გუდაური, ყაზბეგი მ/მთ). ნახაზ 2.4.1.-ზე წარმოდგენილია თოვლის საფარის დღეთა რაოდენობის n დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე $n=f(H)$ წელიწადში.



ნახ.2.4.1. თოვლის საფარის დღეთა რაოდენობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე $n=f(H)$ წელიწადი

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

$$n=100,0H-30 \quad (2.4.1.)$$

ამ გამოსახულების თანახმად 1კმ სიმაღლეზე წელიწადში თოვლის საფარი დღეთა რაოდენობა ტოლია 70-ისა, 2კმ სიმაღლეზე 170-ისა, 3კმ სიმაღლეზე – 270-ისა. თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვის ვერტიკალური გრადიენტ მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე შეადგენს დაბალი მთის ზონაში (0-1კმ) 7 დღეს 100მ სიმაღლეზე, შუა მთის ზონაში (1-2კმ) 10 დღეს 100მ სიმაღლეზე. დამოკიდებულება (2.4.1.)-ში H იცვლება 0-3,7 კმ-ის ფარგლებში. ამ დამოკიდებულებით დამოკიდებულებით და შესაბამისი გრაფიკით მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე განლაგებული ნებისმიერი პუნქტისათვის გამოითვლება თოვლის საფარის დღეთა რაოდენობა წელიწადში.

მდგრადი თოვლის საფარის გაჩენის და რღვევის საშუალო, ყველაზე ადრეული და ყველაზე უკანასკნელი თარიღები მოცემულია ცხრილ 2.4.3.-ში.

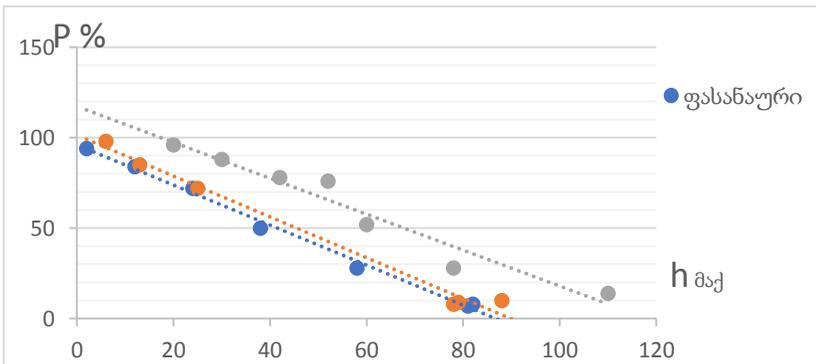
**ცხრილი 2.4.3. თოვლის საფარის გაჩენის და
გაქრობის თარიღები**

სადგური	მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის თარიღი			მდგრადი თოვლის საფარის რღვევის თარიღი			მდგრადი თოვლის საფარის გარეშე ზამთრების %
	საშუალო	ადრეული	ბოლო	საშუალო	ადრეული	ბოლო	
ყაზბეგი მ/მთ	12/X	27/VIII	18/XI	30/VI	15/V	13/VIII	
დაბა ყაზბეგი	25/XII	14/XI		16/III		17/IV	35
სნო	21/XII	14/X	7/II	24/III	21/I	30/IV	
კობი	27/XI	20/X	31/XII	23/IV	25/III	18/V	
ჯვრის უღ.	4/XI			21/IV	23/III	7/V	
გუდაური	22/XI	11/X	14/I	6/V	6/IV	27/V	
ბარისახო	19/XII	2/XI		17/III		14/IV	12
მლეთა	11/XII	2/XI	17/I	12/IV	18/III	27/IV	
ქვეშეთი	8/XII			9/IV			
ფასანაური	20/XII	10/XI		21/III		12/IV	9
ჟინვალი							
თიანეთი	21/XII	14/XI		17/III			22
დუშეთი	1/I	30/XI		1/III		16/IV	47
მუხრანი		29/XII				15/IV	73

როგორც ცხრილ 2.4.3.-დან ჩანს, მცხეთა-მთიანეთის დაბლობ ტერიტორიაზე (პირველი ზონა) მდგრადი თოვლის საფარის გარეშე არსებული ზამთრების პროცენტი მაგალითად, მუხრანში შეადგენს 73-ს. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების პარალელურად მდგრადი თოვლის საფარის გრეშე არსებული ზამთრების რაოდენობა კლებულობს, იგი ტოლია ბარისახოში (1325მ) -12-სა, თიანეთში (1099მ) - 22-ისა, ფასანაურში (1070მ) -9-ისა. მაღალმთიან (მუდმივი თოვლის) ზონაში ეს მახასიათებელი ტოლია ნულისა. აქ მთელი წლის განმავლობაში არსებობს მდგრადი თოვლის საფარი - მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე (3657მ).

საქართველოს მთიან რაიონებში და კერძოდ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ზვავსაწინააღმდეგო დამცავი ნაგებობების, სამთო-სათხილა-

მურო ტრასების, საბაგრო გზების და ინფრასტრუქტურის რიგი ობიექტების მშენებლობისათვის შესაფერისი ტერიტორიის შერჩევის და ათვისების პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს თოვლის საფარის ისეთი მნიშვნელობის მახასიათებლის დადგენას, როგორცაა თოვლის საფარის უდიდესი სიმაღლეები და მათი უზრუნველყოფა. სამთოსათხილამურო ობიექტების მშენებლობის და უწინარეს ყოვლისა დაგეგმარების პროცესში გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთი მნიშვნელოვანი მოთხოვნები, როგორცაა წელიწადის განმავლობაში თოვლის საფარის სამ თვეზე მეტი არსებობის ხანგრძლივობა, სათხილამურო ტრასების რენტაბელური ფუნქციონირებისათვის თოვლის საფარის შესაბამისი სიმაღლეები (არანაკლებ 50-60 სანტიმეტრისა) და ტრასების განლაგების ადგილის მორფომეტრიული ხასიათი (ტრასებისათვის განკუთვნილი ფერდობების დახრილობა არ უნდა იყოს 200-ზე მეტი). ამ მოთხოვნებიდან გამომდინარე მცხეთა-მთიანეთის მთიანი რაიონისათვის აუცილებელია თოვლის საფარის ისეთი მნიშვნელოვანი მახასიათებლების ცოდნა, როგორცაა მაქსიმალური დეკადური სიმაღლეები და მათი უზრუნველყოფა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის მრავალწლიური ინფორმაციის გამოყენების შედეგად დადგენილი იქნა თოვლის საფარის მაქსიმალურ დეკადურ სიმაღლეებსა h_{max} და მათ უზრუნველყოფას შორის $P(\%)$ შორის დამოკიდებულებები ზოგიერთი მთიანი სადგურებისათვის (მ/მთ ყაზბეგი, დაბა ყაზბეგი, ფასანაური).



ნახ. 2.4.2 თოვლის საფარის მაქსიმალურ დეკადურ სიმაღლეებსა (h_{max}) და მათ უზრუნველყოფას შორის $P(\%)$ დამოკიდებულება

დამოკიდებულებებს $P=f(h_{აჟ})$ აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:
სადგური მ/მთ ყაზბეგი (3653მ)

$$P=106,6-0,83h_{აჟ} \quad (2.4.2.)$$

სადგური დაბა ყაზბეგი (1744მ)

$$P=100,0-h_0 \quad (2.4.3.)$$

შადგური ფასანაური (1070მ)

$$P=95-h_0 \quad (2.4.4.)$$

როგორც ამ გამოსახულებიდან ჩანს, თოვლის საფარის სიმაღლის მატებისას მისი უზრუნველყოფის სიდიდე მკვეთრად მცირდება. ამ დამოკიდებულების ანალიზური გამოსახულება (წრფივი ფუნქცია) მიღებული იყო ადრე ჩვენს მიერ. სადგური მთა საბუეთისათვისაც (1242მ) ხუთპროცენტთან უზრუნველყოფა გააჩნია თოვლის საფარის შემდეგ მაქსიმალურ დეკადურ სიმაღლეებს: მ/მთ ყაზბეგზე 140სმ-ს, დაბა ყაზბეგში 82სმ-ს, კობში 132სმ-ს, ჯვრის უღელტეხილზე 320სმ-ს, გუდაურში 250სმ-ს, ბარისახოში 93სმ-ს, ფასანაურში 120სმ-ს, თიანეთში 72სმ-ს, დუშეთში 44სმ-ს. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლეების ზრდისას (რაც განპირობებულია სადგურის აბსოლუტური სიმაღლის მატებით) მისი უზრუნველყოფა მცირდება.

ცხრილ 2.4.4.-ში მოცემულია თოვლის საფარის საშუალოთვიური სიმაღლეები მეტეოსადგურებზე არსებული მუდმივი ლარტყის მონაცემებით.

ცხრილი 2.4.4. თოვლის საფარის საშუალოთვიური სიმაღლე (სმ)

სადგური	თ ვ ე										უდიდესი ზამთარში		
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	საშ	მაქ.	მინ.
ყაზბეგი მ/მთ	8	13	20	17	13	12	18	22	42	33	62	156	23
დაბა ყაზბეგი			5	8	13	23	15	4	13		38	96	6
სნო			3	6		20	17	2			34	90	3
ჯვრის უღ.		5	27	61	107	153	185	164	84	14	156	334	104
გუდაური			13	45	77	99	147	95	32		152	260	48
მლეთა			8	24	48	71	67	31			96	241	27
ქვეშეთი			8	20	46	65	63	26					
ფასანაურ				7	21	32	21	3			48	105	8

ჟინვალი				7	8	2				17	62	1
თიანეთი			7	17	22	15	3			36	73	5
დუშეთი			2	6	8	4				17	61	3
ახმეტა			2	4	4	1				13	42	0
მუხრანი				4	3	1				10	25	0

როგორც ცხრილი 2.4.4.-დან ჩანს, თოვლის საფარის საშუალო-თვიური და მაქსიმალური მნიშვნელობებით გამოირჩევა ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მდ. არაგვის აუზი. აქ განლაგებულ სადგურებზე თოვლის საფარის უდიდესი სიმაღლეების საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები შეადგენს სადგურ ფასანაურში (1070მ) 48 და 105სმ-ს, მლეთაში (1580მ) 96 და 241სმ-ს, გუდაურში (2194მ) 152 და 260სმ-ს, ჯვრის უღელტეხილზე (2395მ) 156 და 334სმ-ს.

თოვლის საფარის სიმკვრივის $d(\text{გრ/სმ}^3)$ მნიშვნელობების დადგენა აუცილებელია მთიან ზედასაშიშ რაიონებში საცხოვრებელი, სასპორტო და საკურორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების და ზედასაწინააღმდეგო საინჟინრო დამცავი ნაგებობების დაგეგმარების, მშენებლობების და ექსპლოატაციის პროცესში. თოვლის სიმკვრივის მნიშვნელობებზე დამოკიდებულია თოვლის საფარში არსებული წყლის რაოდენობის მარაგი, რომელიც დიდ როლს თამაშობს გაზაფხულზე თოვლის დნობის პერიოდში მთის მდინარეების ჯამური ჩამონადენის სიდიდეების ფორმირებაში. მაგალითად, სადგურ ჯვრის უღელტეხილზე, ნოემბრიდან დაწყებული მასის ჩათვლით თოვლის საფარის სიმკვრივე იცვლება $0,22\text{გრ/სმ}^3$ -დან $0,50\text{გრ/სმ}^3$ -მდე, წყლის მარაგი კი – 68მმ-დან 411მმ-დე. აპრილის მეორე დეკადაში წყლის მარაგი აღწევს 702მმ-ს. ფასანაურში თოვლის საფარის სიმკვრივე დეკემბრის ბოლო დეკადიდან მარტის მესამე დეკადამდე იცვლება $0,22\text{გრ/სმ}^3$ -დან $0,33\text{გრ/სმ}^3$ -მდე, წყლის მარაგი კი 22მმ-დან 55მმ-დე, მაქსიმუმით (79მმ) თებერვლის მეორე დეკადაში.

2.5. ქარი

მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე ქარის მიმართულება და სიჩქარე დამოკიდებულია ზოგად ცირკულაციურ პროცესებზე და

ტერიტორიის რთულ ოროგრაფიაზე (აგრეთვე ძირითადად დიდი და მცირე კავკასიონის მთათა შორის დეპრესიული ზონის გავლენაზე), რის შედეგად მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე ჰაერის მასებს აქვს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ მიმართულება და პირიქით. მაგრამ რეგიონის რთული მთიანი რელიეფის განსხვავებული ორიენტაციის და დახრილობის ელემენტების ლოკალური გავლენის შედეგად, რომლებსაც ახასიათებს რადიაციული და სითბური ბალანსების განსხვავებული სიდიდეები, ადგილი აქვს მთა ხეობების, ფერდობების და მყინვარული გენეზისის ქარების ლოკალური სახეობების ფორმირებას, რის შემდეგ რეგიონის მთიან ტერიტორიას ახასიათებს ქარის სიჩქარის და მიმართულების დიდი დიაპაზონით.

მცხეთა-მთიანეთის 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. ცხრილ 2.5.1-ში მოცემულია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის სადგურებზე ქარის საშუალო-თვიური და წლიური სიჩქარეების მნიშვნელობები (მ/წმ).

ცხრილი 2.5.1. ქარის საშუალოთვიური და წლიური სიჩქარე (მ/წმ)

სად-გური	H, მ	თ ვ ე												წელი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ყაზ-ბეგი მ/მთ	3653	7,0	7,5	7,4	7,0	6,1	4,8	5,0	5,4	6,4	7,1	6,6	6,8	6,4
დაბა ყაზ-ბეგი	1744	2,6	2,6	2,4	2,0	1,6	1,5	1,4	1,6	1,7	2,0	2,2	2,5	2,0
კობი	1962	1,7	1,9	1,9	1,3	1,4	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,9	1,7	1,6

ჯვრის უღ.	2395	2,2	2,4	2,2	1,8	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	2,2	2,0
ბურსაჭირი	1760	1,7	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0	1,7	1,6	1,5	1,4	1,6	1,8
გუდაური	2194	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3
ბარისახო	1325	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1	1,0	1,8	2,0	1,9	1,9	1,8	1,6	1,9
ქვეშეთი	1325	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,4	0,5	0,7
ფასანაური	1070	0,9	1,2	1,6	1,6	1,4	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8	1,2
თიანეთი	1099	1,8	2,0	2,4	2,3	2,1	2,1	1,7	1,6	1,8	1,8	1,3	1,2	1,9
დუშეთი	922	1,3	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,0	1,4
მუხრანი	550	3,3	4,4	4,7	4,6	4,0	3,6	4,0	3,2	3,2	3,0	2,8	2,6	3,6

როგორც ცხრილ 2.5.1.-დან ჩანს, ქარის საშუალოწლიური სიჩქარის მაქსიმუმი (6,4მ/წმ) აღნიშნულია სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის დამახასიათებელი ნიშანია ქარის საშუალოთვიური და წლიური სიჩქარეების სიდიდეებზე ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გავლენის არ არსებობა (გამონაკლისს შეადგენს სადგური მ/მთ ყაზბეგი). რაც შეეხება მაღალმთიან სადგურებს ჯვრის უღელტეხილს და გუდაურს ამ სადგურებში ქარის საშუალოწლიური სიჩქარეები 2,0 და 1,3მ/წმ-ით ნაკლებია ვიდრე დაბლობ სადგურებზე მუხიანში (3,6მ/წმ) და დიღომში (3,9მ/წმ). აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ წელიწადის განმავლობაში რეგიონში განლაგებულ სადგურების უმეტესობაზე ქარის საშუალოთვიური სიჩქარეების მაქსიმალური მნიშვნელობები აღინიშნება ზამთრის და გაზაფხულის თვეებში, გამონაკლისს წარმოადგენს სადგურები ბურსაჭირი, ბარისახო, ახმეტა, მუხრანი, დიღომი.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში წელიწადის განმავლობაში ქარის მიმართულებების განმეორადობა მოცემულია ცხრილში 2.5.2.

ცხრილი 2.5.2. ქარის მიმართულებების განმეორადობა წელიწადში %

სადგური	რ უ მ ბ ი							
	ჩ	ჩ.აღ	აღ	ს.აღ	ს	ს.დ	დ	ჩდ
ყაზბეგი მ/მთ	2	1	2	1	2	6	76	10
დაბა ყაზბეგი	25	2	1	4	57	9	1	1
კობი	11	9	2	10	41	25	2	0
ჯვრის უღ.	7	31	1	6	23	23	8	1
ბურსაჭირი	28	6	22	12	20	8	1	3
ბარისახო	27	3	4	4	30	12	10	10
ქვეშეთი	0	1	32	10	9	32	16	0
ფასანაური	26	1	6	42	5	2	2	16
თიანეთი	8	5	14	20	5	17	25	6
დღუშეთი	7	17	20	12	17	9	12	62
მუხრანი	2	8	31	7	2	1	32	17

როგორც ცხრილ 2.5.2.-ში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე გაბატონებულია დასავლეთის მიმართულების ქარები (76%), დაბა ყაზბეგში კი სამხრეთის მიმართულების ქარები (57%). თერგის ხეობაში მდებარე სადგურ კობში, დაბა ყაზბეგის მსგავსად წელიწადში მაქსიმალური განმეორადობა აქვს სამხრეთის მიმართულების ქარებს (41%). ასევე დიდი განმეორადობით ხასიათდება სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები სადგურ ფასანაურში (42%) და დასავლეთის მიმართულების ქარები (47%) ახმეტაში. 30-32%-ის ტოლი განმეორადობა აღნიშნულია სადგურებზე ქვეშეთი, მუხრანი და ბარისახო აღმოსავლეთის, დასავლეთის, სამხრეთ-დასავლეთის და სამხრეთის მიმართულების ქარებისათვის. მცხეთა-მთიანეთის მთიან რეგიონში ქარების მიმართულების განმეორადობის მნიშვნელობები ყალიბდება რთული ოროგრაფიული ფაქტორების გავლენით (ღია და ჩაკეტილი ჰორიზონტების ეფექტით).

რაც შეეხება დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის მიმართულებების განმეორადობას, იგი მოცემულია ცხრილ 2.5.3.-ში.

ცხრილი 2.5.3. დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის მიმართულებების განმეორადობა წელიწადში. (%).

სადგური	t, სთ	ჩ	ჩად	ად	სად	ს	სდ	დ	ჩდ
ყაზბეგი მ/მთ	1	2	1	1	0	0	3	83	10
	7	3	1	2	1	0	4	75	14
	13	2	1	3	2	4	10	68	10
	19	1	1	2	1	1	5	79	10
გუდაური	1	41	17	20	3	2	2	7	8
	7	30	17	18	6	3	3	11	12
	13	6	6	16	18	20	15	15	428
	19	28	16	24	7	5	4	10	6
ბარისახო	1	44	2	4	1	15	10	10	14
	7	43	6	3	2	12	6	10	18
	13	7	2	4	7	53	17	7	3
	19	26	3	9	2	24	13	14	9
დუმეთი	1	8	27	33	10	5	4	8	5
	7	12	29	24	12	8	4	7	4
	13	4	7	7	12	33	17	16	4
	19	6	13	22	12	15	7	16	9
მუხრანი	1	3	8	27	1	1	1	40	195
	7	5	12	27	2	1	1	35	17
	13	1	5	35	16	3	2	24	14
	19	2	8	32	4	0	1	35	18

როგორც ცხრილ 2.5.3.-დან ჩანს, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე დასავლეთის მიმართულების ქარის განმეორადობა მაქსიმალურია (წელიწადის განმავლობაში) ღამის პირველ საათზე (83%) და მინიმალურია დღის პირველ საათზე (68%). ჩრდილო-დასავლეთის ქარის მიმართულების განმეორადობა. ამ სადგურზე იცვლება 10%-დან (1,13სთ)-14%-მდე (7სთ). ამ სადგურში დანარჩენ 6 მიმართულებაზე ქარის მიმართულების განმეორადობა მერყეობს 0-4%-ის ფარგლებში.

სადგურ გუდაურში ყველა 8 რუმბზე ქარის მიმართულების განმეორადობა იცვლება: ღამის 1 საათზე 2%-დან (ს,სდ) – 4%-მდე (ჩ), 7სთ-ზე 3%-დან (ს,სდ) – 30%-მდე (ჩ), დღის 13სთ-ზე 4-6%-დან (სდ,დ) – 28%-მდე (ჩ).

დაბლობზე განლაგებულ სადგურებზე დასავლეთის მიმართულების ქარის განმეორადობა მაქსიმალურია (დაკვირვების ოთხივე

ვადაზე) ახმეტაში ის იცვლება 24%-დან (13სთ) – 56%-მდე (1,7სთ), მუხრანში 24%-დან (13სთ) – 40%-მდე (1სთ). სადგურ მუხრანში ქარის მიმართულების განმეორადობის შედარებით მაღალი სიდიდეები დაფიქსირებულია აღმოსავლეთის რუმბზე. აქ იგი იცვლება 27%-დან (1,7სთ) – 35%-მდე (13სთ).

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

ცხრილი 2.5.4. ქარის საშუალოწლიური სიჩქარე დრე-ღამის სხვადასხვა საათებში, მ/წმ.

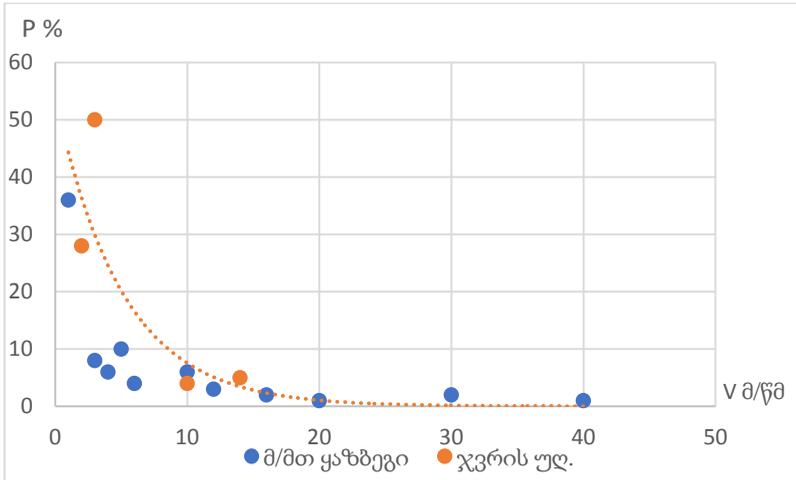
ტ, სთ	მ/მთ ყაზბეგი	დაბა ყაზბეგი	ბარი-სახო	გუდაური	ფასანაური	თიანეთი	დუშეთი	მუხრანი
1	7,2	1,7	1,8	1,3	0,5	1,2	1,1	3,0
7	6,3	1,9	1,8	1,2	0,6	1,2	0,9	2,3
13	6,4	2,6	1,7	1,4	2,6	3,2	2,1	5,0
19	5,8	1,8	1,8	1,4	1,0	1,8	1,6	4,2

როგორც ცხრილ 2.5.4.-დან ჩანს, ქარის საშუალოწლიური სიჩქარე ყველა განხილულ სადგურზე მაქსიმალურია 13 საათზე (ბურსაჭირის გამოკლებით) ქარის საშუალოწლიური სიჩქარის მინიმუმი აღინიშნება ღამის პირველ და დღის 7 საათზე გუდაურში (1,3-1,2მ/წმ). ფასანაურში (0,5-0,6მ/წმ), თიანეთში (1,2მ/წმ), დუშეთში (1,1-0,9მ/წმ), რაც შეეხება სადგურ მ/მთ ყაზბეგს. აქ დღე-ღამის განმავლობაში (დაკვირვების ოთხივე ვადაზე ქარის საშუალოწლიური სიჩქარე უმნიშვნელოდ იცვლება: 5,8მ/წმ-დან 19 საათზე 7,2მ/წმ-მდე სსაათზე. ქარის საშუალოთვიური სიჩქარის აბსოლუტური მაქსიმუმი დაიკვირვება ღამის სსაათზე მ/მთ ყაზბეგზე – 7,2მ/წმ.

ქარის საშუალოთვიური სიჩქარის აბსოლუტური მაქსიმუმი შეადგენს მ/მთ ყაზბეგზე 7,5მ/წმ-ს თებერვალში, დაბა ყაზბეგში 2,6მ/წმ-ს იანვარში და თებერვალში, კობში-1,9მ/წმ-ს თებერვალში, მარტში და ნოემბერში, ჯვრის უღელტეხილზე – 2,4მ/წმ (თებერვალში, სადგურ ბურსაჭირში – 2,0მ/წმ-ს მაისში, ივნისში და ივლისში, გუდაურში – 1,6მ/წმ-ს თებერვალში, ქვეშეთში – 0,9მ/წმ-ს თებერვალში, მარტში და აპრილში, ფასანაურში – 1,6მ/წმ-ს მარტში და აპრილში, თიანეთში – 2,4მ/წმ-ს მარტში, ახმეტაში – 1,9მ/წმ-ს

თებერვალში და აგვისტოში, მუხრანში – 2,4მ/წმ-ს მარტში, დილომში 5,2მ/წმ-ს ივლისში.

ქარის სიჩქარეების ალბათობის (P%) დამოკიდებულება მისი გრადაციების სიდიდეებზე (Vმ/წმ) მოცემულია ნახ.2.5.1.-ზე.



ნახ. 2.5.1. ქარის სიჩქარის ალბათობის დამოკიდებულება ქარის სიჩქარის სიდიდეებზე $P=f(v)$. • - მ/ით ყაზბეგი, X-ჯვრის უღელტეხილი.

როგორც ნაჩვენებია [9]-ში დამოკიდებულება $P=f(v)$ ანალიზურად წარმოიდგინება სამუცნობიანი პირველი რიგის ჰიპერბოლას განტოლებით.

დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში (1, 7, 13, 19 სთ) ქარის სიჩქარეების განმეორადობა გრადაციების მიხედვით წელიწადში მოცემულია ცხრილ 2.5.5.-ში.

როგორც ცხრილ 2.5.5.-დან ჩანს, დაბალ ზონაში განლაგებულ სადგურებზე (ფასანაური, დუშეთი) ქარის სიჩქარის განმეორადობას მაქსიმალური მნიშვნელობები აქვს სუსტი ქარების შემთხვევაში (0-1მ/წმ).

0-1მ/წმ გრადაციის შემთხვევაში ქარის სიჩქარის განმეორადობა აღწევს ფასანაურში 1საათზე 8,3%-ს, 7საათზე – 85%-ს, 13საათზე – 58,9%-ს, 19საათზე – 70,8%-ს.

ცხრილი 2.5.5. ქარის სიჩქარეთა განმეორადობა გრადაციების მიხედვით დღე-ღამის სხვადასხვა (1, 7, 13, 19 სთ) საათებში %, წელიწადი.

t, სთ	ქარის სიჩქარე, მ/წმ									
	0-1	2-5	6-9	10-13	14-17	18-20	21-24	25-28	29-34	35-40
მ/თო ყაზბეგი										
1	34,9	11,8	16,7	16,7	9,3	5,3	2,6	0,8	1,3	0,6
7	40,9	12,0	14,2	14,7	10,1	4,4	2,0	0,6	0,7	0,4
13	33,5	16,8	18,7	15,3	8,7	4,0	1,4	0,4	0,8	0,4
19	43,1	12,3	16,3	13,2	7,4	4,3	1,9	0,6	0,5	0,4
ჯვრის უღელტეხილი										
1	55,9	34,8	7,6	1,2	0,4	0,1				
7	53,5	36,2	8,7	1,2	0,2	0,2				
13	39,2	53,8	6,2	0,6	0,2					
19	55,1	36,0	7,8	0,9	0,2					
გუდაური										
1	72,3	25,7	1,6	0,1	0,1	0,2				
7	77,1	20,9	1,6	0,2	0,1	0,1				
13	67,7	30,4	1,5	0,2	0,1	0,1				
19	72,5	25,0	2,0	0,3	0,1	0,1				
ფასანაური										
1	88,3	11,1	0,6	0,01	0,02	0,01				
7	89,2	10,4	0,4	0,02		0,01				
13	41,8	51,1	6,9	0,1	0,1	0,02				
19	77,7	20,3	1,9	0,1	0,01	0,01				
დუშეთი										
1	81,2	16,2	2,1	0,4	0,1	0,01				
7	85,7	12,6	1,4	0,2	0,1	0,01				
13	58,9	33,9	5,7	1,0	0,4	0,1	0,01			
19	70,8	24,1	4,1	0,7	0,30	0,02				

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ გრადაციის (0-1მ/წმ) შემთხვევაში სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე ქარის სიჩქარეთა განმეორადობა დღე-ღამის განმავლობაში (დაკვირვების ყველა ოთხი ვადის შემთხვევაში) გაცილებით ნაკლებია ჯვრის ურელტეხილის და მითუმეტეს გუდაურის სადგურის ანალოგიურ მაჩვენებლებზე. არის სიჩქარის საშუალო განმეორადობა დაკვირვების ოთხივე ვადისთვის სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე შეადგენს 38%-ს, სადგურ ჯვრის ურელტეხილზე – 50,9%-ს, გუდაურში – 72,4%-ს. უფრო მაღალი გრადაციების შემთხვევაში ყველა სადგურზე ქარის სიჩქარის განმეორადობის სიდიდეები მნიშვნელოვნად მცირდება. რაც შეეხება სხვადასხვა სიჩქარის ქარის ალბათობას მიმართულების მიხედვით სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე ალბათობა მაქსიმალურია დასავლეთის მიმართულებაზე მთელი წელიწადის განმავლობაში ქარის სიჩქარის 0-1...14-17მ/წმ გრადაციებისათვის. ამ მაჩვენებლის მნიშვნელობების მიხედვით მეორე ადგილზეა ჩრდილო-დასავლეთის ქარების განმეორადობა.

