



ევროკავშირი  
საქართველოსთვის  
ENPARD



ემბრაკა  
EMBRACETsalka

CENN  
Shaping the Future by Changing Today

# კლიმატის ცვლილება

ნაღვის მუნიციპალიტეტში

თბილისი 2021



ევროკავშირი  
საქართველოსთვის  
ENPARD



# კლიმატის ცვლილება წალკის მუნიციპალიტეტში

დოკუმენტი შემუშავებულია ევროკავშირის მხარდაჭერით. მის შინაარსზე სრულად პასუხისმგებელია CENN და არ ნიშნავს, რომ იგი ასახავს ევროკავშირის შეხედულებებს. დოკუმენტი მომზადებულია პროექტის - ადგილობრივი ლიდერები მდგრადი განვითარებისათვის წალკის მრავალეთნიკურ მუნიციპალიტეტში („ეს წალკა“) - ფარგლებში



ესწაღკაღ  
EMBRACETsalka

იანვარი 2021

# შინაარსი

## 1. კლიმატის წარსული და მიმდინარე ცვლილების ტენდენციები და ტრენდები

<b>(1960-2019 წ. პერიოდში)</b> .....	3
1.1 მრავალწლიური კლიმატური მახასიათებლები .....	3
1.2. დაკვირვების შედეგად მიღებულ მონაცემთა ბაზა და მიმდინარე ცვლილებების შეფასების მეთოდოლოგია .....	4
1.3. მიღებული შედეგების ანალიზი .....	5
1.3.1. ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები .....	5
1.3.2. სეზონური ცვლილებები .....	12
1.3.3. ექსტრემალური მოვლენები .....	16
1.3.4. სასოფლო-სამეურნეო კლიმატური ინდექსები.....	18
1.3.5. სამშენებლო-კლიმატური ინდექსები.....	22
1.4. დასკვნა .....	23

## 2. კლიმატის მომავალი ცვლილების სცენარი (2021-2050 წ.წ. პერიოდში).....

2.1. მომავალი ცვლილებების შეფასების მეთოდოლოგია .....	27
2.2. მიღებული შედეგების ანალიზი.....	29
2.2.1. ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები.....	29
2.2.2. სეზონური ცვლილებები.....	35
2.2.3. ექსტრემალური მოვლენები .....	36
2.2.4. სასოფლო-სამეურნეო კლიმატური ინდექსები .....	38
2.2.5. სამშენებლო-კლიმატური ინდექსები.....	39
2.3. დასკვნა.....	40

## დანართი 1: კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობები.....

41
----

# ნალკის მუნიციპალიტეტი

## 1. კლიმატის წარსული და მიმდინარე ცვლილების ტენდენციები და ტრენდები (1960-2019 წ.წ. პერიოდში)

### 1.1. მრავალწლიური კლიმატური მახასიათებლები

ნალკის მუნიციპალიტეტი წარმოადგენს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიულ ერთეულს აღმოსავლეთ საქართველოში, ქვემო ქართლის მხარეში. მუნიციპალიტეტის ფართობია 1,050.6 კმ<sup>2</sup>, მოსახლეობა – 21 ათასი, ადმინისტრაციული ცენტრი – ნალკა. მუნიციპალიტეტის შემადგენლობაში შედის 1 ქალაქი, 2 დაბა და 48 სოფელი. ნალკის მუნიციპალიტეტს ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება ბორჯომის მუნიციპალიტეტი, აგრეთვე, გორისა და კასპის მუნიციპალიტეტები, დასავლეთით – ახალქალაქის, სამხრეთით – ნინოწმინდისა და დემანისის მუნიციპალიტეტები, აღმოსავლეთით კი – თეთრი-წყაროს მუნიციპალიტეტი. მუნიციპალიტეტის ტერიტორია გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით რთული აგებულებისაა. პირველი თანრიგის ოროგრაფიული ერთეულებია: სამსრისა ქედი, ჭავახეთის ქედი და ნალკის ქვაბული. ნალკის მუნიციპალიტეტს მიეკუთვნება, თრიალეთის ქედის სამხრეთი კალთაც. ნალკის სერის ჩრდილოეთ ნაწილში განედური მიმართულებით გაჭიმულია თრიალეთის ძირა დახრილი ალუვიური ვაკე. ნალკის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მდებარეობს, ასევე, ჭოჭიანის ლავური პლატო, რომელიც ნალკის ქვაბულის სამხრეთ-აღმოსავლური ნაწილისაგან გამოყოფილია დაშბაშის სერით და ვრცელდება ძირითადად მდინარე ხრამის მარჯვენა სანაპიროზე.

კლიმატური თვალსაზრისით მუნიციპალიტეტის ტერიტორია მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული კონტინენტური კლიმატის ოლქის<sup>1</sup> ზომიერად ნოტიო კლიმატურ ზონას, ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი ზაფხულით, ნალექის ორი მაქსიმუმით წელიწადში, ნაწილში კი ჩამოყალიბებულია ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულიდან მთიანეთის მშრალ კლიმატზე გარდამავალი კლიმატის ქვეოლქის ჰავა. ქვეოლქის ფარგლებშიც გამოიყოფა რამდენიმე კლიმატური ზონა. ნალკის ქვაბულში მაღალმთის სტეპების კლიმატია, იცის ცივი, მცირეთოვლიანი ზამთარი და ხანგრძლივი თბილი ზაფხული. მუნიციპალიტეტის მაღალ ადგილებში მთიანეთის სტეპური ჰავაა, ხანმოკლე ზაფხულითა და, ასევე, ცივი მცირეთოვლიანი ზამთრით, ხოლო სამსარის, ჭავახეთისა და თრიალეთის ქედებზე (ტერიტორიის ყველაზე მაღალ ადგილებში) ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული, მაღალმთის ზომიერად მშრალი კლიმატია განვითარებული. ნალკის მუნიციპალიტეტში ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 600-740 მმ ფარგლებშია. ნალექის ტერიტორიული განაწილება იმდენადაა დამოკიდებული რელიეფის ფორმაზე, რომ ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად ნალექების რაოდენობის ცვლილება თითქმის შეუმჩნეველია. წლიურ ციკლში ნალექების მაქსიმუმი გაზაფხულსა და ზაფხულის დასაწყისშია, მინიმუმი – ზამთარში.

ტერიტორიის დახასიათება მოხდა ნალკის მეტეოსადგურით, რომელიც მდებარეობს ზღვის დონიდან 1457 მეტრ სიმაღლეზე. საკუთრივ ქალაქ ნალკაში ჩამოყალიბებულია ზომიერად ნოტიო ჰავა ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი ზაფხულით, ნალექის ორი მაქსიმუმით წელიწადში. 1931-1960 წლებში არსებულ დაკვირვებებზე დაყრდნობით, ამ ტერიტორიის საშუალო წლიური ტემპერატურა +5.9°C-ია, ყველაზე ცივი თვის (იანვარი) საშუალო -4.8°C, ყველაზე ცხელი თვის (ივლისი) საშუალო

<sup>1</sup> [http://drm.cenn.org/paper\\_atlas/RA-part-2.pdf](http://drm.cenn.org/paper_atlas/RA-part-2.pdf)

+16.1°C, აბსოლუტური მინიმუმი -34°C, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი +33°C. ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა 74%-ს შეადგენს. ნალექების წლიური ჯამია 653 მმ, რომლის თვეური ჯამის მაქსიმუმიც, როგორც წესი, მაისის თვეში მოდის და 119 მმ შეადგენს, ხოლო მინიმუმი – დეკემბერში (18 მმ). ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე 2.0 მ/წმ-ს უდრის. მიმდებარე ტერიტორიაზე, ძირითადად, გაბატონებულია ჩრდილო-დასავლეთისა და დასავლეთის მიმართულების ქარები.

## 1.2. დაკვირვების შედეგად მიღებულ მონაცემთა ბაზა და მიმდინარე ცვლილებების შეფასების მეთოდოლოგია

ნაშრომში შეფასდა როგორც ტემპერატურისა და ნალექების, ისე ქარის სიჩქარისა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების ტენდენციები. ამ მიზნით გამოყენებულ იქნა 1960-2019 წლებში დაფიქსირებული მონაცემები. გამოყენებული მონაცემების ბაზა (ტემპერატურა, ნალექები, ქარის სიჩქარე, ფარდობითი ტენიანობა) შეიქმნა ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის დაკვირვებათა მასალის დამუშავების შედეგად<sup>2</sup>. ბაზის შექმნის პროცესში გამოყენებულ იქნა მონაცემთა ხარისხის კონტროლისა და უზრუნველყოფის პროცედურა, რაც ეროვნულ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამსახურებში სრულდება მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის რეკომენდაციების შესაბამისად<sup>3</sup>.

საკვლევ ტერიტორიაზე მიმდინარე კლიმატური პარამეტრების ცვლილების გამოსავლენად შეფასებულ იქნა შემდეგი პარამეტრების სეზონური და წლიური მნიშვნელობები:

- ჰაერის ტემპერატურა;
- ნალექების რაოდენობა;
- ქარის სიჩქარე;
- ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა;
- ტემპერატურისა და ნალექების ექსტრემალური/სექტორული კლიმატური ინდექსები;
- გვალვის ინდექსები (SPI-ნალექების სტანდარტიზებული ინდექსი, SPEI-ნალექები-ევapotრანსპირაციის სტანდარტიზებული ინდექსი).

მიღებული შედეგების საიმედოობის გაზრდის მიზნით აღნიშნული პარამეტრების დროითი რიგები შემოწმებულ იქნა ერთგვარონებზე<sup>4</sup>, ხოლო ცვლილებები შეფასდა ორი მეთოდით: თითოეული პარამეტრისათვის გამოვლენილ იქნა ტრენდები, რომელთათვისაც შეფასდა სტატისტიკური საიმედოობა (მენ-კენდელის მეთოდი<sup>5</sup>), ასევე შედარებული იქნა ორი 30-წლიანი (1960-1989 და 1990-2019 წ.წ.) პერიოდის საშუალო მნიშვნელობები.

რამდენადაც კლიმატური პარამეტრების ექსტრემალური მნიშვნელობები უფრო მგრძობიარეა კლიმატის ცვლილების მიმართ, ვიდრე მათი საშუალო სიდიდეები, კლიმატის ცვლილების შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა სახის კლიმატური მახასიათებლები (ინდექსები), რომელთა გამოთვლის მეთოდოლოგია შემუშავებულია მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) ექსპერტთა ჯგუფის (ET-SCI) რეკომენდაციებით<sup>6</sup>. ამ ინდექსების მნიშვნელობები მოცემულია დანართში 1 და თანდართულ ცხრილებში.

განხილული მეტეოსაგურისათვის გამოთვლილ იქნა ექსტრემალური კლიმატური და გვალვის ინდექსები<sup>7</sup> და მათი საშუალებით დადგინდა ჰაერის ყოველდღიური მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურებისა და ატმოსფერული ნალექების ექსტრემალური მნიშვნელობების სიდიდის, სიხშირისა და ინტენსივობის, ასევე - ნალექების დეფიციტის ცვლილების კანონზომიერებები.

<sup>2</sup> ს.ს.ი.პ. გარემოს ეროვნული სააგენტო, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო

<sup>3</sup> Guide to Climatological Practices WMO-No. 100

<sup>4</sup> Albert M.G. Klein Tank, Francis W. Zwiers\* and Xuebin Zhang, 2009: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. Climate Data and Monitoring. WCDMP-No. 72, WMO-TD No. 1500

<sup>5</sup> <http://www.stats.uwo.ca/faculty/mcleod/2003/DBeirness/MannKendall.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/ET-SCI-4-1.php>

<sup>7</sup> <http://ulysses.atmos.colostate.edu/SPI.html>;

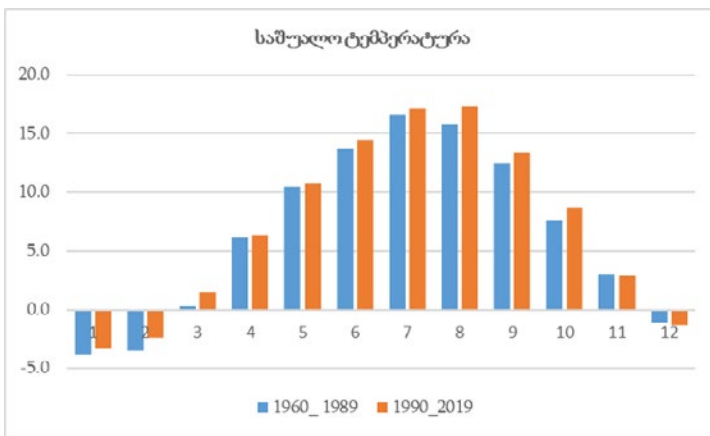
<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-evapotranspiration-index-spei>

ნალკაში მეტეოროლოგიური სადგური 2007 წლიდან მუშაობს საგუშაგოს რეჟიმში, ანუ დაკვირვებები ტარდება დღელამეში მხოლოდ ორჯერ და არა სტანდარტულ ვადებში - 3 საათში ერთხელ. შესაბამისად, ამ პერიოდისათვის არსებობს მონაცემები ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურებისა და ნალექების რაოდენობისთვის. რაც შეეხება ქარის სიჩქარესა და ტენიანობაზე დაკვირვებას, მონაცემები ხელმისაწვდომია 2006 წლამდე. აქედან გამომდინარე, აღნიშნული პარამეტრებისთვის ცვლილებები განხილულ იქნა 1960-1989 და 1990-2006 წ.წ. პერიოდებს შორის, ხოლო ტრენდები აგებულია 1960-2006 წ.წ. პერიოდისათვის.

### 1.3. მიღებული შედეგების ანალიზი

#### 1.3.1. ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები

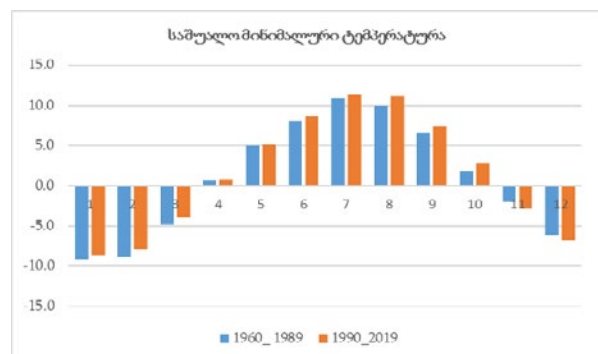
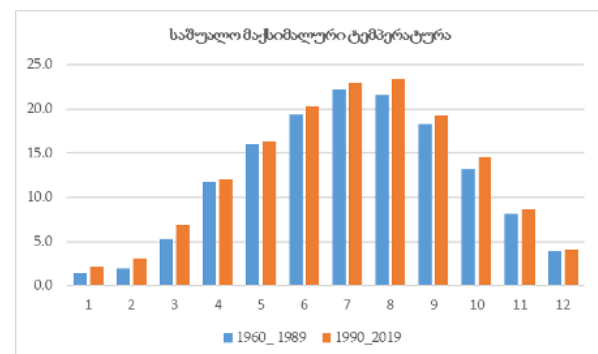
ქვემოთ მოყვანილ დიაგრამებზე (ნახ. 1.3.1.1-5) წარმოდგენილია სხვადასხვა კლიმატური პარამეტრების ორი 30-წლიანი პერიოდის საშუალო მნიშვნელობები.



**საშუალო ტემპერატურა.** მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ ორ განხილულ პერიოდს შორის საშუალო წლიური ტემპერატურა ნალკაში მომატებულია +0.66°C-ით და მიმდინარე პერიოდში +7.1°C-ს შეადგენს. დათბობაზე დაკვირვება ხდება ყველა სეზონზე, ხოლო მაქსიმალური ზრდა ორ 30-წლიან პერიოდს შორის აღინიშნება ზაფხულში. ნახაზი 1.3.1.1-დან ჩანს, რომ წლის განმავლობაში დათბობა არათანაბრად მიმდინარეობს. ყველაზე ინტენსიურად ტემპერატურის მატება თებერვალ-მარტსა და აგვისტო-ოქტომბერში ფიქსირდება, უდიდესი ნაზრდით (+1.53°C) - აგვისტოში, როდესაც თვის საშუალო ტემპერატურა +17.3°C-ს აღწევს, ხოლო

**ნახ. 1.3.1.1.** ორი 30-წლიანი პერიოდის თვის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობები (ნალკა, °C)

ნოემბერ-დეკემბერში ადგილი აქვს აგრილებას, თუმცა ტემპერატურის შემცირება შედარებით უმნიშვნელოა და 0.2°C-ს არ აღემატება, ამჟამად -1.3°C, +2.9°C -ის ფარგლებშია (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.1). მარტსა და ივნის-ოქტომბერში დათბობა დასტურდება ნრფივი ტრენდებით. ყველაზე თვალსაჩინოა აგვისტოს დათბობა, როდესაც ტრენდის დახრის კუთხე შეადგენს 0.47°C (ანუ ყოველ 10 წელიწადში ტემპერატურა 0.47°C-ით იმატებს) (იხ. ცხრილი 1.3.1.1). წლიურ ციკლში ორ პერიოდს შორის მოხდა მაქსიმუმის წანაცვლება ივლისიდან აგვისტოში.



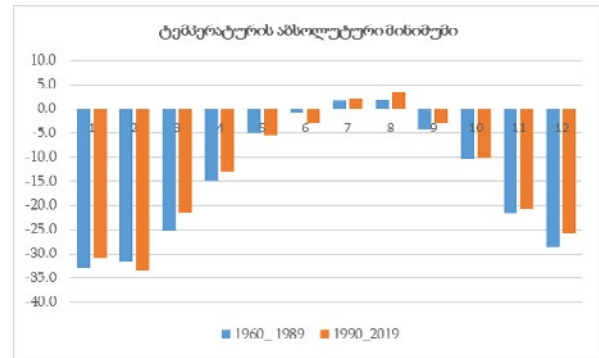
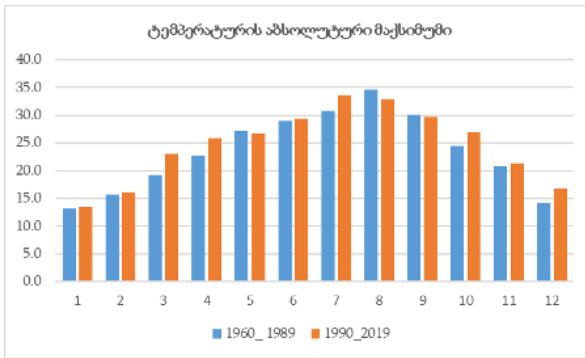
**ნახ. 1.3.1.2.** ორი 30-წლიანი პერიოდის საშუალო მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების მნიშვნელობები თვეების მიხედვით (ნალკა, °C)

**საშუალო მაქსიმუმი.** ნახ.1.3.1.2 აჩვენებს, რომ ამ პარამეტრის წლიური მნიშვნელობა ორ განხილულ პერიოდს შორის ყველაზე მეტადაა გაზრდილი სხვა ტემპერატურულ პარამეტრებთან შედარებით. მატება  $+0.91^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს და საშუალო წლიური მაქსიმუმი  $+12.8^{\circ}\text{C}$ -ს უტოლდება. დათბობა, ძირითადად, მიმდინარეობს შემოდგომის, განსაკუთრებით კი ზაფხულის ხარჯზე, როდესაც ორ პერიოდს შორის სხვაობა  $+1.25$  გრადუსს აღწევს და მიმდინარე პერიოდში ზაფხულის საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა  $22.3^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს. თვეების მიხედვით ტემპერატურის ცვლილება დადებითია და  $+0.2$ ,  $+1.9^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებში მერყეობს (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.2). უდიდესი გადახრები მარტსა და აგვისტოში აღინიშნება. დათბობა ამ პარამეტრით ყველა სეზონზე მდგრადია და ტრენდებით დასტურდება. ცვლილების სიჩქარე მაქსიმალურია ზაფხულის თვეებში და აგვისტოში  $+0.60^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს. როგორც ჩანს, ტემპერატურის მატება ნალკაში უფრო მეტად დღის ტემპერატურების აწვეითაა განპირობებული. წლიურ ციკლში ორ პერიოდს შორის დღის ტემპერატურებისთვისაც მოხდა მაქსიმუმის წანაცვლება ივლისიდან აგვისტოში ( $+22.2^{\circ}\text{C}$  – ივლისი, 1960-1989,  $+23.5^{\circ}\text{C}$  – აგვისტო, 1990-2019).

**საშუალო მინიმუმი** თითქმის იმეორებს საშუალო ტემპერატურის ცვლილების ხასიათს თვეების მიხედვით, თუმცა დათბობა ამ პარამეტრის მიხედვით ნაკლებად ინტენსიურია. წლიური მნიშვნელობების სხვაობა ორ პერიოდს შორის ნახევარ გრადუსამდეა ( $+1.4^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019), ხოლო აგვისტოში 1 გრადუსს აჭარბებს, მიმდინარე პერიოდში აგვისტოს თვის საშუალო მინიმუმი  $+11.2^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.3). ამასთან, უფრო გამოკვეთილია აგრილების ტენდენციები ნოემბერ-დეკემბერში, როდესაც უარყოფითი გადახრა ორ პერიოდს შორის თითქმის ერთ გრადუსს აღწევს და 1990-2019 წ.წ. პერიოდში  $-6.7^{\circ}\text{C}$ ,  $-2.9^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში აღინიშნება. ამასთან, ნოემბრის აგრილება ტრენდით დასტურდება ( $-0.270\text{C}/10\text{წ.}$ ). აღსანიშნავია, რომ ეს არის საკვლევ რაიონში გამოვლენილი ტემპერატურის შემცირების ერთადერთი მდგრადი ტენდენცია. რაც შეეხება აღმავალ ტენდენციებს, ისევე, როგორც საშუალო ტემპერატურისთვის, საიმედოა ზაფხულის თვეებსა და გაზაფხული-შემოდგომის დასაწყისში, ასევე საშუალო წლიური მნიშვნელობებისათვის ( $+0.190\text{C}/10\text{წ.}$ ). წლიურ ციკლში ორ პერიოდს შორის მაქსიმუმის წანაცვლება არ შეინიშნება და ყველაზე თბილი თვე ღამის ტემპერატურების მიხედვით რჩება ივლისი ( $+11.3^{\circ}\text{C}$ ), ხოლო წლის განმავლობაში ყველაზე ცივი თვე კვლავ იანვარია ( $-8.7^{\circ}\text{C}$ ).

**აბსოლუტური მაქსიმუმი.** ცაკლეულ თვეებში დაფიქსირდა აბსოლუტური მაქსიმუმების გადაფარვა. მაქსიმალური დადებითი გადახრა ( $+3.7^{\circ}\text{C}$ ) ორ განხილულ პერიოდს შორის მარტში აღინიშნა (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.4). ტრენდები გამოვლინდა ზაფხულის თვეებში, ასევე - ოქტომბერში. ამ პარამეტრის მიხედვითაც დათბობა ყველაზე მაღალია აგვისტოში (ცვლილების სიჩქარე  $0.68^{\circ}\text{C}/10\text{წ.}$ ).

**აბსოლუტური მინიმუმი.** დათბობის გამოკვეთილი ტენდენციების მიუხედავად, აბსოლუტური მინიმუმის 2 გრადუსით გადაფარვა (ანუ აგრილება) წინა პერიოდთან შედარებით აღინიშნა თებერვალსა და ივნისში. ბოლო 30-წლიან პერიოდში დაფიქსირდა რეკორდული მინიმალური ტემპერატურა ( $-33.4^{\circ}\text{C}$ , თებერვალი), დანარჩენ თვეებში კი აბს. მინიმუმები 1-3 გრადუსით დამთბარია (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.5). მატება უდიდესია მარტში. წრფივი ტენდენციის ხასიათი მდგრადად აღმავალია მხოლოდ აგვისტოში ( $0.580\text{C}/10\text{წ.}$ , იხ. ცხრილი 1.3.1.1). წლის განმავლობაში სხვა ტრენდი არ გამოვლენილა, რაც მიუთითებს ამ პარამეტრის ცვლილების ხასიათის არამდგრადობაზე.



**ნახ. 1.3.1.3.** ორი 30-წლიანი პერიოდის ტემპერატურების აბსოლუტური მაქსიმუმისა და მინიმუმის მნიშვნელობები თვეების მიხედვით (ნალკა, °C)

**ჰაერის საშუალო ფარდობითი ტენიანობა**, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ნალკაში იზომებოდა მხოლოდ 2006 წლამდე. ორ 1960-1989 წ.წ. და 1990-2006 წ.წ., პერიოდს შორის ფარდობითი ტენიანობა წლიური და სეზონური მნიშვნელობების მიხედვით მცირდება 2-4%-ით და უკანასკნელ პერიოდში 74-77%-ის ფარგლებშია (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.25). თვეების მიხედვით ტენიანობის ყველაზე მნიშვნელოვანი კლება ფიქსირდება თებერვალი-აპრილის პერიოდში. უდიდესი უარყოფითი გადახრა (-5.6%) აღინიშნება მარტის თვეში (72.6%, 1990-2019). გარდა ამ პერიოდისა, ტრენდი გამოვლინდა ასევე ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონების დასაწყისში. ცვლილებები დამახასიათებელია საშუალო წლიური სიდიდეებისათვისაც. ტენიანობის შემცირების სიჩქარე უდიდესია მარტში (-1.8%/10 წელიწადში), ხოლო დანარჩენი ტრენდების დახრის კუთხეები თითქმის თანაბარია და შეადგენს 1-1.5%-ს 10 წელიწადში (იხ. ცხრილი 1.3.1.1). წლიურ ციკლში როგორც პირველ, ისე მეორე 30-წლიან პერიოდში, ყველაზე მაღალი ტენიანობა ოქტომბერში აღინიშნება (78.6%), ხოლო ყველაზე მშრალი თვე ნანაცვლებულია იანვრიდან (75.1%, 1960-1989) თებერვალში (72.3%, 1990-2019).

**ტენიანობის ექსტრემალური მნიშვნელობები (ნოტიო და მშრალი დღეები).** ტენიანობის ექსტრემალური სიდიდეების ცვლილების შეფასების მიზნით შერჩეულ იქნა ე.წ. ნოტიო/ჩახუთული (შუადღის ფარდობითი ტენიანობა  $\geq 80\%$ , Rh80) და მშრალ (მინიმალური ფარდობითი ტენიანობა  $\leq 30\%$ , Rh30) დღეთა რაოდენობა.

ფარდობითი ტენიანობის შემცირების ფონზე, ორ განხილულ პერიოდს შორის ნოტიო დღეების რაოდენობა თვის განმავლობაში 1-3 დღით იკლებს, რაც წლის განმავლობაში ასეთი დღეების 20 დღემდე კლებას განაპირობებს და ამჟამად საშუალოდ 56 დღეს შეადგენს. ამასთან, დაღმავალი ტენდენციები საიმედოა და ტრენდებით დასტურდება წლიური მნიშვნელობებისთვის (5 დღე/10წ.), ხოლო წლის განმავლობაში ყველაზე თვალსაჩინოა გაზაფხული-შემოდგომის დასაწყისში. წლიურ ციკლში მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ შეინიშნება. როგორც პირველ, ისე მეორე 30-წლიან პერიოდში, წლის განმავლობაში ნოტიო დღეების მაქსიმალური რაოდენობა (7-9 დღე) გაზაფხულის ბოლოს (მაისი), ხოლო მინიმალური (3-4 დღე) ივლისში ფიქსირდება.