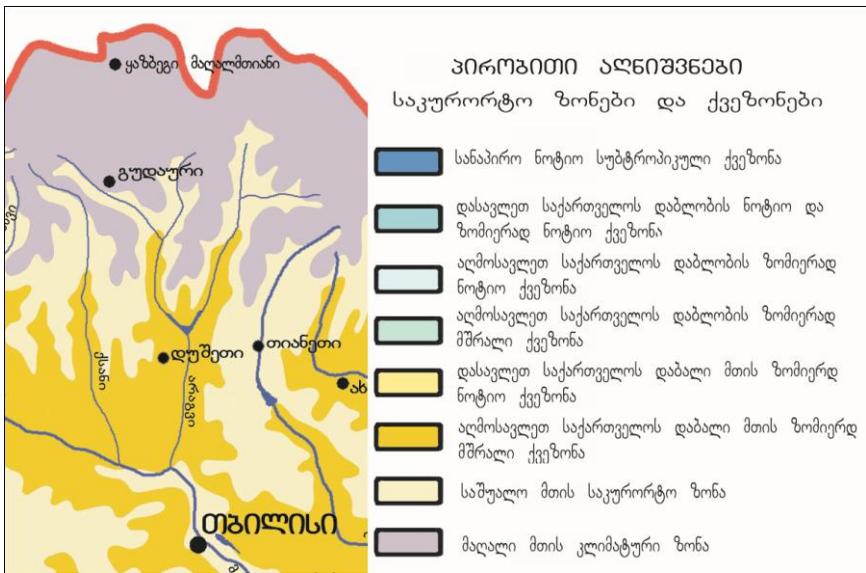
სადგურ ჯვრის ურელტეხილზე სხვადასხვა სიჩქარის (0-1...2-5მ/წმ) ქარის ალბათობა მაქსიმალურია ჩრდილო-აღმოსავლეთის, სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის და დასავლეთის მიმართულებაზე.

თავი III

კლიმატური რესურსების პოტენციალი

3.1. საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები

ნახ. 3.1.1-ზე წარმოდგენილია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის საკურორტო ზონების რუკა (მ.შ.ელიზბარაშვილი, ნ.შ.გონგლაძე, 1980; საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011).



ნახ. 3.1.1. საკურორტო ზონები

ნახ. 3.1.1- დან ჩანს, რომ რეგიონი მოიცავს 3 საკურორტო ქვეზონას: აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალი მთის ზომიერად მშრალ ქვეზონას, საშუალო მთის საკურორტო ზონას და მაღალი მთის ზონას.

აღმოსავლეთ საქართველოს დაბალი მთის ზომიერად მშრალ ქვეზონას რეგიონში უკავია საკმაო ტერიტორია უმთავრესად მდინარეთა ხეობებში. 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.

საშუალო მთის საკურორტო ზონის ქვედა სარტყელი მოიცავს 1000-1500მ, ხოლო ზედა სარტყელი- 1500-2000მ სიმაღლეთა დიაპაზონს. 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° , ხოლო ივლის-აგვისტოს საშუალო ტემპერატურაა 15-10°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 თვისებებით და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ძირითადად სასუნთქი ორგანოების დაავადებათა სამკურნალოდ.

საკურორტო ზონის ზედა სარტყელი ზომიერად რბილი ზამთრით და თოვლის საფარით, აგრეთვე ზომიერად ცივი ზაფხულით ხასიათდება. იანვრის საშუალო თვიური ტემპერატურა მინუს 1⁰-3⁰C-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.

მაღალი მთის ზონის კლიმატოთერაპიული მნიშვნელობა ნაკლებია, ის ხელსაყრელია ალპინიზმისა და ტურიზმის განვითარებისათვის.

რეგიონში არსებული საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები წარმოდგენილია ცხრილში 3.1.1.

ცხრილი 3.1.1. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები

საკურორტო ზონა	სახელწოდება	ადგილის სიმაღლე, მ	პროფილი	მნიშვნელობა
1	2	3	4	5
დაბალი მთის	შინდარა	850	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	თვალივი	820	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ჩუბინანთ კარი	900	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ყნჩავეთი	960	ბალნეოლოგიური	საკურ.ადგილი
	ჟინვალი	920	კლიმატო-ბალნ.	საკურ.ადგილი
	მსხალდიდა	1000	კლიმატური	საკურ.ადგილი
საშუალო მთის ქვედა სარტყელი	ვაჟს წყარო	1100	ბალნეო-კლიმატ.	კურორტი
	ფასანაური	960	კლიმატო-ბალნ.	კურორტი
	ლულელები	1040	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	საყარაულო	1120	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	სიონი	1050	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	საბადური	1400	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	თიანეთი	1110	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ქორშევარდენი	1250	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	კორშა	1300	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ანანური	1020	კლიმატო-ბალნ.	საკურ.ადგილი
	ცხვარიჭამია	1180	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ნადიბანი	1120	კლიმატური	საკურ.ადგილი
	ყაზბეგი	1718	კლიმატო-ბალნ.	კურორტი
	სიონი	1750	კლიმატო-ბალნ.	კურორტი
გუდაური	2196	კლიმატური	კურორტი	
ზედა სარტყელი	კობი	1880	ბალნეოლოგიური	საკურ.ადგილი
	პანშეთი	1700	კლიმატო-ბალნ.	საკურ.ადგილი
	ფხელშე	1850	ბალნეოლოგიური	საკურ.ადგილი

ცხრილი 3.1.1.-დან გამომდინარეობს, რომ დაბალი მთის და საშუალო მთის საკურორტო ზონის ქვედა სარტყელში ჭარბობს კლიმატური რესურსები. მთის საკურორტო ზონის ზედა სარტყელში თითქმის თანაბრად არის განაწილებული კლიმატური და ბალნეოლოგიური რესურსები.

3.2. ზოგიერთი მნიშვნელოვანი კურორტის და საკურორტო ადგილის დახასიათება

ფასანაური - კლიმატო-ბალნეოლოგიური კურორტი დუშეთის რაიონში, თბილისიდან 88კმ, დუშეთიდან 47 კმ მანძილზე, თეთრი არაგვის ხეობაში, მდინარეების მთიულეთის და გუდამაყრის არაგვის შესაყართან, ზღვის დონედან 1050 მეტრ სიმაღლეზე (ნახ.3.2.1).



ნახ.3.2.1. ფასანაურის მდებარეობა

ფასანაურის ჰავა ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია, ხასიათდება მაღალინთერაპიული თვისებებით და გამოიყენება უმთავრესად სასუნთქი ორგანოების დაავადებათა სამკურნალოდ. სამკურნალო ფაქტორია აგრეთვე მინერალური წყლები, რომელთა დღეღამური დებიტი 100 ათას ლიტრს შეადგენს. ქიმიური შემადგენლობით ეს წყლები მიეკუთვნება ნახშირმჟავა, ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ, ნატრიუმთან (ესენტუკის ტიპს) წყლებს, 3-15 გ/ლ მინერალიზაციით. მინერალური წყლები ეფექტურია როგორც სასმელად (საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის სამკურნალოდ), ისე სააბაზანო პროცედურ-

რების სახით (საყრდენ-მამოძრავებელი და გულისსხლმარღვთა სისტემის დაავადებათა სამკურნალოდ).

ადგილის რადიაციული რეჟიმის ფორმირებაზე გავლენას ახდენს ღრუბლიანობა და მზის ნათების ხანგრძლივობა (ცხრილი 3.2.1).

ცხრილი 3.2.1. საერთო(N) და ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა(ნ), უმზეო დღეთა რიცხვი(K) და მზის ნათების ხანგრძლივობა(თ)

პარამეტრი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N ბალი	5.2	5.7	6.5	6.6	6.8	5.9	5.1	5.0	5.3	5.3	5.6	5.1	5.7
n ბალი	3.7	4.0	4.6	4.9	5.1	4.4	4.1	3.9	4.3	4.0	4.2	4.6	4.2
K დღე	5	5	5	4	3	2	2	2	2	6	7	7	50
T სთ.	141	141	181	177	181	201	230	224	196	156	126	129	2083

ცხრილი 3.2.1-ის თანახმად საერთო ღრუბლიანობის წლიური მნიშვნელობა არ აღწევს 6 ბალს, ხოლო ქვედა იარუსის ღრუბლიანობა 4 ბალია. ჭლის განმავლობაში ღრუბლიანობა უმცირესია იანვარსა და აგვისტოში.

წლის განმავლობაში 50 უმზეო დღეთა რიცხვია, ყველაზე ნაკლები ზაფხულის თვეებზე მოდის 2-2, ხოლო ყველაზე მეტი უმზეო დღეთა რიცხვი ნოემბერ-დეკემბერშია-7 დღე.

ცხრილიდან 3.2.1 აგრეთვე ჩანს, რომ მზის ნათების ხანგრძლივობა წლის განმავლობაში 2100 საათს აღწევს. დიდესი ხანგრძლივობა ზაფხულის თვეებშია, უმცირესი ნოემბერ-დეკემბერში.

ცხრილში 3.2.2 წარმოდგენილია რადიაციული ბალანსის მდგენელები მაღალმთიანი ყაზბეგის და თბილისის ობსერვატორიის დაკვირვებათა ინტერპოლაციის შედეგად.

ცხრილი 3.2.2 რადიაციული ბალანსის მდგენელები (კკალ/სმ²)

რადიაცია	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	V II	VIII	IX	X	X I	XI I	
პირდაპირი მზის სხივების მართობულად	8.0	8.7	11.0	11.3	12.6	13.5	14.1	13.9	11.3	12.2	8.3	8.1	132.5
პირდაპირი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე	2.8	3.8	6.1	7.6	9.2	10.0	10.5	9.7	6.5	5.9	7.6	3.0	80.1
გაბნეული	2.7	3.7	5.7	7.0	8.5	7.6	7.2	5.7	4.5	3.5	2.8	2.3	62.7
ჯამური	5.5	7.4	11.7	14.2	17.2	17.3	17.5	14.8	11.3	9.4	5.9	5.0	132.0
არეკვლილი	2.3	3.5	5.2	7.0	8.0	7.5	3.8	3.0	3.7	4.0	2.9	2.4	51.3

ფასანაურში კარგად არის განვითარებული მთა-ხეობის ცირკულაცია. მთა-ხეობის ქარები აქტიურდება წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში. ამ დროს მატულობს ქარის განმეორადობა (ცხრილი 3.2.3).

ცხრილი 3.2.3. მთა-ხეობის ქარების განმეორადობა (%)

ქარის მიმართულება	თვე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მთიდან	61	57	41	42	32	32	32	35	28	30	39	62	43
ხეობიდან	23	33	50	50	56	58	58	56	62	61	51	23	49

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ხეობიდან მონაბერი ქარების განმეორადობა ჭარბობს მთის ქარების განმეორადობას. სხვაობა უდიდესია წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში. ზამთარში მთის ქარების განმეორადობა აღემატება ხეობის ქარების განმეორადობას. ქარის სიჩქარე არ არის დიდი (ცხრილი 3.2.4).

ცხრილი 3.2.4. ქარის სიჩქარის წლიური სვლა (მ/წმ)

პარამეტრი	ო 3 ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
სიჩქარე	0.9	1.2	1.6	1.6	1.4	1.2	1.2	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	1.2

ცხრილი 3.2.4.-დან ჩანს, რომ ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე ძალიან დაბალია და 1.2 მ/წმ-ს შეადგენს. მაქსიმალური სიჩქარეები აღინიშნება გაზაფხულზე და 1.4-1.6 მ/წმ შეადგენს, ნოემბერ-იანვარში კი მხოლოდ 0.8-0.9 მ/წმ-ია.

ცხრილში 3.2.5 წარმოდგენილია ჰაერის ტემპერატურის სხვადასხვა მახასიათებლის წლიური სვლა.

ცხრილი 3.2.5. ჰაერის ტემპერატურის საშუალო და ექსტრემალური მაჩვენებლები (°C)

პარამეტრი	ო 3 ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
საშუალო (1932-1960)	-4.1	-2.6	1.9	7.4	12.4	15.6	18.5	18.5	14.4	9.4	3.7	-1.6	7.8
საშუალო (1961-2015)	-3.3	-1.7	2.6	2.8	12.6	15.8	18.9	18.4	14.7	9.6	3.9	-1.3	8.2
საშ.მინიმუმი	-7.8	-6.8	-2.5	2.8	7.4	10.4	13.2	13.1	9.7	4.9	0.0	-4.7	3.3
აბს.მინიმუმი	-30	-29	-20	-14	-4	2	3	3	-4	-10	-19	-25	-30
საშ.მაქსიმუმი	0.9	2.9	7.2	13.5	18.6	22.0	24.9	25.3	20.9	15.8	8.9	3.1	13.7
აბს.მაქსიმუმი	13	16	22	27	29	32	34	36	33	29	22	16	36

ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 8⁰-ს ფარგლებშია. ზამთარი ზომიერად რბილი და თოვლიანია, იანვრის საშუალო ტემპერატურა

რა მინუს 3–4⁰–ია. ზაფხული თბილია, ზომიერად მშრალი, ივლის-აგვისტოს საშუალო თვიური ტემპერატურა 18.5–19⁰–ია. ექსტრემალური ტემპერატურები მერყეობს მინუს 30–დან 36⁰–მდე დიაპაზონში.

ჰაერის პარციალური წნევის წლიური სვლა ტემპერატურის სვლის ანალოგიურია. მინიმუმ აღინიშნება ზამთრის თვეებში (4-5 კვა), ხოლო მაქსიმუმი ივლის აგვისტოში (14-16 კვა) (ცხრილი 3.2.6). ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე მთელი წლის განმავლობაში მაღალია და 74%-ს შეადგენს. ჰაერის სვლაში ის რამდენადმე მომატებულია სექტემბრიდან იანვრის ჩათვლით (76-77%), ხოლო მინიმალურია აპრილში (70%).

ცხრილი 3.2.6. ჰაერის პარციალური წნევა (ჰექტოპასკალი) და შეფარდებითი სინოტივე (%)

მახასიათებელი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
პარციალური წნევა	3.7	4.0	4.9	7.2	10.5	12.9	15.2	14.7	12.1	8.8	6.3	4.5	8.7
შეფარდებითი სინოტივე	76	74	73	70	74	74	73	72	76	77	77	77	74

ცხრილში 3.2.7 წარმოდგენილია ინფორმაცია ატმოსფერული ნალექების ექსტრემალურობის შესახებ.

ცხრილი 3.2.7. ინფორმაცია ატმოსფერული ნალექების ექსტრემალურობის შესახებ

პარამეტრი	თ ვ ე												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
უდიდესი თვიური ჯამები მმ	148	209	222	194	290	264	257	251	232	187	150	143	1419
დღელამური მაქსიმუმი მმ	46	58	58	49	62	93	71	89	76	54	46	66	93
დღეთა რიცხვი ინტენსიური ნალექებით	0.4	0.7	0.7	1.0	1.3	1.4	1.1	0.8	0.9	0.8	0.4	0.3	10

ცხრილი 3.2.7.-ის თანახმად, ნალექების უდიდესი თვიური ჯამი მოდის გაზაფხულზე და შეადგენს 290 მმ-ს. ნალექების დღელამური მაქსიმუმი აღინიშნება აღინიშნება ივნისში და აგვისტოში (89-93 მმ). ჭლის განმავლობაში საშუალოდ 10 დღე აღინიშნება ინტენსიური ნალექები, როდესაც მოსული ნალექები ტოლია, ან მეტი 20 მმ-სა.

ხშირად მოდის თოვლი. დღეთა რიცხვი თოვლის საფარი შეადგენს დეკემბერში 16-ს, იანვარში და თებერვალში-27-ს, მარტში-21, აპრილში-2-ს. თოვლის საფარის წარმოქმნის საშუალო თარიღია 27 ნოემბერი, ყველაზე ადრეული თარიღი - 6 ოქტომბერი, ყველაზე გვიანი თარიღი - 27 დეკემბერი. თოვლის საფარის გაქრობის საშუალო თარიღებია შესაბამისად 2 აპრილი, 5 მარტი და 29 აპრილი. თოვლის საფარის საშუალო დეკადური სიმაღლე იანვარში აღწევს 27 სმ-ს.

ატმოსფეროს განსაკუთრებული მოვლენებიდან დამახასიათებელია ელჭექი და სეტყვა. ჭლის განმავლობაში ელჭექიან დღეთა რიცხვი საშუალოდ 39-ია. ელჭექი აქტიურდება წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში. წელიწადში მხოლოდ 2 დღე აღინიშნება სეტყვით. სეტყვა ყველაზე ხშირად მოდის მაის-ივნისში, საერთოდ არ მოდის ოქტომბრიდან თებერვლის ჩათვლით.

ნახ. 3.2.2-ზე წარმოდგენილია ამინდების სტრუქტურა ფასანაურში სამედიცინო კლიმატოლოგიისა და კლიმატოთერაპიის მოთხოვნების შესაბამისად.

როგორც ნახ.3.2.2-დან ჩანს ზამთრის სეზონში ყველაზე ხშირია IX კლასის, ანუ ყინვიანი მზიანი ამინდები, მათი განმეორადობა 50%-ს შეადგენს. ასეთი ამინდები ყალიბდება ანტიციკლონის პირობებში, გაზრდილი ატმოსფერული წნევის დროს. გაზაფხულის დასაწყისში და შემოდგომის დასასრულს IX კლასის ამინდების განმეორადობა კლებულობს 20-40 %-მდე. ზამთარში აღინიშნება აგრეთვე ღრუბლიანი (YIII კლასი) და მოდრუბლული სუსტი ყინვიანი, ხშირად თოვლით ამინდები (X კლასი), თითოეული 20%-ის განმეორებადობით.

ლებელია არასასურველი მეტეოტროპული რეაქციების განვითარება, რაც განპირობებულია ფრონტის გავლის დროს მეტეოროლოგიური პირობების მკვეთრი ცვალებადობით.

ზაფხულში ყალიბდება აგრეთვე მზიანი, ცხელი და მშრალი ამინდები (II კლასი). მათი განმეორადობა არ აღემატება 5%-ს. ეს კლასი საერთოდ ჯანმრთელ ამინდებს მიეკუთვნება, თუმცა შესაძლებელია შუადღეს გამოიწვიოს ორგანიზმის გადახურება და მზის “დარტყმა”.

გუდაური - კლიმატური, სამთო-სათხილამურო კურორტი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, ზღვის დონედან 2196 მ სიმაღლეზე. თბილისიდან დაშორებულია 120 კმ-ით.

სათხილამურო სეზონი გრძელდება დეკემბრიდან აპრილამდე. პირველი კეთილმოწყობილი სასტუმრო 1988 წელს აშენდა “მარკო პოლი”(ამჟამად “გუდაური”). ამავე პერიოდში ავსტრიული კომპანიის მიერ აშენდა საბაგრო გზა, რამაც განაპირობა კურორტის შემდგომი განვითარება. დღეისათვის კურორტზე მოქმედებს 5 საწვეელი, რომლებსაც მოთხილამურეები აპყავთ 3270 მ სიმაღლეზე (მთა სამელზე) და 3006 მ სიმაღლეზე (მთა კუდეზზე). საწვეელის ქვედა სადგური მდებარეობს 1990 მ სიმაღლეზე. სათხილამურო ტრასების საერთო სიგრძე 50 კმ-ია. ტრასების საერთო რაოდენობა 22-ია. კურორტის საწვეელებს შეუძლია ერთდროულად მოემსახუროს 11000 სტუმარს. ტრასების 20% პროფესიონალებისთვის არის განკუთვნილი, 80% კი მოყვარულთათვის.

ვაჟას წყარო - ბალნეო-კლიმატური კურორტი დუშეთის მუნიციპალიტეტში, მდებარეობს ფშავის არაგვის ხეობაში, კავკასიონის საშუალო მთის ზონაში, დაბა ჩარგალთან, ზღვის დონიდან დაახლოებით 1000-1100 მ სიმაღლეზე. რელიეფი მთაგორიანია. ზამთარი ცივი, საკმაოდ თოვლიანი იცის, იანვრის საშუალო ტემპერატურა მინუს 4.7°C-ია. ზაფხული თბილია, აგვისტოს საშუალო ტემპერატურა 18.6°C-ია. ნალექების წლიური რაოდენობა 1000 მმ-ია. გავრცელებულია შერეული მცენარეულობა-მუხა, რცხილა, სოჭი, ნაძვი, ფიჭვი.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია: დაბალი მთის ჰავა და სამკურნალო მინერალური წყლები – ნახშირმჟავა, კაჟიანი, ბორიანი, ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმიანი-რკინიანი მინერალური წყალი, საერთო მინერალიზაციით 1.2-27.2 გ/დმ³ და ნახშირ-

მჟავა – ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმიან-კალციუმიანი (და კალციუმიან-ნატრიუმიანი), რკინიანი მინერალური წყლები, საერთო მინერალიზაციით 2.5-11.8 გ/დმ³.

მკურნალობის სახეობებია მინერალური წყლის აბაზანები და მიღება, აგრეთვე პასიური კლიმატოთერაპია.

ყანჩავეთი - ბალნეო-კლიმატური საკურორტო ადგილი ხარულის ქედის სამხრეთ მთისწინეთში, მდინარე ყანჩაურისხევის (ქსნის მარჯვენა შენაკადი) ნაპირებზე, ზღვის დონედან 950-1000 მ სიმაღლეზე, ახალგორიდან 6 კმ დაშორებით. 2008 წლიდან ოკუპირებულია რუსეთის ფედერაციის მიერ.

საკურორტო ადგილის ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია დაბალი მთის ჰავა და სუსტად სულფიდური ჰიდროკარბონატულ-სულფიდური, ნატრიუმიანი მინერალური წყლები საერთო მინერალიზაციით 1.5-2.0 გ/დმ³.

კურორტის სამკურნალო ფაქტორები ნაჩვენებია გულსისხლძარღვთა სისტემის, სუნთქვის, ძვალ-სახსართა და ნერვული სისტემათა, ცისტიტის, ქრონიკული პროსტატიტის, ენდოკრინოლოგიური და გინეკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ.

ცხვარიჭამია - კლიმატური საკურორტო ადგილი მცხეთის მუნიციპალიტეტში. მდებარეობს საბადურის ქედზე, მდინარე თეზმის ხეობაში, ზღვის დონედან 1180 მეტრზე. საბადურის ტყე ულამაზესი ადგილია. განსაკუთრებით მშვენიერია ის შემოდგომასა და ზამთარში. ტყე წარმოადგენს თბილისის ნაციონალური პარკის ნაწილს და შედის მსოფლიოს ულამაზესი ტყეების ოცეულში.

ზაფხული თბილი და ხანგრძლივი იცის, ზამთარი რბილი. მდიდარი მცენარეული საფარი, ხელს უწყობს რეკრეაციულ საკურორტო ზონად ჩამოყალიბებას. ცხვარიჭამიის კლიმატი სასარგებლოა სასუნთქი ორგანოების მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის.

3.3. ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები

საქართველოს მრავალფეროვანი კლიმატური პირობები ქმნის ტურიზმის განვითარების უზარმაზარ პოტენციალს. თუმცა, საქართველოში კლიმატური პოტენციალის განსაზღვრა ტურიზმის სტანდარტების შესაბამისად, ისევე როგორც ეს არის მიღებული განვითარებულ

ქვეყნებში, ჯერ-ჯერობით ვერ განხორციელდა. ამან შეიძლება უარყოფითი გავლენა იქონიოს საქართველოში პოტენციური ტურისტების მოზიდვაზე.

ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შესაფასებლად პირველად საქართველოს პირობებში გამოყენებული იქნა ტურიზმის კლიმატური ინდექსი (Tourism Climatic Index–TCI), რომელიც განისაზღვრება სხვადასხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების შეხამების საფუძველზე. ტურისტული ინდუსტრიის განვითარების მიზნით აუცილებელია ტურისტული რესურსების პოტენციალის დადგენა სეზონების და თვეების მიხედვით. TCI–ის საშუალებით კი მხოლოდ წლიური მნიშვნელობები გამოითვლება. ამავე დროს ამ ინდექსში კომპლექსურად არ არის ჩართული თერმო ფიზიოლოგიური კომპონენტი, რომელიც აუცილებელია ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების შესაფასებლად.

ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებაზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შესწავლის მიზნით განსაზღვრული იქნა დასვენების კლიმატური ინდექსი – HCI, რომელიც წარმოადგენს კომპლექსურ კლიმატურ მახასიათებელს და განისაზღვრება სხვადასხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების საფუძველზე. დასვენების კლიმატური ინდექსი უფრო ზუსტად შეაფასებს კლიმატის ზემოქმედებას ტურისტულ ინდუსტრიაზე, რადგან ის უზრუნველყოფს იმ ნაკლოვანებების აცილებას, რაც გააჩნია ტურიზმის კლიმატურ ინდექსს TCI.

HCI-ის განსაზღვრისას გათვალისწინებულია, რომ სხვადასხვა დანიშნულების პუნქტებს ესაჭიროებათ სხვადასხვა სახის კლიმატური ინფორმაცია ორი ძირითადი სეგმენტისათვის – ურბანული და მასობრივი ტურიზმი. HCI-ის განსაზღვრისთვის გამოიყენება 5 კლიმატური პარამეტრი: ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$), ფარდობითი სინოტივე (%), (ამ ორი პარამეტრის კომპლექსს წარმოადგენს ჰაერის ეფექტური ტემპერატურა T), ღრუბლიანობა - A (%), ნალექების რაოდენობა - R_a (მმ) და ქარის სიჩქარე - W (მ/წმ). დასვენების კლიმატური ინდექსი (HCI) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\text{HCI} = 4 \cdot T + 2 \cdot A + 3 \cdot R_a + W \quad (3.3.1)$$

ჰაერის ეფექტური ტემპერატურა გამოითვლება სპეციალური ნომოგრამის მიხედვით.

საკვლევი პარამეტრების შედარება მოხდა ორი 30-წლიანი პერიოდისთვის, I (1956–1985 წლები) და II (1986–2015 წლები) სტიუდენტის კრიტერიუმის მიხედვით, როდესაც $\alpha \leq 0.15$. განსაზღვრულია HCl ინდექსის და მისი შემადგენელი პარამეტრების ცვლილებათა კანონზომიერებანი მცხეთა-თიანეთის რამოდენიმე ტურისტული დანიშნულების პუნქტისათვის.

დამუშავებული მეთოდიკის მიხედვით განსაზღვრული იქნა ტურიზმის კლიმატური ინდექსის მნიშვნელობები მცხეთა-თიანეთის რამოდენიმე პუნქტის მიხედვით.

ფასანაურში HCl ინდექსის თვიური მნიშვნელობები 1956 – 2015 წლების მანძილზე იცვლება 44-დან (“მისაღები”, აპრილი) 95-მდე (“იდეალური”, სექტემბერი). **HCl-ის** საშუალო თვიური მნიშვნელობები დაკვირვების მთელ პერიოდში შეიცვალა 61,9-დან (“სასიამოვნო”, იანვარი) 87,2-მდე (“შესანიშნავი”, სექტემბერი).

1956 დან 2015 მდე **HCl** ინდექსის საშუალო მნიშვნელობების ტრენდი მთლიანად შეიცვალა დადებითი მიმართულებით. **HCl-ის** ნიშნადი წრფივი დადებითი ტრენდი აღინიშნება თებერვალში, მარტში და სექტემბერში, აგრეთვე წლის ცივ პერიოდში და მთლიანად წლის მანძილზე. HCl ინდექსის საშუალო თვიური მნიშვნელობების ტრენდს მთლიანად გააჩნია დადებითი ტენდენცია. მნიშვნელოვანი წრფივი დადებითი ტრენდი HCl ინდექსის მნიშვნელობისა წლის ზოგიერთ თვეებში დაიკვირვება თებერვალში, მარტში და სექტემბერში და აგრეთვე წლის ცივ პერიოდში მთლიანად; შემცირება კი - ივლისში და აგვისტოში.

რაც შეეხება ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის რეიტინგს დაკვირვების მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით აღინიშნა შესამჩნევი შემცირება ივლისსა და აგვისტოში, და თბილ პერიოდში, ზრდა აღინიშნა თებერვალში, აპრილში, ოქტომბერში და წლის ცივ პერიოდში; ღრუბლიანობის რეიტინგის ზრდა აღინიშნა ყველა თვეებსა და სეზონებში, იანვრის, ოქტომბრის და დეკემბრის გარდა; ნალექების რეიტინგი გაიზარდა აპრილში და შემცირდა აგვისტოსა და სექტემბერში; ქარის სიჩქარის რეიტინგი შემცირდა აგვისტოში და ოქტომბრიდან დეკემბრის ჩათვლით და წლის ყველა პერიოდების მიხედვით.

ფასანაურში 1986-2015 წლებში 1956-1985 წლებთან შედარებით HCl ინდექსის რეიტინგში ეფექტური ტემპერატურის წილი შემცირდა ივლისში, აგვისტოში, წლის თბილ პერიოდში და მთლიანად წლის მანძილზე, გაიზარდა - ოქტომბერში; ღრუბლიანობის რეიტინგი გაი-

ზარდა წლის ყველა თვესა და სეზონში ოქტომბრის გარდა; იანვარში, მარტში წლის თბილ და ცივ პერიოდში. ატმოსფერული ნალექების წილის რეიტინგი შემცირდა იანვრიდან მარტის ჩათვლით, სექტემბერში, წლის ცივ პერიოდში და მთლიანად წლის მანძილზე და გაიზარდა აგვისტოში; რაც შეეხება ქარის სიჩქარეს მისი წილი გაიზარდა აგვისტოში და შემცირდა წლის ყველა თვეებსა და სეზონებში, მაისის, ივნისის, ივლისის და ოქტომბრის გარდა.