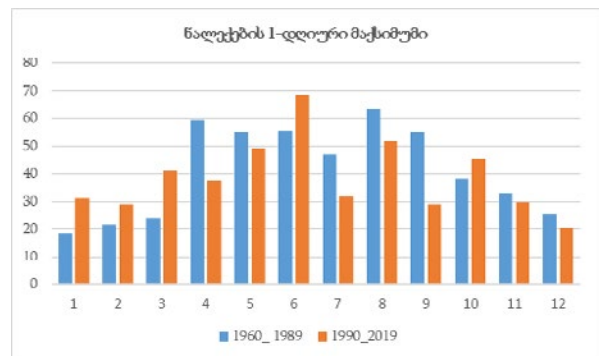
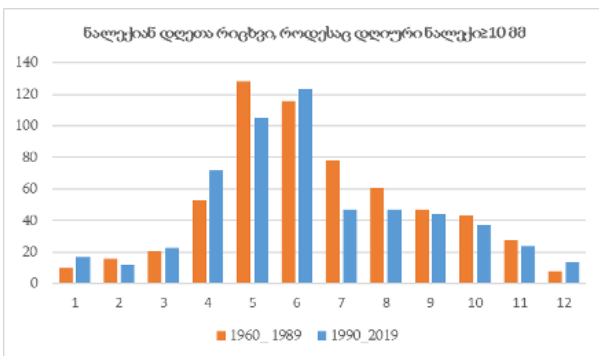
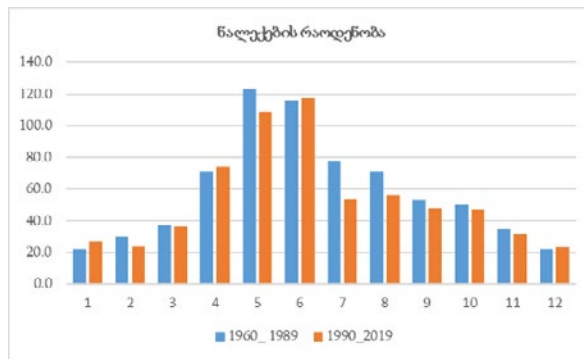
რაც შეეხება ექსტრემალურად მშრალ დღეებს, თითქმის მთელი წლის განმავლობაში, გარდა იანვრისა, აღინიშნება ასეთი დღეების მატება. ორ პერიოდს შორის წლიური მატება საშუალოდ 9 დღეს შეადგენს, ხოლო წლიური რაოდენობის 19 დღემდე ზრდას შეესაბამება. ყველაზე გამოკვეთილად იმატებს აპრილსა და ნოემბერში (ორივე შემთხვევაში გაიზარდა, საშუალოდ, 1-დან 3 დღემდე მეორე პერიოდში). დადებითი ტენდენციები დამახასიათებელია გარდამავალი სეზონებისა და წლიური სიდიდეებისთვის, როდესაც ცვლილების სიჩქარე შეადგენს 3 დღე/10წ. წლიურ ციკლში ნანაცვლებულია მაქსიმუმები და თუ პირველ პერიოდში ასეთი დღეების უდიდესი განმეორებადობა (1.2 დღე, 1960-1989) ოქტომბერში აღინიშნებოდა, მეორე პერიოდში მშრალი დღეები ყველაზე ხშირად ნოემბერში აღინიშნება (3.2 დღე, 1990-2019).



ტენიანობის ექსტრემუმების ანალიზი ადასტურებს საშუალო ფარდობითი ტენიანობის ცვლილების გამოვლენილ კანონზომიერებებს.

**ნლიური ჯამური ნალექები** უკანასკნელი 60-წლიანი პერიოდის განმავლობაში შემცირებულია. ორ პერიოდს შორის სხვაობა 8%-იან (60 მმ) კლებას აჩვენებს და მიმდინარე პერიოდში ნალექების ნლიური რაოდენობა 649 მმ-ს შეადგენს (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.14). ნალექების ცვლილების ტენდენციები მთელი წლის განმავლობაში დაღმავალია, გარდა აპრილისა, ხოლო ორ პერიოდს შორის უარყოფითი გადახრები უდიდესია ივლისში (-31%, 24მმ), რაც დასტურდება წრფივი ტრენდით (-6.67მმ/10წ.). სხვა თვეებში ცვლილებები არ არის საიმედო (იხ. ცხრილი 1.3.1.1), ხოლო გადახრები ±20% (-15მმ, +5მმ) ფარგლებში მერყეობს. ამასთან, ივლისიდან ნოემბრამდე პერიოდში ნალექების რაოდენობა ყველა თვეში იკლებს. შესაბამისად, შემცირებულია ნალექების სეზონური ჯამებიც და, ზამთრის გარდა, ყველა სეზონზე ნალექიანობა იკლებს 5-15% (10-35მმ) ფარგლებში. ნლიურ ციკლში აღინიშნება როგორც მაქსიმუმების, ისე მინიმუმების წანაცვლება. კერძოდ, თუ პირველ პერიოდში ნალექების უდიდესი და უმცირესი რაოდენობა აღინიშნებოდა მაისსა (124მმ) და იანვარში (22მმ), შესაბამისად, მეორე პერიოდში ყველაზე ნალექიანი გახდა ივნისი (118მმ), ყველაზე მშრალი - დეკემბერი (23მმ).

რაც შეეხება ერთ-და ხუთ-დღელამეში მოსული ნალექების მაქსიმუმებს, მეორე 30-წლიან პერიოდში ცალკეულ თვეებში აღინიშნება ორივე ინდექსის 15-20 მმ-მდე გადაჭარბების შემთხვევები (იხ. დანართი 1, ცხრილები 1.21-1.22). მეორე პერიოდში ივნისში დაფიქსირდა რეკორდული დღელამური მაქსიმუმი (69მმ), თუმცა ცვლილების ტენდენციები ორივე პარამეტრისთვის, ძირითადად, უარყოფითია. მხოლოდ ივნისში და ერთდღიური მაქსიმუმებისთვის ნომბერშიც, ტენდენციებს აქვს აღმავალი ხასიათი. შემცირების მდგრადი ტრენდები გამოვლინდა ზაფხულის თვეებში: აგვისტოში - ხუთდღიური მაქსიმუმებისთვის, ივლისში - ორივე ინდექსისთვის, როდესაც ტრენდის დახრის კუთხე შეადგენს -1.7 და -3.4 მმ-ს 10 წელიწადში, შესაბამისად, ერთ და ხუთ დღელამეში მოსული

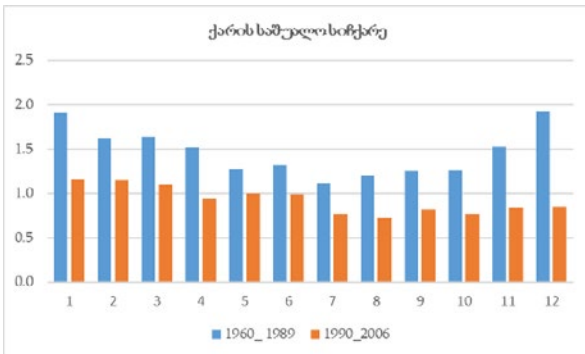
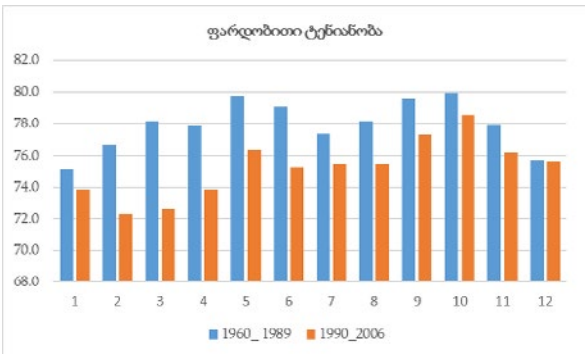


**ნახ. 1.3.1.4.** ორი 30-წლიანი პერიოდის ნალექების ჯამი და დღელამეში მოსული ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა თვეების მიხედვით (ნალკა, მმ)

ნალექების მაქსიმუმებისთვის (იხ. ცხრილი 1.3.1.1). წლიურ ციკლში ერთდღიური მაქსიმუმების პიკები წანაცვლებულია (ავგისტოდან ივნისში) და მეორე პერიოდში ორივე ინდექსის უდიდესი მნიშვნელობები (69მმ, 100მმ) ივნისში ფიქსირდება.

**ქარის საშუალო სიჩქარე** ორ, 1960-1989 წ.წ. და 1990-2006 წ.წ., პერიოდს შორის შემცირებულია ყველა სეზონზე და თვეების მიხედვით, საშუალოდ 0.3-1.1 მ/წმ-ით და მიმდინარე პერიოდში 0.7-1.2 მ/წმ-ის ფარგლებში იცვლება (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.26). ყველა თვეში და სეზონზე ქარის სიჩქარის შემცირების ტენდენციები მდგრადია. წრფივი ტრენდის დახრის კუთხე, ისევე, როგორც ორ პერიოდს შორის გადახრა, უდიდესია ზამთარში, განსაკუთრებით, დეკემბერში და შეადგენს -0.33 მ/წმ/10წ. საშუალო წლიური ტრენდის დახრა შედარებით ნაკლებია (-0.20 მ/წმ/10წ., იხ. ცხრილი 1.3.1.1).

**ძლიერ<sup>8</sup> - და ექსტრემალურად ძლიერქარიანი<sup>9</sup> დღეების რაოდენობა.** რამდენადაც მაქსიმალური სიჩქარის ქარების მონაცემები მოიპოვება მხოლოდ 1970 წლიდან, შესაბამისად, ძლიერქარიან დღეთა რაოდენობის ცვლილების ანალიზისთვის ტრენდები აგებულ იქნა 1970-2006 წ.წ. პერიოდისათვის, ხოლო 1990-2006 წ.წ. 17-წლიანი პერიოდის მონაცემები შედარებულ იქნა 1970-1989 წ.წ. 20-წლიანი პერიოდის სიდიდებთან. აღმოჩნდა, რომ, მიუხედავად ქარის საშუალო სიჩქარის შემცირებისა, ამ პარამეტრის ორივე მახასიათებლის შესაბამისი წრფივი ტენდენციები აჩვენებს ასეთი დღეების გახშირებას წალკის რაიონში. ძლიერქარიანი დღეების (Wg15) მატება აღინიშნება თითქმის მთელი წლის განმავლობაში და ასეთი დღეების რაოდენობა მიმდინარე პერიოდში, საშუალოდ, 13 დღეს შეადგენს. გამონაკლისია იანვარ-თებერვალი და ივლისი. მატება უდიდესია გაზაფხულის ბოლოს - მაისში (ჯამურად - 19 დღით). ექსტრემალური ქარების (Wg25) ხდომილება ყველაზე გახშირებულია მარტში (ჯამურად - 3 დღით) და ამჟამად საშუალოდ 2 წელიწადში ერთხელ აღინიშნება. დადებითი წრფივი ტრენდები გამოვლინდა მხოლოდ ძლიერქარიანი დღეებისთვის - მაისსა და ნოემბერში, ასეთი დღეების სეზონური რაოდენობა კი მდგრადად იმატებს გაზაფხულზე (1.25 დღე/10წ., იხ. ცხრილი 1.3.1.1). წლიურ ციკლში ასეთი დღეების უდიდესი განმეორებადობა მეორე პერიოდში, მარტში, აღინიშნება, განსხვავებით პირველი პერიოდისაგან, როდესაც ძლიერ-და ექსტრემალურად ძლიერქარიან დღეთა ხდომილება მაქსიმალური იყო იანვარში. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ასეთი დღეები მეორე პერიოდში წლის განმავლობაში შედარებით თანაბრად არის განაწილებული.



**ნახ. 1.3.1.5** ორი პერიოდის ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა და ქარის საშუალო სიჩქარე თვეების მიხედვით (წალკა, %, მ/წმ)

<sup>8</sup> ქარის მაქსიმალური სიჩქარე  $\geq 15$  მ/წმ (Wg15)  
<sup>9</sup> ქარის მაქსიმალური სიჩქარე  $\geq 25$  მ/წმ (Wg25)





### 1.3.2. სეზონური ცვლილებები

საკვლევ ტერიტორიაზე **ზამთარი**, ბოლო 30 წლის მონაცემებზე დაყრდნობით, წინა 30 წელთან შედარებით შერბილებულია. თუმცა სხვა სეზონებთან შედარებით **ტემპერატურული რეჟიმის** ცვლილება ყველაზე ნაკლებად შესამჩნევია, რამდენადაც იანვარ-თებერვალში გამოვლენილი დათბობის ტენდენციები ნაწილობრივ კომპენსირებულია დეკემბრის აგრილებით ( $-0.20^{\circ}\text{C}$ ). ზამთრის საშუალო ტემპერატურის მატება ნახევარ გრადუსამდეა და მიმდინარე პერიოდში  $-2.3^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს. დათბობა ყველაზე გამოკვეთილია ზამთრის ბოლოს, თებერვალში ( $+1.04^{\circ}\text{C}$ ). ტემპერატურული პარამეტრების ანალიზი აჩვენებს, რომ ზამთრის შერბილება უფრო მეტად დღის ტემპერატურების მატების ხარჯზე ხდება. ორ პერიოდს შორის ნაზრდი საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურისათვის  $+0.66^{\circ}\text{C}$  შეადგენს ( $+3.1^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019), ხოლო საშუალო მინიმუმები ამ სეზონზე შედარებით უმნიშვნელოდ ( $+0.31^{\circ}\text{C}$ ) არის გაზრდილი და მეორე 30-წლიან პერიოდში  $-7.8^{\circ}\text{C}$ -ს უტოლდება. როგორც ჩანს, ღამის ტემპერატურების კლებით უნდა იყოს განპირობებული აგრილების ტენდენცია დეკემბერში, როდესაც ორ პერიოდს შორის გადახრა ამ პარამეტრის მიხედვით  $-0.66^{\circ}\text{C}$  აღწევს ( $-6.7^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019). რაც შეეხება ტემპერატურულ ექსტრემუმებს, დამთბარია დღის ექსტრემუმები. მეორე პერიოდში აღინიშნა აბსოლუტური მაქსიმუმის თითქმის 3 გრადუსით გადაჭარბების შემთხვევა დეკემბერში ( $+16.8^{\circ}\text{C}$ ). ამავე დროს, თებერვალში დაფიქსირდა აბს. მინიმუმის გადაფარვაც ( $-1.7^{\circ}\text{C}$ ), როდესაც დაფიქსირდა რეკორდული მინიმალური ტემპერატურა ( $-33.4^{\circ}\text{C}$ , თებერვალი). ზამთრის დათბობას ადასტურებს ექსტრემალური ტემპერატურული ინდექსებიც. როგორც ინდექსების ანალიზიდანაც ჩანს, ზამთრის შერბილება უპირატესად განპირობებულია ცივი დღეების ( $T_{x10p}$ ) პროცენტული რაოდენობის კლებითა და თბილი დღეების ( $T_{x90p}$ ) გახშირებით (საშუალოდ 2-3%-ით). შემცირებულია ცივი ღამეების ( $T_{n10p}$ ) სეზონური რაოდენობაც, თუმცა იკლებს თბილი ღამეების ( $T_{n90p}$ ) განმეორებადობაც, რასაც ადგილი აქვს, ძირითადად, ზამთრის დასაწყისში (დეკემბერი, -3%). დეკემბერში შეინიშნება, ასევე, ყინვიანი ღამეების (FD) გახშირების ტენდენცია (+5%). უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ აღწერილი ტემპერატურული პარამეტრების ცვლილების ხასიათი ზამთრის სეზონზე სტატისტიკურად არასაიმედოა და ერთადერთი მდგრადი ტენდენცია საშუალო მაქსიმუმებისთვის გამოვლინდა ( $+0.27^{\circ}\text{C}/10\text{წ.}$ , იხ. ცხრილი 1.3.1.1). ზამთრის შერბილებაზე მიუთითებს საკვლევ ტერიტორიაზე ცივი ტალღების რაოდენობისა და ხანგრძლივობის შემცირებაც.

ორ 30-წლიან პერიოდს შორის ზამთარის **ნალექების** სეზონური ჯამები შეცვლილი არ არის და საშუალოდ 75 მმ-ს შეადგენს. თვეების მიხედვით კი ცვლილებები არაერთგვაროვანია. დეკემბერში (1მმ, +4%) და განსაკუთრებით, იანვარში (5მმ, +21%) დაფიქსირებული ნალექების მატება კომპენსირდება ზამთრის ბოლოს, თებერვალში ნალექების შემცირების ტენდენციებით (19მმ, -6%). თუმცა წრფივ ტენდენციებს როგორც თვის, ისე სეზონური ჯამებისთვის აქვს უარყოფითი ნიშანი, რაც მიუთითებს ცვლილებების არამდგრად ხასიათზე. როგორც ინდექსების ანალიზიდან ჩანს, მეორე პერიოდში ზამთრის განმავლობაში ფიქსირდება ერთ და ხუთ დღელამეში მოსული ნალექების მაქსიმუმების ( $R_{x1\text{day}}$ ,  $R_{x5\text{day}}$ ) გადაჭარბების შემთხვევები, ასევე, გაზრდილია დღეების სეზონური რაოდენობა 10 და 30 მმ-ზე მეტი ნალექით ( $R_{10}$ ,  $R_{30}$ ). ნალექების რეჟიმში აღწერილი ცვლილებები ამ სეზონზე არამდგრადია და ტრენდით არცერთი მახასიათებლისთვის არ დასტურდება.

ამ ფონზე ადგილი აქვს **ფარდობითი ტენიანობის** საშუალოდ 2%-იან კლებას (74%, 1990-2019) და **ქარის საშუალო სიჩქარის** მდგრად შემცირებას ( $-0.28\text{მ}/\text{წმ}/10\text{წ.}$ ). იკლებს ძლიერქარიანი დღეების სეზონური რაოდენობაც. ანუ ზამთარი ნალკაში გახდა შედარებით თბილი, ნაკლებად ნოტიო და ქარიანი. სეზონის დასაწყისში გახშირებულია ცივი და ყინვიანი ღამეები.

დათბობის სურათი, ზამთართან შედარებით, **გაზაფხულზე** უფრო გამოკვეთილია. საშუალო ტემპერატურის მატება ნახევარ გრადუსს აჭარბებს ( $+6.2^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019) და, ზამთრისგან განსხვავებით, დასტურდება წრფივი ტრენდით ( $+0.20^{\circ}\text{C}/10\text{წ.}$ , იხ. ცხრილი 1.3.1.1). ამ სეზონზეც დათბობა მიმდინარეობს უპირატესად მაქსიმუმების ზრდის ხარჯზე. ორ განხილულ პერიოდს შორის საშუალო

მაქსიმუმების მატება  $+0.750^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს ( $+11.8^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019), ხოლო საშუალო მინიმუმი შედარებით უმნიშვნელოდ ( $+0.360^{\circ}\text{C}$ ) იზრდება და მეორე პერიოდში მისი საშუალო სეზონური მნიშვნელობა  $+0.6^{\circ}\text{C}$ -ს უტოლდება. ცვლილებები საიმედოა მხოლოდ მაქსიმალური ტემპერატურისთვის, რომლის ცვლილების სიჩქარე  $+0.26^{\circ}\text{C}/10\text{წ}$ . შეადგენს. სეზონის განმავლობაში დათბობა ყველაზე საგრძნობია მარტში, როდესაც ყველა საშუალო ტემპერატურული მაჩვენებლისთვის ზრდის ტენდენციები მდგრადია, ხოლო ორ პერიოდს შორის გადახრები ღამის, და დღის საშუალო ტემპერატურებისთვის  $+0.85^{\circ}\text{C}$  და  $+1.59^{\circ}\text{C}$  შეადგენს, შესაბამისად (იხ. დანართი 1, ცხრილები 1.2-1.3). რაც შეეხება ტემპერატურულ ექსტრემუმებს, მეორე პერიოდში აბს. მაქსიმუმის გადაფარვა აღინიშნა მარტში ( $+3.7^{\circ}\text{C}$ -ით), როდესაც დაფიქსირდა თვის რეკორდული ტემპერატურა  $+23^{\circ}\text{C}$ , თუმცა სეზონური მაქსიმუმების გადაჭარბება ამ სეზონზე არ ფიქსირდება. დაახლოებით თანაბრად ზრდადი ტრენდებით იმატებს თბილი დღეებისა და ღამეების ( $Tx90p$ ,  $Tn90p$ ) პროცენტული წილი სეზონურად ( $+5\%$ ). მათ შორის, აღსანიშნავია, დღეთა რიცხვის ზრდა  $10^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურით ( $Tmge10$ ,  $+9\%$ ), რომელთა რაოდენობა ბოლო პერიოდში, საშუალოდ, 25 დღეს აღწევს. ცივი დღეების რაოდენობა ( $Tx10p$ ) იკლებს შედარებით მცირედ ( $-2\%$ ), ხოლო ცივი ღამეების ( $Tx10p$ ) განმეორებადობა მაისში და, განსაკუთრებით, აპრილში ( $+3$ ) გაზრდილია. ამავე დროს, აპრილ-მაისში იმატებს გაზაფხულის ნაყინების საშიშროება, რასაც ადასტურებს ყინვიანი ღამეების ( $FD$ , დღელამის მინიმუმი  $Tmin<00\text{C}$ ) გახშირება, განსაკუთრებით - გაზაფხულის ბოლოს, თითქმის  $40\%$ -ით წინა პერიოდთან შედარებით (ჯამურად 54 დღე, 1990-2019).

გაზაფხულზე ნალექების შემცირებაზე მიუთითებს ყველა საშუალო და ექსტრემალური მახასიათებელი. სეზონური ჯამი იკლებს  $5\%$ -ით და 219 მმ-ს შეადგენს. მეორე პერიოდში მცირდება მცირე და უხვნალექიან დღეთა სეზონური რაოდენობა ( $R10$ ,  $R30$ ), ხოლო დღეები 50 მმ-ზე მეტი ნალექით აღარ აღინიშნება (იხ. დანართი 1, ცხრილები 1.19-1.20). გახანგრძლივებულია უნალექო პერიოდები, შემცირებულია ნალექების დღელამური მაქსიმუმები. მათ შორის, 1-დღიური მაქსიმუმებისთვის გამოვლინდა დამავალი ტრენდი ( $-1.45\text{მმ}/10\text{წ}$ ). სხვა მდგრად ტენდენციას ნალექების მახასიათებლებისთვის ამ სეზონზე ადგილი არა აქვს. ისევე, როგორც ზამთარში, გაზაფხულზეც ნალექების რეჟიმის ცვლილებები თვეების მიხედვით არ არის ერთგვაროვანი. კერძოდ, ორ პერიოდს შორის აპრილში დასტურდება ნალექების უმნიშვნელო მატება ( $+5\%$ , 3მმ), თუმცა წრფივ ტენდენციას აქვს უარყოფითი ნიშანი, რაც მიუთითებს ცვლილების არასაიმედო ხასიათზე.

ნალექების შემცირების ფონზე გაზაფხულზეც მდგრადი ტრენდით იკლებს ფარდობითი ტენიანობა ( $-1.4\%/10\text{წ}$ ). მიმდინარე პერიოდში სეზონური საშუალო ტენიანობა  $74\%$ -ს უდრის. ორ პერიოდს შორის გადახრა უდიდესია მარტში ( $-5.6\%$ ). ასევე, ტრენდები გამოვლინდა მშრალი და ნოტიო დღეების რაოდენობისთვის. მშრალი დღეები გახშირებულია მთელი გაზაფხულის განმავლობაში, განსაკუთრებით, აპრილში (საშუალოდ, 2 დღით), ხოლო ნოტიო დღეების განმეორებადობა მეორე 30-წლიან პერიოდში იკლებს, ყველაზე მეტად - მარტში (საშუალოდ, 3 დღით).

როგორც სხვა სეზონებზე, გაზაფხულზე ქარის საშუალო სიჩქარე მნიშვნელოვან კლებას აჩვენებს ( $-0.22$  მ/წმ/1წელიწადში) და ამჟამად საშუალოდ 1 მ/წმ-ს უდრის, მაშინ, როდესაც მაქსიმალური ქარები აღმავალი ტენდენციებით ხასიათდება. თითქმის ორჯერ არის გაზრდილი დღეთა რიცხვი როგორც ძლიერი, ისე ექსტრემალური ქარებით. ასეთი დღეების გახშირება ყველაზე მეტად მარტში და მაისში აღინიშნება. მაგ., პირველ პერიოდში გაზაფხულზე ექსტრემალური ქარის შემთხვევა ნალკაში აღინიშნა მხოლოდ ერთხელ, ხოლო მეორე პერიოდში (2006 წლამდე) ასეთი იყო 6 შემთხვევა.

ანუ, გაზაფხული გახდა უფრო თბილი, მშრალი და უნალექო, გახშირებული ძლიერქარიანი დღეებით. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილება გარკვეულწილად კონტრასტულ ხასიათს ატარებს: ერთდროულად დასტურდება თბილი დღეებისა და ყინვიანი ღამეების განმეორებადობის ზრდა.

**ზაფხულის** საშუალო ტემპერატურა ორ განხილულ პერიოდს შორის მომატებულია თითქმის ერთი გრადუსით და მიმდინარე პერიოდში  $+16.3^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს. შესაბამისი ტრენდის დახრის კუთხეა  $+0.36^{\circ}\text{C}/10\text{წ}$ . დამთბარია როგორც მაქსიმუმები ( $+1.25^{\circ}\text{C}$ ), ისე მინიმუმები ( $+0.71^{\circ}\text{C}$ ). დათბობა ყველაზე შესამჩნევია აგვისტოში, როდესაც დღის ტემპერატურების მატება თითქმის ორ გრადუსს აღწევს და თვის საშუალო მაქსიმუმი  $+23.5^{\circ}\text{C}$ -ს უტოლდება. საშუალო ტემპერატურული მაჩვენებლების ყველა ტენდენცია მდგრადია როგორც სეზონურად, ისე თვეების მიხედვით. მათ შორის უდიდესია საშუალო მაქსიმუმების ცვლილების სიჩქარე აგვისტოში ( $+0.60^{\circ}\text{C}/10\text{წ}$ ). მნიშვნელოვნად გაზრდილია ზაფხულის ცხელი დღეების და თბილი ღამეების (Tx90p, Tn90p) რაოდენობა (საშუალოდ 8-9%-ით სეზონზე), ხოლო გრილი დღეებისა და ცივი ღამეების (Tx10p, Tn10p) პროცენტული წილი შემცირებულია, საშუალოდ, 3-5%-ით. შესაბამისი ტენდენციები მდგრადია სეზონური სიდიდებისა და აგვისტოს თვისთვის. აღსანიშნავია, რომ, სხვა სეზონებისგან განსხვავებით, ზაფხულში აღმავალი ტრენდი გამოვლინდა ღამის ტემპერატურის ყველა მაჩვენებლისთვის, ანუ, ნალკაში ზაფხულის სეზონზე სახეზეა დათბობის ყველა ინდიკატორი. მდგრადი ტრენდებით დასტურდება აბს. მაქსიმუმებისა ( $+0.47^{\circ}\text{C}/10\text{წ}$ ) და მინიმუმების ( $+0.27^{\circ}\text{C}/10\text{წ}$ ) ცვლილებებიც (იხ. ცხრილი 1.3.1.1). მეორე პერიოდში ფიქსირდება ტემპერატურული ექსტრემუმების გადაფარვა ორივე მიმართულებით. კერძოდ, ივლისში დაფიქსირდა წინა პერიოდის მაქსიმუმის გადაჭარბების შემთხვევა ( $+2.8^{\circ}\text{C}$ ), როდესაც დაფიქსირდა ბოლო 30 წლის განმავლობაში რეკორდული ტემპერატურა ( $+33.6^{\circ}\text{C}$ ). ამავე დროს, ივნისში დაკვირვებული იქნა აბს. მინიმუმის გადაფარვა ( $-2.1^{\circ}\text{C}$ ), როდესაც ტემპერატურა  $-3^{\circ}\text{C}$ -მდე დაეცა. ამასთან, ივნისში ისევ აღინიშნება ყინვიანი ღამეები (FD, იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.11). სავარაუდოდ, სწორედ ზაფხულის სეზონზე იმატებს თბური ტალღების რაოდენობა და ხანგრძლივობა (HWN, HWD).