1956-2016 წლების მანძილზე უდიდესი განმეორებადობა **HCI** ინდექსის მნიშვნელობებისა შესაბამება ფასანაურში კატეგორიას: “კარგი“ (36,9%-ის შემთხვევაში), უმცირეს კატეგორიას „მისაღები“ (0,7 % შემთხვევაში). დაკვირვების მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით ფასანაურში კლიმატის ცვლილებამ განაპირობა ინდექსის კატეგორიის გაზრდა ერთი საფეხურით მხოლოდ აპრილის თვეში (“კარგი” → “ძალ. კარგი). **HCI**-ის კატეგორია “სასიამოვნო” განმეორებადობა შემცირდა 13,6%-დან 11,1 %-მდე (შესაბამისად 50 და 41 დღე წელიწადში). კატეგორია “კარგი” შემცირდა 23,6%-დან 25 %-მდე (შესაბამისად 86 და 91 დღე წელიწადში) კატეგორია “ძალიან კარგი“ გაიზარდა 17,5 % -დან 19,7 %-მდე (შესაბამისად 64 და 72 დღე წელიწადში). კატეგორია “შესანიშნავი“ შემცირდა 34,7 %-დან 29,4 %-მდე (შესაბამისად 127 და 108 დღე წელიწადში). როგორც მიღებული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს მთლიანად ფასანაურში თითქმის მთელი წელიწადი არის ხელსაყრელი ბიო კლიმატური პირობები ტურიზმისა და დასვენებისათვის.

გუდაურში HCI ინდექსის თვიური მნიშვნელობები 1956 – 2015 წლების მანძილზე იცვლება 26-დან (“ძალიან არახელსაყრელი” იანვარი, თებერვალი), 98-მდე (“იდეალური”, ივლისი). **HCI** ინდექსის თვიური მნიშვნელობები დაკვირვების მთელი პერიოდისათვის არის დადებითი. ნიშნავი წრფივი დადებითი ტრენდი აღინიშნება წლის ზოგიერთ თვეებში თებერვალში, მაისიდან ნოემბრის ჩათვლით და აგრეთვე წლის თბილ პერიოდში.

რაც შეეხება ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის რეიტინგს დაკვირვების მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით აღინიშნა შესამჩნევი ზრდა ივნისიდან ოქტომბრის ჩათვლით; ღრუბლიანობის რეიტინგის ზრდა აღინიშნა ყველა თვეებსა და სეზონებში, იანვრის, აგვისტოს და ოქტომბრის გარდა; ნალექების რეიტინგი გაიზარდა მაისში და შემცირდა ოქტომბერში, ნოემბერში და წლის ცივ პერიოდში; ქარის

სიჩქარის რეიტინგი შემცირდა იანვარში, ივლისში აგვისტოში, ოქტომბერში, ნოემბერში და წლის ყველა პერიოდების მიხედვით.

1986-2015 წლებში 1956-1985 წლებთან შედარებით გუდაურში **HCI** ინდექსის რეიტინგში ეფექტური ტემპერატურის წილი გაიზარდა ივნისში, ოქტომბრიდან-დეკემბრის ჩათვლით, წლის ყველა სეზონში და მთლიანად წლის მანძილზე, შემცირდა მხოლოდ მაისში; ღრუბლიანობის რეიტინგი გაიზარდა თებერვალში, მარტში, სექტემბერში, ნოემბერში, დეკემბერში, წლის ყველა სეზონში და მთლიანდ წლის მანძილზე; ატმოსფერული ნალექების წილის რეიტინგი შემცირდა თებერვალში, მაისში, ივლისში, სექტემბერში, ოქტომბერში, დეკემბერში, წლის ცივ პერიოდში და მთლიანად წლის მანძილზე და გაიზარდა მხოლოდ აპრილში; რაც შეეხება ქარის სიჩქარეს **HCI** ინდექსის მისი წილი გაიზარდა მხოლოდ აპრილში და შემცირდა ივნისიდან აგვისტოს ჩათვლით, დეკემბერში და ზოგადად წლის ცივ პერიოდში.

1956-2016 წლების მანძილზე უდიდესი განმეორებადობა **HCI** ინდექსის მნიშვნელობებისა შეესაბამება გუდაურში კატეგორიას კარგი“ (35,9%-ის შემთხვევაში), უმცირეს კატეგორიას „ძალიან არახელსაყრელი“ (0,3 % შემთხვევაში). დაკვირვების მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით გუდაურში კლიმატის ცვლილებამ განაპირობა ინდექსის კატეგორიის გაზრდა ერთი საფეხურით მხოლოდ ის თვეში (“კარგი” → “ძალ. კარგი). **HCI**-ის კატეგორია “სასიამოვნო” განმეორებადობა შემცირდა 33,6%-დან 27,5 %-მდე (შესაბამისად 25 და 31 დღე წელიწადში). კატეგორია “კარგი” შემცირდა 37,6%-დან 34.4 %-მდე (შესაბამისად 122 და 101 დღე წელიწადში) კატეგორია “ძალიან კარგი“ გაიზარდა 16,9 % -დან 20,0%-მდე (შესაბამისად 62 და 73 დღე წელიწადში). კატეგორია “შესანიშნავი“ გაიზარდა 3,3%-დან 7,8%-მდე (შესაბამისად 12 და 28 დღე წელიწადში). მთლიანად გუდაურში. ისევე როგორც ფასანაურში პრაქტიკულად კლიმატური პირობები არის ხელსაყრელი ტურისტული საქმიანობისათვის.

სტეფანწმინდაში **HCI** ინდექსის თვიური მნიშვნელობები 1956 – 2015 წლების მანძილზე იცვლება 62-დან (“მისაღები”, თებერვალი, აპრილი) 100-მდე (“იდეალური”, სექტემბერი). **HCI** ინდექსის საშუალო თვიური მნიშვნელობების ტრენდი ყველა დაკვირვებების მიხედვით არის დადებითი. ნიშნავი წრფივი დადებითი ტრენდი **HCI** ინდექსის საშუალო თვიური რაოდენობების მიხედვით აღინიშნება წლის ზოგიერთ თვეებში.

რაც შეეხება ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის რეიტინგს დაკვირვების მეორე პერიოდში პირველთან შედარებით აღინიშნა შესამჩნევი ზრდა ივნისში, აგვისტოში, ოქტომბრის ჩათვლით; ღრუბლიანობის რეიტინგის ზრდა აღინიშნა თებერვალში და სექტემბერში; შემცირდა ოქტომბერში; ნალექების რეიტინგი შემცირდა თებერვალში, მარტში, ივნისში და შემცირდა ოქტომბერში, ნოემბერში და წლის ცივ პერიოდში; ქარის სიჩქარის რეიტინგი შემცირდა იანვარში, ივლისში აგვისტოში, ოქტომბერში, ნოემბერში და წლის ყველა პერიოდების მიხედვით.

ტურიზმის ინდუსტრია მთელ რიგ რისკებს შეიცავს. უცხოური ვალუტის გაცვლის, საწვავსა და ტრანსპორტზე ფასების ხშირი რყევების გარდა, განსაკუთრებით ბოლო წლებში იგი ამკარად მოწყვლადი გახდა კლიმატური პირობების მიმართ. მთის ეკოსისტემები მძაფრად რეაგირებს კლიმატის ცვლილებაზე. ამ პროცესმა შესაძლებელია გამოიწვიოს მთელი რიგი ნეგატიური შედეგები, ზამთრის სეზონების შემცირება, მყინვარების უკან დახევა და ასევე წყლის რესურსების შემცირება. კლიმატის ცვლილების მიმართ განსაკუთრებით მგრძობიარეა ზამთრის ტურიზმის სექტორი. ზოგიერთ კურორტებზე მოსალოდნელია სამთო-სათხილამურო სეზონის და დასვენების ზონის ხანგრძლივობის შემცირება. ამდენად აუცილებელია ზამთრის კურორტების კლიმატური მახასიათებლების ცვლილებათა კანონზომიერების დადგენა, რათა განსაზღვრული იქნეს დროულად სეზონის დაწყების და დამთავრების თარიღები სამთო-სათხილამურო ტურიზმის გეგმაზომიერი განვითარების მიზნით.

მიღებული მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, რომ გუდაურში დაკვირვებათა მთელი პერიოდისათვის თოვლის სეზონი საშუალოდ დაიწყო 23 ნოემბერს, ხოლო დასრულდა 5 მაისს. პირველ (1956-1985) და მეორე (1986-2015) პერიოდში დასაწყისი ამ სეზონებისა არის 15 და 29 ნოემბერი, ხოლო დასასრული კი 28 მარტი და 2 აპრილი. ყველაზე ადრეული თარიღი თოვლის მოსვლის არის 13 ოქტომბერი, ხოლო ყველაზე გვიანი-31 იანვარი. ყველაზე ადრე სეზონი დამთავრდა საკვლევ პერიოდში - 31 მარტს, ხოლო ყველაზე გვიან-31 მაისს (იხ. ცხრილი 3.3.1.).

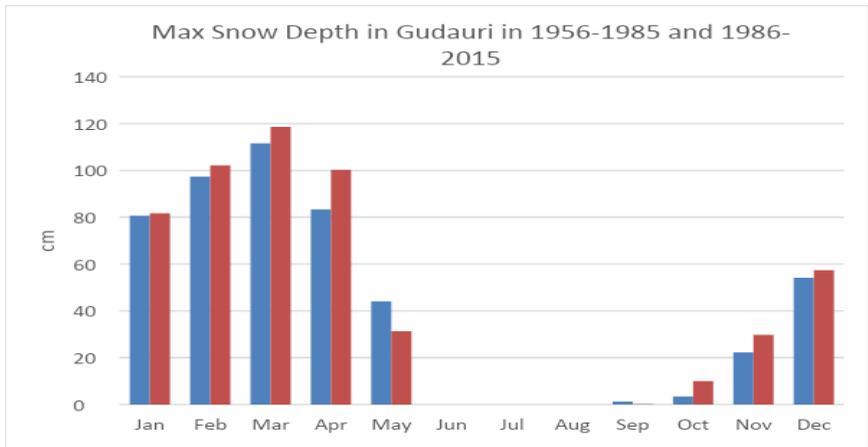
გუდაურში დაკვირვების მთელ პერიოდში (35 სეზონი) თოვლის საფარის ხანგრძლივობა შეადგენს 120 დღეს. თოვლის საფარის ტრენდი კი არის უარყოფითი. მეორე პერიოდში თოვლის საფარის ხანგრძლივობა პირველთან შედარებით შემცირდა 19 დღით ($\alpha < 0,05$).

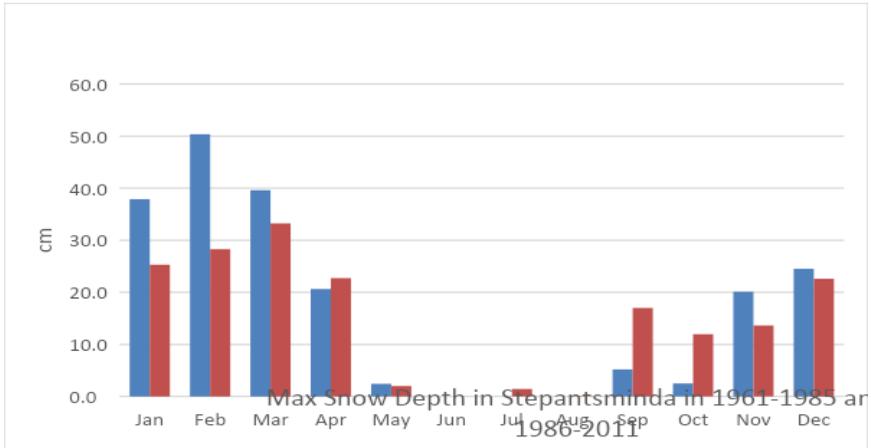
ცხრილი 3.3.1: თოვლის საფარის ხანგრძლივობის სტატისტიკური მახასიათებლები

პუნქტი	წლები	სეზონის დასაწყისი	სეზონის დასასრული	სეზონის ხანგრძლივობა (დღე)	სეზონების რაოდენობა
გუდაური	1956-2015	23 ნოემბერი	5 მაისი	165	35
	1986-2015	29 ნოემბერი	3 მაისი	156	19
	1956-1985	15 ნოემბერი	7 მაისი	175	16
სტეფან-წმინდა	1956-2015	10 დეკემბერი	24 მარტი	89	17
	1986-2015	30 ნოემბერი	25 მაისი	90	13
	1956-1985	11 იანვარი	30 აპრილი	89	17

გუდაურში დაკვირვების მთელ პერიოდში (46 სეზონი) თოვლის საფარის ხანგრძლივობა შეადგენს 184 დღეს. თოვლის საფარის ტრენდი არის დადებითი. მეორე პერიოდში კი თოვლის საფარის ხანგრძლივობა პირველთან შედარებით გაიზარდა 9 დღით ($\alpha < 0,05$).

ნახ. 3.3.1-ზე წარმოდგენილია თოვლის საფარის მაქსიმალური სიღრმის მახასიათებლები გუდაურში და სტეფანწმინდაში 1956-2015 წლების განმავლობაში ორ სხვადასხვა პერიოდში-195-1985 და 1986-2015 წლებში.





ნახ. 3.3.1. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიღრმის მახასიათებლები გუდაურში და სტეფანწმინდაში 1956-2015 წ წ.

როგორც ნახ.3.3.1.-დან ჩანს თოვლის საფარის მაქსიმალური სიღრმე შედარებით სტაბილურია გუდაურში, ხოლო გაცილებით მერყევია სტეფანწმინდაში.

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 უზრუნველყოს სხვადასხვა სისიტემის და სიმძლავრის ჰელიოდანადგარების მუშაობის ოპტიმალური პირობები.

მომდევნო პერიოდში 1987 წლს გამოქვეყნდა სამი ავტორის - სვანიძე, გაგუა და სუხიშვილის კომპლექსური მონოგრაფია (Сваниძე Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеოиздат, 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, ღრუბ-

ლიანობაზე, 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. მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიის ჰელიოენერგეტიკული რესურსების დონით კომპლექსურ დარაიონებას საფუძვლად დაედო ისეთი რეპრეზენტატული მახასიათებლები, როგორცაა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციების დღე-ღამური (I,VII), თვიური (I,VII), სეზონური და წლიური ჯამები. მზის ნათების ხანგრძლივობის დღე-ღამური (I,VII), თვიური (I,VII), სეზონური და წლიური ჯამები (სთ), იანვარში და ივლისში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა (ბალებში), საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილ დღეთა რიცხვი წელიწადში, ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურა იანვარში და ივლისში. იმ ხუთი ჰელიოენერგეტიკული ზონიდან, რომლებიც გამოყოფილია ჰელიოენერგეტიკული რესურსების ტერიტორიული განაწილების სქემატურ რუკაზე, მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორია აღმოჩნდა მეორე (E), მესამე (B), მეოთხე (F), და მეხუთე (D) ზონების ფარგლებში.

მეორე ზონას (E) უკავია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის დაბლობებს. 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 (I,VII) 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 (V-IX).

1200-1250 საათს, წელიწადში 2000-2400 საათისა. 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.

მესამე ზონას (B) უკავია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიის ფარგლებში განეკუთვნება დიდი კავკასიონის წინამთის და შუამთის ნაწილები. 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. ამ ზონაში შესაძლოა გამოყენებული იქნეს საშუალო და მცირე ზომის ჰელიოსისტემები. 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 (V-IX) 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 (V-IX). 1200-1250 საათს, წელიწადში 2000-2400 სეზონში (V-IX) 1100-1200, წელიწადში 2000-2200 საათისა. ჰელიოდანადგარების მუშაობა ამ ზონაში ტოლია წელიწადში 1800-1900 ზაფხულში (VI-VIII) 650-700 საათისა. აცდენების ხანგრძლივობა კი ტოლია წელიწადში 6800-6900, ზაფხულში (VI-VII) 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.

მეოთხე (Γ) ზონა მოიცავს ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობის დაბლობ და წინამთის ტერიტორიას მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში. აქ დღე-ღამის განმავლობაში ჰორიზონტალური ზედაპირის თვითოეული კვადრატული მეტრი ღებულობს ჯამური რადიაციის 18-20 მჯ-ს და მზის პირდაპირი რადიაციის 9-11 მჯ-ს, რაც თვეში შესაბამისად შეადგენს 650-600 (ჯამური რადიაცია) და 300-350მჯ/მ²-ს (პირდაპირი რადიაცია). მეოთხე ზონაში შესაძლებელია ჰელიოსისტემების ცალკეული სახეობების გამოყენება. იანვარში და ივლისში ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის პირდაპირი რადიაციის ჯამი შეადგენს დღე-ღამეში 2-4 და 9-11 მჯ/მ²-

ს, თვეში 80-100 და 300-350მჯ/მ²-ს, სეზონში (V-IX) 1600-1700, წელიწადში 2600-2700 მჯ/მ²-ს. ამავე თვეებში (I,VII) ჯამური რადიაციის ჯამი შესაბამისად შეადგენს დღე-ღამეში 5-6 და 18-20 მჯ/მ²-ს, თვეში 160-170 და 550-600 მჯ/მ²-ს, წელიწადში 4500-4800 მჯ/მ²-ს. მზის ნათების ხანგრძლივობა იანვარში და ივლისში შესაბამისად შეადგენს დღე-ღამეში 3-4 და 6-7 საათს, თვეში 90-100 და 200-250 საათს, სეზონში (V-IX). 1050-1100 საათს, წელიწადში 1900-2100 საათის. ჰელიოდანადგარების მუშაობის ხანგრძლივობა ამ ზონაში ტოლია წელიწადში 1700-1800, ზაფხულში (VI-VIII) 550-650 საათისა. მოცდენების ხანგრძლივობა კი ტოლია წელიწადში 6900-7000, ზაფხულში (VI-VII) 1600-1650 საათისა. ამ ზონაში საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა მერყეობს იანვარში 7,0-7,5 ბალის ფარგლებში, ივლისში 6,0-6,5 ბალის ფარგლებში. მოწმენდილი დღეების რიცხვი საერთო ღრუბლიანობით მერყეობს 50-60-ის ფარგლებში.

მეხუთე (D) ზონაში მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე გაერთიანებულია ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილოეთის ფერდობის ცალკეული რაიონები, რომლებიც ხასიათდებიან წელიწადის თბილ პერიოდში ოროგრაფიული ღრუბლიანობის დიდი განმეორადობით (მაგალითად ჯვრის უღელტეხილი, გუდაური). ამ ზონაში მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციის საშუალო დღე-ღამური ჯამები შესაბამისად შეადგენს 8-9 და 16-18 მჯ/მ²-ს. თვიური ჯამები კი 650 მჯ/მ²-ს და 500-550მჯ/მ²-ს. მაგალითად, ამ ზონაში განლაგებულ სადგურ ჯვრის უღელტეხილზე დღე-ღამის განმავლობაში ჰორიზონტალური ზედაპირის თვითოეულ კვადრატულ მეტრზე მოდის მზის პირდაპირი რადიაციის 4-5ჯ და 12-13 მჯ, რაც თვეში შესაბამისად 140-150(I) და 350-400 (VII) მჯ/მ²-ს, სეზონში (V-IX) იგი ტოლია 1500მჯ/მ²-ისა, წელიწადში კი 3000 მჯ/მ²-ისა. ჯამური რადიაციის ჯამი შესაბამისად შეადგენს დღე-ღამეში 8-9 (I) და 20-23 (VII) მჯ/მ²-ს, თვეში 270-280 (I) და 600-650 (VII) მჯ/მ²-ს, წელიწადში 5000-5500 მჯ/მ²-ს. მზის ნათების ხანგრძლივობა იანვარში და ივლისში ტოლია დღე-ღამეში 4-5 და 6-7 საათს, თვეში 130-140 (I) და 190-200 (VII) საათს, სეზონში (V-IX) 950-1050 საათს, წელიწადში 1800-1900 საათს. ამ სადგურზე ჰელიოდანადგარების მუშაობის ხანგრძლივობა ტოლია წელიწადში 1500-1600 საათისა, ზაფხულში (VI-VIII) 450-500 საათისა. ჰელიოდანადგარების

მოცდენების ხანგრძლივობა კი წელიწადში ტოლია 7000-7200 საათისა, ზაფხულში კი (VI-VIII) 1650-1750 საათისა.

ამ სადგურზე საერთო ღრუბლიანობის რაოდენობა მერყეობს იანვარში 5,5-6,0, ივლისში 7,0-7,5 ბალის ფარგლებში. საერთო ღრუბლიანობით მოწმენდილი დღეების რიცხვი წელიწადში შეადგენს 30-ს.

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 სწარმოებს 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, Гагуა., Сухишвили) გამოქვეყნდა ფუნდამენტური ნაშრომი, რომელშიც გაანალიზებული და შეფასებულია ქარის, მზის და ჰიდროენერგიის პოტენციალი საქართველოს ტერიტორიაზე. მზის რადიაციის რე-

სურსების კადასტრული შესწავლის და შეფასების პრინციპულად ახალი მეთოდური საფუძვლები ჩამოყალიბებულია გ. გრინევიჩის შრომებში (Гриневиц, 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 დამოკიდებულებით 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 (იხ.ცხრილი 3.5.1).

ადგილის სიმაღლის მატების პარალელურად ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარე იზრდება მ/მთ სადგურ ყაზბეგზე, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე შეადგენს 6,4მ/წმ-ს, ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიის ამ სადგურზე მერყეობს 0,7მ/წმ (ქვეშეთი) – 6,4 მ/წმ (მ/მთ ყაზბეგი) ფარგლებში. შედარებით მაღალი ქარის საშუალო წლიური მნიშვნელობა დაფიქსირებულია სადგურ მუხრანში (550მ) 3,6 მ/წმ. რაც შეეხება მთიან და მაღალმთიან სადგურებს კობი, ჯვრის უღელტეხილი, გუდაური, დაბა ყაზბეგი და სხვა ქარის სიჩქარის საშუალო წლიური სიდიდეები ამ სადგურებზე დაბალია (როგორც დაბლობ რაიონებში) და არ შეესაბამება მათ აბსოლუტურ სიმაღლეებს.

ქარის სიჩქარის საშუალო თვიური და საშუალო წლიური მნიშვნელობებთან ერთად ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ქარის აქტიური და არააქტიური სიჩქარეების სიდიდე. ქარის აქტიური ($v \geq 3$ მ/წმ, $v \geq 5$ მ/წმ) და არააქტიური ($v = 0-2$ მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%) მოცემულია ცხრილ 3.5.1.-ში.

ცხრილი 3.5.1. ქარის აქტიური (v 3მ/წმ, v≥5მ/წმ) და არააქტიური (v=0-2მ/წმ) სიჩქარეების განმეორადობა წელიწადში (%).

სადგური	ქარის სიჩქარე				
	0-2	≥3	≥5	≥8	≥10
მ/მთ ყაზბეგი	48	52	46	32	27
მუხრანი	75	25	15	9	7
თბილისი	50	50	38	29	26
სამგორი	56	44	32	20	14

ქარის საშუალო სიჩქარის (v≥3მ/წმ) წლიური განმეორადობა ამ სადგურების მონაცემების თანახმად იცვლება 25-52%-ის ფარგლებში. ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი (52%) დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის (სადგური მ/მთ ყაზბეგი). ამ ზონაში ქარის საშუალო სიჩქარის (v≥5მ/წმ) განმეორადობა შეადგენს 46%-ს. მცხეთა-მთიანეთის რაიონის დაბლობ ნაწილში ქარის სიჩქარეების v≥3მ/წმ განმეორადობა წელიწადში შეადგენს 25-50%-ს ქარის 10მ/წმ-ში სიჩქარე აღინიშნება ოთხივე სადგურზე მაქსიმუმით მ/მთ ყაზბეგზე (27%) და თბილისში(26%), მინიმუმით სადგურებზე მუხრანში და საგარეჯოში (7-14%). ქარის 10მ/წმ-ში სიჩქარე დამახასიათებელია დიდი კავკასიონის მაღალმთიანი ზონისათვის.

ქარის საუალო სიჩქარეების (v≥3მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონების მიხედვით და წელიწადში (საათი) მოცემულია ცხრილ 3.5.2.-ში.

ცხრილი 3.5.2. ქარის საშუალო სიჩქარეების (v≥3მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადის სეზონებში და წელიწადში (საათი)

სადგური	ქარის სიჩქარე, მ/წმ							
	≥3	≥4	≥5	≥6	≥7	≥8	≥9	≥10
ზამთარი								
მ/მთ ყაზბეგი	1132	1033	990	872	836	767	718	663
მუხრანი	1498	373	302	253	177	171	116	112
დიდომი	871	587	572	434	422	287	273	187
თბილისი, 3მთ	329	194	121	83	55	38	24	20

თბილისი, აეროპორტი	894	823	749	663	605	563	499	493
სამგორი	825	656	588	466	128	343	307	220
გაზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1143	1059	971	810	764	710	628	565
მუხრანი	648	551	396	330	267	254	202	200
დიდლომი	1108	778	767	671	607	491	463	343
თბილისი, ჰმო	585	326	188	111	69	48	32	23
თბილისი, აეროპორტი	1194	918	872	802	715	673	601	594
სამგორი	966	733	683	549	516	436	394	321
ზაფხული								
მ/მთ ყაზბეგი	1085	1004	899	687	617	503	444	363
მუხრანი	493	365	285	207	159	145	103	100
დიდლომი	1224	837	818	687	670	492	467	294
თბილისი, ჰმო	600	318	158	81	57	28	19	17
თბილისი, აეროპორტი	1394	1183	1021	908	830	775	696	693
სამგორი	1145	925	859	709	668	531	457	347
შემოდგომა								
მ/მთ ყაზბეგი	1231	1135	1078	921	861	726	663	591
მუხრანი	348	183	170	133	88	83	61	54
დიდლომი	817	496	388	354	337	225	217	146
თბილისი, ჰმო	346	202	97	54	35	21	7	7
თბილისი, აეროპორტი	954	818	719	639	558	525	469	433
სამგორი	816	647	603	452	414	326	284	184
წელიწადი								
მ/მთ ყაზბეგი	4591	4241	3932	3292	3082	2706	2453	2182
მუხრანი	1987	1472	1153	923	691	653	485	466
დიდლომი	4020	2698	2545	2146	2036	1495	1420	970
თბილისი, ჰმო	1860	1040	564	329	216	135	82	67
თბილისი, აეროპორტი	4436	3742	3361	3012	2708	2536	2265	2243
სამგორი	3752	2961	2733	2176	2026	1636	1442	1072

როგორც ცხრილ 3.5.2.-ის მონაცემებიდან ჩანს, ქარის საშუალო სიჩქარეების ხანგრძლივობა წელიწადში განხილულ სადგურებზე მერყეობს 1987-4591 საათის ფარგლებში. ქარის საშუალო სიჩქარეების ზრდის შემთხვევაში ადგილი აქვს მისი ხანგრძლივობის შემცირებას. მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე ქარის სიჩქარის ($v \geq 10$ მ/წმ) დროს მისი ხანგრძლივობა მცირდება ორჯერ მეტად ქარის სიჩქარის $v \geq 3$ მ/წმ ხანგრძლივობასთან შედარებით, ანალოგიურ მოვლენას (შემცირებას) ადგილი აქვს თბილისი აეროპორტში, ხოლო თბილისი ჰიდრომეტეოროლოგიური ობსერვატორიის ტერიტორიაზე ქარის სიჩქარის ზრდა 3მ/წმ-დამ 10მ/წმ-მდე მისი ხანგრძლივობა მცირდება თითქმის 28-ჯერ.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა განსახილველ რეგიონში იცვლება წელიწადის სეზონზე დამოკიდებულებით განსახილველ ტერიტორიაზე ქარის საშუალო სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ზამთარში იცვლება 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. თბილისის აეროპორტში და სამგორში ის შეადგენს შესაბამისად 24 და 23 საათს, ხოლო დილომში და მუხრანში 18 და 15 საათს. ეს მახასიათებელი გაზაფხულზე იცვლება ისევ 13 (თბილისი ჰმო) – 27 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში, დილომში ხანგრძლივობა ტოლია 20 საათის, სამგორში კი 22 საათისა, ხოლო სადგურზე მუხრანი და თბილისი აეროპორტი _ შესაბამისად 14 და 18 საათისა.

ზაფხულში ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა მერყეობს 14 (მუხრანი) – 26(მ/მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. შემოდგომაზე კი 13 (მუხრანი) – 29 (მ.მთ ყაზბეგი) საათის ფარგლებში. ზაფხულში ამ მახასიათებლის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისის აეროპორტში – 21 საათი და სამგორში – 23 საათი, მინიმუმ _ მუხრანში და თბილისის ჰმო-ს ტერიტორიაზე – 14 სთ, შემოდგომაზე კი მახასიათებლის მაქსიმუმი დაფიქსირებულია აეროპორტში 22სთ და სამგორში 23სთ, მინიმუმ _ თბილისის ჰმო-ის ტერიტორიაზე – 12სთ და მუხრანში – 13სთ.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა სადგურებზე ძირითადად არინიშნება წელიწადის ცივ (X-II) პერიოდში. იგი შეადგენს მ/მთ ყაზბეგზე 288 სთ-ს ოქტომბერში, მუხრანში 108სთ-ს მაისში, დილომში 138სთ-ს სექტემბერში, თბილისი ჰმო-ში 102სთ-ს დეკემბერში, თბილისის აეროპორტში 204სთ-ს ოქტომბერში, სამგორში 192სთ-ს სექტემბერში.

ქარის ენერგეტიკული კადასტრის მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს გარდა ქარის საშუალო სიჩქარის და მისი აქტიური სიდიდეებისა, აგრეთვე არააქტიური სიჩქარეების ($v \geq 0, \dots, 2მ/წმ$) სიდიდის ხანგრძლივობას და განმეორადობის ალბათობა, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2მ/წმ$) საერთო ხანგრძლივობა (ტსთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P%) წელიწადში საათების რიცხვიდან მოცემულია ცხრილ 3.5.3.-ში.

ცხრილი 3.5.3. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2მ/წმ$) საერთო ხანგრძლივობა (ტსთ) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების ხანგრძლივობის განმეორადობა (P%) წელიწადში საათების რიცხვიდან.

სადგური	t/P	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	წელი
მ/მთ ყაზბეგი	t	1088	1065	1123	953	4169
	P	12	12	13	11	48
მუხრანი	t	1662	1560	1715	1836	6773
	P	19	18	19	21	77
თბილისი ჰმთ	t	1289	1100	984	1367	4740
	P	15	12	11	16	54
თბილისი აეროპორტი	t	1831	1623	1608	1838	6900
	P	21	18	18	21	78
სამგორი	t	1235	1242	1063	1368	5008
	P	5	14	12	16	57

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2მ/წმ$) საერთო ხანგრძლივობის განმეორადობა (%) სეზონების მიხედვით წელიწადში საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით (1) და ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური სვლა (2) მოცემულია ცხრილ 3.5.4.-ში. აქვე მოცემულია ამ მახასიათებლების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობაც. ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა აღნიშნულია ზამთარში.