**ნალექების** საზონური ჯამი მცირდება 14%-ით (228 მმ, 1990-2019), რაც უდიდესია სეზონებს შორის, ხოლო ივლისი-აგვისტოს თვეებში ორ პერიოდს შორის გადახრა 20-30%-ს აღწევს. ნალექების შემცირებაზე მიუთითებს ნალექის თითქმის ყველა ექსტრემალური ინდექსი. გამონაკლისია დღელამური მაქსიმუმების (+5მმ) ზრდა, თუმცა შესაბამისი ნრფივი ტენდენცია მდგრადად დამავალია. ადგილი აქვს უნალექო პერიოდების გახანგრძლივებას. ამგვარად, ზაფხულისთვის დათბობის ფონზე რისკს წარმოადგენს გახშირებული გვალვიანი პერიოდები. ცვლილებები ნალექების რეჟიმში ამ სეზონზეც, ძირითადად, არასაიმედოა და ტრენდებით არ დასტურდება.

როგორც გაზაფხულზე, ზაფხულშიც მდგრადად იკლებს ფარდობითი ტენიანობა ( $-0.95\%/10\text{წ}$ ). მეორე პერიოდში (2006 წლამდე) ტენიანობის საშუალო მნიშვნელობა ამ სეზონზე 75%-ს შეადგენს. ნოტიო დღეების რაოდენობა შემცირებულია ყველა თვეში, ხოლო მშრალი დღეების განმეორებადობის ზრდა აგვისტოში აღინიშნება.

**ქარის საშუალო სიჩქარე** ზაფხულშიც შესამჩნევი ტრენდით მცირდება ( $-0.14$  მ/წმ/10წ.), თუმცა ძლიერქარიანი დღეების (Wg15) ხდომილება იზრდება ივნისსა და აგვისტოში.

ანუ ზაფხული გახდა საგრძნობლად ცხელი და შედარებით მშრალი. მდგრადად იზრდება თბური ტალღების ხანგრძლივობა (HWN,  $+1.1$ დღე/10წ., იხ. ცხრილი 1.3.1.1), გაზრდილია გვალვების რისკი.

დათბობა **შემოდგომაზეც**, ძირითადად, მაქსიმუმების მატების ხარჯზე ხდება ( $+0.98^{\circ}\text{C}$ ), ხოლო საშუალო მინიმალური და საშუალო სეზონური ტემპერატურების ცვლილება ორ პერიოდს შორის შედარებით მცირეა და  $+0.28^{\circ}\text{C}$ ,  $+0.63^{\circ}\text{C}$  შეადგენს (იხ. დანართი 1, ცხრილები 1.1-1.3). შესაბამისად, საშუალო ტემპერატურული მაჩვენებლები ამ სეზონზე  $+2.5^{\circ}\text{C}$ ,  $+14.2^{\circ}\text{C}$  ფარგლებში მერყეობს. ზაფხულის მსგავსად, მნიშვნელოვნად გაზრდილია თბილი დღეებისა და ღამეების (Tx90p, Tn90p) პროცენტული წილი (საშუალოდ, 6-8%-ით სეზონზე), მათ შორის, დღეთა რიცხვი  $10^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურით (Tmge10). ასეთი დღეების ზრდა 50%-ს აღემატება ოქტომბერში და ბოლო პერიოდში სეზონზე, საშუალოდ, 38-ს აღწევს. შესაბამისი ტენდენციები მდგრადია სეზონური სიდიდებისა და

თვეების მიხედვით, გარდა ნოემბრისა. სეზონის განმავლობაში მნიშვნელოვნად განსხვავდება ტემპერატურის ცვლილების ხასიათი თვეების მიხედვით. სექტემბერ-ოქტომბერში მნიშვნელოვან დათბობას (დაახლოებით 1 გრადუსის ფარგლებში) თან სდევს ნოემბრის აგრილება, რაც განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მინიმალური ტემპერატურებისთვის, როდესაც ორ პერიოდს შორის ტემპერატურის შემცირება  $-0.87^{\circ}\text{C}$ -ს აღწევს ( $-2.9^{\circ}\text{C}$ , 1990-2019). ნოემბრის აგრილება მდგრადია და ტრენდით დასტურდება ( $-0.270\text{C}/10\text{წ.}$ ). ტემპერატურული ინდექსების ანალიზი აჩვენებს, რომ ტემპერატურის კლება ნოემბერში ცივი და ყინვიანი ღამეების (FD) მნიშვნელოვან გახშირებას უკავშირდება.

შემოდგომაზე, ისევე, როგორც ზაფხულში, ნალექის თითქმის ყველა მახასიათებელი შემცირებულია. ორ პერიოდს შორის აღინიშნება ნალექების სეზონური ჯამების კლება (11მმ, -8%). მიმდინარე პერიოდის ნალექების სეზონური ჯამი 127 მმ-ს შეადგენს. თვეების მიხედვით ნალექების კლება თითქმის თანაბრად მიმდინარეობს. ნალექიან დღეთა სეზონური რიცხვი, საშუალოდ, 11%-ით არის შემცირებული, ხოლო უხვნალექიანი დღეების გახშირება არ შეინიშნება. ყველა თვეში, განსაკუთრებით, სექტემბერში იკლებს თანამიმდევრულად ნალექიანი ეპიზოდების (CWD) საშუალო ხანგრძლივობაც. როგორც ჩანს, ნალექის ყველა ექსტრემალური ინდექსი მიუთითებს ამ სეზონზე ნალექების შემცირებაზე, თუმცა ასეთი ცვლილებები არ არის მნიშვნელოვანი და ტრენდებით არ დასტურდება.

შემოდგომაზე, ორ 30-წლიან პერიოდს შორის ფარდობითი ტენიანობა დაკლებულია თითქმის 2%-ით (77%, 1990-2019), რაც ამ სეზონზე უფრო მეტად განპირობებული უნდა იყოს ექსტრემალურად ნოტიო დღეების განმეორებადობის კლებით (საშუალოდ, 6 დღით). ტრენდებით დასტურდება როგორც მშრალი დღეების გახშირება, ასევე ნოტიო დღეების სეზონური რაოდენობის შემცირება, თუმცა ცვლილების სიჩქარე თითქმის ორჯერ მაღალია ნოტიო დღეებისთვის ( $-1.60$  დღე/10წ.).

შემოდგომაზე მდგრადად იკლებს ქარის საშუალო სიჩქარე ( $-0.20$  მ/წმ/10წ.), ხოლო მაქსიმალური ასევე მდგრადად იზრდება, რაც გამოიხატება ძლიერქარიანი დღეების (Wg15) რიცხვის ზრდაში, განსაკუთრებით - ნოემბერში.

ანუ, ძირითადად, მისი პირველი ნახევრის ხარჯზე, შემოდგომა გახდა უფრო თბილი და შედარებით მშრალი, გახშირებული ძლიერქარიანი დღეებით. სეზონის დასაწყისში გაზრდილია ცხელი დღეებისა და თბილი ღამეების (Tx90p, Tn90p) განმეორებადობა. შედეგად, საშუალოდ 135 გრადუსდღით გაზრდილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (GddGrow10, იხ. ცხრილი 1.3.4.1). სეზონის ბოლოს ადგილი აქვს ცივი (Tn90p) და ყინვიანი ღამეების (FD) რიცხვის ზრდას.



### 1.3.3. ექსტრემალური მოვლენები

**ღვარცოფი და მენყერსაშიში პროცესები.** ნალექების მახასიათებლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ როგორც ორ განხილულ პერიოდს შორის გადახრების, ისე წრფივი ტენდენციების მიხედვით, მცირდება თითქმის ყველა ექსტრემალური ინდექსი. მეორე პერიოდში აღინიშნა დღე-ღამეში მოსული ნალექის მაქსიმალური რაოდენობის (Rx1day) გადაჭარბების შემთხვევა, თუმცა შესაბამის ტენდენციას აქვს უარყოფითი ნიშანი. შემცირებულია (2-3%-ით) ნალექების წლიურ ჯამში ძლიერ და ექსტრემალურად ძლიერნალექიანი დღეების პროცენტული წილი (R95ptot, R99ptot) და ასეთ დღეებში მოსული ნალექების რაოდენობა (R95p, R99p, 20-30%-ით).

ეს რეგიონი კლიმატურად უხვნალექიანობით ეს რეგიონი არ გამოირჩევა. რაც შეეხება ღვარცოფსაშიშ დღეებს, 90 მმ-ზე მეტი ნალექის მქონე დღეები ნალკაში უკანასკნელი 60-წლიან პერიოდში არ დაფიქსირებულა, ხოლო 50 მმ-ზე მეტი ნალექის მქონე დღეების რაოდენობა 40%-ით არის დაკლებული (წელიწადში, საშუალოდ, 0.1 დღით).

**ცხრ. 1.3.3.1. ღვარცოფისა და მენყერისათვის საშიში ნალექების რაოდენობის ცვლილება, ნალკა**

ღვარცოფი და მენყერსაშიში პროცესები	დღელამურად მოსული ნალექების ჯამი > 50 მმ-ზე	დღელამურად მოსული ნალექების ჯამი > 90 მმ-ზე	ნალექების წლიური ჯამის 200 და მეტი მმ-ით გადაჭარბების შემთხვევები
შემთხვევათა რიცხვის ცვლილება	-3	NA	+1

ეს მეტყველებს იმაზე, რომ ამ რაიონში, რომელიც მიეკუთვნება ღვარცოფისა და მენყერსაშიში პროცესების მიმართ შეზღუდული და დაბალი რისკის ზონებს, ღვარცოფის რისკი კიდევ უფრო შემცირებულია. ამავე დროს, ნალექთა წლიური ჯამის 200 მმ და მეტით გადამეტების შემთხვევები, რაც მენყერსაშიში პროცესების კრიტერიუმია, მთელი განხილული პერიოდის განმავლობაში აღინიშნა შვიდჯერ, მათ შორის ოთხჯერ - მეორე პერიოდში. ანუ მენყერების რისკი აქ კვლავ რჩება დაბალია.

**თბური ტალღები.** თბური ტალღა ჯანმრთელობის კონტექსტში განიხილება, როგორც პერიოდი მდგრადი სითბური დატვირთვით ან ზედმეტად ცხელი ამინდით, რაც იწვევს სიცხესთან დაკავშირებული ჯანმრთელობისთვის საზიანო ერთი ან რამდენიმე შედეგის დადგომას, მათ შორის - სიკვდილიანობას, ავადობასა და გადაუდებელ სამედიცინო დახმარებას<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> აშშ ოკეანისა და ატმოსფერული საკითხების ეროვნული ადმინისტრაციის (NOAA) განსაზღვრებით, თბური ტალღა ესაა „პერიოდი ანორმალურად და არაკომფორტული ცხელი და უჩვეულოდ ნოტიო ამინდით ... როგორც წესი, თბური ტალღა გრძელდება ორი ან მეტი დღე (<http://w1.weather.gov/glossary/index.php?letter=h>)“. ამავე განმარტების თანახმად, საკმაოდ რთულია განზოგადებული განმარტების შექმნა თბური ტალღების გეოგრაფიულად ცვლადი ბუნებისა და ზეგავლენის გამო, რაც დამოკიდებულია თითოეული რეგიონის ადგილობრივ კლიმატსა და მოსახლეობის აკლიმატიზაციის უნარზე.

უკანასკნელ პერიოდში თბური ტალღების შესწავლამ მოიპოვა მნიშვნელოვანი ყურადღება მისი პოტენციურად გამანადგურებელი სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტის გამო. დიდი ზემოქმედება მოსალოდნელია საზოგადოებრივ ჯანმრთელობასთან, ენერგომომარაგებასთან, წყლის ხელმისაწვდომობასთან, სოფლის მეურნეობასთან, ტყეებსა და ეკოსისტემებთან და ა.შ. მიმართებაში.

დღემდე არ არსებობდა თბური ტალღის რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებული ყოფილიყო სხვადასხვა კლიმატური ზონისათვის. ამჟამად მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის კლიმატის კომისიის კლიმატური რისკებისა და სექტორზე მორგებული კლიმატური ინდექსების ექსპერტთა ჯგუფის მიერ (WMO CCI ET-CRSCI, <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/ET-SCI-4-1.php>) შემოთავაზებული იქნა თბური ტალღის მახასიათებელი ახალი რაოდენობრივი ინდექსები (თბური ტალღების რაოდენობა (HWN), ხანგრძლივობა (HWD), სიხშირე (HWF), ამპლიტუდა (HWA), საშუალო მაგნიტუდა (HWM)) და მათი საანგარიშო პროგრამული უზრუნველყოფა (ClimPactv2, [www.wmo.int/ETCRSCI\\_software\\_documentation\\_v2](http://www.wmo.int/ETCRSCI_software_documentation_v2)).

აღნიშნული მეთოდოლოგია ეყრდნობა თბური ტალღებისა და მისი მახასიათებლების რამდენიმე განმარტებას:

**თბური ტალღა** - არანაკლებ სამდღიანი პერიოდი, როდესაც ჭარბი სითბოსა და სითბური სტრესის კომბინირებული ეფექტი უჩვეულო ადგილობრივი კლიმატური პირობებისთვის.

**ჭარბი სითბო** - უჩვეულოდ დიდი სითბო, რომელიც არასაკმარისად ნეიტრალდება ღამის განმავლობაში უჩვეულოდ მაღალი ტემპერატურის გამო. სამდღიანი გასაშუალების მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები შეედარება კლიმატურ საბაზისო (ნორმატიულ) მნიშვნელობებს.

საკვლევი რაიონისთვის დათვლილ იქნა თბური ტალღის დადგომის ზღვრული ტემპერატურის ნიშნულები (იხ. ცხრილი 1.3.3.2). ასევე, შეფასებულ იქნა თბური ტალღების რაოდენობის (HWN), ხანგრძლივობის (HWD), სიხშირის (HWF), ამპლიტუდისა (HWA) და საშუალო მაგნიტუდის (HWM) ცვლილების ტენდენციები ნალკის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებზე დაყრდნობით 1960-1989 და 1990-2019 წ.წ. პერიოდისთვის (იხ. ცხრილი 1.3.3.3).

**ცხრ. 1.3.3.2.** თბური ტალღების დადგომის ზღვრული ტემპერატურის მნიშვნელობები, ნალკა

თვე	ტემპერატურა, °C		
	1960-1989	1990-2019	ცვლილება
მაისი	22.1	19.5	-2.6
ივნისი	24.7	25.7	1.0
ივლისი	27.1	28.0	0.9
აგვისტო	26.1	28.2	2.1
სექტემბერი	24.8	26.6	1.8

**ცხრ. 1.3.3.3.** თბური ტალღების რაოდენობა და ხანგრძლივობა სხვადასხვა პერიოდში, ნალკა

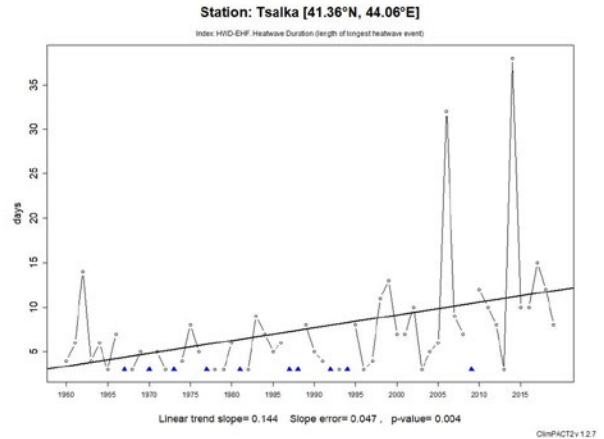
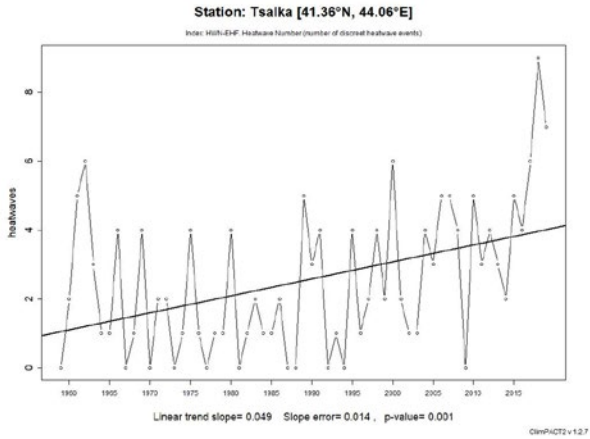
პერიოდი	თბური ტალღების საშ. რაოდენობა (HWN)	თბური ტალღების საშუალო ხანგრძლივობა (HWD)	თბური ტალღების მაქს. ხანგრძლივობა (HWD)
1960-1989	1.9	4.4	14
1990-2019	3.3	8.8	38
ცვლილება	1.4	4.4	24

მიღებული შედეგების მიხედვით, თბური ტალღის დადგომის ზღვრული ტემპერატურის მნიშვნელობები ნალკაში თბილ პერიოდში (მაისი-სექტემბერი), განსაკუთრებით პერიოდის ბოლოს, წანაცვლებულია მათების მიმართულებით, წანაცვლების სიდიდე 1.0-2.0 გრადუსს შეადგენს. გამოვლენილი დათბობის ფონზე, გაზრდილია თბური ტალღების როგორც საშუალო, ისე მაქსიმალური ხანგრძლივობა (HWD) და თბური ტალღების საშ. რაოდენობა (HWN).

**სითბური სტრესი** - პერიოდი ისეთი ტემპერატურით, რომელიც საშუალოდ აღემატება წარსული პერიოდის მნიშვნელობებს. სამდღიანი გასაშუალების მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები მიესადაგება გასული 30 დღის საშუალო მნიშვნელობებს.

**ჭარბი სითბოს ფაქტორი (EHF)** - ჭარბი სითბოსა და სითბური სტრესის კომბინირებული ეფექტის მახასიათებელი (ინდექსი), რომელიც წარმოადგენს თბური ტალღების ზემოქმედების, დატვირთვის, ხანგრძლივობისა და სივრცული განაწილების რაოდენობრივ მაჩვენებელს.

აღნიშნული მეთოდოლოგიით თბური ტალღების სიმძაფრის კატეგორიები ფასდება ჭარბი სითბოს ფაქტორზე (EHF) დაყრდნობით და მკაცრი თბური ტალღა განისაზღვრება, როგორც მოვლენა, როდესაც EHF აღემატება გარკვეულ ზღვრულ მნიშვნელობას, რომელიც დამოკიდებულია ადგილის კლიმატურ პირობებზე, ხოლო ექსტრემალური თბური ტალღა - მოვლენა, როდესაც EHF ორჯერ აღემატება მკაცრი თბური ტალღისთვის მიღებულ ზღვრულ მნიშვნელობას, იწვევს რა გაცილებით მეტ ნეგატიურ ზემოქმედებას.



**ნახ. 1.3.3.1.** თბური ტალღების რაოდენობისა და ხანგრძლივობის დინამიკა 1960-2019 წ.წ. პერიოდში, წალკა

აღსანიშნავია, რომ თბური ტალღების ყველა მახასიათებლის (რაოდენობა, სიხშირე, ხანგრძლივობა) ცვლილების აღმავალი ტენდენცია მდგრადია და დასტურდება ტრენდებით. მაგ., თბური ტალღების სიხშირე (HWF) ხასიათდება ზრდის საიმედო ტენდენციით, რომლის ცვლილების სიჩქარეა 4.0 დღე/10წ. გარდა ამისა, წალკის 1960-2019 წ.წ. პერიოდის მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ თბური ტალღების ხანგრძლივობისა და სიხშირის მნიშვნელოვან ზრდასთან ერთად შეინიშნება მათი მაგნიტუდის (სიმკაცრის) შემცირება, რაც მიუთითებს უფრო ხანგრძლივი, მაგრამ ნაკლებად მკაცრი თბური ტალღების გახშირების ტენდენციაზე. ნახ. 1.3.3.1-ზე წარმოდგენილია წალკაში თბური ტალღების რაოდენობისა და ხანგრძლივობის დინამიკა 1960-2019 წ.წ. პერიოდში.

### 1.3.4. სასოფლო-სამეურნეო კლიმატური ინდექსები

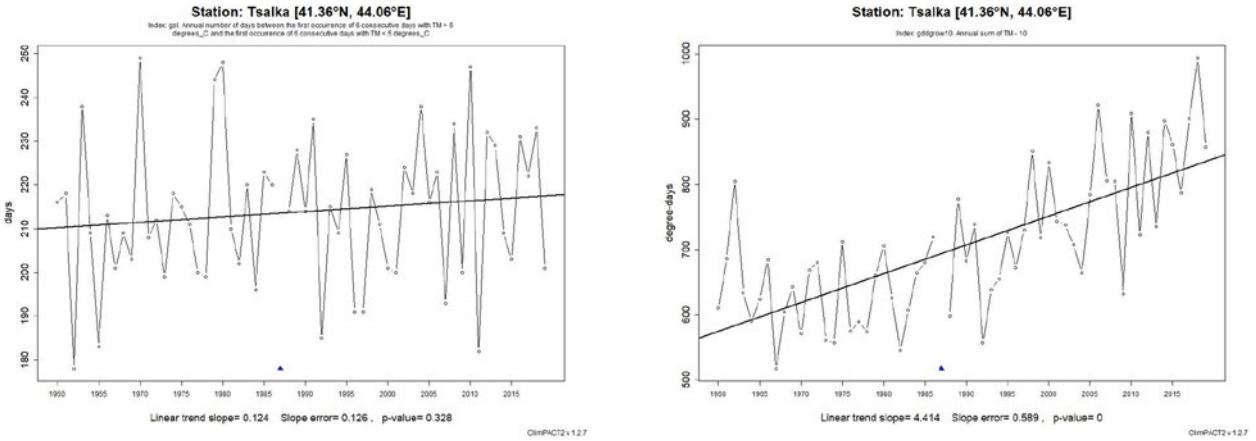
კლიმატური პარამეტრებიდან სოფლის მეურნეობის სექტორზე უმნიშვნელოვანეს გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურა, ნალექის რაოდენობა, ყინვიან დღეთა რიცხვი და მათი სეზონური განაწილება, რომელთა ცვლილების ანალიზი მოყვანილია თავში 3. ამ პარამეტრების გარდა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობას<sup>11</sup> და ე.წ. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს<sup>12</sup>.

**ცხრ. 1.3.4.1.** სავეგეტაციო პერიოდის (>5°C; <5°C) საშუალო ხანგრძლივობა და აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C; <10°C) ჯამები, წალკა

პერიოდი	სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (GSL)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, 10°C-ზე მაღლა (GddGrow)
1960-1989	213.2	637.0
1990-2019	214.4	771.8
ცვლილება	1.2	134.8

<sup>11</sup> **სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (GSL)** განისაზღვრება, როგორც წლის განმავლობაში დღეთა რაოდენობა ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის საბაზისო ზღვრული ტემპერატურის ზემოთ და ქვემოთ მდგრადად გადასვლის თარიღებს შორის.  
<sup>12</sup> **აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (GddGrow)** განისაზღვრება, როგორც ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა საბაზისო ზღვრული ტემპერატურის ზემოთ, დაგროვილი ყოველდღიურად გარკვეული პერიოდის განმავლობაში.

ცხრილში 1.3.4.1 წარმოდგენილია აღნიშნული კლიმატური ინდექსები ნალკისთვის. როგორც შედეგები აჩვენებს, მნიშვნელოვნად გაზრდილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (10°C-ზე მაღლა). ცვლილებები მდგრადია და დასტურდება აღმავალი ტრენდით ცვლილების სიჩქარით 45°C-დღე/10წ. ორ 30-წლიან პერიოდს შორის, საშუალოდ, 1.2 დღით გაზრდილია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაც (>5°C; <5°C), თუმცა ცვლილებები არამდგრად ხასიათს ატარებს (ნახ. 1.3.4.1).



**ნახ. 1.3.4.1.** სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობისა და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების დინამიკა 1960-2019 წ.წ. პერიოდში, ნალკა

ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სითბოთი უზრუნველყოფის პრობლემა ნალკის მუნიციპალიტეტში არ დგება, თუმცა იზრდება წაყინვების რისკი და შესაძლებელია, გამწვავდეს მავნებელ-დაავადებათა გავრცელების პრობლემა.

**გვალვა.** შეფასდა ნალექებისა და ნალექები-ევაპოტრანსპირაციის სტანდარტიზებული ინდექსებით (SPI/SPEI).

კვლევაში წარმოდგენილია 3-, 6-, 12-თვიანი დროითი მასშტაბით გამოთვლილი მეტეოროლოგიური გვალვის ინდექსის SPI/SPEI საფუძველზე მიღებული შედეგები. SPI/SPEI-ის მნიშვნელობების მიხედვით განისაზღვრება გვალვის კატეგორიები, რომლებიც მოცემულია ცხრილში.

**გვალვის კატეგორიები SPI /SPEI-ის მიხედვით**

კოეფიციენტი	კატეგორია
+2.0 და მეტი	ექსტრემალურად ნოტიო
+1.5-დან +1.99-მდე	ძლიერ ნოტიო
+1.0-დან +1.49-მდე	ზომიერად ნოტიო
-0.99-დან +0.99-მდე	თითქმის ნორმალური
-1.0-დან -1.49-მდე	ზომიერად მშრალი
-1.5-დან -1.99-მდე	ძლიერ მშრალი
-2.0 და ნაკლები	ექსტრემალურად მშრალი

ასევე, SPI/SPEI გამოყენებით შესაძლებელია ინფორმაციის მიღება გვალვების ზემოქმედების შესახებ გვალვის მახასიათებლების: სიმკაცრის, ხანგრძლივობის, დროის ინტერვალისა და ინტენსივობის მიხედვით<sup>13</sup>.

ცხრილებში მოყვანილია აღნიშნული ინდექსების მნიშვნელობებზე დაყრდნობით გაანგარიშებული გვალვების ხდომილების, ხანგრძლივობის, მაგნიტუდისა და ინტენსივობის ცვლილება ორ პერიოდს შორის სხვადასხვა დროითი მასშტაბისთვის. ასევე, წარმოდგენილია სხვადასხვა სიმკაცრის გვალვიანი თვეების ჯამური რაოდენობა პერიოდების მიხედვით (ცხრილი 1.3.4.3).