ქარის საშუალო სიჩქარეების ($v \geq 3მ/წმ$) საერთო განაწილების მიხედვით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე გამოიყოფა ოთხი ენერგეტიკული ზონა.

ცხრილი 3.5.4. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v_{გ}=0, \dots, 2მ/წმ$) საერთო ხანგრძლივობა განმეორადობა (%) საერთო ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით (1), ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური სვლა (2) (საათი), ქარის არააქტიური სიჩქარეების უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა (სთ) და მისი უზრუნველყოფა.

სადგური	1	წელიწადის სეზონი				უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობა	თვე	უზრუნველყოფა, %
	2	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა			
მ/მთ ყაზბეგი	1	25	25	27	23	326	VII	0,7
	2	45	24	26	25			
მუხრანი	1	24	23	26	27	354	X	0,8
	2	45	34	45	55			
დიღომი	1	27	23	21	29	204	XII	0,9
	2	25	19	16	24			
თბილისი ჰმო	1	26	24	23	27	462	II	0,9
	2	46	27	30	43			
თბილისი აეროპორტი	1	29	24	19	28	318	XII	1,0
	2	32	19	16	26			
სამგორი	1	27	25	21	27	438	II	1,0
	2	36	26	22	34			

ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2მ/წმ$) უდიდესი უწყვეტი ხანგრძლივობის მაქსიმუმი აღნიშნულია თბილისში(462სთ) და სამგორში (438სთ), მინიმუმი დიღომში (204სთ). ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობის სეზონური მაქსიმუმი სადგურებზე მ/მთ ყაზბეგი, მუხრანი, თბილისი აღნიშნულია ზამთარში (45,45,46სთ) და შემოდგომაზე სადგურ მუხრანში (55სთ) და თბილისში ჰმო (43სთ). მინიმუმ კი ზაფხულში (16სთ) – დიღომში და თბილისის აეროპორტში.

პირველ ზონაში, რომელსაც უკავია რეგიონის ტერიტორიის მთიანი ჩრდილოეთის ნაწილი (წინამთის საზღვრამდე) ქარის სამუშაო სიჩქარის ($v \geq 3მ/წმ$) ხანგრძლივობა წელიწადში ნაკლებია 2000საათზე. ამ ზონაში ცალკეულ ქედებზე და თხემებზე გამოიყოფა ადგილბი, სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარის ($v \geq 3მ/წმ$) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 400-5000 საათის ფარგლებში მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგი.

მეორე ზონას მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში უკავია წინამთის ტერიტორიის ვიწრო ზოლი, სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარის ($v \geq 3მ/წმ$)

ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 2000-3000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ხელშემწყობი პირობები ნელსვლიანი ქარის სისტემების შეზღუდული გამოყენებისათვის. აქ ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 800-1500 საათის ფარგლებში. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 5750-6350 საათს, ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 17 საათს, ხოლო ქარის არააქტიური სიჩქარეების საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა ტოლია 27 საათის.

მესამე ზონას უკავია მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მთათაშორის დაბლობი ტერიტორია. აქ ქარის საშუალო სამუშაო სიჩქარის ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 3000-4000 საათს. აქ არსებობს რენტაბელური პირობები მხოლოდ ნელსვლიანი ქარის დანადგარებისათვის. ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 5$ მ/წმ) ხანგრძლივობა წელიწადში ტოლია 1450-2700 საათისა. ქარის არა-აქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 5800-5500 საათის ფარგლებში, ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 27 საათს, ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა კი 25 საათის. ამ ზონაში ქარის ენერგეტიკული დონის მიხედვით შედის მდ. მტკვრის აუზის ნაწილი ქ. მცხეთიდან ქ. რუსთავამდე (რომელსაც შეიძლება ეწოდოს მეოთხე ზონა), სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ) ხანგრძლივობა მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში. ამ ზონაში არსებობს ყველა პირობა ნელსვლიანი და შეზღუდული ჩქარსვლიანი ქარის დანადგარების ეფექტური ექსპლოატაციისა. ქარის სამუშაო სიჩქარეების ($v \geq 3$ მ/წმ და $v \geq 5$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა შეადგენს შესაბამისად 4000-5000 და 2000-4000 საათს. ქარის არააქტიური სიჩქარეების ($v=0, \dots, 2$ მ/წმ) საერთო ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 4000-5000 საათის ფარგლებში.

ამრიგად, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის დამახასიათებელია ქარის ენერგორესურსების უზრუნველყოფის ფართო დიაპაზონი. აქ არსებობს პირობები, რომლებიც რენტაბელურია არა მარტო ნელმავალი ქარის დანადგარების ნორმალური მუშაობისათვის, არამედ ნებისმიერი ტიპის ქარის ენერგოდანადგარების ეფექტური გამოყენებისათვისაც.

თავი IV. აგროკლიმატური რესურსები

4.1 აგროკულტურების სითბოთი და ტენით უზრუნველყოფა

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონს საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების თვალსაზრისით საკმაოდ მაღალი ხვედრითი წილი გააჩნია. რეგიონში ძირითადად იწარმოება მარცვლეული, ბოსტნეული, ბაღჩეული, ხეხილოვანი, ვაზი და სხვა კულტურები. თუმცა, სოფლის მეურნეობის შემდგომი განვითარებისა და ფერმერული მეურნეობების რენტაბელობის გაზრდის მიზნით, მნიშვნელოვანია ადგილის აგროკლიმატური რესურსების ეფექტურად გამოყენება, რაც კიდევ მეტად გაზრდის ზემოაღნიშნული კულტურების წარმოებას.

რეგიონი ხასიათდება საკმაოდ რთული რელიეფური პირობებით, რომელიც მდებარეობს 550 მ-დან 2000 მ და მეტ სიმაღლემდე, ზღვის დონიდან. მას დასავლეთიდან ესაზღვრება შიდა ქართლის რეგიონი, ჩრდილოეთით კავკასიონი, აღმოსავლეთით კახეთის და სამხრეთით ქვემო ქართლის რეგიონები. მისი ჩრდილოეთი ნაწილი, ყაზბეგის და დუშეთის მუნიციპალიტეტების ნაწილი განლაგებულია ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ კალთებზე. აქ წარმოებული მარცვლეული, ვაზი (800-1000 მ სიმაღლემდე), ხეხილოვანი, ბოსტნეული და სხვა კულტურები იძლევა საკმაოდ მაღალხარისხოვან პროდუქციას.

აგროკულტურების წარმოებისათვის სითბო, როგორც ძირითადი ფაქტორი მნიშვნელოვან აგროკლიმატურ რესურს წარმოადგენს. ამიტომ, მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე საჭიროა კულტურების ისეთი განლაგება, რომ მაქსიმალურად იყოს გამოყენებული სითბური რეჟიმი. მათი ნორმალური პროდუქტიულობისათვის სასურველია მუნიციპალიტეტების მიხედვით, სითბოს უზრუნველყოფის ცოდნა.

აგრომეტეოროლოგიასა და აგროკლიმატოლოგიაში სითბური რეჟიმის შეფასებისათვის მიღებულია ჰაერის დღეღამური საშუალო ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ზე ზევით მდგრადი გადასვლიდან ტემპერატურის ჯამი , რომელიც ყოველწლიურად იცვლება საშუალო სიდიდიდან $\pm 400-500^{\circ}\text{C}$ და მეტით. გამომდინარე აქედან, არ არის გამორიცხული მოსავლის რაოდენობის მკვეთრი მერყეობა (მატება/კლება). ამიტომ, საჭიროა განისაზღვროს მოცემული რეგიონ-

ნის მუნიციპალიტეტებში აგროკულტურების უზრუნველყოფა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებით ყოველ ათ და მეტ წელში (ცხრილი 4.1.1).

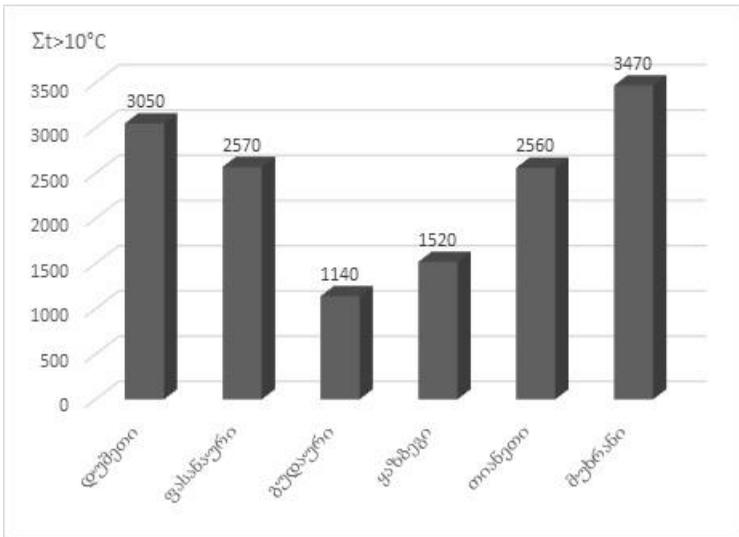
ცხრილი 4.1.1 ჰაერის ტემპერატურათა ჯამის უზრუნველყოფა(%)

მეტეო-პუნქტი	უზრუნველყოფა, %					
	10	30	50	70	90	95
დუშეთი	3400	3170	3050	2910	2720	2660
ფასანაური	2860	2720	2570	2430	2250	2140
გუდაური	1440	1270	1140	1010	810	750
ყაზბეგი	1820	1640	1520	1440	1190	1110
თიანეთი	2860	2670	2560	2420	2250	2140
მუხრანი (მცხეთა)	3780	3570	3470	3340	3180	3060

ცხრილის მიხედვით, რეგიონის ტერიტორიაზე 50%-ით, $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით საშუალოდ 3000°C და მეტი ჰაერის ტემპერატურის ჯამებით უზრუნველყოფილია მხოლოდ დუშეთის და მცხეთის მუნიციპალიტეტები, ხოლო თიანეთის მუნიციპალიტეტი 2500°C -ზე ცოტა მეტით. მაღალმთიანი ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში, აქტიურ ტემპერატურის ჯამი $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით შეადგენს 1520°C . მუნიციპალიტეტების ჰაერის ტემპერატურათა ჯამით უზრუნველყოფის (%) განსაზღვრისათვის, საჭიროა მოცემული მუნიციპალიტეტების მიხედვით, არსებული ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ცოდნა, რომელიც მოცემულია ნახაზზე 4.1.1.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ვაზის ისეთი სამრეწველო საგვიანო ჯიშები, როგორცაა რქაწითელი, მწვანე, თავკვერი, ალიგოტე და სხვა სითბოთი კარგად იქნება უზრუნველყოფილი მცხეთის ტერიტორიაზე. დუშეთის მუნიციპალიტეტში $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით ტემპერატურათა ჯამით უზრუნველყოფილი იქნება საშუალოდ მწიფადი ჯიშები - საფერავი, ჩინური, გორული მწვანე, პინო შავი და სხვა, ხოლო თიანეთის მუნიციპალიტეტში საადრეო ჯიშები - ძველშავი, პინო თეთრი და სხვა. მოცემული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ($>10^{\circ}\text{C}$) პირობებში, ასევე, შესაძლებელია ხეხილოვანი, მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურების წარმოება. ვაზისა და ხეხილოვანი კულტურების განვითარებისათვის ზღვის დონიდან 1500-1700 მეტრზე და ზევით (ყაზბეგი), ნაკლებია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებით ($>10^{\circ}\text{C}$) უზრუნველყოფა.

თუმცა, წარმატებითაა შესაძლებელი ხორბლის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო) ქერის, შვრიის, ბოსტნეულის, კენკროვანი კულტურების წარმოება. მამასადამე, აგროკულტურების მოთხოვნილება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებზე განსხვავებულია, რაც გასათვალისწინებელია მათი საწარმოო გავრცელებისას. ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობის შემთხვევაში მცენარეთა ფაზების განვითარება შეფერხებულია, რაც საბოლოოდ გამოიხატება მოსავლის რაოდენობის შემცირებაში.



ნახ. 4.1.1 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (>10°C) თბილ პერიოდში

გაზაფხულზე, ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღის დადგომის შემდეგ შესაძლებელია გამოანგარიშებული იქნას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები სავეგეტაციო პერიოდში, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს აგროკულტურების სითბოთი უზრუნველყოფისა და მოსალოდნელი პირობების შეფასებისათვის. ამისათვის, გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიურ მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავების საფუძველზე, მოგვყავს მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის

ჰაერის ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით ტემპერატურათა ჯამის განსაზღვრის რეგრესიის განტოლებები:

$$\text{მცხეთა} \quad \sum T = -15.9n + 4232 \quad (1),$$

$$\text{დუშეთი} \quad \sum T = -11.9n + 3692 \quad (2),$$

$$\text{მთიანეთი} \quad \sum T = -14.8n + 2942 \quad (3),$$

$$\text{ყაზბეგი} \quad \sum T = -12.6n + 2110 \quad (4).$$

განტოლებებში $\sum T$ - ტემპერატურის ჯამია $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით თარიღის დადგომიდან, n - დღეთა რიცხვი 1 - მარტიდან მცხეთის, დუშეთის და თიანეთის მუნიციპალიტეტებისათვის, 1 - მაისიდან ყაზბეგის მუნიციპალიტეტისათვის, ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით გადასვლის თარიღამდე.

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ მოსალოდნელი ტემპერატურათა ჯამი დუშეთის მუნიციპალიტეტისათვის. დაუშვათ, ჰაერის ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით დადგომის თარიღი აღინიშნა 10 აპრილს. ამ შემთხვევაში დღეთა რიცხვი 1 მარტიდან 10 აპრილამდე იქნება - 41 დღე, რომელიც ჩაისმევა შესაბამის განტოლებაში:

$$\sum T = -11.9 \times 41 + 3692 \quad (2),$$

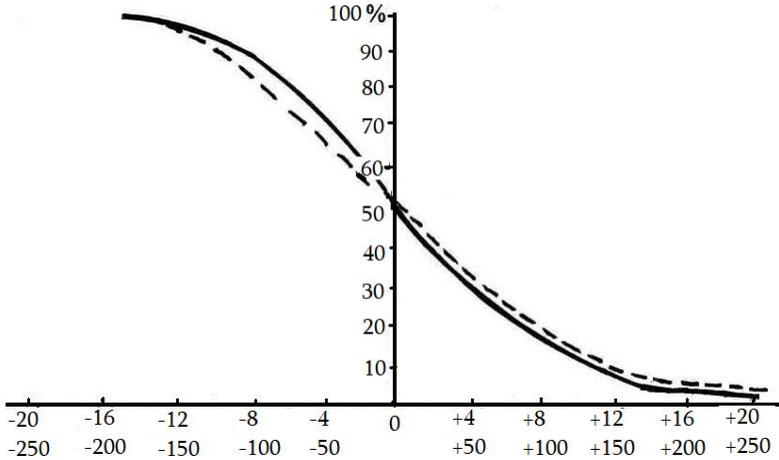
სადაც მივიღებთ - 3204°C , სავეგეტაციო პერიოდისათვის. მიღებული აქტიური ტემპერატურის ჯამი დუშეთის მუნიციპალიტეტის საშუალო ტემპერატურის ჯამთან შედარებით 200°C -მდე მეტია. აქედან გამომდინარე, აგროკულტურების ზრდა-განვითარება სავეგეტაციო პერიოდში უკეთესად იქნება სითბოთი უზრუნველყოფილი.

აგროკულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის ასევე, მნიშვნელოვანი ფაქტორია ატმოსფერულ ნალექები, რადგან მასზეა დამოკიდებული მცენარეების ტენით უზრუნველყოფა. მცენარეების ტენზე მოთხოვნილება, მათი განვითარების სხვადასხვა ფაზაში განსხვავებულია. აქედან გამომდინარე, საჭიროა მცენარეთა განვითარების ცალკეულ ფაზებში ტენით უზრუნველყოფის ცოდნა.

აგროკულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის, უნდა ვიცოდეთ თბილ პერიოდში, თვეების მიხედვით თუ რამდენი ≥ 5 მმ ნალექიანი დღეა, აკმაყოფილებს თუ არა იგი კულტურების ნორმალურ ზრდას. იმ შემთხვევაში, თუ ≥ 5 მმ ნალექიანი დღეთა რიცხვი არ აღინიშნება ან 1-2 დღეა, შეიძლება არ იყოს საკმარისი

მარცვლეული, ბოსტნეული, ბაღჩეული და სხვა კულტურებისათვის. ასეთ პირობებში აუცილებელია ნიადაგის მორწყვა 1-2-ჯერ, ნიადაგის გაფხვიერება და ა.შ.

მოცემული რეგიონის მუნიციპალიტეტებში, რომ ვიცოდეთ ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი, რამდენჯერ გამეორდება ყოველ ათ და მეტ წელში, უნდა ვისარგებლოთ მოცემული ნომოგრამით (ნახაზი 4.1.2).

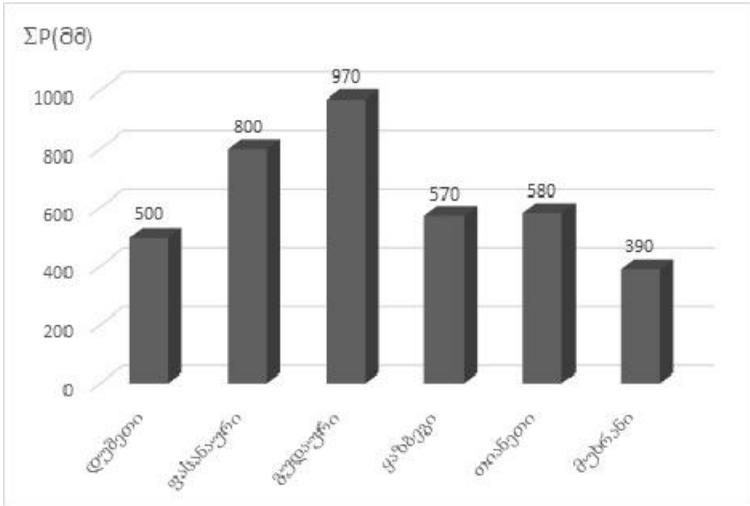


ნახ. 4.1.2 — სავეგეტაციო პერიოდში ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის უზრუნველყოფის (%) მრუდი;
 — სავეგეტაციო პერიოდში ≤ 800 მმ ნალექების ჯამის უზრუნველყოფის (%) მრუდი

განსაზღვრისათვის, რაიონების მიხედვით წინასწარ უნდა ვიცოდეთ თბილი პერიოდის თვეებში ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე 1000 მ და ცოტა მეტი ატმოსფერული ნალექები, სავეგეტაციო პერიოდში ზოგჯერ ვერ უზრუნველყოფს აგროკულტურების ნორმალურ განვითარებას. 2000 მ და მეტ სიმაღლეზე იგი დამაკმაყოფილებელია მარცვლეული, ბოსტნეული და ხილ-კენკროვანი კულტურებისათვის. იმ ტერიტორიაზე, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამი არათანაბრადაა განაწილებული და მათი რაოდენობა არ აღემატება 400-500 მმ, განსაკუთრებით მარცვლეული, ბოს-

ტნეული და ბაღჩეული კულტურების გარანტირებული მოსავლის შენარჩუნებისათვის საჭირო იქნება ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა. აქედან გამომდინარე, თბილ პერიოდში (IV-X) შეიძლება განსაზღვროს მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ნებისმიერი მუნიციპალიტეტისათვის ნალექების ჯამი (მმ) სხვადასხვა რაოდენობით. განსაზღვრისათვის საჭიროა ნალექების ჯამის (მმ) ცოდნა თბილ პერიოდში (ნახაზი 4.1.3).



ნახ. 4.1.3 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ) თბილ პერიოდში

ნახაზზე 4.1.2 ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის განსაზღვრის ანალოგიურად განსაზღვრული იქნა 600 მმ ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფა, რომელიც ხელსაყრელია სავეგეტაციო პერიოდში მარცვლეული, ვაზის, ბოსტნეული, ხეხილოვანების და სხვა კულტურებისათვის. განსაზღვრის შედეგად გამოირკვა, რომ დღუბეთის მუნიციპალიტეტი 600 მმ ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფილი იქნება 2-ჯერ ყოველ ათ წელში, ყაზბეგის და თიანეთის მუნიციპალიტეტები 5-ჯერ, ხოლო მცხეთის მუნიციპალიტეტი ოც წელში ერთხელ. მუნიციპალიტეტები სავეგეტაციო პერიოდში 600 მმ ნალექებით არ არის ყოველ წელს უზრუნველყოფილი. ამიტომ, აგროკულტურების გარანტირებული მო-

სავლის მიღებისათვის ყაზბეგში და თიანეთში სასურველია ნი-
ადაგის მორწყვა 1-2-ჯერ, ხოლო დუშეთში და მცხეთაში 3-4-ჯერ.

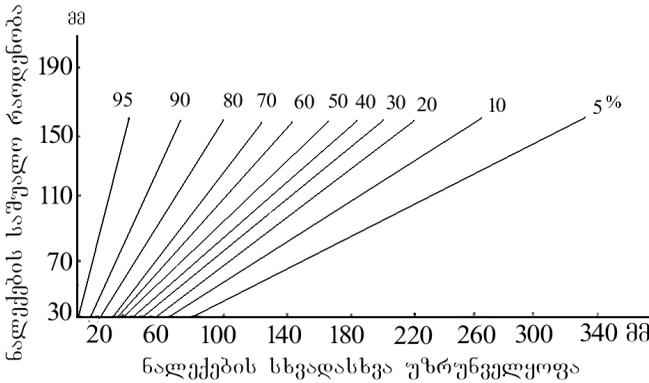
მოცემული რეგიონის ტერიტორიისათვის, მუნიციპალიტეტების მიხედვით მოგვყავს თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფები 10 და 90%-ით, რაც ასახავს ტერიტორიაზე წლის განმავლობაში და სეზონურად, ნალექებით უზრუნველყოფას (ცხრილი 4.1.2).

**ცხრილი 4.1.2 ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა (მმ)
თბილ პერიოდში**

მეტეო- პუნქტი	თვეები, უზრუნველყოფა (10%)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
დუშეთი	112	203	168	108	98	101	112
ყაზბეგი	122	161	150	134	150	122	107
თიანეთი	121	200	192	138	126	122	108
მუხრანი (მცხეთა)	80	132	134	98	88	78	87
	უზრუნველყოფა (90%)						
დუშეთი	33	44	38	16	4	18	10
ყაზბეგი	33	52	50	43	29	26	10
თიანეთი	38	52	40	30	15	20	13
მუხრანი (მცხეთა)	21	32	32	10	6	10	6

ცხრილის მიხედვით, სავსეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექებით შედარებით უკეთ არის უზრუნველყოფილი ყაზბეგის და თიანეთის მუნიციპალიტეტები, ხოლო დუშეთის მუნიციპალიტეტი მაისი-ივნისის თვეებში. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში ნალექები ყველა მუნიციპალიტეტში მცირდება. ატმოსფერული ნალექები უფრო მეტად შემცირებულია დუშეთის და მცხეთის მუნიციპალიტეტებში. ამიტომ, ნიადაგი პროდუქტიული ტენი უზრუნველყოფილი უნდა იქნას მორწყვითი ღონისძიებების გატარებით (2-3-ჯერ), წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია მოსავლის შემცირება.

მცხეთა-თიანეთის ტერიტორიაზე ნიადაგის ტენიანობის შეფასებისათვის, საჭიროა მარცვლეული და ხეხილოვანი კულტურების ფაზების განვითარების პერიოდში, მოსავლის ნორმალური ფორმირების ტენით უზრუნველყოფის რეჟიმის ცოდნა (ნახაზი 4.1.4).



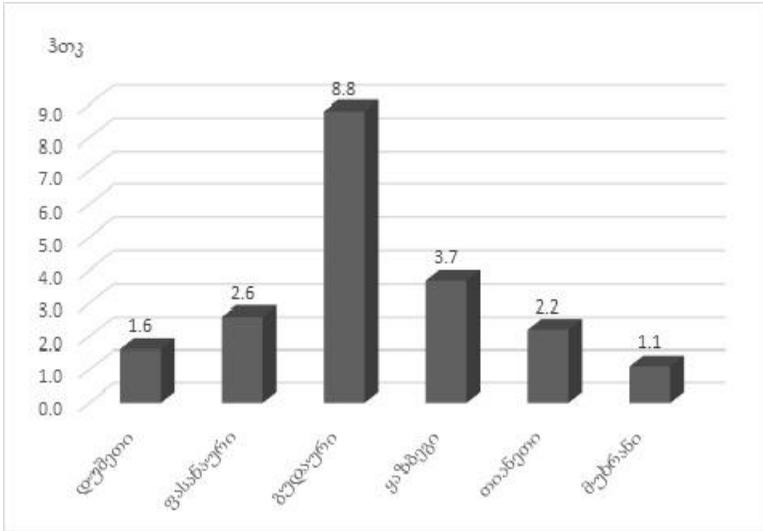
ნახ. 4.1.4 ნაღებების ჯამების სხვადასხვა უზრუნველყოფის განსაზღვრის ნომოგრამა (თვეების მიხედვით)

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ დუშეთის მუნიციპალიტეტში 80%-ით ნაღებების რა რაოდენობა იქნება უზრუნველყოფილი, საშემოდგომო ხორბლის დათავთავების ფაზაში, რომელიც საშუალოდ აღინიშნება 30.V. ამისათვის, უნდა ვისარგებლოთ ნახაზით 4.1.3, სადაც დუშეთის მუნიციპალიტეტის მაისის თვის საშუალო ნაღებების ჯამი შეადგენს 114 მმ. ამ უკანასკნელს დავიტანთ ნახაზის ორდინატის ღერძზე და გავავლებთ სწორ ხაზს 80%-ის გადაკვეთის ხაზამდე. გადაკვეთის წერტილიდან დაუშვებთ მართობს აბსცისთა ღერძზე და ვპოულობთ 78 მმ ნაღებების რაოდენობას. ნაღების ეს რაოდენობა საშემოდგომო ხორბლის დათავთავების ფაზაში შეიძლება ჩაითვალოს დამაკმაყოფილებლად.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში, განსაკუთრებით ერთწლიანი კულტურების ნორმალური პროდუქტიულობისათვის, აუცილებელია პროდუქტიული ტენით უზრუნველყოფა მცენარის ფესვთა სისტემის განლაგებაში. ასე, მაგალითად, მუხრანში (მცხეთის მუნიციპალიტეტი) ნიადაგის 0-100 სმ ფენაში საშემოდგომო ხორბლის ვეგეტაციის დაწყებისას პროდუქტიული ტენის მარაგი შეადგენს - 208 მმ, სიმწიფისას - 195 მმ, ვაზის კულტურისათვის - 232 მმ და 200 მმ, შესაბამისად.

აგროკულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგში პროდუქტიული ტენის უზრუნველყოფა

ფა, სადაც მცენარეების ფესვთა სისტემაა განლაგებული (0-100 სმ ნიადაგის ფენა). აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების ჯამების საფუძველზე, გამოთვლილი იქნა ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰთკ), რაც ნიადაგში წყლის ბალანსის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია (ნახაზი 4.1.5)



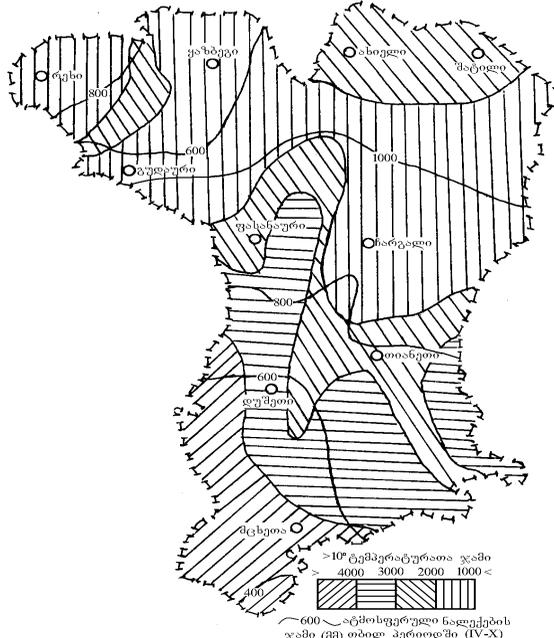
ნახ. 4.1.5 მცხეთა-თიანეთის რეგიონის ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მაჩვენებლები თბილ პერიოდში

მოცემული აგროკლიმატური მახასიათებლების პირობებში (1000მ და ცოტა ზევით) შესაძლებელია მარცვლეული, ბოსტნეული და ხეხილოვანი კულტურების საკმაოდ მაღალი მოსავლის მიღება. ამისათვის, მცხეთისა და დუშეთის მუნიციპალიტეტებში ხსენებული კულტურები უნდა იყოს ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფილი, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII). 2000 მ სიმაღლემდე და ზევით აგროკულტურების წარმოებისათვის (კენკროვანები, მეცხოველეობის საკვები ძირხვენი) ნიადაგი საკმაოდ არის უზრუნველყოფილი საჭირო წყლის ბალანსით და ჰიდროთერმული კოეფიციენტი შეადგენს 3.5-5.5 და მეტს. ამ უკანასკნელზე მეტი ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მაჩვენებელი შეიძლება არახელსაყრელი აღმოჩნდეს მცენარეების პროდუქტიულობისათვის.

4.2 აგროკლიმატური ზონები

აგროკლიმატური პირობების შეფასება განსაზღვრავს აგროკულტურების რაციონალურად განლაგებას და მათ შემდგომ ზრდა-განვითარებას. ამიტომ, არსებული პირობებისადმი მოთხოვნილების მიხედვით, შესაბამისად უნდა იყოს შერჩეული და განლაგებული აგროკულტურები, რომლებიც წარმატებით განვითარდება მოცემული რეგიონის პირობებში.