#### ცხრ. 1.3.4.2. სხვადასხვა დროითი მასშტაბის გვალვის მახასიათებლები, წალკა

გვალვა	პერიოდი	SPI			SPEI		
		3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი	3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი
საშუალო რაოდენობა	1960-1989	33	17	10	34	21	12
	1990-2019	37	32	17	46	34	22
	ცვლილება	4	15	7	12	13	10
საშუალო ხანგრძლივობა	1960-1989	1.73	3.18	5.10	1.82	2.67	5.00
	1990-2019	2.11	2.63	5.71	2.26	3.47	7.36
	ცვლილება	0.38	-0.55	0.61	0.44	0.80	2.36
საშუალო მაგნიტუდა	1960-1989	1.38	1.33	1.35	1.33	1.36	1.33
	1990-2019	1.51	1.46	1.44	1.43	1.52	1.43
	ცვლილება	0.13	0.13	0.09	0.10	0.16	0.10
საშუალო ინტენსივობა	1960-1989	0.99	0.67	0.76	0.92	0.79	0.56
	1990-2019	0.93	0.93	0.63	0.87	0.69	0.46
	ცვლილება	-0.06	0.26	-0.13	-0.05	-0.10	-0.10

<sup>13</sup> SPI/SPEI-ის უარყოფითი და დადებითი მნიშვნელობები განიხილება გვალვის მოვლენის იდენტიფიცირებისთვის. დროის i-ური პერიოდისათვის (ბივისათვის) გვალვა დგება მაშინ, როცა SPI/SPEI-ის მნიშვნელობა უწყვეტად ნულს ქვემოთ ეცემა და ნაკლებია (-1)-ზე. გვალვა იწყება მისი პირველი უარყოფითი მნიშვნელობიდან და მთვრდება დადებითი მნიშვნელობის დადგომისთანავე. გვალვის ხანგრძლივობისა და სიმკაცრის მაგნიტუდის გაზომვის მიზნით უნდა დადგინდეს გვალვის ინდექსის ზღურბლის მნიშვნელობა.

**ცხრ. 1.3.4.3.** სხვადასხვა დროითი მასშტაბის მკაცრი და ექსტრემალურად გვალვიანი თვეების რაოდენობა, ნალკა

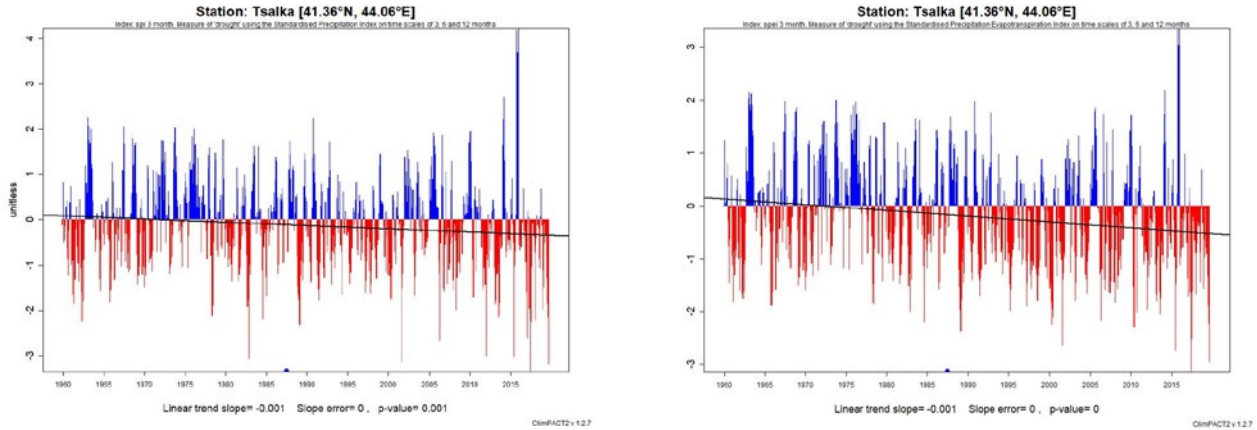
გვალვა	პერიოდი	SPI			SPEI		
		3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი	3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი
ყველა (SPI/SPEI<-1.0)	1960-1989	57	54	50	62	57	57
	1990-2019	78	85	102	104	120	166
	ცვლილება	21	31	52	42	63	109
მკაცრი (-2.0<SPI/SPEI<-1.5)	1960-1989	13	18	20	18	19	16
	1990-2019	23	23	41	28	41	53
	ცვლილება	10	5	21	10	22	37
ექსტრემალური (SPI/SPEI<-2.0)	1960-1989	6	3	3	3	4	6
	1990-2019	13	12	12	13	20	28
	ცვლილება	7	9	9	10	16	22

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, ზემოთ აღწერილი კლიმატური ცვლილებების ფონზე (ტემპერატურის ზრდა, ნალექების შემცირება) გაზრდილია ყველა დროითი მასშტაბის გვალვების რაოდენობა, ხანგრძლივობა და სიმკაცრე (მაგნიტუდა). განსაკუთრებით იმატებს დიდი დროითი მასშტაბის გვალვების ხანგრძლივობა. გარდა ამისა, თითქმის ყველა დროითი ბიჯის მიხედვით, გახშირებულია ნალექების მკაცრი და ექსტრემალური დეფიციტის შემთხვევები, რაც უნდა ხდებოდეს, განსაკუთრებით, ზაფხულის სეზონის ხარჯზე, რამდენადაც სწორედ წლის ამ დროს აღინიშნება ნალექების ყველაზე ინტენსიური შემცირების ტენდენცია. ნალექების შემცირების ფონზე ყველა ტიპის გვალვების ხდომილების ალბათობის ზრდას, შესაძლოა, გავლენა ჰქონდეს არა მარტო სოფლის მეურნეობაზე, არამედ წყლის რესურსებზეც, კერძოდ კი, მდინარეთა ჩამონადენსა და მინისქვეშა წყლებზე.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ნალექები-ევაპოტრანსპირაციის ინდექსით შეფასებისას (SPEI), გვალვების განმეორებადობა უმეტეს შემთხვევებში მეტია, ვიდრე მხოლოდ ნალექის დეფიციტზე დამყარებული ინდექსის (SPI) გამოყენებისას, რაც ადასტურებს ტემპერატურის ფაქტორის გათვალისწინების მნიშვნელობას გვალვების შეფასებისას, მითუმეტეს - გამოვლენილი დათბობის პირობებში.

ამგვარად, ნალკის რაიონში ადგილი აქვს ყველა ტიპის გვალვების გახშირებას (როგორც სასოფლო-სამეურნეო, ისე ჰიდროლოგიური), განსაკუთრებით ზაფხულში, რაც აუცილებლად აისახება არამარტო სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა კულტურებს განვითარებაზე წყლის დანაკლისთან მიმართებაში, არამედ წყლის რესურსებზეც.

**გვალვის ხანგრძლივობა** არის პერიოდის სიგრძე, როდესაც SPI/SPEI კრიტიკულ დონეზე უწყვეტად დაბალია.  
**გვალვის მაგნიტუდა** (სიმკაცრე) არის SPI/SPEI-ის აკუმულირებული მნიშვნელობები გვალვის განმავლობაში.  
**გვალვის ინტენსივობა** გვალვის ინდექსის საშუალო მნიშვნელობაა კრიტიკული დონის ქვემოთ, რომელიც გამოითვლება გვალვის სიმკაცრის ფარდობით მის ხანგრძლივობაზე.



**ნახ. 1.3.4.2.** 3-თვიანი დროითი მასშტაბის გვალვის ინდექსების დინამიკა 1960-2019 წ.წ. პერიოდში, ნალკა

### 1.3.5. სამშენებლო-კლიმატური ინდექსები

გარე ჰაერის ტემპერატურის მაჩვენებლებიდან გამომდინარე, შენობაში ყალიბდება გათბობისა და გაგრილების მოთხოვნა. გარე ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობას და, შესაბამისად, შენობის ენერჯის მოთხოვნას შორის კავშირი შესაძლებელია შენობის გათბობისა და გაგრილების გრადუსდღეების გათვალისწინებით. ფაქტობრივად, გრადუსდღე არის ინსტრუმენტი, რომელიც გამოიყენება შენობებში ენერჯის მოხმარების ანალიზისთვის. კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, საკვანძო საკითხი გრადუსდღეების განსაზღვრისას არის საბაზისო ტემპერატურის განმარტება, რომელიც უშუალოდ ეხება შენობის ენერგეტიკულ ბალანსსა და ენერგომომარების სისტემებს.

გრადუსდღეების ცნება გამოიყენება გათბობისა და გაგრილებისთვის საჭირო ენერჯის განსაზღვრის მიზნით და აგრეთვე, შენობის შემომზღუდი/გარე კონსტრუქციების თერმული წინაღობის ნორმირებისთვის.

გათბობის/გაგრილების სეზონის გრადუსდღეების რიცხვი<sup>14</sup> განისაზღვრება გარე ჰაერის საშუალო დღელამური და საბაზისო ტემპერატურების სხვაობით. საბაზისო ტემპერატურის მაჩვენებლად აღებულია შენობაში ადამიანებისთვის კომფორტული ტემპერატურა და შეადგენს  $t_b=18^{\circ}\text{C}$ .

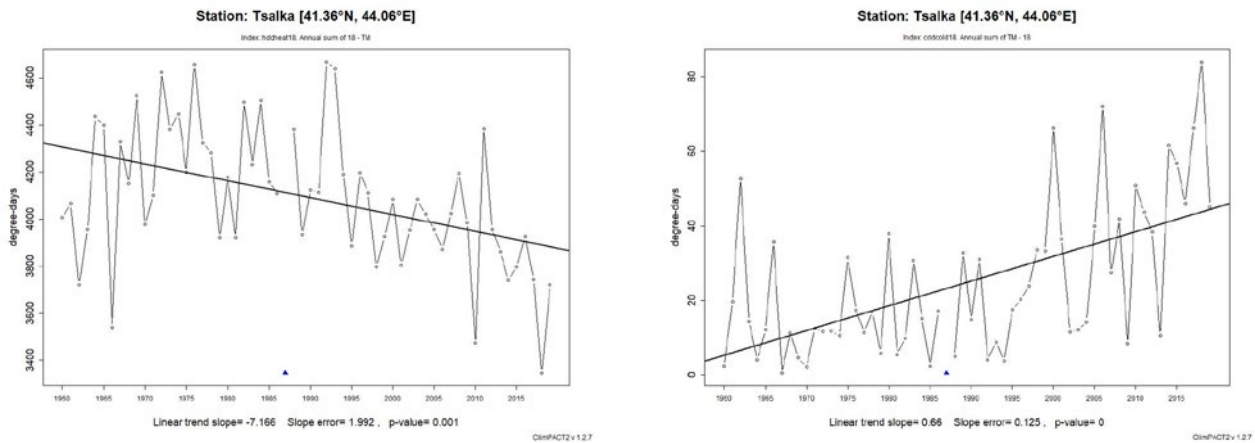
აღნიშნული მეთოდოლოგიის გამოყენებით დათვლილ იქნა გათბობის/გაგრილების სეზონის გრადუს-დღეების რიცხვი (იხ. ცხრილი 1.3.5.1). ასევე, შეფასებული იქნა აღნიშნულ მაჩვენებლების ცვლილების ტენდენციები 1960-2019 წ.წ. პერიოდის მონაცემებზე დაყრდნობით (იხ. ცხრილი 1.3.1.1).

**ცხრ. 1.3.5.1.** გათბობის/გაგრილების გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი, ნალკა

პერიოდი	გათბობის გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი (HddHeat)	გაგრილების გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი (CddCold)
1960-1989	4206.6	15.4
1990-2019	3987.5	34.2
ცვლილება	-219.1	18.7

<sup>14</sup> **გათბობის გრადუსდღე** განსაზღვრავს, თუ რამდენად მკაცრია ზამთრის კლიმატური პირობები, ანუ რამდენად დაბალი ტემპერატურები ახასიათებს ამა თუ იმ დასახლებულ პუნქტს.  
**გაგრილების (კონდენციონირების) გრადუსდღე** განსაზღვრავს, თუ რამდენად მაღალი ტემპერატურებით ხასიათდება ზაფხულის პერიოდი ამა თუ იმ დასახლებულ პუნქტში.

მიღებული შედეგების მიხედვით, კონდიციონების პერიოდის გრადუსდღეებისთვის (CddCold) გამოვლინდა მატების მდგრადი ტენდენცია. გათბობის პერიოდის გრადუსდღეების რაოდენობაც (HddHeat) იკლებს, რაც შეესაბამება საკვლევ ტერიტორიაზე გამოვლენილი დათბობის ტენდენციას. ორივე ტრენდი თითქმის თანაბრად შესამჩნევია (ნახ. 1.3.5.1).



**ნახ. 1.3.5.1.** გათბობისა და გაგრილების გრადუსდღეების რიცხვის დინამიკა 1960-2019 წ.წ. პერიოდში, წალკა

შედეგები მიუთითებს, რომ წალკის მუნიციპალიტეტში, მართალია, შემცირებულია შენობების გათბობისთვის საჭირო ენერჯია, მაგრამ ეს შემცირება გადაფარულია ზაფხულის პერიოდში გაგრილებისთვის საჭირო ენერჯიის უფრო მნიშვნელოვანი ზრდით, რაც, საბოლოო ჯამში, შენობების თბორეგულაციისათვის ენერჯიაზე მოთხოვნილების ზრდას ნიშნავს.

## 1.4. დასკვნა

წალკის მეტეოროლოგიური სადგურის 1960-2019 60-წლიანი პერიოდის მონაცემებზე დაყრდნობით შესწავლილი იქნა მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო და ექსტრემალური მნიშვნელობების, ინტენსივობისა და განმეორებადობის ცვლილების ხასიათი.