აგროკლიმატური მახასიათებლების საფუძველზე (ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით აქტიური ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამები), შედგენილია მცხეთა-მთიანეთის აგროკლიმატური ზონების სქემატური რუკა, რომელზეც გამოყოფილია 4 ზონა, შესაბამისი კულტურების გავრცელების მითითებით (ნახაზი 4.2.1).



ნახ. 4.2.1 მცხეთა-მთიანეთის აგროკლიმატური ზონები

I - აგროკლიმატური ზონა მდებარეობს რეგიონის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, 500 მ-დან 1000 მ სიმაღლემდე (ზღ. დონიდან). იგი მოიცავს მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას და დუ-

შეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის დასავლეთ ნაწილს. ზონაში აქტიური ტემპერატურის ჯამი 4000°C -დან 3000°C -მდეა. აღნიშნული ტემპერატურის ჯამი ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება და 1000 მ სიმაღლეზე აღწევს 3000°C და ცოტა მეტს. ზონაში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა ცივ პერიოდში (XI-III) საშუალოდ $120-180$ მმ შეადგენს, თბილ პერიოდში (IV-X) $390-500$ მმ. ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 13.IV - 23.IV, ზღ. დონიდან $500-1000$ მ სიმაღლეებზე (შესაბამისად). პირველი წაყინვები აღინიშნება მოცემული სიმაღლეების მიხედვით 27.X-დან 3.XI-მდე.

ზონის აგროფერმერულ და კერძო სექტორის მეურნეობებში წარმატებით შეიძლება განვითარდეს მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ბაღჩეულის, ვაზის (საადრეო, საშუალო სიმწიფის და საგვიანო ჯიშების) ხეხილოვანი და სხვა კულტურების წარმოება. სავეგეტაციო პერიოდში (IV-X), ატმოსფერული ნალექებით ზონა არ არის უზრუნველყოფილი, ამიტომ აღნიშნული კულტურების მაღალი და გარანტირებული მოსავლის მისაღებად, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), საჭიროა ძირითადად ერთწლიანი კულტურების მორწყვა (2-3-ჯერ), ნიადაგის გაფხვიერება. გახანგრძლივებული გვალვებისას აღნიშნული ღონისძიებების ჩატარების ინტენსიობა უნდა გაიზარდოს 1-2-ჯერ. ამავე რაოდენობით იქნება საჭირო მრავალწლიური აგროკულტურებისათვის მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარება.

II - აგროკლიმატური ზონა ვრცელდება რეგიონის დასავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთით. იგი მდებარეობს 550 მ-დან 1200 მ სიმაღლემდე (ზღ. დონიდან). ზონა მოიცავს დუშეთის და ნაწილობრივ თიანეთის მუნიციპალიტეტების ტერიტორიებს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით შეადგენს 3000°C -დან 2000°C -მდე და ცოტა მეტს. ატმოსფერული ნალექების ჯამი ცივ პერიოდში საშუალოდ შეადგენს $150-300$ მმ, თბილ პერიოდში $400-700$ მმ. ბოლო წაყინვების შეწყვეტა საშუალოდ 13.IV-23.IV აღინიშნება, $550-1200$ მ სიმაღლემდე, შესაბამისად. პირველი წაყინვები ზონაში მოსალოდნელია საშუალოდ 22.X-დან 3.XI-მდე, იგივე სიმაღლეებზე, შესაბამისად.

ზონაში შეიძლება მარცვლეული, ვაზი (საადრეო საშუალო სიმწიფის ჯიში), ბოსტნეული კულტურების წარმოება. ამ ზონაში

ცალკეულ წლებში, განსაკუთრებით VI-VIII თვეებში სასურველია ნიადაგის მორწყვა 1-2-ჯერ ან გაფხვიერება.

III - აგროკლიმატური ზონა გავრცელებულია რეგიონის შუა ნაწილში და შედარებით მცირედ ჩრდილო დასავლეთ ნაწილში. იგი მდებარეობს ზღ. დონიდან 1000-1800 მ სიმაღლემდე, მოიცავს დუშეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის ჩრდილოეთ ნაწილს და თიანეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას. ზონის მცირე ნაწილი მოიცავს ყაზბეგის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას სამხრეთ-დასავლეთით.

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით შეადგენს 2000°C -დან 1000°C -მდე. ატმოსფერული ნალექების ჯამი ცივ პერიოდში საშუალოდ შეადგენს 400-500 მმ, თბილ პერიოდში 600-800 მმ. ბოლო წაყინვების შეწყვეტა მოსალოდნელია საშუალოდ 28.IV-დან 12.V-მდე, ზღვის დონიდან სიმაღლის მატების მიხედვით. პირველი წაყინვები აღინიშნება საშუალოდ 15.X-დან 3.X-მდე, სიმაღლის მატების შესაბამისად.

მოცემულ ზონაში რამდენადმე შეზღუდულია კონტინენტალური ხეხილოვანების წარმოება, მაგრამ საადრეო ჯიშების გაშენება ხელსაყრელია ფერმერული და კერძო სექტორის მეურნეობებისათვის. აქ შესაძლებელია ქერის, ჭვავის, შვრიის, ბოსტნეულის, კარტოფილის, სურნელოვან-არომატული კულტურების წარმოების განვითარება. ზონა ასევე, ხელსაყრელია მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების და სათიბ-სამოვრების განვითარებისათვის.

IV - აგროკლიმატური ზონა გავრცელებულია რეგიონის დაახლოებით 40% ტერიტორიაზე, ჩრდილო-დასავლეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით. იგი მდებარეობს ზღვის დონიდან 1200 მ-დან 2000 მ და ცოტა მეტ სიმაღლემდე. ზონა მოიცავს დუშეთის და თიანეთის მუნიციპალიტეტების ჩრდილოეთ ნაწილს, აგრეთვე ყაზბეგის მუნიციპალიტეტს. აქტიური ტემპერატურის ჯამი $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით 1000°C -ზე ნაკლებია. ატმოსფერული ნალექები ცივ პერიოდში შეადგენს 300-500 მმ, თბილ პერიოდში 800-1000 მმ. ბოლო წაყინვების შეწყვეტა მოსალოდნელია 28.IV-დან 9.VI-მდე. პირველი წაყინვები მოსალოდნელია 3.X-დან 21.X-მდე, გულაურში 11.IX.

ზონაში შესაძლებელია კარტოფილის, ბოსტნეულის, ყვავილოვანი და საადრეო კომბოსტოს წარმოება. ასევე, კენკროვანების

(შავი მოცხარი, ქაცვი, არონია), მეცხოველეობის საკვები ძირ-ხვეწების წარმოება და სათიბ-სამოვრების განვითარება.

ზემოგანხილული აგროკლიმატური რესურსების შეფასების საფუძველზე, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის მოგვყავს მარცვლეული (საშემოდგომო ხორბალი, სიმინდი) და მრავალწლიანი კულტურების (ვაშლი, მსხალი, ატამი, ალუბალი, ბალი, ქლიავი) ძირითადი ფენოლოგიური ფაზების განვითარების დადგომის ვადები (ცხრილი 4.2.1).

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მუნიციპალიტეტებში საშემოდგომო ხორბლის კულტურის თესვის ოპტიმალური ვადების დადგენისათვის, სასურველია გამოყენებული იქნას მოცემული რეგრესიის განტოლება:

$$U = -0.0368h + 84.457$$

სადაც, U - ჰაერის ტემპერატურის 15°C -ის ქვევით გადასვლის თარიღია (ანუ დღეთა რიცხვი 1 აგვისტოდან ტემპერატურის 15°C -ის ქვევით გადასვლის თარიღამდე), h - ზღვის დონიდან სიმაღლე.

აღნიშნული ვადების გათვალისწინება დახმარებას გაუწევს სოფლის მეურნეობის მუშაკებს და აგროფერმერებს საჭირო აგროტექნიკური ღონისძიებების დროულად ჩატარებაში.

ცხრილი 4.2.1 მარცვლეული კულტურების ძირითადი ფენოლოგიური ფაზების დადგომის ვადები

კულტურა	თესვა	აღმოცენება	დაზუჭება	ვმგებაციის განახლება	ცვილისებრი სიმწიფე
საშემოდგომო ხორბალი	სექტემბრის III დეკადის ბოლო	ოქტომბრის II დეკადის დასაწყისი	მარტის II დეკადის დასაწყისი. დეკემბრის ბოლო	მარტის II დეკ. ბოლო. აპრილის I დეკადის ბოლო	ივლისის I დეკადის დასაწყისი. ივლისის II დეკადის დასაწყისი
სიმინდი	აპრილის III დეკადის დასაწყისი	მაისის II დეკადის დასაწყისი			სექტემბრის I დეკადის ბოლო
<i>ხებილოვანი კულტურების ძირითად ფაზათა განვითარების დადგომის ვადები</i>					
კულტურა	საყვავილე კვირტების დაბერვა		ყვავილობა	ნაყოფის მომწიფება	
ვაშლი	აპრილის შუა რიცხვები		მაისის I დეკადის დასაწყისი	ოქტომბრის I დეკადის დასაწყისი	
მსხალი	მარტის III დეკადის ბოლო		აპრილის II დეკადის დასაწყისი	აგვისტოს შუა რიცხვები	
ატამი	მარტის II დეკადის ბოლო		აპრილის შუა რიცხვები	აგვისტოს II დეკადის ბოლო	
ალუბალი	მარტის II დეკადის ბოლო		აპრილის II დეკადის ბოლო	ივნისის III დეკადის დასაწყისი	
ბალი	მარტის III დეკადის შუა რიცხვები		აპრილის II დეკადის ბოლო	ივნისის II დეკადის ბოლო	
ქლიავი	აპრილის II დეკადის დასაწყისი		მაისის I დეკადის შუა რიცხვები. მაისის შუა რიცხვები	სექტემბრის I დეკადის დასაწყისი. აგვისტოს I დეკადის დასაწყისი	

4.3 აგროკულტურებისათვის ამინდის არახელსაყრელი მოვლენები

წყაინვები - მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში არც თუ ისე იშვიათი მოვლენაა. იგი გაზაფხულზე იწვევს აგროკულტურების ნორჩი ფოთლების, ყვავილების, ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურების ჩითილების დაზიანებას. წაყინვები სერიოზულ ზარალს აყენებს აგრარულ სექტორს. ამიტომ, მისი გათვალისწინება სოფლის მეურნეობის მუშაკებისა და აგროფერმერებისათვის აუცილებელია. წაყინვების წინააღმდეგ რეკომენდებულია, შესაბამისი ბიოლოგიური და ფიზიკური ბრძოლის მეთოდების გამოყენება.

ბოლო წაყინვების დადგომის თარიღები, რეგიონის ტერიტორიაზე აღინიშნება სხვადასხვა დროს, მუნიციპალიტეტების მიხედვით. ზღვის დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე ბოლო წაყინვა საშუალოდ აღინიშნება 13.IV-დან 23.IV-მდე. დუშეთში - 13.IV, სიონში - 23.IV, მცხეთაში - 15.IV, ფასანაურში - 16.IV, თიანეთში - 21.IV. აღნიშნული სიმაღლის ზევით 2000 მ და მეტ სიმაღლემდე უკანასკნელი წაყინვები მოსალოდნელია 28.IV-დან 9.VI-მდე. კერძოდ, ქვეშეთში საშუალოდ აღინიშნება - 28.IV, ყაზბეგში - 2.V, ახიელში - 12.V, კობში - 19.V, გუდაურში - 25.V. განხილული წაყინვების შეწყვეტა დამოკიდებულია ადგილის ოროგრაფიულ პირობებზე და ზღვის დონიდან სიმაღლეზე.

პირველი წაყინვები რეგიონში 1000 მ სიმაღლემდე საშუალოდ დაიკვირვება 18.X-დან 3.XI-მდე. დუშეთში პირველი წაყინვები საშუალოდ 3.XI იწყება, სიონში - 19.X, მცხეთაში - 27.X, თიანეთში - 18.X, ფასანაურში - 22.X, ხოლო 2000 მ-მდე და ზევით, ქვეშეთში - 15.X, ყაზბეგში - 4.X, ახიელში - 3.X, კობში - 21.X, გუდაურში - 21.IX.

მოგვყავს რეგიონის ტერიტორიის ნებისმიერ სიმაღლეზე ბოლო და პირველი წაყინვების დადგომის საშუალო თარიღების განსაზღვრისათვის რეგრესიის განტოლებები:

$$n=0.0269h+52 \quad (1) \quad (\text{ბოლო წაყინვები}),$$

$$n=-0.0185h+100 \quad (2) \quad (\text{პირველი წაყინვები}).$$

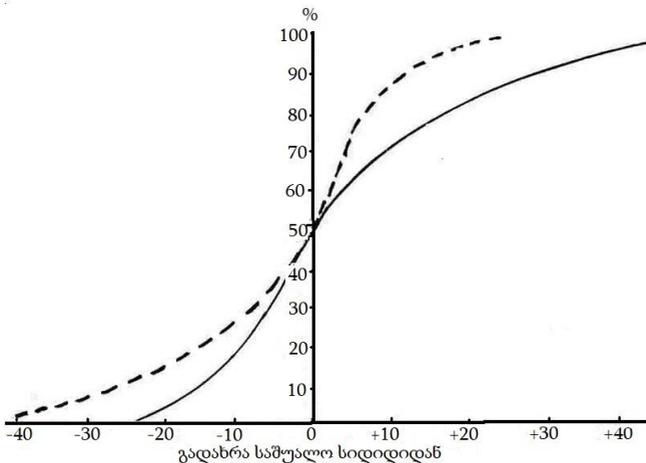
მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ დუშეთის მუნიციპალიტეტში საშუალოდ როდის არის მოსალოდნელი ბოლო წაყინვა. ამისა-

თვის, საჭიროა დუშეთის მუნიციპალიტეტის ზღ. დონიდან სი-
მაღლის (მ) ცოდნა, რომელიც 922 მ შეადგენს. ამ უკანასკნელის
ჩასმით შესაბამის განტოლებაში მივიღებთ:

$$n=0.0269 \times 922 + 52, \quad (3)$$

სადაც, 1 - თებერვლიდან ბოლო წაყინვების დადგომის თარი-
ღამდე დღეთა რიცხვს (77) გადავთვლით 1 - თებერვლიდან და
ბოლო წაყინვების საძიებო საშუალო თარიღი იქნება 18.IV. ანა-
ლოგიურად, შესაბამისი განტოლებებით განისაზღვრება რეგიონის
სხვა მუნიციპალიტეტებში და ნებისმიერ სიმაღლეებზე ბოლო და
პირველი წაყინვების დადგომის თარიღები.

მოცემული რეგიონის მუნიციპალიტეტებში მოსალოდნელი
ბოლო და პირველი წაყინვების ალბათობის განსაზღვრისათვის,
შეიძლება გამოყენებული იქნას ნახაზი 4.3.1, რისთვისაც საჭიროა
ზემოაღნიშნული წაყინვების საშუალო თარიღების ცოდნა. გარდა
ამისა, შეიძლება გამოვიყენოთ ბოლო და პირველი წაყინვების
თარიღების განსაზღვრის განტოლებებიდან (1), (2) მიღებული
საშუალო თარიღები.



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

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ ბოლო წაყინვის ალბათობის (%) თარიღი ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში, სადაც ბოლო წაყინვის

სამუალო თარიღია 2.V. თუ გვაინტერესებს ბოლო წაყინვის თარიღი 15.V და მისი ალბათობა პროცენტებში, ამისათვის 2.V დაემატება სხვაობა +13 და იქნება 15.V. ამის შემდეგ ნახაზი 4.3.1-ის აბსცისთა ღედიდან მარჯვნივ (0-დან), სადაც გადახრა არის +13 (სხვაობა) ავღმართავთ მართობს ბოლო წაყინვების მრუდის გადაკვეთამდე და მის წერტილში ჰორიზონტალურად მარცხნივ ორდინატის ღერძზე ვპოულობთ დაახლოებით 80%-იან ალბათობას. რაც ნიშნავს, რომ ბოლო წაყინვა ყაზბეგში აღნიშნული პროცენტით მოსალოდნელია 15 მაისს. ანალოგიურად, შეიძლება განვსაზღვროთ ნახაზზე 4.3.1 პირველი წაყინვის თარიღები.

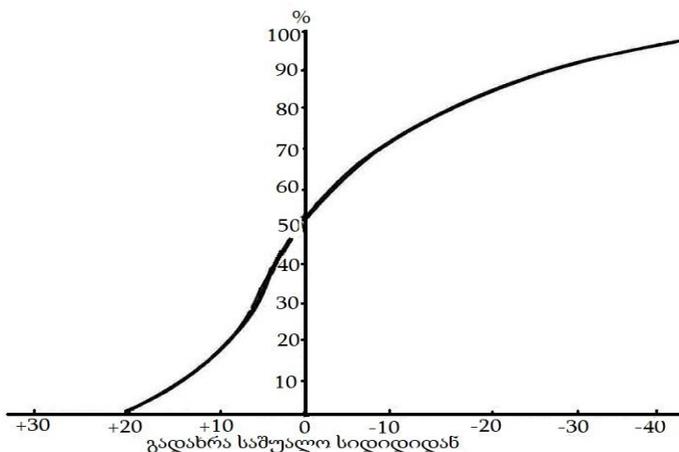
მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიაზე შესაძლებელია უყინვო პერიოდის ალბათობის განსაზღვრა პროცენტებში (ნახაზი 4.3.2), რისთვისაც საჭიროა მონაცემები უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის დღეთა რიცხვზე, მუნიციპალიტეტების მიხედვით. მაგალითად, 1000 მ სიმაღლემდე იგი დუშეთში 203 დღეა, მცხეთაში - 194, თიანეთში - 179, ყაზბეგში - 154 დღე. 2000 მ და მეტ სიმაღლეზე უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად მცირდება. მაგალითად, კობში შეადგენს 124 დღეს, ახიელში -143, გუდაურში - 118. განსაზღვრის წესი ნახაზი 4.3.1-ის ანალოგიურია.

უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღეებში) განსაზღვრისათვის შეიძლება ასევე, გამოვიყენოთ რეგრესიის განტოლება, რომლის მიხედვით, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ნებისმიერ ტერიტორიაზე და სიმაღლეზე შეიძლება განისაზღვროს აღნიშნული აგროკლიმატური მაჩვენებელი:

$$n=0.046h+229 \quad (4),$$

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

თოვლი. მკაცრი ზამთრის პირობებში დიდი მნიშვნელობა აქვს თოვლის საფარის ფაქტორს. იგი იცავს ნიადაგს ძლიერი გაყინვისაგან და ხელს უწყობს საშემოდგომო კულტურებს ნორმალურად გამოზამთრებაში.



ნახ. 4.3.2 უყინვო პერიოდის ალბათობის მრუდი (%)

მცხეთა-მთიანეთის, როგორც მთიანი და მაღალმთიანი რეგიონის თოვლის საფარით დღეთა რიცხვი, მისი გაჩენის და დნობის თარიღების გათვალისწინება მნიშვნელოვანია საშემოდგომო და საგაზაფხულო აგროტექნიკური სამუშაოების განსაზღვრულ ვადებში ჩატარებისათვის (ცხრილი 4.3.1).

ცხრილი 4.3.1 თოვლის საფარის გაჩენის და დნობის საშუალო თარიღები

მეტეო-პუნქტი	თოვლის საფარით დღეთა რიცხვი	თოვლის საფარის გაჩენა	თოვლის საფარის დნობა
დუშეთი	53	29.XI	30.III
გუდაური	179	23.X	17.V
ფასანაური	95	27.XI	2.IV
თიანეთი	85	23.XI	4.IV
სიონი	75	4.XII	2.IV
ყაზბეგი	104	30.X	21.IV
კობი	160	30.X	2.V
მუხრანი (მცხეთა)	30	20.XII	18.III

მოცემულ რეგიონში თოვლის საფარის გაჩენა 1000 მ სიმაღლემდე გვიან დაიკვირვება და მისი დნობა ადრე იწყება, ხოლო 2000 მ სიმაღლემდე და ზევით თოვლის საფარის გაჩენა ადრე აღინიშნება, დნობა კი გვიან.

თოვლის საფარის განფენილობა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში უკავშირდება ზღვის დონიდან სიმაღლეს. მისი საშუალო

დეკადური სიმაღლეები (სმ) 1000 მ სიმაღლემდე 18-20 სმ არ აღემატება. თოვლის განფენილობის პერიოდი დეკემბრის შუა რიცხვებიდან იწყება და გრძელდება მარტის შუა რიცხვებამდე. 1000 მ სიმაღლის ზევით დეკადური თოვლის საფარის სიმაღლე საკმაოდ მაღალია. თოვლის განფენილობა ძირითადად ნოემბრის მესამე დეკადიდან იწყება და გრძელდება აპრილის მეორე დეკადამდე. კობში და გუდაურში თოვლის განფენილობა ნოემბრის პირველი დეკადიდან იწყება და გრძელდება აპრილის მესამე დეკადამდე (კობი), გუდაურში - მაისის მეორე დეკადამდე. თოვლის საფარის მცირე სიმაღლე დაიკვირვება მცხეთის რაიონში - 5 სმ. მისი განფენილობა დაიკვირვება იანვრის მეორე დეკადიდან და გრძელდება მარტის პირველ დეკადამდე, ძალზე მცირე სიმაღლით - 1 სმ. რეგიონში თოვლის საფარის სიმაღლე, უზრუნველყოფს საშემოდგომო კულტურებს გამოზამთრების პერიოდში (-24°C, -26°C ყინვების შემთხვევაში). გამოზამთრებისა, შედარებით დაბალი ადგილები (500-700 მ), სადაც მცირე თოვლის საფარის სიმაღლე დაიკვირვება. ამიტომ ცალკეულ წლებში ჰაერის ტემპერატურის -18°C, -20°C დროს, შესაძლებელია საშემოდგომო ხორბლის კულტურის გამოზამთრება არ იყოს დამაკმაყოფილებელი.

სეტყვა - სოფლის მეურნეობისათვის საშიში, მეტეოროლოგიური მოვლენაა, რომელსაც დიდი ზიანის მიყენება შეუძლია ბოსტნეული, ბაღიერი, ვაზის, ხეხილოვანი და სხვა კულტურებისათვის. იგი განსაკუთრებით საზიანოა მცენარეების ყვავილობის, ნასკვების, ნაყოფების ფორმირების პერიოდში. სეტყვისაგან დაზიანებული ნაყოფები ადვილად ზიანდება მავნებლებისა და დაავადებებისაგან, რაც აშკარად აისახება მოსავლიანობაზე და მის ხარისხზე. ცხრილში 4.3.2 მოყვანილია რეგიონისათვის სეტყვიან დღეთა რიცხვის მონაცემები.

ცხრილი 4.3.2 სეტყვიან დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში

მეტეო-პუნქტი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
დუშეთი	0.1	0.6	0.5	0.2	0.06	0.1	0.03
მუხრანი (მცხეთა)	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.04	0.02
თიანეთი	0.2	1.1	0.9	0.2	0.2	0.1	0.05

როგორც ირკვევა, სეტყვიან დღეთა რიცხვი გაზაფხულზე მეტია ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონებთან შედარებით.

გვალვა. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორია არ არის დაზღვეული გვალვებისაგან, რომელიც სხვადასხვა ინტენსიობით გვევლინება (ცხრილი 4.3.3).

ცხრილი 4.3.3 სავეგეტაციო პერიოდში გვალვები მახასიათებლები

მეტეო-პუნქტი	გვალვის ტიპები	საშუალო დღეთა რიცხვი გვალვებით			
		საშუალო	ყველაზე მეტი	ყველაზე ნაკლები	გვალვის ალბათობა (%)
თიანეთი	სუსტი	20	40	3	100
	საშ. ინტენს.	2	15	1	55
	ინტენსიური	0	0	0	0
	ძლიერ ინტენს.	0	0	0	0
მუხრანი (მცხეთა)	სუსტი	39	65	16	100
	საშ. ინტენს.	15	32	2	100
	ინტენსიური	1	5	0	50
	ძლიერ ინტენს.	0	0	0	0
დუშეთი	სუსტი	22	47	4	100
	საშ. ინტენს.	4	22	0	80
	ინტენსიური	0	1	0	10
	ძლიერ ინტენს.	0	0	0	0

ცხრილის მიხედვით, სუსტები გვალვები ყოველწლიურად არის მოსალოდნელი 100%-ით, ხოლო საშუალო ინტენსიობით - 55% (თიანეთი), მცხეთაში - 100%, დუშეთში - 80%. ინტენსიური გვალვა სავეგეტაციო პერიოდში - 5 დღე აღინიშნება მცხეთაში, 1 - დღე დუშეთში.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში ინტენსიური გვალვები უმეტესად აღინიშნება ვეგეტაციის აქტიურ პერიოდში (VI-VIII). ამიტომ, აგროკულტურები განსაკუთრებით მარცვლეული, ბოსტნეული, ბაღჩეული და სხვა კულტურები საჭიროებენ ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფას (გაფხვიერება, მორწყვა 2-3-ჯერ). მრავალწლიანი კულტურების მოსავლის შენარჩუნებისათვის მიზანშეწონილია 1-2-ჯერ ნიადაგის მორწყვა.

ქარი - მნიშვნელოვანი აგროკლიმატური რესურსია და რეგიონში იშვიათობას არ წარმოადგენს, ზოგჯერ მოსალოდნელია ძლიერი სახით (≥ 15 მ/წმ). ზომიერი ქარი (4-5 მ/წმ), განსაკუთრებით

მცენარეების ყვავილობის პერიოდში ხელსაყრელია მათი დამტვერიანებისათვის. ძლიერი ქარები მცენარეთა ვეგეტაციის ნებისმიერ ფაზაში, უარყოფით გავლენას ახდენს მათ ზრდა-განვითარებაზე და მოსავალზე. ცხრილში 4.3.4 მოყვანილია რეგიონისათვის დამახასიათებელი ძლიერ ქარიან (≥ 15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში.

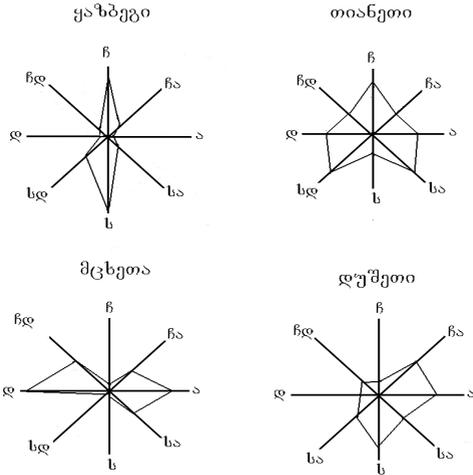
ცხრილი 4.3.4 ძლიერ ქარიან (≥ 15 მ/წმ) დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში

მეტეო-პუნქტი	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
დუშეთი	0.5	0.6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4
მუხრანი (მცხეთა)	7.8	5.9	6.0	6.2	5.7	5.2	4.4
თიანეთი	3.8	2.7	2.2	1.9	1.8	2.3	2.8

ცხრილის მიხედვით, მოცემული თბილ პერიოდში, გაზაფხულზე ყველაზე მეტი ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი დაიკვირვება მუხრანში (მცხეთა), შემდეგ - თიანეთში, ხოლო ყველაზე ნაკლები - დუშეთში. ზაფხულის აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში რეგიონში ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი იკლებს, ხოლო შემოდგომაზე ოდნავ მატულობს (დუშეთი, თიანეთი).

აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი მცირდება, მაგრამ იგი მაინც არახელსაყრელ პირობებს ქმნის აგროკულტურების ნორმალური განვითარებისათვის, განსაკუთრებით მცხეთის და ნაწილობრივ თიანეთის მუნიციპალიტეტებში. იგი აშრობს ნიადაგს, ამცირებს პროდუქტიული ტენის მარაგს (60-40 მმ და მეტად), რის შედეგად განსაკუთრებით მარცვლეული, ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურები განიცდიან ნიადაგში წყლის ნაკლებობას, რაც იწვევს მათი ზრდა-განვითარების შეფერხებას. რადგან რეგიონის ტერიტორია (1000 მ სიმაღლემდე) ხასიათდება მშრალი კონტინენტალური კლიმატით, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, მარცვლეული, ბოსტნეული, ვაზის და სხვა კულტურების მოსავლის შენარჩუნებისათვის საჭიროა ნიადაგის მორწყვა 1-2-ჯერ და მეტად ან გაფხვიერება. 2000 მ სიმაღლეზე და უფრო ზევით აღნიშნული აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება სასურველია ცალკეულ წლებში, ატმოსფერული ნალექების სიმცირის შემთხვევაში.

რეგიონის ტერიტორიაზე ქარების ზემოქმედებისას მნიშვნელოვანია გაბატონებული ქარები. მოგვყავს გაბატონებული ქარების მიმართულებები (ნახაზი 4.3.3), თბილი პერიოდში (IV-X).



ნახ. 4.3.3 ქარების მიმართულება თბილ პერიოდში (IV-X)

ნახაზზე 4.3.3 წარმოდგენილია რეგიონის ოთხი მუნიციპალიტეტის მიხედვით გაბატონებული ქარების მიმართულებები, თბილ პერიოდში. მაგალითად, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში აშკარად გამოკვეთილია ჩრდილოეთის და სამხრეთის მიმართულებების ქარები. ოდნავ მეტია სამხრეთის მიმართულების ქარი, სხვა მიმართულების ქარები ძალზე უმნიშვნელოდ დაიკვირვება. თიანეთის მუნიციპალიტეტში ქარების მიმართულება თითქმის ყველა მხრიდან ფიქსირდება. ოდნავ გამოკვეთილია გაბატონებული ქარები სამხრეთ-აღმოსავლეთის, ასევე ჩრდილოეთის მიმართულების. მცხეთის მუნიციპალიტეტში ნათლად არის გამოკვეთილი გაბატონებული ქარები დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან, სხვა მიმართულებების ძალზე უმნიშვნელოა. დუშეთის მუნიციპალიტეტში ქარების მიმართულება, თბილ პერიოდში მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. თუმცა, აქ გაბატონებული ქარებიდან, რამდენადმე გამოიყოფა ჩრდილო-აღმოსავლეთის, აღმოსავლეთის და სამხრეთის მიმართულების ქარები.

მოცემული მუნიციპალიტეტების მიხედვით, გაბატონებული ქარების მიმართულებების გათვალისწინება მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით. კერძოდ, სავეგეტაციო პერიოდში აგროკულტურების ხელსაყრელი ზრდა-განვითარების და რამდენადმე გარანტირებული მოსავლის მიღებისათვის საჭიროა ქარსაფარი ზოლების გაშენება გაბატონებული ქარების საწინააღმდეგოდ.

4.4 აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები

სოფლის მეურნეობის მომსახურების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სახეს წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები. იგი სოფლის მეურნეობის მუშაკებს და აგროფერმერებს საშუალებას აძლევს მთლიანად გამოიყენონ ხელსაყრელი ამინდის პირობები, დროულად დაგეგმონ და განახორციელონ საორგანიზაციო და აგროტექნიკური ღონისძიებები, რომელთა განხორციელება, მათ მისცემს საშუალებას მიიღონ გარანტირებული და ხარისხიანი მოსავალი. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აგროკლიმატური რესურსების მახასიათებლები საფუძველს იძლევა გამოვიყენოთ, როგორც პრედიქტორები (საწყისი მახასიათებლები) აგროკულ-ტურების მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენისათვის.

პროგნოზის შედგენისათვის საჭიროა ინფორმაციის წყარო პრედიქტორებზე, ამ მუნიციპალიტეტში არსებული მეტეოროლოგიური პუნქტებია, საიდანაც შეიძლება აღებული იქნას სათანადო საპროგნოზო მახასიათებლები (ატმოსფერული ნალექები, ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი, ნიადაგის პროდუქტიული ტენი (მმ), მცენარეთა სიმაღლე და სხვა). პროგნოზი დგება მუნიციპალიტეტების მიხედვით, აგრეთვე რეგიონის ან მთლიანად საქართველოს მუნიციპალიტეტების საპროგნოზო მახასიათებლების გასაშუალებით. პროგნოზის გამართლება (%) ძირითადად დამოკიდებულია საწყისი მახასიათებლების (პრედიქტორების) სიზუსტეზე.

გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორებისადმი აგროკულტურებს, სხვადასხვა ფენოლოგიური ფაზის განვითარებისას განსხვავებული მოთხოვნილება აქვს, რაც აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის შედგენილი რეგრესიის განტოლებები (საშემოდგომო ხორბლის, სიმინდის და კარტოფილის მოსავლის (ტ/ჰა) საპროგნოზოდ) შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ქვემო ქართლის რეგიონისთვისაც.

საშემოდგომო ხორბლისათვის

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

განტოლებაში (1) U - მოსალოდნელი მოსავალია (ტ/ჰა); x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), IV-V თვეებში; y - ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (იმავე პერიოდში); z - მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) 1მ2-დან, მაისის ბოლოს.

აღნიშნულ ფაქტორებზე (პრედიქტორებზე) მონაცემების აღება ემთხვევა საშემოდგომო ხორბლის მილში გამოსვლის ფაზიდან ყვავილობის ფაზამდე პერიოდს. პროგნოზი შედგება ივნისის პირველ რიცხვებში, რომლის წინასწარობა ორ თვემდეა.

მცხეთის მუნიციპალიტეტის პროგნოზის შედგენისათვის, საჭიროა მონაცემები ზემოაღნიშნულ პრედიქტორებზე (მეტეოროლოგიური ან აგრომეტეოროლოგიური პუნქტის დაკვირვებათა მონაცემები). მიღებული მონაცემების სათანადო განტოლებაში ჩასმით განისაზღვრება მოსავალი (ტ/ჰა).

რეგიონის მოსავლის საპროგნოზოდ მიღებული უნდა იქნას ცნობები პრედიქტორებზე, საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი მუნიციპალიტეტების მიხედვით, რომელთა გასაშუალოებით და განტოლებაში ჩასმით, გავიგებთ რეგიონის საშუალო მოსავალს (ტ/ჰა). ამ უკანასკნელის გამრავლებით საერთო ნათეს ფართობზე გვეცოდინება მოსალოდნელი მოსავლის საერთო რაოდენობა (ტ/ჰა) რეგიონში. ანალოგიურად, შეიძლება გავიგოთ საპროგნოზო მოსავალი სიმინდის და კარტოფილის კულტურებისათვის.

სიმინდის კულტურისათვის

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

სადაც U – მოსალოდნელი მოსავალია (ტ/ჰა); x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ-ში) VI-VII თვეებში; y - ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (იმავე პერიოდში), z - ნიადაგის 20 სმ სიღრმეზე

პროდუქტიული ტენის ჯამი, VI-VII თვეებში. აღნიშნულ ფაქტორებზე (პრედიქტორებზე) მონაცემების აღება ემთხვევა სიმინდის სამი ფოთლის ფაზიდან საგველას ცოცხის ფაზამდე პერიოდს. პროგნოზი უნდა შედგეს აგვისტოს დასაწყისში, მისი წინასწარობა ორ თვემდეა.

კარტოფილის კულტურისათვის

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

სადაც U - მოსალოდნელი მოსავალია (ტ/ჰა); x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ-ში) VI-VII თვეებში; y - ≥ 5 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი (იმავე პერიოდში); z - მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) 10მ2-დან, ივლისის ბოლოს.

აღნიშნულ ფაქტორებზე (პრედიქტორებზე) მონაცემები აიღება კარტოფილის კულტურის საყვავილე კოკრების წარმოქმნის ფაზიდან ყვავილობის ფაზამდე პერიოდში. პროგნოზი უნდა შედგეს აგვისტოს პირველ რიცხვებში, მისი წინასწარობა ორ თვემდეა.

აღნიშნული პროგნოზების მეთოდების მაღალი გამართლება (90% და მეტი) კავშირშია მოცემული კულტურების სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებასთან.

თავი V. ამინდის საშიში მოვლენები

5.1. ძლიერი ქარები

ძლიერი ქარები, რომელთა სიჩქარე ტოლია ან მეტი 15მ/წმ განეკუთვნებიან ამინდის საშიშ მოვლენათა რიცხვს. აქედან გამომდინარე მათი რეჟიმული მახასიათებლების (სიჩქარე, მიმართულება, ხანგრძლივობა, განმეორადობა) შესწავლა აუცილებელია ქარისმიერი დატვირთვის პარამეტრების სიდიდეების დასადგენად სახალხო მეურნეობის რიგი დარგების სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტებზე (საცხოვრებელი, სამეურნეო, რეკრეაციული და სხვა) მათი ექსპლოატაციის პროცესში.

რეგიონის ტერიტორიაზე ძლიერი ქარებით ($v \geq 15$ მ/წმ) დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა წელიწადში მაქსიმალურია მ/მთ ყაზბეგში (85 დღე), შემდეგია სადგური მუხრანი, აგრო – 67 დღე. დღეების მინიმალური რაოდენობა წელიწადში აღნიშნულია სადგურებზე ყაზბეგში და ფასანურში (1 დღე), ბარისახოში – 2 დღე, დუშეთში და გუდაურში შესაბამისად 5 და 6 დღე.

რეგიონში ძლიერი ქარით დღეების საშუალოთვიური, საშუალო-წლიური და უდიდესი რაოდენობა წელიწადში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას არ განიცდის შესაბამის მატებას. აქ ძლიერი ქარით დღეების უდიდესი რაოდენობა წელიწადში ისევე, როგორც დღეების საშუალოთვიური და სასუალოწლიური რაოდენობები მაქსიმალურია მუხრანში (167 დღე მუხრანში) მაშინ, როდესაც ეს მაჩვენებლები მ/მთ ყაზბეგზე ტოლია 132 და 85 დღისა. ე.ი. არ არსებობს ძლიერი ქარების ამ მახასიათებლებს და ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

ძლიერი ქარებით დღეების უდიდესი რაოდენობა მ/მთ ყაზბეგზე შეადგენს 23 (III, XII), მუხრანში – 24-25 (V, II). სხვადასხვა ალბათობის ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები (მ/წმ), რომლებიც შესაძლოა 1,5, 10, 15, 20 წელიწადში ერთხელ მოცემულია ცხრილ 5.1.1.-ში.

როგორც გრაფიკიდან ჩანს, სამივე სადგურისათვის ამ დამოკიდებულებებს აქვს იდენტური სახე და ისინი ანალიზურად წარმოდგენილი იქნენ მეორე რიგის პარაბოლას სახით. მაგალთად, სადგურებისათვის მ/მთ ყაზბეგი და თბილისი. დამოკიდებულებას $v_{m,ქ} = f(t)$ აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:

$$v_{\text{აქ}}=48,24+1,15 t +0,019 t^2$$

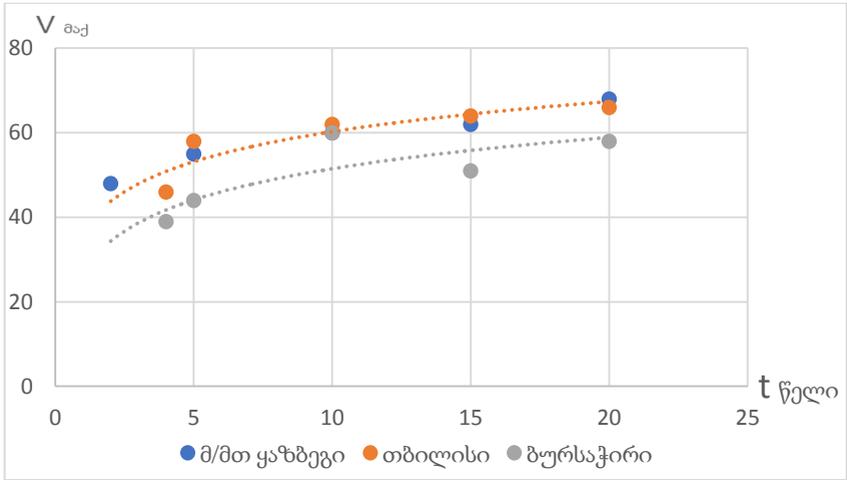
(1)

ამ გამოსახულების დახმარებით შესაძლებელია დადგინდეს ქარის მაქსიმალური სიჩქარის $v_{\text{აქ}}$ სიდიდე ნებისმიერი წლისთვის 1-20 წელიწადის ფარგლებში.

როგორც დაკვირვების მრავალწლიური ინფორმაციის ანალიზიდან ჩანს, ძლიერი ქარების ალბათობა მაქსიმალურია იმ რუმბებისათვის, რომლებსთვისაც აღინიშნება ქარების მაქსიმალური განმეორადობა და პირიქით. მაგალითად, სადგურ მ/მთ ყაზბეგში წელიწადში მაქსიმალური განმეორადობით ხასიათდება დასავლეთის მიმართულების ქარები. ამ მიმართულების ძლიერი ქარების ალბათობაც (15,...,40მ/წმ) მაქსიმალურია წელიწადში სხვა მიმართულებებთან შედარებით.

ცხრილი 5.1.1. სხვადასხვა ალბათობის ქარის მაქსიმალური სიჩქარეები, რომლებიც შესაძლოა 1,5,10,15,20 წელიწადში ერთხელ (მ/წმ)

სადგური	თ ვ ე				
	წელიწადში	5 წელიწადში	10 წელიწადში	15 წელიწადში	20 წელიწადში
მ/მთ ყაზბეგი	49	57	60	63	65
დაბა ყაზბეგი	14	17	19	20	21
ბურსაჭირი	21	25	26	27	28
გუდაური	38	47	52	54	56
ბარისახო	15	18	20	21	22
ფასანაური	12	15	16	16	17
თიანეთი	13	17	19	19	20
დუშეთი	25	31	33	32	34
მუხრანი	23	29	33	34	35



ნახ. 5.1.1.1. ქარის მაქსიმალური სიჩქარე, შესაძლებელი ერთი, ხუთი, ათი, თხუთმეტი, ოცი წელიწადის განმავლობაში - მ/მთ ყაზბეგი, თბილისი, ბურსაჭირი.

ქარის მაქსიმალური სიჩქარე მ/მთ ყაზბეგზე წელიწადის განმავლობაში მერყეობს 40მ/სმ-ის ფარგლებში, ჯვრის უღელტეხილზე – 14(IV) – 28(I) მ/წმ-ის ფარგლებში. დაქროლვა 16 (IV) – 24 (VI,X,XI) მ/წმ-ის ფარგლებში.

ქარს, რომლის სიჩქარე მეტია 30 მ/წმ-ზე ცნობილია გრიგალის სახელწოდებით. გრიგალური ქარები დიდ ზიანს აყენებენ სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებს. სადგურ მ/მთ ყაზბეგზე მთელი წლის განმავლობაში ადგილი აქვს გრიგალურ ქარებს. ჯვრის უღელტეხილზე გრიგალური ქარები საერთოდ (სიჩქარე, დაქროლვა) არ აღინიშნება,

5.2. ქარბუქი

ქარბუქი წარმოადგენს საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენას. იგი ზიანს აყენებს სახალხო მეურნეობის ცალკეულ დარგებს. სახმელეთო ტრანსპორტის ყველა სახეობის ნორმალური ფუნქციონირება. რკინიგზებზე და ავტომანქანებზე ქარბუქის მიერ წარმოქმნილი ნამქერების შედეგად ფერხდება. ქარბუქი ჰორიზონტალური ხილვადობის გაუარესების შედეგად აფერხებს ავიაციის ნორმალურ

მუშაობას. ქარბუქი ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობის მემცენარეობის დარგს. როგორც ცნობილია, თოვლის საფარი იცავს საშემოდგომო ნათესებს გაყინვისაგან. ნიადაგში თოვლის საფარის მიერ შექმნილი სითბური რეჟიმი ხელს უწყობს საშემოდგომო ხორბლის ფესვების სისტემის ნორმალურ განვითარებას, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მოსავალზე.

ქარბუქის დროს ადგილი აქვს საშემოდგომო ხორბლის დაკავებულ ფართობებზე თოვლის საფარის ბუნებრივი განაწილების რღვევას მოტიტველებული დიდი ფართობების გაჩენით, რაც იწვევს ამ მნიშვნელოვანი კულტურის გაყინვა-განადგურებას, ჩრდილოეთ კავკასიის კასპიისპირა დაბლობების ზამთრის ქარბუქის მიერ თოვლის განაწილების პროცესი ხელს უშლის პირუტყვის (ძირითადად მეცხოველეობის) ნორმალურ გამოზამთრებას. კავკასიის (აგრეთვე საქართველოს) მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, სადაც ადგილის სიმაღლის მატების პარალელურად აღინიშნება თოვლიანობის და ქარბუქიან დღეთა რიცხვის მკვეთრი ზრდა (გასაკუთრებით მის თხემურ ნაწილში, სადაც ძირითადად განლაგებულია ზვავების კერები) ქარბუქის დროს ადგილი აქვს თოვლის მასის გადანაწილებას მთიანი რელიეფის უარყოფით ელემენტებზე დადებითი ელემენტებიდან და მისი ლოკალური აკუმულაცია პოტენციურად ზვავწარმომქმნელი ფაქტორის კარნიზების წარმოქმნით, რაც ამლიერებს რაიონის ზვავსაშიშროებას.

იმ სიმპტომური პროცესებიდან, რომლებთანაც დაკავშირებულია ქარბუქის მოვლენები და ინტენსივობა მთავარ როლს თამაშობენ ციკლონები, განსაკუთრებით ღრმა ციკლონები, რომლის დროსაც ადგილი აქვს დიდი ინტენსივობის ქარბუქებს. მთიან რაიონებში ქარბუქების მოვლენაზე დიდ გავლენას ახდენს რელიეფის ხასიათი და ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე. ქარის სიჩქარისა და რელიეფის თავისებურების გარდა ქარბუქის ინტენსივობა დამოკიდებულია თოვლის ინტენსივობაზე, თოვლის და მისი საფარის ფიზიკურ თვისებებზე.

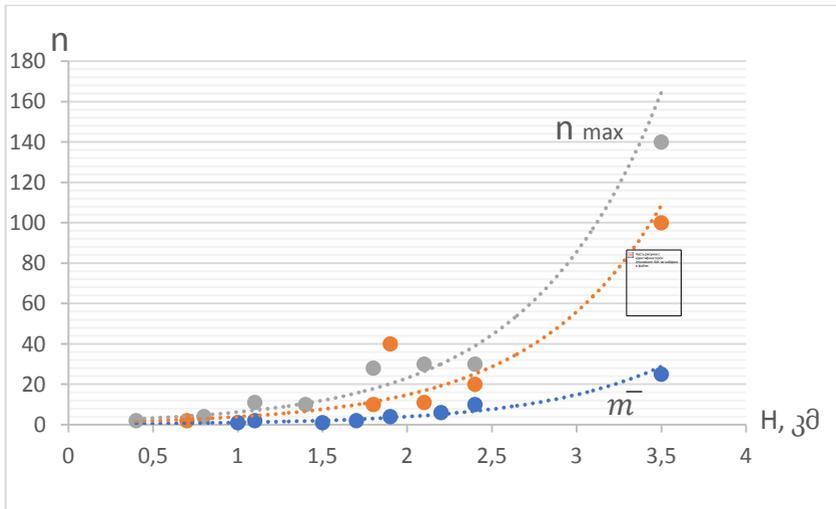
მცხეთა-მთიანეთის ტერიტორიისათვის ქარბუქიან დრეთა საშუალო და მაქსიმალური მაქ რაოდენობა თვეში და წელიწადში მოცემულია ცხრილ 5.2.1.-ში.

ცხრილი 5.2.1. ქარბუქიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა თვეში და წელიწადში, ქარახვეტიან დღეთა საშუალო რაოდენობა

სად-გური	\bar{n} n_m ax \bar{m}	თ ვ ე											წელი	
		VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V		VI
მ/მთ- ყაზ- ბეგი	\bar{n}	1	1	6	10	9	10	11	12	14	12	9	5	100
	n_m	4	4	14	21	23	24	20	21	21	20	18	13	143
	\bar{m}	0.3	0.2	1	2	3	3	4	2	4	2	4	1	27
კობი	\bar{n}					3	6	10	9	8	4			40
	n_m													
	\bar{m}					0.2	0.3	0.08		0.2				0.8
ჯვრი ს უღ.	\bar{n}				2	2	3	5	5	6	2	0.5		26
	n_m				4	5	7	8	14	13	5	2		33
	\bar{m}				0.4	0.6	2	3	2	2	1	0.2		11
ბურს აჭირ ო	\bar{n}				0.3	0.6	2	3	3	3	0.7	0.08		13
	n_m				2	4	5	7	10	8	3	2		26
	\bar{m}				0.08	0.6	1	2	2	1	0.6			7
გუდა ური	\bar{n}				0.4	1	2	3	3	2	0.4			12
	n_m				3	9	7	10	11	10	3			31
	\bar{m}					0.3	1	2	2	2	0.3	0.03		8
ბარი სახო	\bar{n}					0.07	0.2	0.7	0.5	0.4	0.2			2
	n_m					1	3	4	2	4	2			10
	\bar{m}							0.1	0.2	0.1	0.03			0.4
თიან ეთი	\bar{n}				0.03	0.2	0.3	0.1	1	0.9	0.2			3
	n_m				1	2	2	8	6	3	2			12
	\bar{m}						0.03	0.2	0.3	0.03				0.6
დუშე თი	\bar{n}							0.5	0.2	0.1				0.8
	n_m							4	2	2				4
	\bar{m}								0.03	0.03				0.06

მუხ- რანი	\bar{n}						0.04	0.6	0.3	0.08					1
	n_m ax						1	7	2	1					7
	\bar{m}									0.05					0.05
თბი- ლისი ჰმო	\bar{n}							0.2	0.1						0.3
	n_m ax							4	1						4
	\bar{m}														

როგორც ნაჩვენებია [8]-ში დამოკიდებულებების $\bar{n}=f(H)$, $n_{max}=f(H)$ და $\bar{m}=f(H)$ იმერეთის რეგიონის შემთხვევაში აქვთ წრფივი ფუნქციის სახე. მცხეთა-მთიანეთის მთიანი რეგიონის შემთხვევაში ეს დამოკიდებულებები ანალიზურად არ წარმოიდგინებიათ წრფივი ფუნქციების სახით (ნახ. 5.2.1.). მცხეთა-მთიანეთის შემთხვევაში ეს დამოკიდებულებები ანალიზურად წარმოიდგინებიათ ექსპონენციალური ფუნქციების სახით.



ნახ.5.2.1. ქარბუქიან დღეთა საშუალო (\bar{n}) და მაქსიმალური n_{max} რიცხვების აგრეთვე ქარახვეტიან დღეთა საშუალო რიცხვის \bar{m} დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას 0-0.7კმ სიმაღლეთა დიაპაზონში საშუალო \bar{n} , მაქსიმალური n_{max} და ქარახვეტიან დღეთა რაოდენობები წელიწადში მატულობენ: პირველი (\bar{n}) 1-3 დღიდან 100 დღემდე, მეორე (n_{max}) ასევე 1-3 დღიდან 143 დღემდე, მესამე (\bar{m}) ასევე 1-3 დღიდან 27 დღემდე.

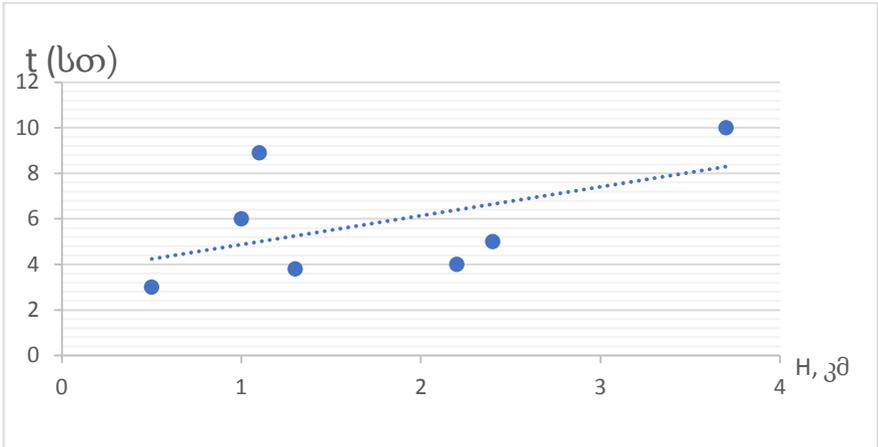
ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობა თვეში და წელიწადში მოცემულია ცხრილ 5.2.2.-ში.

ცხრილი 5.2.2. ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობა თვეში და წელიწადში (სმ)

სადგური	თვე												დღ. ქარბუქით	წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
მ/მთ ყაზბეგი	128.3	143.8	141.6	126.7	93.2	30.6	6.3	6.7	38.1	90.9	117.8	103.0	10.3	1027.0
ჯვრის უღ.	34.8	40.4	47.4	14.7	8.4					7.5	14.0	22.3	7.1	184.5
ბუდაური	13.6	8.3	8.5	1.5			0.1			1.5	3.3	8.4	3.8	45.2
ბარი-სახო	1.8	2.0	3.1	0.2							0.2	0.2	3.8	7.5
თიანეთი	9.1	8.5	4.4	1.5						0.04	1.6	1.6	8.9	26.7
დუშეთი	3.5	0.7	0.6										6.0	4.8
თბილისი (ჰმო)	1.4	1.1	0.4	0.2							0.7	0.04	3.2	3.2

ცხრილ 5.2.2.-ის მეთოთხმეტე სვეტში მოცემულია ქარბუქიან დღეში ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობა (სთ). იგი მცხეთა-მთიანეთის სადგურებზე იცვლება 3.2 (თბილისი ჰმო)-10.3 (მ/მთ ყაზბეგი) საათის

ფარგლებში. ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას ქარბუქიან დღეში ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობა მატულობს.



ნახ.5.2.2. ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტური სიმაღლეზე.

როგორც მახ. 5.2.2.-დან ჩანს, ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობები დღეში ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით სადგურებისათვის მ/მთ ყაზბეგი, ჯვრის უღელტეხილი, ბარისახო, თბილისი ლაგდებიან ერთ წრფეზე სამი სადგურის (თიანეთი, დუშეთი, გუდაური) გარდა დამოკიდებულების $t=f(H)$ პირველი ოთხი სადგურისთვის (მ/მთ ყაზბეგი, ჯვრის უღელტეხილი, ბარისახო, თბილისი) აქვს შემდეგი ანალიზური სახე:

$$t=2H+2 \quad (1)$$

ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობა თვეში შვიდივე სადგურე მაქსიმალურია თებერვალში და მარტში. წელიწადში ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობით პირველ ადგილზეა მ/მთ ყაზბეგი (1027სთ), მეორეზე ჯვრის უღელტეხილი (184,5სთ), მესამე გუდაური (45,2სთ). ე.ი. ყველა მთიან სადგურზე აღინიშნება ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობის მაღალი მნიშვნელობები.

კლიმატის ცვლილების პირობებში, განსაკუთრებით, ინტენსიური გლობალური დათბობის დაწყებიდან (1990 წ.) ქარბუქიან დღეთა რიცხვის როგორც საშუალო ასევე მაქსიმალური წლიური მაჩვენებელი კლებულობს. მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ გლობა-

ლური დათბობის განვითარებიდან გამომდინარე ზამთარში შემცირებულია მყარი ნალექის (თოვლის სახით) რაოდენობა, რაც პირდაპირ კავშირშია ქარბუქის შემცირებასთან.

როგორც ცნობილია კლიმატის ცვლილება, რომელიც 1990 წლიდან გამოიხატება კლიმატის ინტენსიურ გლობალურ დათბობაში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სხვადასხვა საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების ჩამოყალიბებასა და განვითარებაზე, მათ შორის ქარბუქიანობაზე.

ქარბუქის მრავალწლიური სვლა შეფასებულია ორი პერიოდის – 1966-1989წწ. და 1990-2017წწ. – ერთმანეთთან შედარებით. შესწავლილ იქნა ამ პერიოდებში ქარბუქიან დღეთა საშუალო და უდიდეს დღეთა რიცხვის მსვლელობა. ქარბუქიან დღეთა საშუალო წლიური და უდიდესი წლიური რიცხვის მდგომარეობა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისთვის მოყვანილია თიანეთის მაგალითზე (ცხრ. 5.2.3; 5.2.4.).

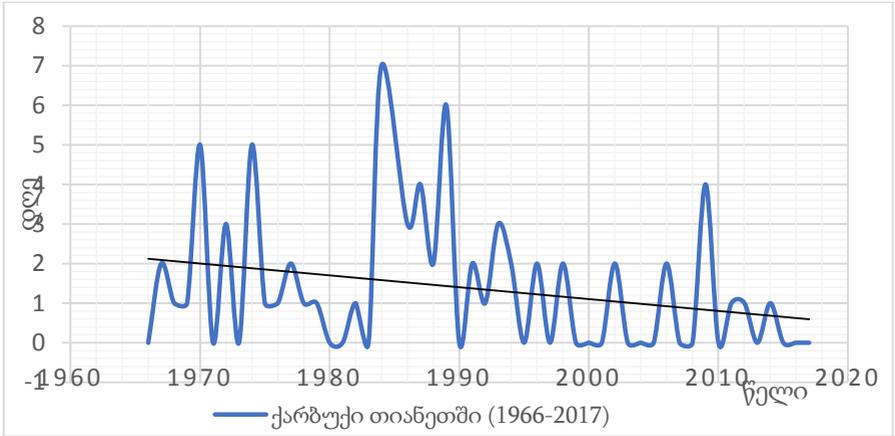
ცხრილი 5.2.3. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი (წლიური) 1966-1989წწ.

პუნქტი	საშუალო	უდიდესი	სიმაღლე ზ/დ. მ.
თიანეთი	2	7	1099

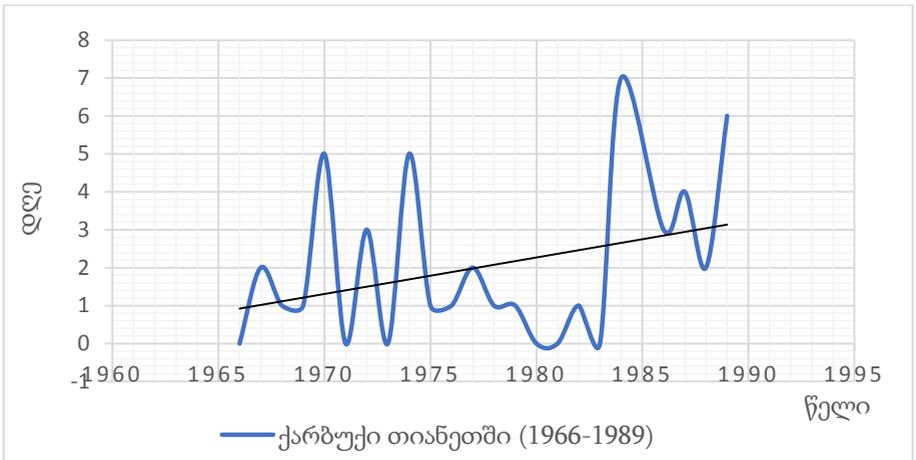
ცხრილი 5.2.4. ქარბუქიან დღეთა რიცხვი (წლიური) 1990-2017წწ.

პუნქტი	საშუალო	უდიდესი	სიმაღლე ზ/დ. მ.
თიანეთი (1990-2017)	0.8	4	1099

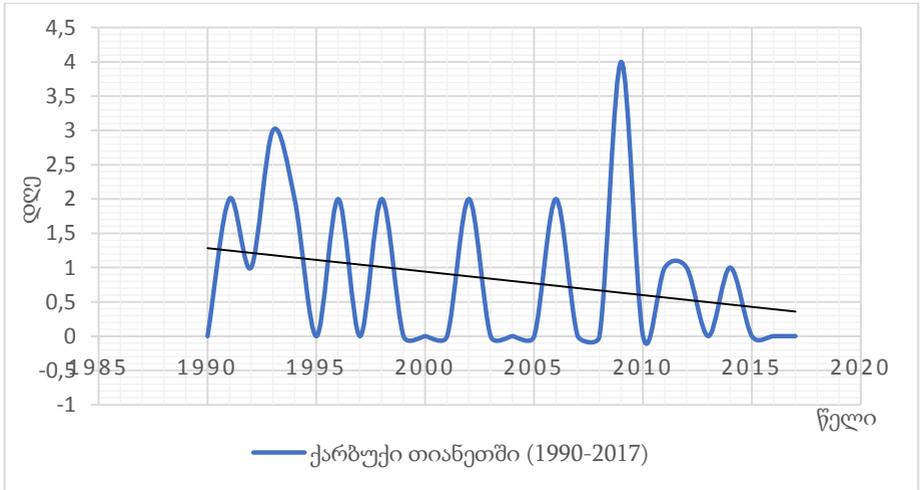
როგორც ცხრ. 5.2.3; 5.2.4.– დან ირკვევა ქარბუქიან დღეთა როგორც საშუალო ასევე მაქსიმალური რიცხვის მაჩვენებელი 1990-2017 წლებში გაცილებით დაბალია 1966-1989 წლების პერიოდთან შედარებით. გრაფიკების სახით ეს დამოკიდებულება გამოიხატება შემდეგი სახით(ნახ. 5.2.3.).



ა)



ბ)

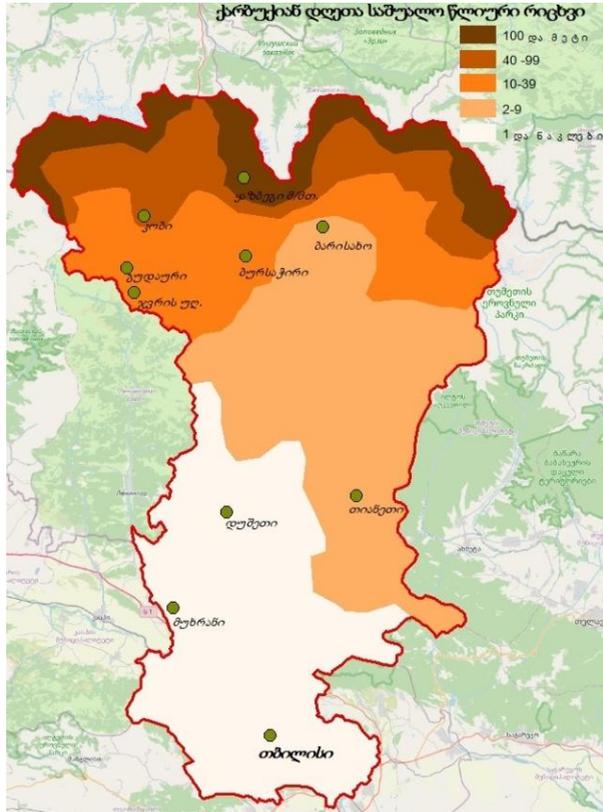


გ)

ნახ.5.2.3. ქარბუქიან დღეთა რიცხვის მრავალწლიური მსვლელობა თიანეთისთვის. ა) 1966-2017 წლები ბ) 1966-1989 წლები გ) 1990-2017 წლები

ნახ. 5.2.3.-ზე ნაჩვენებია როგორც ქარბუქიან დღეთა რიცხვის ერთიანი მრავალწლიური სვლა 1966 წლიდან კლიმატის ცვლილების პერიოდის ჩათვლით, ასევე, ცალ-ცალკე გლობალური დათბობის დაწყების პერიოდამდე (1966-1989) და მას შემდეგ (1990-2017). მოყვანილია აგრეთვე, ამ პერიოდებისთვის შესაბამისი ტრენდის მაჩვენებელი ხაზები.

კლიმატის ცვლილების პირობებში, განსაკუთრებით, ინტენსიური გლობალური დათბობის დაწყებიდან(1990წ.) ქარბუქიან დღეთა რიცხვის როგორც საშუალო ასევე მაქსიმალური წლიური მაშვინებელი კლებულობს.



ნახ.5.2.4. ქარბუქიან დღეთა საშუალო რაოდენობის განაწილება წელიწადში მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში

5.3. ნისლი

ნისლი წარმოადგენს საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენათა სახეობას. ძლიერი ნისლი მხედველობის სიშორეს ამცირებს 50 მეტრამდე და მეტად, რითაც უარყოფითად მოქმედებს ტრანსპორტის ყველა სახეობის (სახმელეთო, საზღვაო, საჰაერო) ნორმალურ ფუნქციონირებაზე. იგი ასევე უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებში (მათ შორის ადამიანის ორგანიზმში) მიმდინარე ნორმალური თერმოლეგურაციის პროცესებზე. წარმოშობის პირობებზე დამოკიდებულებით ნისლები იყოფა ორ ჯგუფად: შიდამასიურ და

ფრონტალურ ნისლეზად. შიდამასიური ნისლის სახეობებია: ადვექციური და რადიაციული ნისლი. მთიანი რელიეფის პირობებში არსებობს ადვექციური ნისლის ნაირსახეობა –ფერდობების ნისლი.

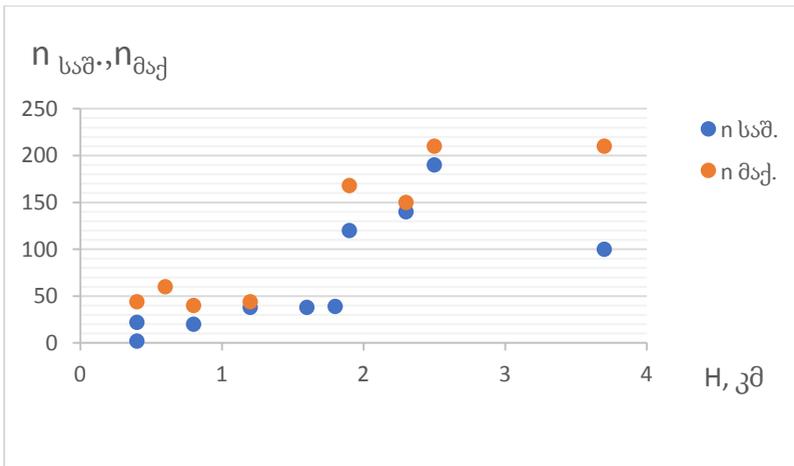
მცხეთ-მთიანეთის მხრეში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური n_{max} რაოდენობა მოცემულია სხრილში 5.3.1.

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

სადგური		თ ვ ე												წლი
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მ/მთ ყაზ- ბეგი	\bar{n}	2	3	5	9	14	15	14	13	12	8	6	3	104
	n_{max}	18	16	18	19	26	27	24	22	24	19	18	15	214
დაბა ყაზ- ბეგი	\bar{n}	3	2	4	4	3	1	2	2	3	4	4	2	34
	n_{max}													
კობი	\bar{n}	4	5	6	7	3	3	3	3	5	5	4	5	53
	n_{max}													
ჯვრის ულ.	\bar{n}	13	14	19	19	18	14	17	14	19	18	16	13	194
	n_{max}	28	23	27	26	26	24	24	24	28	26	26	21	239
ბურსა- ჭირი	\bar{n}	12	12	16	13	8	7	6	6	10	12	13	11	126
	n_{max}	25	23	25	21	16	15	12	12	18	28	22	15	161
გუდა- ური	\bar{n}	12	12	15	15	13	10	9	8	13	14	13	11	145
	n_{max}	24	23	25	22	21	18	17	18	22	26	23	27	178
თიანეთი	\bar{n}	4	4	4	3	1	0,6	0,4	0,5	1	2	4	4	28
	n_{max}	10	16	13	8	5	3	2	3	3	6	13	17	534
დუშეთი	\bar{n}	4	3	3	2	2	0,8	0,6	0,7	0,6	1	2	4	24

	n_{max}	15	8	9	4	6	3	5	6	3	4	6	10	42
მუხრანო	\bar{n}	0,7	0,3	0,1		0,07						0,3	0,7	2
	n_{max}	3	3	1		1						3	38	65

ნახ. 5.3.1.-ზე წარმოდგენილია ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური $n_{მაქ}$ რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულების გრაფიკული სახე.



ნახ. 5.3.1. წელიწადში ნისლიან დღეთა საშუალო \bar{n} და მაქსიმალური $n_{მაქ}$ რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულება

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ნისლიან დღეთა ეს მაჩვენებლები (წელიწადში საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობები, ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას) აჩვენებენ მატებას, მაგრამ რა კანონზომიერებით ხდება მათი მატება ამის დადგენა შეუძლებელია. ნისლიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობით პირველ ადგილზეა ჯვრის უღელტეხილზე (239 დღე წელიწადში), მეორე ადგილზეა მ/მთ ყაზბეგი (214 დღე), მესამეზე – გუდაური (178 დღე). ასევე ნისლიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობის შედარებით დიდი მაჩვენებელი აღნიშნულია სადგურ ბურსაჭირში (161 დღე წელიწადში). რაც შეეხება

დანარჩენ სადგურებს მათთვის ნისლიან დღეთა მაქსიმალური მაჩვენებელი წელიწადში არ აღემატება 65 დღეს.

გარდა ნისლწარმოქმნელი ზოგადი პროცესებისა, როგორცაა შედარებით ცივ ქვევენულ ზედაპირზე თბილი ჰაერის მასის გადაადგილება, როდესაც ადგილი აქვს წყლის ორთქლის კონდენსაციის და შედეგად ადვექციური ნისლის წარმოქმნას, მოწმენდილი ცის პირობებში ქვევენული ზედაპირის და ჰაერის მიწისპირა ფენის გაციება გრძელტალღიანი გამოსხივების შედეგად და მასში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია მთავრდება რადიაციული ნისლის წარმოქმნით. როგორც ნახ. 5.3.1.-დან ჩანს მცხეთა-მთიანეთის მხარეში ნისლიან დღეთა რაოდენობა წელიწადში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის გარდა დამოკიდებულია ოროგრაფიის თავისებურებაზე.

მცხეთა-მთიანეთის მხარეში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელის მრავალწლიური ინფორმაციის ანალიზის შედეგად გარდა ნისლიან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური მახასიათებლებისა გაანალიზდა ნისლიან დღეთა გრადაციების განმეორადობა თვეების და წელიწადის მიხედვით. ნისლების საშუალო ხანგრძლივობა, ნისლების ხანგრძლივობა დღე-ღამის სხვადასხვა საათებში, თვეების მიხედვით ნისლიან დღეთა გრადაციების (ინტერვალით 2 დღე) განმეორადობა.

ნისლიან დღეთა გრადაციების (ინტერვალით 2 დღე) განმეორადობა მაქსიმალურია 1-2 დღიანი გრადაციისათვის. წელიწადში იგი იცვლება მ/მთ ყაზბეგზე 20-45%-დან(XI,XII) - 61%-მდე(I), თიანეთში 2-31%-დან - 75%-მდე(II), ახმეტში 13-24%-დან(XI,XII) - 36%-მდე(II), დაბა ყაზბეგში 22%-დან(X) - 75%-მდე(XI). წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა, % მოცემულია ცხრილში 5.3.2.

ცხრილი 5.3.2. წელიწადში ნისლიან დღეთა სხვადასხვა რიცხვის განმეორადობა, %

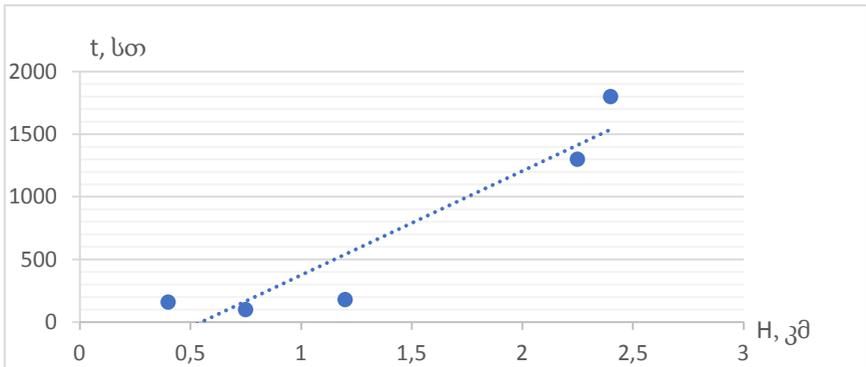
სადგური	დღეთა ინტერვალი											
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60
მ/მთ ყაზბეგი			21	21	25	11		11	11			
თიანეთი			7	10	21	28	7	14	3	3	7	
დუშეთი	3	3	3	38	10	27	10	3	3			

როგორც ცხრილ 5.3.3.-დან და ნახ. 5.3.2.-დან ჩანს, მცხეთა-მთიანეთის მხარეში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატების სინქრონულად ნისლეების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში იზრდება. ჯვრის უღელტეხილზე ის აღწევს აბსოლუტურ მაქსიმუმს (190,3სთ). ნისლეების სასუალო ხანგრძლივობის დიდი მნიშვნელობებით გამოირჩევა სადგური გუდაური (1383,1სთ). რაც შეეხება სადგურ მ/მთ ყაზბეგს აქ ნისლეების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში ორჯერ ნაკლებია ვიდრე გუდაურში და თითქმის სამჯერ ნაკლებია ვიდრე ჯვრის უღელტეხილზე, რაც განპირობებულია იმით, რომ კავკასიონის მთიან რეგიონში 3კმ სიმაღლეზე ზევით ადგილი აქვს ღრუბლიანობის (და ნისლიანობის) შემცირებას, მათი ხანგრძლივობის ჩათვლით.

დამოკიდებულება $t=f(H)$, სადაც t არის ნისლეების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში (სთ), H -სადგურის აბსოლუტური სიმაღლე (კმ) მცხეთა-მთიანეთის მხარის შემთხვევაში ანალიზურად წარმოდგინება წრფივი ფუნქციის სახით (სადგურ მ/მთ ყაზბეგის გამოკლებით)

$$t=870,0H-266,7 \quad (5.3.1)$$

ამ გამოსახულების თანახმად, როდესაც $H=1$ კმ, $t=603$ სთ, $H=2$ კმ $t=1480$ სთ, $H=2,5$ კმ $t=1910$ სთ



ნახ. 5.3.2. ნისლეების საშუალო ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე, წელიწადი.

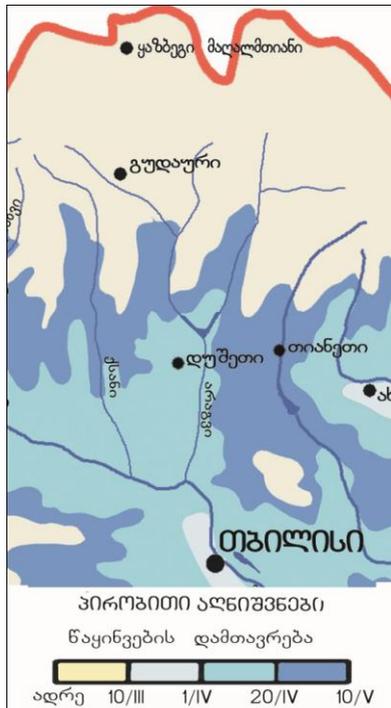
ცხრილი 5.3.3. ნისლეზის საშუალო ხანგრძლივობა (სთ)

სადგური	დღეთა ინტერვალი												წელი	ნისლის ხანგრძლივობა, დღე		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		X-III	IV-IX	წელი
მ/მთ ყაზბეგი	21,4	26,7	35,6	62,5	91,9	82,6	85,1	84,2	70,9	45,3	38,4	26,0	670,6	7,2	6,2	6,4
ჯვრის უღ.	156,2	177,0	214,1	216,8	141,4	94,4	132,2	99,8	162,6	173,8	191,0	144,0	1903,3	11,4	8,4	9,8
გუდაური	128,1	119,0	173,5	152,8	115,2	49,8	66,1	56,2	113,3	135,8	129,4	143,9	1383,1	10,8	8,1	9,5
თიანეთი	28,9	20,4	28,7	15,6	4,1	3,0	0,9	2,2	3,7	10,5	22,5	21,4	161,9	6,0	4,9	5,8
დუშეთი	20,8	15,8	17,2	5,6	6,6	1,5	2,5	1,7	1,3	3,3	10,3	16,5	103,1	4,9	2,7	4,3

5.4. წყინვები

წყინვა ეწოდება საშუალო დღელამურ ტემპერატურათა დადებით ფონზე ჰაერის, ან ნიადაგის ზედაპირის მინიმალური ტემპერატურის 0⁰-ზე დაბლა დაცემას. წყინვა ნიადაგში ჰაერზე ადრე მყარდება, ჯერ უკვე მაშინ, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა დაახლოებით 1⁰-ია, ამიტომ ატმოსფერული წყინვა თავისთავში ყოველთვის შეიცავს ნიადაგის წყინვებს.

ნახ. 5.4.1-ზე წარმოდგენილია წყინვების დასრულების საშუალო თარიღების რუკა.



ნახ. 5.4.1. წყინვები (საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი, 2011)

განსაკუთრებით საშიშია წყინვა უყინვო პერიოდის განმავლობაში, ანუ გაზაფხულის უკანასკნელი და შემოდგომის პირელი წა-

ყინვების საშუალო თარიღებს შო-რის. ამ პერიოდისათვის ძირითადად დამახასიათებელია ადვექციურ-რადიაციული წყინვები, რომლებიც წარმოიქმნება ცივი ჰაერის მასის შემოჭრის და ღამის გამოსხივე ბის ხარჯზე მისი შემდგომი გაცივებით. ასეთი წყინვები საშუალო დღელამური ტემპერატურების მაღალ ფონზე გაზაფხულის დასასრულს და ადრეულ შემოდგომაზე, ხოლო მთებში ზაფხულშიც კი მიმდინარეობს.

უყინვო პერიოდის წყინვების დროს მინიმალური ტემპერატურების სპექტრი ფართოა. სწორედაც მინიმალური ტემპერატურა განსაზღვრავს წყინვის ინტენსივობას. ეს კარგადმჩანს ცხრილ 5.4.1-დან.

ცხრილი 5.4.1. მინიმალური ტემპერატურა წყინვის დროს და შესაძლო დაზიანება

მინიმალური ტემპერატურა უყინვო პერიოდის განმავლობაში (0C)	შესაძლო ეფექტი	დაზიანებებისა და ზარალის აღწერა
> -1.1	სუსტი	ზიანდება წყინვის მიმართ არამდგრადი სითბომოყვარული მცენარეები: ლობიო, ბრინჯი, ბამბა, წიწიბურა, სატაცური და სხვ.
-1.1 - -3,0	ზომიერი	ზიანდება წყინვის მიმართ ნაკლებად მდგრადი მცენარეები: მარცვლოვანი კულტურები, სიმინდი, კარტოფილი, სორგო და სხვ. ფერხდება ხორბლის აღმოცენების პროცესი.
-3.1 - -4,0	საშუალო	ზიანდება წყინვის მიმართ საშუალოდ მდგრადი მცენარეები: სოიო და სხვ.
-4.1 - -8.0	ძლიერი	ზიანდება წყინვის მიმართ მდგრადი მცენარეები: კულტურულ ხე-მცენარეთა დიდი ნაწილი, ზეთოვანი კულტურები, კანაფი და სხვ. ფერხდება ხორბლის ვეგეტაციური ზრდა
< -8.0	ძალიან ძლიერი	ზიანდება წყინვის მიმართ განსაკუთრებით მდგრადი მცენარეები: საადრეო საგაზაფხულო ხორბალი, მარცვლოვან-პარკოსანნი, საადრეო ზეთოვანი კულტურები, ქერი და სხვ.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, რაც უფრო დაბალია მინიმალური ტემპერატურა, მით უფრო ზიანდება მცენარე. მაგალითად ძალიან ძლიერი წაყინვის დროს, როდესაც მინიმალური ტემპერატურა მინუს 8⁰-ზე დაბლა ეცემა, ზიანდება წაყინვის მიმართ განსაკუთრებით მდგრადი მცენარეები: საადრეო საგაზაფხული ხორბალი, მარცვლოვან-პარკოსანნი, საადრეო ზეთოვანი კულტურები, ქერი და სხვ.

წაყინვის არეალი ვრცელდება რამოდენიმე ასეულიდან, რამოდენიმე ათასეულ კვადრატულ კილომეტრ ფართობზე. ამავე დროს უფრო ხშირია ლოკალური წაყინვები, რომელთა არეალიც რამოდენიმე ათეული კვადრატული კილომეტრით შემოსაზღვრება. ასეთი პროცესების განვითარებას ჩაკეტილი ქვაბულები და მდინარეთა ფართო ველები ექვემდებარება.

5.5. ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ატმოსფერული ნალექები

ინტენსიური ეწოდება ნალექებს, როდესაც დღეღამის განმავლობაში მოსული მათი რაოდენობა აღემატება 20 მმ-ს, ხოლო უხვი 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 უხვნალექიან დღეთა რიცხვის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები 3 პუნქტისათვის, რომლებიც ახასიათებენ რეგიონის განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებს.

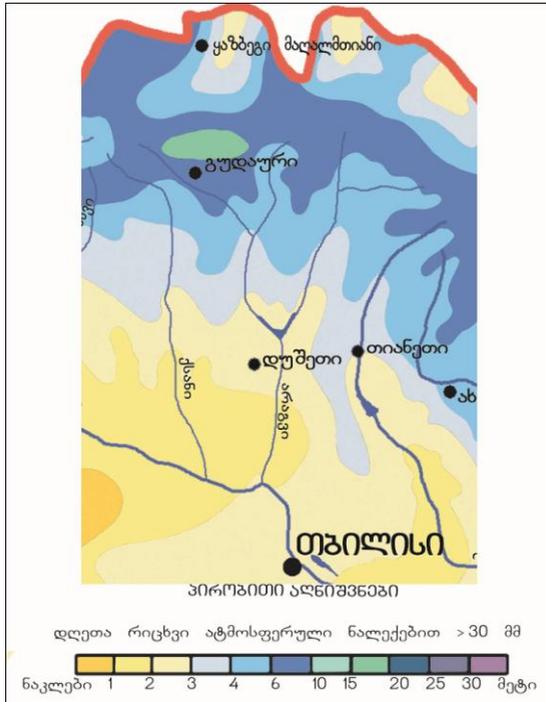
როგორც ცხრილიდან ჩანს, მთელი წლის განმავლობაში ინტენსიურ ნალექებიან დღეთა რიცხვი დიდ ფარგლებში მერყეობს და ტერიტორიაზე ძირითადად 6-21-ს შეადგენს. უხვნალექიან დღეთა რიცხვი შედარებით ნაკლებია და წელიწადში 2-8 დღეს შეადგენს. უფრო დეტალურ ინფორმაციას უხვნალექიან დღეთა რიცხვის რეგიონის ტერიტორიაზე განაწილების შესახებ იძლევა ნახ.5.5.1-ზე წარმოდგენილი რუკა.

ცხრილი 5.5.1. დღეთა რიცხვი ინტენსიური და უხვი ნალექებით

სადგური, დღეთა რიცხვი ნალექებით		თ ვ ე												ოცე
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
დღეები	ინტენსიური	0.1	0.2	0.2	0.8	1.3	1.3	0.5	0.5	0.6	0.5	0.2	0.1	6
	უხვი	0.02	0.01	0.1	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	2
გულაური	ინტენსიური	1.0	1.4	1.6	1.8	2.5	2.5	1.9	1.6	1.3	1.3	2.9	1.1	21
	უხვი	0.4	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	8
ყაზბეგი	ინტენსიური	0.9	0.9	0.9	2.0	2.1	1.4	1.6	2.2	1.3	0.8	1.0	0.7	16
	უხვი	0.3	0.3	0.5	1.1	0.7	0.5	0.6	1.1	0.5	0.5	0.4	0.2	8

რუკიდან ჩანს, რომ რეგიონის ტერიტორიაზე უხვ ნალექიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში იცვლება 1-2-დან 10-15 და მეტ დღემდე. უხვი ნალექები განსაკუთრებით ხშირია კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში, სადაც მერყეობს 6-10 დღეს შორის. ინტენსიური და უხვი ნალექები წლის განმავლობაში განსაკუთრებით ხშირია გაზაფხულის მეორე ნახევარსა და ზაფხულში, როდესაც გააქტიურებულია კონვექციური პროცესები.

დღეისათვის არ არის განსაზღვრული კატასტროფული ნალექების ზოგადი განმარტება. ერთერთი განმარტების თანახმად ეს არის “საშიში მოვლენა, რომელიც უქმნის საფრთხეს ადამიანთა სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას, და იწვევს ნაგებობების და სატრანსპორტო საშუალებების რღვევას, საწარმოო და სატრანსპორტო პროცესის მოშლას, ან ზიანს აყენებს გარემოს”. ამრიგად კატასტროფულს შეიძლება მივაკუთვნოთ ექსტრემალურად ინტენსიური ნალექები, აგრეთვე მნიშვნელოვანი ნალექები, რომლებიც მოდის რამოდენიმე დღელამის განმავლობაში, იწვევს წყალდიდობას, წყალმოვარდნას, ღვარცოფულ პროცესებს, თოვლის ზვავებს ან სხვა სტიქიურ მოვლენებს, და მთლიანობაში ქმნის საგანგებო სიტუაციას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მნიშვნელოვანი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი.



ნახ. 5.5.1. დღეთა რიცხვი უხვი ნალექებით წელიწადში

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის თანახმად ნალექების კატასტროფულობის ხასიათზე შეიძლება ვიმსჯელოთ დღეთა რიცხვით 50 მმ-ზე მეტი ნალექებით (R50), მაქსიმალური დღელამური (RX1) და მაქსიმალური 5 დღელამის ნალექებით (RX5).

ცხრილში 5.5.2. წარმოდგენილია კატასტროფული ხასიათის ნალექების რამოდენიმე მახასიათებელი რეგიონის ორი პუნქტისათვის.

ცხრილი 5.5.2. კატასტროფული ხასიათის ნალექების მახასიათებლები

პუნქტი	R50 დღე	R50 max დღე	RX1 მმ	RX1 max მმ
ფასანაური	0.6	4	64	149
ყაზბეგი	0.8	4	60	129

ცხრილში 5.5.2 R50-50მმ და მეტი ნალექებით საშუალო დღეთა რიცხვია, R50max -ამავე ნალექებით უდიდეს დღეთა რიცხვი, RX1-ნალექების საშუალო დღელამური მაქსიმუმია, როდესაც მისი რაოდენობა ტოლია ან აღემატება 50მმ-ს, RX1max - ამავე რაოდენობის ნალექების უდიდესი დღელამური მაქსიმუმია.

ცხრილში 5.5.3 წარმოდგენილია კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობა რეგიონის იმავე პუნქტებში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ალბათობა განსაკუთრებით დიდია ყაზბეგში ივლის-აგვისტოს თვეებში და 11-15%-მდე აღწევს. კატასტროფული ხასიათის ნალექები იშვიათია ზამთარში.

ცხრილი 5.5.3. კატასტროფული ნალექების მოსვლის ალბათობა (%)

პუნქტი	თ 3 ე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ფასანა-ური		0	2	3	5	8	9	3	3	9	6	3
ყაზ-ბეგი		5	2	6	8	9	11	15	6	5	2	0

ხშირად ერთ დღელამეში მოსული ნალექების ჯამი აღემატება ინტენსიური, უხვი და კატასტროფული ნალექებისათვის დადგენილ კრიტერიუმებს- 20; 30 და 50 მმ-ს (იხ.ცხრილი 5.5.4).

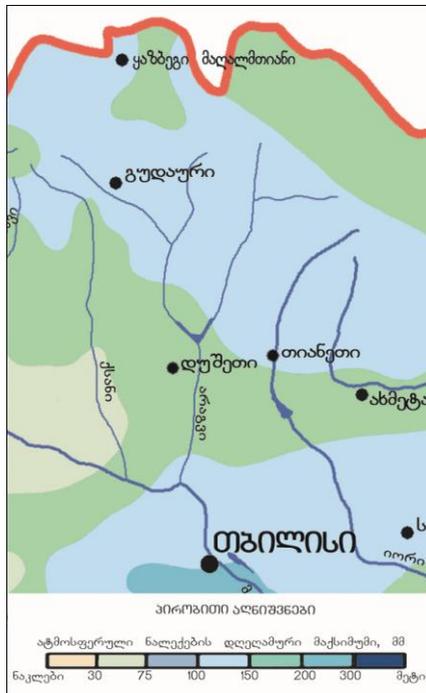
ცხრილი 5.5.4 ნალექების დღელამური მაქსიმუმების მახასიათებლები. მმ.

პუნქტი	აბსოლუტური მაქსიმუმი	საშუალო მაქსიმუმი	მოსალოდნელი 100 წელიწადში ერთხელ
გუდაური	100	33	106
ფასანაური	93	35	96
თიანეთი	105	32	110
დუშეთი	82	29	84

ცხრილი 5.5.4-დან ჩანს, რომ ნალექების აბსოლუტური მაქსიმუმი რამოდენიმეჯერ აღემატება ინტენსიური და უხვი ნალექების კრიტერიუმებს. კონკრეტულად გუდაურსა და თიანეთში შეადგენს 100-105 მმ-ს. რამდენადმე ნაკლებია ფასანაურში (93 მმ), ხოლო დუშეთში 82 მმ-ია. ამავე ცხრილის თანახმად საუკუნეში ერთხელ მაინც მოსალოდნელი დღელამური ნალექების ჯამები საკმაოდ

მაღალია, და გუდაურსა და თიანეთში შეადგენს 106-110 მმ-ს, ფასანაურში 96 მმ-ს, ხოლო დუშეთში-84 მმ-ს.

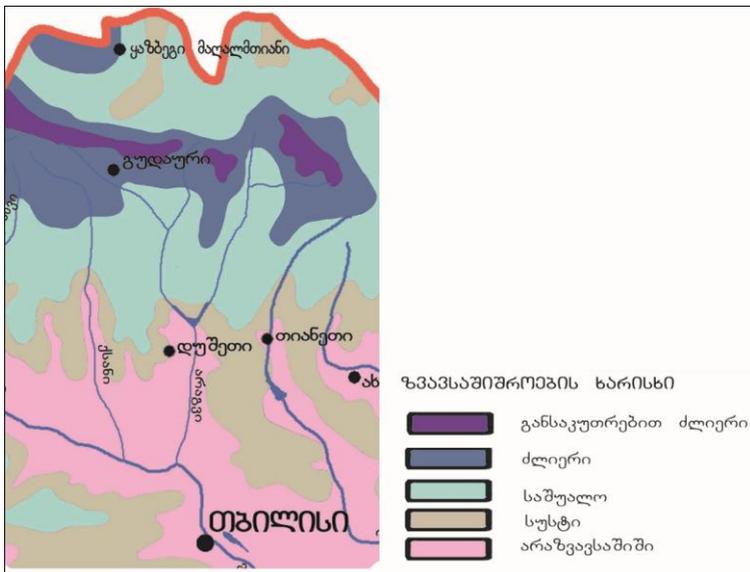
დეტალურ ინფორმაციას ექსტრემალური ნალექების სივრცობრივი განაწილების შესახებ რეგიონის ტერიტორიაზე იძლევა ნახ. 5.5.2-ზე წარმოდგენილი განზოგადოებული რუკა. რუკის თანახმად რეგიონში გამოიყოფა ექსტრემალური ნალექების ორი მთავარი ზონა. პირველი მათგანი მოიცავს დუშეთის მუნიციპალიტეტს, არაგვის შუა დინებას და მიმდებარე მთებს. ამ ზონაში ნალექების დღელამური მაქსიმუმი შეადგენს 75-100 მმ-ს. მეორე ზონა, სადაც ნალექების მაქსიმუმი 100 მმ-ს აღემატება, უფრო ვრცელ ტერიტორიაზე ვრცელდება და მოიცავს კავკასიონის მაღალმთიან სარტყელსაც.



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

5.6. თოვლის ზეგებები

ნახ. 5.6.1-ზე წარმოდგენილია ზევასაშიშროების ხარისხის განმსაზღვრელი რუკა მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის. როგორც რუკიდან ჩანს საკვლევი რეგიონისათვის დამახასიათებელია განსაკუთრებით ძლიერი, ძლიერი, საშუალო და სუსტი ზევასაშიშროება. ლ.ქაღდანის და მ.სალუქვაძის გამოკვლევებით (ქაღდანის, სალუქვაძე, 2015; სალუქვაძე, 2019) საქართველოს სამხედრო გზის ზევასაშიშროების მონაკვეთზე არაზევასაშიშროება მხოლოდ ის მონაკვეთი, რომელიც კაიშაურის პლატოზე გადის. სუსტი ზევასაშიშროების რაიონში მდებარე გზების უმეტესი ნაწილი არაზევასაშიშროება, მაგრამ აქ არის ცალკეული ციცაბო ფერდობები, რომელზედაც უხვთოვლიან ზამთრებში ზევები წარმოიქმნებიან. ეს ზევები და ასევე მაღალმთიან ზონაში წარმოქმნილი ზოგიერთი ზევი გზამდე აღწევს და საფრთხეს უქმნის ტრანსპორტს გადაადგილებისას.



ნახ. 5.6.1. ზევასაშიშროება (საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი, 2011)

საქართველოს სამხედრო გზაზე სამი ძირითადი - ჟინვალი-მლეთა, გუდაური-კობი და ალმასიანი-დარიალის ზვავსაშიში მონაკვეთია. პირველი (ჟინვალი-მლეთა) და მესამე მონაკვეთი (ალმასიანი-დარიალი) სუსტი, ხოლო მეორე მონაკვეთი (გუდაური-კობი) – განსაკუთრებით ძლიერი ზვავსაშიშროებით გამოირჩევა.

მ.სალუქვამის (სალუქვამე,2019) მონაცემებით ჟინვალი-მლეთის მონაკვეთზე 52 ზვავშემკრებია და ზვავების ჩამოსვლა მოსალოდნელია ინტენსიური ნალექების დროს. ზვავების უმეტესობა უხვ-თოვლიან ზამთარში გზას ფარავს.

ალმასიანი-დარიალის მონაკვეთზე 27 ზვავი ჩამოდის, რომლებიც ინტენსიური ნალექების დროს მთლიანად კეტავს გზას, ხოლო ტრასაზე გამოტანილი თოვლის მასის მოცულობა 76 ათასი მ3 აღინიშნა 1987 წლის იანვარში. გუდაური-კობის მონაკვეთზე 59 ზვავშემკრებია, აქედან 41 ზვავი გზაზე ჩამოდის. ამ მონაკვეთზე არსებული ზვავდამცავი გვირაბები და გალერეა გზის ნაწილს სრულად ან ნაწილობრივ იცავს მხოლოდ 17 ზვავისაგან.

ცხრილი 5.6.1. ზვავსაშიშროების განაწილება ფართობის, კერების, ზედაპირის დახრილობის და ზვავის მაქსიმალური სიჩქარის მიხედვით (მ.სალუქვამე, 2019)

ფართობი, ჰა			დახრილობა, გრად			მაქსიმალური სიჩქარე, მ/წმ		
ჰა	რაოდენობა	%	გრად.	რაოდენობა	%	მ/წმ	რაოდენობა	%
<0,5	46	32	<25	6	4	<20	16	11
0,5-1,0	14	10	26-30	16	11	21-30	44	30
1,1-10,0	53	36	31-35	38	26	31-40	46	32
>10	32	22	36-40	48	33	>40	39	27
			>40	37	26			
Σ	145	100		145	100		145	100

საქართველოს სამხედრო გზის გასწვრივ არსებული ზვავშემკრებების უმეტესობა - 31 ზვავი (45%) 0,5 ჰა-ზე ნაკლები ფართობისაა, ხოლო ზედაპირის დახრილობა უმეტესად 31-350-ს შეადგენს (23 ზვავი), 26 ზვავის მაქსიმალური სიჩქარეა 31-20 მ/წმ (ცხრ. 5.6.1).

საქართველოს სამხედრო გზისთვის საშიში ზვავშემკრებები მდებარეობს სამივე, როგორც დაბალმთიან და საშუალომთიან, ისე მაღალმთიან ზონაში. არსებული ზვავებიდან ყველაზე სუსტი მაქსიმალური დარტყმის ძალა 4 ტ/მ2, ხოლო ძლიერი 97 ტ/მ2-ია (ცხრ. 5.6.2).

ცხრილი 5.6.2. ზვავების განაწილება მაქსიმალური გარტყმის ძალის, ზვავის კონუსის მოცულობის და მოძრავი ზვავის სიმაღლის მიხედვით (მ.სალუქვაძე, 2019)

დარტყმის ძალა, ტ/მ ²			კონუსის მოცულობა, ათასი მ ³			სიმაღლე, მ		
ტ/მ ²	როდენობა	%	ათ.მ ³	როდენობა	%	მ	როდენობა	%
<20	16	11	<1,0	14	9	<10	24	17
21-40	35	24	1,1-15	49	34	10,1-15	29	20
41-60	31	21	15,1-25	10	7	15,1-20	22	15
61-80	33	23	25,1-100	26	18	20,1-25	50	34
>80	30	21	>100	46	32	>25	20	14
Σ	145	100		145	100		145	100

განსაკუთრებული ზვავაქტიურობით გამოირჩევა მდინარე ბიდარას ხეობა. ბიდარა სოფელ კობთან თერგს უერთდება და მის მარჯვენა შენაკადს წარმოადგენს. მდინარის ხეობა 3000 მ-მდე 10-40 მ სიგრძისა და 20-150 მ სიგანის ეროზიული ღარტაფებითაა წარმოდგენილი. მონაკვეთზე 50 ზვავემკვრებია და აქ ზვავები ყოველწლიურად ჩამოდის.

საქართველოს სამხედრო გზაზე რთული რელიეფით ხასიათდება კურორტ ფასანაურის მონაკვეთი, რომელიც მდინარე თეთრი არაგვის მარჯვენა ნაპირზე მთა გურდიმის (2099 მ) აღმოსავლეთით მდებარეობს. სამხედრო გზაზე არსებული 7 ზვავი გზაზე გამოდის და საფრთხეს უქმნის ტრანსპორტის გადაადგილებას.

ამრიგად, საქართველოს სამხედრო გზაზე 145 ზვავის გამოკვეთილი კერაა და ზვავები თითქმის ყოველწლიურად ჩამოდის, ხშირად ზვავსაშიშროების გამო გადაადგილება გართულებულია. გარდა ზამთრის თვეებისა მარტსა და აპრილშიც, ზვავსაშიშროების გამო, იზღუდება და ზოგჯერ იკეტება გუდაური-კობის მონაკვეთი, სადაც გადაადგილება შესაძლებელია ზვავსაშიშროების პერიოდის დასრულებისა და ზვავის კონუსებისგან გზის გაწმენდის შემდეგ. ეს კი ცხადია, ზამთრის საკურორტო სეზონის პერიოდში დისკომფორტს უქმნის დამსვენებელს, ასევე იმ მძღოლებს, რომელთაც ტვირთი გადააქვთ და ყინვიან ამინდში არაერთი ღამის გათევა უწევთ სატვირთო მანქანებში ზვავსაშიშროების გამო.

ამასთან, თუ გავანალიზებთ საქართველოს ზვავსაშიშროების რუკებს (ქალდანი, სალუქვაძე, 2015; სალუქვაძე, 2019), შეგვიძლია

დავასკვნათ, რომ თბილისი-ჟინვალის მონაკვეთი არაზვავსაშიშია, შემდეგ გუდაურამდე მონაკვეთზე გზის უდიდესი ნაწილი ხასიათდება სუსტი და საშუალო ზვავსაშიშროებით, ხოლო გუდაურთან ახლოს ძლიერი და განსაკუთრებით ძლიერი ზვავსაშიშროების ზონებია (გუდაური-კობი). გუდაურიდან ლარსის მიმართულებით თანდათან სუსტდება ზვავსაშიშროება. ჟინვალი-შატილის მიმართულებით გზის მნიშვნელოვანი მონაკვეთი ჟინვალიდან და შატილიდან საშუალოდ ზვავსაშიშია, ხოლო უღელტეხილის მონაკვეთზე აღინიშნება ძლიერი და განსაკუთრებით ძლიერი ზვავსაშიშროება.

5.7. სეტყვა

სეტყვა საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენაა, რომელიც ხშირად იწვევს მნიშვნელოვან მატერიალურ ზარალს, აზიანებს სახლების სახურავებს და კედლებს, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, ვენახებს, კლავს პირუტყვს.

საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვის ფორმირება და მოსვლა განისაზღვრება როგორც ფრონტალური, ისე შიდამასობრივი პროცესებით. სეტყვის პროცესების ძირითადი ტრაექტორიები გადის ბაკურიანზე, აბასთუმანზე, გუდაურსა და ცივ-გომბორის ქედზე. სეტყვის პროცესები აქტიურია აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ ნაწილში, კახეთში, კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე. კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ცენტრალურ ბაწილში, მათ შორის საკვლევ რეგიონში, სეტყვიან დღეთა რიცხვი წელიწადში 20-ს აჭარბებს. აქ სეტყვის პროცესები აქტიურია გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში, აპრილიდან სექტემბრამდე, როდესაც იქმნება ხელსაყრელი პირობები კონვექციური ღრუბლების განვითარებისთვის. თუმცა სეტყვა ყველაზე საშიშია ივნისსა და სექტემბერში, როდესაც ის ყველაზე დიდ საფრთხეს უქმნის სოფლის მეურნეობას (ცხრილი 5.7.1).

ცხრილი 5.7.1. სეტყვიან დღეთა წლიური რაოდენობა და სეტყვის მოსვლის პერიოდი (თვეები) კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში

დაკვირვება თა პუნქტები	სიმაღლე ზ.დ.(მ)	საშუალო დღეთა რაოდენობა	უდიდეს დღეთა რაოდენობა	სეტყვის მოსვლის პერიოდი (თვეები)
გუდაური	2194	9	21	II-XI
ჯვრის უღ.	2395	6	13	IV-X
მამისონის უღ.	2854	8	20	V-X

სეტყვიან დღეთა რიცხვი გაცილებით ნაკლებია საკვლევი რეგიონის სხვა პუნქტებში, რასაც ადასტურებს ცხრილი 5.7.2.

ცხრილი 5.7.2. სეტყვიან დღეთა რიცხვი წელიწადში

მეტეოსადგური,	სიმაღლე ზ.დ., მ	საშუალო	უდიდესი
თბილისი	403	1.6	7
დუშეთი	922	1.6	5
ფასანაური	1070	2.0	6
თიანეთი	1099	2.9	7
ბარისახო	1325	3.4	8
სტეფანწმინდა	1744	0.6	5

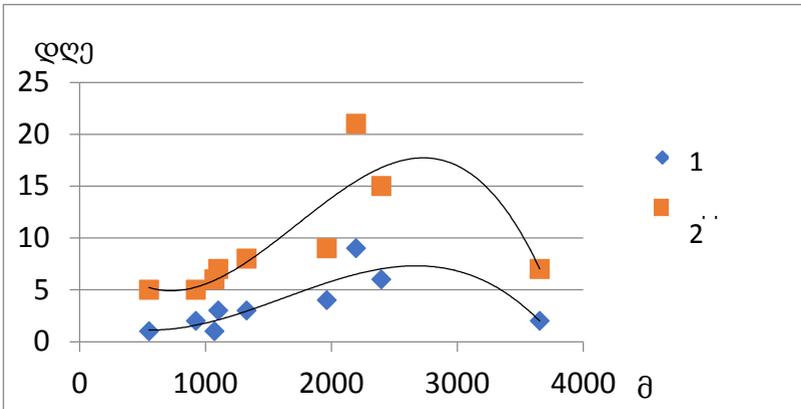
ნახ. 5.7.1-ზე ნაჩვენებია სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება ადგილის სიმაღლესთან დაკავშირებით ასევე ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე.

ნახ. 5.7.1-დან ჩანს, რომ სეტყვიანობის ზრდა გრძელდება 2500-2800 მ სიმაღლემდე, ხოლო შემდეგ მცირდება.

მთლიანად მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის სეტყვიან დღეთა წლიური რიცხვი საშუალოდ 1.8 შეადგენს, თუმცა ყველაზე საშიში სეტყვიანობის მხრივ არის გუდაურის ზონა, სადაც, როგორც ვნახეთ სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვი 9, ხოლო უდიდესი რიცხვი 21-ია.

სეტყვის ინტენსივობა დამოკიდებულია სეტყვის ზომაზე და სეტყვის ხანგრძლივობაზე. სეტყვის მარცვლის დიამეტრი ფართოდ მერყეობს, რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე სანტიმეტრამდე. რაც

უფრო დიდი სეტყვის ზომა, მით უფრო ძლიერია ეფექტი, მაგალითად, 5 სმ-ზე მეტი დიამეტრის სეტყვას აქვს ძალიან ძლიერი, კატასტროფული ეფექტი. სეტყვის ზომის შემცირებით მცირდება ზემოქმედების ეფექტი და 5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის სეტყვას აქვს სუსტი ეფექტი.



ნახ. 5.7.1 სეტყვიან დღეთა წლიური რიცხვის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით ცენტრალური კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე: 1-საშუალო დღეთა რიცხვი; 2-უდიდეს დღეთა რიცხვი

აღასანიშნავია ის, რომ მოცემული სეტყვიანობის სკალას აქვს საკმაოდ ზოგადი ხასიათი. იმ შემთხვევაში თუ სეტყვას თან ახლავს ძლიერი ქარი და ქარიშხალი, გაცილებით მაღალია დაზიანების ხარისხი, როგორც აგრალური კულტურებისთვის ასევე შენობებისა და სატრანსპორტო საშუალებებისთვის. ამ დროს თუნდაც მცირე ზომის სეტყვის მარცვლებს, როგორც ახასიათებს 1-2 ბალის ინტენსიურ სეტყვას შეუძლია ისეთივე ზარალის მიყენება როგორც 3 და მეტი ბალის ინტენსიურ სეტყვას. მსხვილი სეტყვის მარცვლებს ძლიერ ქართან და ქარიშხალთან ერთობლიობაში, შეუძლია გამოიწვიოს კატასტროფული შედეგები, როგორც ეკონომიკური ასევე ჰუმანიტარული ხასიათის (სახლების, სატრანსპორტო საშუალებებების, ელექტრო გადამცემი კომუნიკაციების დანგრევა, შინაური ფრინველებისა და ცხოველების დახოცვა, ადამიანთა მსხვერპლი და სხვ.). უფრო მძიმე შედეგების მოტანა შეუძლია, თუ ამ პროცესებს თან

ახლავს ინტენსიური თავსხმა წვიმები, რომელსაც მივყავართ წყალდიდობებთან, მეწყერებთან და ღვარცოფებთან.

სეტყვა 100%-ით აზიანებს ყველაზე ხშირად 1-5 კმ² ფართობს(37%) და 1კმ²-ზე ნაკლებ ფართობს (34%). 5კმ² მეტი ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება 30%-ზე ნაკლები შემთხვევისას. 5-50კმ² ფართობის ტერიტორია მთლიანად ზიანდება 26% შემთხვევისას.

სეტყვის შემთხვევათა 60%-ის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 წთ-ზე ნაკლებს, ხოლო 80%-ის ხანგრძლივობა - 10წთ-ზე ნაკლებს. სეტყვის ხანგრძლივობის ნახევარ საათზე მეტი განმეორებადობა შეადგენს მხოლოდ 3%-ს. ხოლო საათზე მეტი განმეორებადობა სეტყვის ხანგრძლივობისა 1%-ზე ნაკლებია. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 9 -10 წთ.-ს.

სეტყვიანობა შესაძლებელია დღელამის ნებისმიერ დროს, თუმცა ყველაზე მეტად სეტყვა მოდის დღის მეორე ნახევარში, უმეტესად შუადღის ან საღამოს საათებში. შემთხვევათა დაახლოებით 80%-ისას სეტყვა მოდის 12 - დან 21 სთ - მდე. სეტყვის მოსვლის ყველაზე დიდი ალბათობა შეესაბამება 15 - დან 18სთ - მდე პერიოდს (37%), 12 - დან 15 სთ- მდე შემთხვევათა 26% - ია. დამის საათებში, 24 - დან 06 სთ - მდე სეტყვის მოსვლის ალბათობა შეადგენს მხოლოდ 5% -ს.

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა

I თავისათვის

1. მარუაშვილი ლ., საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა “ცოდნა”, თბილისი 1964.
2. სამუკაშვილი რ. კავკასიის ტერიტორიის რადიაციული რეჟიმი და ჰელიოენერგეტიკული რესურსები, თბილისი, გამომცემლობა “უნივერსალი”, 2017.
3. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ.1, თბილისი, 2011.
4. საქართველოს გეოგრაფია ნაწილი 1, ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა “მეცნიერება”, თბილისი 2000.
5. Биометеорология. Избранные труды второго международного биоклиматического конгресса. Лондон 1966.
6. Борзенкова И.И. К методике расчёта суммарной радиации условий горного плато. Труды ГГО, вып. 179, Л., 1965.

7. Берлянд Т.Г. Методика климатологических расчётов суммарной радиации, Метеорология и гидрометеорология №6, 1960.
8. Берлянд М.Е., Берлянд Т.Г. Определение Эффективного излучения Земли с учётом облачности. Изд. АН СССР, сер. геофиз. №1, 1952.
9. Будыко М.И., Берлянд Т.Г., Зубенок Л.И. Методика климатологических расчётов составляющих теплового баланса. Труды ГГО, вып.40(110), Л., Гидрометеиздат, 1954.
10. Диртнеирн И. Исследование радиации в Восточных Альпах с учётом зависимости от высоты над уровнем моря, Журнал Метеорологии, геофизики и биоклиматологии, Т.3, 1951.
11. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР, Л., Гидрометеиздат, 1977.
12. Пивоварова З.И., Стадник В.В. О точности данных наблюдений актинометрической сети и оптимальном расстоянии между станциями. Труды ГГО, вып. 249, 1969.
13. Самукашвили Р.Д. Влияние снежного покрова на годовой ход отраженной радиации и альbedo в условиях Кавказа. Труды ВГИ, вып. 46, 1980.
14. Самукашвили Р.Д. Радиационный режим северного климата Большого Кавказа. Изд., `Универсал`, Тбилиси, 2016.
15. Самукашвили Р.Д. О корреляционных связях между радиационным балансом и его составляющими для территории Кавказа. Труды ВГИ, вып. 66, 1987.
16. Сивков С.И. Методы расчёта характеристик солнечной радиации. Гидрометеиздат Л., 1968.
17. Справочник по климату СССР, вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Гидрометеиздат Л., 1970.
18. Стейнхаузер Ф. О зависимости прямой солнечной и рассеянной радиации от высоты над уровнем моря в Восточных Альпах, Журнал Метеорология, Т.4, 1951.

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა **II თავისათვის**

1. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 2017
2. მარუაშვილი ლ., საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა "ცოდნა", თბილისი 1964.
3. საქართველოს გეოგრაფია ნაწილი 1, ფიზიკური გეოგრაფია, გამომცემლობა "მეცნიერება", თბილისი 2000

4. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ.1, ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები, თბილისი 2004
5. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989.
6. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
7. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
8. საქართველოს ჰავა. ტომი. 1, აჭარა. 2003.
9. საქართველოს ჰავა. ტომი. 2, აფხაზეთი. 2006.
10. საქართველოს ჰავა. ტომი. 3, სამეგრელო-ზემო სვანეთი. 2010.
11. საქართველოს ჰავა. ტომი. 4, გურია. 2011.
12. საქართველოს ჰავა. ტომი. 5, ქვემო ქართლი. 2016.
13. საქართველოს ჰავა. ტომი. 6, იმერეთი. 2018.
14. საქართველოს ჰავა. ტომი. 7, კახეთი. 2020.
15. საქართველოს ჰავა. ტ. 8, რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი. 2021
16. Научно-прикладной справочник по климату СССР Серия 3, Многолетные данные, Части 1-6, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеоиздат, 1967.
17. Научно-прикладной справочник по климату, СССР, серия 3, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеоиздат, 1990.
18. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1966.
19. Справочник по климату СССР, выпуск 14 . Температура воздуха и почвы. Гидрометеоиздат, Л , 1967.
20. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1968.
21. Справочник по климату СССР вып. 14, Грузинская ССР, Солнечная радиация, радиационны баланс и и солнечное сияние, Гидрометеоиздат Л., 1968.
22. Справочник по климату СССР вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Гидрометеоиздат Л., 1970.
23. Сухишвили Э.В. Режим ветра на Колхидской низменности. Труды Зак НИГМИ, вып. 5, Л., Гидрометеоиздат, 1959.
24. Чиракадзе Г.И. Климат Тбилиси в новых границах. Труды Зак НИГМИ, вып. 26(32), 1971.
25. Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режим территории Грузии. Л., 1967.

26. Элиზбарашვილი Э.Ш., Вертикальная зональность климатов Закавказья. Известия АН СССР, с.географ., №46 1978.
27. Elizbarashvili E. The Dependence of Precipitation on Air Temperature During Global Warming in Georgia. European Geographical Studies, 2019, 6(1). P.10-20.

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა
III თავისათვის

1. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 2017
2. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, 2007
3. სამუკაშვილი რ. ჰელიოენერგეტიკული რესურსები. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
4. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989.
5. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
6. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი, ნაწ.1, ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები, თბილისი 2004
7. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი, მოსკოვი, 1989.
8. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
9. საქართველოს ჰავა. ტომი. 1, აჭარა. 2003.
10. საქართველოს ჰავა. ტომი. 2, აფხაზეთი. 2006.
11. საქართველოს ჰავა. ტომი. 3, სამეგრელო-ზემო სვანეთი. 2010.
12. საქართველოს ჰავა. ტომი. 4, გურია. 2011.
13. საქართველოს ჰავა. ტომი. 5, ქვემო ქართლი. 2016.
14. საქართველოს ჰავა. ტომი. 6, იმერეთი. 2018.
15. საქართველოს ჰავა. ტომი. 7, კახეთი. 2020.
16. საქართველოს ჰავა. ტ. 8, რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი. 2021
17. Балабуев А.Г., Месхи И.С. Ветроэнергетические ресурсы Грузинской ССР, Тбилиси АН ГССР, 1959.
18. Биометеорология. Л., Гидрометеиздат, 1965.
19. Гриневич Г.А. Пути исследования кадастровых характеристик энергии воды, ветра и солнца. Труды энергетического института АН УЗ ССР, вып. 9, 1966, с. 13-29.

20. Гриневич Г.А. Задачи и принципы исследования характеристик возобновляющихся источников энергии, Ташкент, изд., АН УЗБ ССР, 1963, с.6-22.
21. Климат и климатические ресурсы Грузии. Труды Зак НИГМИ, вып.44(50), Л., Гидрометеоиздат, 1971.
22. Мелия Г.Т. Гелиоэнергетические ресурсы Грузинской ССР. Тбилиси, Изд-во. ГССР, 1959.
23. Научно-прикладной справочник по климату СССР Серия 3, Многолетные данные, Части 1-6, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеоиздат, 1967.
24. Научно-прикладной справочник по климату, СССР, серия 3, вып. 14, Грузинская ССР, Л., Гидрометеоиздат, 1990.
25. Самукашвили Р.Д. Прямая солнечная радиация на склонах в условиях Большого Кавказа, Труды ВГИ, вып. 62, Л., Гидрометеоиздат 1985.
26. Самукашвили Р.Д. Оценка условий практического использования лучистой энергии солнца в условиях Кавказа, Труды ВГИ, вып. 73, Л., Гидрометеоиздат 1988.
27. Сванидзе Г.Г., Гагуа В.П., Сухишвили Э.В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., Гидрометеоиздат, 1987.
28. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1966.
29. Справочник по климату СССР, выпуск 14 . Температура воздуха и почвы. Гидрометеоиздат, Л , 1967.
30. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1968.
31. Справочник по климату СССР вып. 14, Грузинская ССР, Солнечная радиация, радиационный баланс и и солнечное сияние, Гидрометеоиздат Л., 1968.
32. Справочник по климату СССР вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Гидрометеоиздат Л., 1970.
33. Сухишвили Э.В. Ветроэнергетические ресурсы Грузии. Труды ТбилНИГМИ, 1959.
34. Цуцкиридзе Я.А. Ресурсы солнечной энергии.- В кн-: Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеоиздат, 1971.
35. Цуцкиридзе Я.А. Радиационный и термический режим территории Грузии. Л., 1967.
36. Элизбарашвили Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш.. Климатография курортов Грузии. Тбилиси, 1980.

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა
IV თავისათვის

1. მელაძე გ. მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომც. „უნივერსალი“, თბილისი, 2010, გვ. 293
2. მელაძე მ. მელაძე გ. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აგრო-ეკოლოგიური ზონირება გლობალური დათბობის პირობებში. საერთაშორისო კონფერენციის შრომები, ტ. VI, 2018, გვ. 258-261
3. მელაძე გ., თუთარაშვილი მ., მელაძე. აგრომეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენა საშემოდგომო ხორბლის გამოზამთრებასა და მოსავალზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 3-ში შრომები, ტ. 116, 2011 გვ. 26-29
4. მელაძე გ. მელაძე მ. კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოშიც გამომც. „უნივერსალი“, თბილისი, 2020, გვ. 200
5. Meladze M., Mamasakhlishashvili L., Ujmajuridze L., Migliaro D., Domanda C., Rustioni L. Neglected cultivars for the Mtskheta-Mtianeti region (East Georgia): ampelography, phenology, and agro-climatology. *Journal of Grapevine Research - Vitis*, vol. 62#2, 2023, pp.75-84 <https://doi.org/10.5073/vitis.2023.62.75-84> ISSN 2367-4156, former print ISSN 0042-7500
6. Meladze M., Meladze G. Impact of climate change on agro-climatic characteristics and zones of Mtskheta-Mtianeti region. *Transactions of the International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation”*, Tbilisi, Georgia, 2021
7. Meladze M. Agroecological Zone of Mtskheta-Mtianeti Region. http://conference.ens-2014.tsu.ge/uploads/52e1459fa4b50Maia_Meladze-ENG.pdf
8. Meladze M., Meladze G. Estimation of agroclimatic potential of Mtsheta-Mtianeti region. *Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University*. vol. 119, 2013, pp. 87-90
9. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР - под. ред. Турманидзе Т.И. Гидрометеоиздат, Л., 1978, ст. 342
10. Справочник по климату СССР, выпуск 14 . Температура воздуха и почвы. Гидрометеоиздат, Л, 1967.
11. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1968.
12. Справочник по климату СССР вып. 14, Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров, Гидрометеоиздат, 1970

გამოყენებული და რეკომენდირებული ლიტერატურა
V თავისათვის

1. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 2017
2. ე.ელიზბარაშვილი, მ.ტატიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, რ.მესხია, შ.ელიზბარაშვილი.(2013), საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში, გამომცემლობა „წიგნის სახელოსნო“, თბილისი
3. სალუქვაძე მ. ზვავების წარმოქმნის რისკი და ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოს მთიან რაიონებში. 2019.
4. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი. ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები. ნაწ.1, თბილისი, 2004.
5. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. თბილისი, 2011.
6. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი, თბილისი, 2004.
7. Справочник по климату СССР вып. 14, часть 3, Ветер, Л., Гидрометеоиздат, 1966.
8. Спровочник по климату СССР вып. 14, Облачность и атмосферные явления, Гидрометеоиздат Л., 1970.
9. ელიზბარაშვილი ე.შ., ელიზბარაშვილი მ.ე. Основные проблемы климатологии ландшафтов. Зеон. Тбилиси, 2006, 118 с.
10. ელიზბარაშვილი ე.შ., ელიზბარაშვილი მ.ე. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Зеон. Тбилиси, 2012, 104 с.
11. Impacts of Desertification and Drought and Other Extreme Meteorological Events. Prepared by Gathara sh.t. Geneva, Switzerland, 2006.