განხილულ ტერიტორიაზე საშუალო ტემპერატურული პარამეტრების შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ:

- საშუალო წლიური ტემპერატურა წალკაში ბოლო პერიოდში მომატებულია  $+0.66^{\circ}\text{C}$ -ით. ყველაზე ინტენსიურად ტემპერატურის მატება თებერვალ-მარტში და აგვისტო-ოქტომბერში ფიქსირდება, უდიდესი მატებით ( $+1.53^{\circ}\text{C}$ ) - აგვისტოში.
- გაზაფხულ-ზამთარში დათბობა არასაიმედოა. ცალკეულ თვეებში (ნოემბერ-დეკემბერი) უპირატესია აგრილების ტენდენციებიც ( $-0.20^{\circ}\text{C}$ -მდე).
- დათბობა ძირითადად განპირობებულია დღის ტემპერატურების ზრდით. საშუალო მაქსიმუმის წლიური მნიშვნელობა ორ განხილულ პერიოდს შორის ყველაზე მეტადაა გაზრდილი სხვა ტემპერატურულ პარამეტრებთან შედარებით და  $+0.91^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს, აგვისტოში კი  $+1.88^{\circ}\text{C}$ -ს აღწევს. დათბობა ამ პარამეტრით ყველა სეზონზე მდგრადია და ტრენდებით დასტურდება. ცვლილების სიჩქარე მაქსიმალურია ზაფხულის თვეებში.
- ღამის ტემპერატურების ზრდა ნაკლებად ინტენსიურია. წლიური მნიშვნელობების სხვაობა



ორ პერიოდს შორის ნახევარ გრადუსამდეა, თუმცა აგვისტოში 1 გრადუსს აჭარბებს. საშუალო მინიმუმების მიხედვით აგრილების ტენდენციები ნოემბერ-დეკემბერში უფრო გამოკვეთილია, უარყოფითი გადახრა ორ პერიოდს შორის თითქმის 1 გრადუსს აღწევს, ხოლო ნოემბრის აგრილება ტრენდით დასტურდება (-0.27°C/10წ.).

ექსტრემალური ტემპერატურული ინდექსების ცვლილებები აჩვენებს, რომ საკვლევ ტერიტორიაზე ადგილი აქვს:

- ცხელი დღეებისა (TX90p) და თბილი ღამეების (TN90p) მნიშვნელოვან ზრდას ცივი დღეების (TX10p) ასევე მნიშვნელოვან კლებასთან ერთად; ცივი ღამეების (TN10p) მნიშვნელოვან კლებას ზაფხულში, ხოლო ნოემბერში ცივი დღეების და ყინვიანი ღამეების (FD) მნიშვნელოვან გახშირებას.
- შიდაწლიურ ციკლში ტრენდები არ გამოვლინდა ცივი ღამეებისა და ყინვიანი დღეების სიხშირის ცვლილებაში ზამთარში, ხოლო ცხელი დღეებისა და თბილი ღამეების რიცხვმა ზაფხულსა და შემოდგომაზე საგრძნობლად მოიმატა, რაც ადასტურებს საშუალო კლიმატური პარამეტრებით გამოვლენილ ზაფხულ-შემოდგომის დათბობის ტენდენციას.
- შედეგები მიუთითებს იმაზე, რომ თბილი პერიოდის (მაისი-სექტემბერი) საშუალო ტემპერატურის ზრდა, ასევე, განპირობებულია თბური ტალღების (HW) გახშირებითა და მათი ხანგრძლივობის მნიშვნელოვანი ზრდით, ხოლო ცივი ტალღების (CW) რაოდენობისა და ხანგრძლივობის შემცირება სახეზეა, თუმცა არ არის მნიშვნელოვანი, რაც აისახება წლის ცივი პერიოდის დათბობის არამდგრად ხასიათზე.
- მდგრადი დადებითი ცვლილებები აღინიშნება წლის განმავლობაში თბილი ეპიზოდების (Wsd<sub>i</sub>) განმეორებადობაშიც, მაშინ, როცა ცივი ეპიზოდების სიხშირის (Csd<sub>i</sub>) ცვლილებები ტრენდებით არ დასტურდება.
- უმეტესობა პარამეტრების მიხედვით, ტრენდებით დასტურდება თბილ პერიოდში ტემპერატურის დაგროვილი ჯამების ე.წ. გრადუსდღეებიანი ინდექსების ზრდა (GddGrow, HddHeat, CddCold).

ნალექების მახასიათებლების ანალიზმა აჩვენა, რომ:

- ცვლილებები ნალექების რეჟიმში არამდგრადია. ნალექების წლიური რაოდენობა შემცირებულია, საშუალოდ, 8%-ით. ნალექების თვის ჯამების დროით რიგებში გამოვლინდა ერთადერთი უარყოფითი ნიშნის ტრენდი ივლისში (-31%, -6.7მმ/10წ.). ამასთან, ივლისიდან ნოემბრამდე პერიოდში ნალექების რაოდენობა ყველა თვეში იკლებს 10-30% ფარგლებში. ორ 30-წლიან პერიოდს შორის ნალექების მატება უდიდესია იანვარში (+21%).
- წლიურ ციკლში აღინიშნება როგორც მაქსიმუმების, ისე მინიმუმების წანაცვლება. კერძოდ, თუ პირველ პერიოდში ნალექების უდიდესი და უმცირესი რაოდენობა აღინიშნებოდა მაისსა და იანვარში, შესაბამისად, მეორე პერიოდში ყველაზე ნალექიანი გახდა ივნისი, ყველაზე მშრალი - დეკემბერი.

ნალექების ექსტრემალური ინდექსების ცვლილებები ადასტურებს ცვლილებების არასტაბილურობას. გამოვლინდა მხოლოდ რამდენიმე მდგრადი ტენდენცია.

- მათი უმეტესობა აღინიშნება ივლისში და მიუთითებს ნალექების კლების ტენდენციაზე, რაც განპირობებულია ნალექიანი დღეების, (R10) და ნალექების დღელამური მაქსიმალური რაოდენობის (Rx1D, Rx5D) მნიშვნელოვანი შემცირებით. ასევე, შემცირებულია უხვნალექიან დღეთა წილი ნალექის ჯამურ რაოდენობაში (R95ptot, R99ptot, R95p, R99p). ნალექების ინდექსები ასევე მიუთითებს ნალექების შემცირებაზე უნალექო პერიოდების ხანგრძლივობის (CDD) ზრდის გამო ზამთარსა და გაზაფხულზე.

- გამომდინარე აქედან, ადგილი აქვს გვალვების გახშირებასა და წყალდიდობა-წყალმოვარდნებისა და სტიქიური გეოლოგიური პროცესების რისკების შემცირებას.
- გვალვის ინდექსების ანალიზი მიუთითებს, რომ გაზრდილია ყველა დროითი მასშტაბის გვალვების რაოდენობა, ხანგრძლივობა და სიმკაცრე (მაგნიტუდა). განსაკუთრებით იმატებს დიდი დროითი მასშტაბის გვალვების ხანგრძლივობა. გარდა ამისა, თითქმის ყველა დროითი ბიჭის მიხედვით, გახშირებულია ნალექების მკაცრი და ექსტრემალური დეფიციტის შემთხვევები, რაც უნდა ხდებოდეს, განსაკუთრებით, ზაფხულის სეზონის ხარჯზე, რადგანაც სწორედ წლის ამ დროს აღინიშნება ნალექების ყველაზე ინტენსიური შემცირების ტენდენცია.

ფარდობითი ტენიანობა შემცირებულია, ცვლილებები 2-4%-ის ფარგლებშია სეზონების მიხედვით. ტენიანობის კლების მიმართულებით ცვლილებები უდიდესია თებერვალ-მარტში (4-6%), მატება არც ერთ თვეში არ შეინიშნება. ტენდენციები მდგრადია თებერვალ-აპრილის პერიოდსა და ივნისში (მაქს. -1.8% /10 წ - მარტი). შესაბამისად:

- ჩახუთული დღეების (ფარდ.ტენ.≥80%) რაოდენობა შემცირებულია მთელი წლის განმავლობაში, საშუალოდ, 20 დღით წელიწადში. კლება მიმდინარეობს ყველა სეზონზე, ყველაზე მეტად, გარდამავალ სეზონებზე, მაქსიმალურია მარტში (3 დღით). ცვლილებები ნიშნავდა თებერვალ-მარტსა და სექტემბერში.
- მშრალი დღეების (ფარდ.ტენ.≤30%) თითქმის მთელი წლის განმავლობაში, გარდა იანვრისა, აღინიშნება ასეთი დღეების მატება. ორ პერიოდს შორის წლიური ზრდა საშუალოდ 9 დღეს შეადგენს. ყველაზე გამოკვეთილად იმატებს აპრილში და ნოემბერში. დადებითი ტენდენციები ნიშნავდა გარდამავალი სეზონებისთვის და წლიური სიდიდეებისთვის, როდესაც ცვლილების სიჩქარე შეადგენს 3 დღე/10წ.

ქარის საშუალო სიჩქარე მცირდება ყველა თვეში და წლის ყველა სეზონზე 0.4-0.8 მ/წმ-ით. ცვლილებები, ქარის სიჩქარის შემცირების მიმართულებით, უდიდესია ზამთარში, განსაკუთრებით დეკემბერში. მიუხედავად ამისა:

- ადგილი აქვს ძლიერქარიან დღეთა (≥15 მ/წმ) რიცხვის ზრდას. მატება აღინიშნება თითქმის მთელი წლის განმავლობაში, გამონაკლისია იანვარ-თებერვალის და ივლისი. ნაზრდი უდიდესია გაზაფხულის ბოლოს - მაისში (ჯამურად, 19 დღით). ექსტრემალური ქარების (≥25 მ/წმ) ხდომილება კი ყველაზე გახშირებულია მარტში (ჯამურად, 3 დღით).
- დადებითი წრფივი ტრენდები გამოვლინდა მხოლოდ ძლიერქარიანი დღეებისთვის - მაისსა და ნოემბერში. ასეთი დღეების სეზონური რაოდენობა კი მდგრადად იმატებს გაზაფხულზე (1.25 დღე/10წ.).

ზემოთ მოყვანილი კლიმატური პარამეტრების ტენდენციების ხასიათიდან გამომდინარე, განხილულ ტერიტორიაზე სეზონების მიხედვით დასტურდება შემდეგი ცვლილებები:

- ზამთარი წალკაში გახდა შედარებით თბილი, ნაკლებად ნოტიო და ქარიანი. სეზონის დასაწყისში გახშირებულია ცივი და ყინვიანი ღამეები.
- გაზაფხული გახდა უფრო თბილი, მშრალი და უნალექო, გახშირებული ძლიერქარიანი დღეებით. ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილება გარკვეულწილად კონტრასტულ ხასიათს ატარებს: ერთდროულად შეინიშნება თბილი დღეებისა და ყინვიანი ღამეების განმეორებადობის ზრდა.
- ზაფხული გახდა საგრძნობლად ცხელი და შედარებით მშრალი. მდგრადად იზრდება თბური ტალღების ხანგრძლივობა, გაზრდილია გვალვების რისკი.

- შემოდგომა, ძირითადად, მისი პირველი ნახევრის ხარჯზე გახდა უფრო თბილი და შედარებით მშრალი, გახშირებული ძლიერქარიანი დღეებით. სეზონის დასაწყისში გაზრდილია ცხელი დღეებისა და თბილი ღამეების განმეორებადობა. შედეგად, საშუალოდ, 45 გრადუსდღით გაზრდილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. სეზონის ბოლოს ადგილი აქვს ცივი და ყინვიანი ღამეების რიცხვის ზრდას.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ კლიმატის მიმდინარე ცვლილების ტენდენციების შესწავლა საკვლევ ტერიტორიაზე დათბობას ადასტურებს. სახეზეა კლიმატის ცვლილების შემდეგი ინდიკატორები:

- მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურის მატება.
- ცხელი დღეების გახშირება, ცივი დღეების განმეორებადობის შემცირება.
- თბილი ეპიზოდების/თბური ტალღების სიხშირისა და ხანგრძლივობის ზრდა.
- ცვლილებები ნალექების რეჟიმში.
- გვალვების სიმკაცრისა და ხანგრძლივობის ზრდა.

სხვადასხვა სექტორზე ზემოქმედების კუთხით კლიმატური პარამეტრების ცვლილებებს ისეთი ხასიათი აქვს, რომ უმეტესად არსებული რისკების გამწვავებას უფრო შეუწყობს ხელს. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ რისკების შემცირების თითქმის ყველა აღნიშნული ტენდენცია სტატისტიკურად არასაიმედოა, ხოლო რისკების გამწვავების ხელშემწყობი პირობების განმეორებადობა (როგორებიცაა: გვალვიანი პერიოდების მაგნიტუდის ზრდა, თბური ტალღებისა და მშრალი დღეების გახშირება, კონდიციონების პერიოდში ენერჯიაზე მოთხოვნის ზრდა, ძლიერქარიან დღეთა განმეორებადობის მატება და სხვ.) შედარებით სტაბილურად იმატებს.

## 2. კლიმატის მომავალი ცვლილების სცენარი (2021-2050 წ.წ. პერიოდში)

### 2.1. მომავალი ცვლილებების შეფასების მეთოდოლოგია

გლობალური მოდელების მიერ მოწოდებული ინფორმაცია ის პირველადი წყაროა, რომელიც მომავლის კლიმატის საპროგნოზოდ და კლიმატის ზემოქმედების შესაფასებლად გამოიყენება ნებისმიერ მასშტაბზე - გლობალურიდან ლოკალურამდე. არსებული გლობალური მოდელები, ჩვეულებრივ, მეტად უხეშ მასშტაბზე ოპერირებენ (რამდენიმე ასეული კილომეტრი) და ვერ უზრუნველყოფენ სასარგებლო ინფორმაციას და იმ მცირე მასშტაბის დეტალებს, რომლებიც აუცილებელია კლიმატის ზემოქმედებისა და ადაპტაციის კვლევისთვის. ასეთი კლიმატური ინფორმაციის მისაღებად საჭიროა 10-15 კმ-ის ჰორიზონტალური მასშტაბი, განსაკუთრებით ისეთი რთული ოროგრაფიისა და ზღვის სანაპიროების მქონე რეგიონებში, როგორც სამხრეთ კავკასიის შავი ზღვის აუზის რეგიონია. რეგიონული კლიმატური მოდელებისა და სტატისტიკური მეთოდებით გადამუშავების შედეგად გლობალური მოდელებიდან მიღებული ინფორმაცია ამ მასშტაბსა და სიზუსტეს აღწევს.

კლიმატის მოდელირება, გარდა სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პოტენციალისა, თვლისა და განთავსების შესაბამის რესურსებს მოითხოვს, რაც საქართველოს პირობებში საკმაოდ შეზღუდულია და ამდენად, გვინევს შემოფარგვლა გლობალური/რეგიონული მოდელის ერთ სცენარზე დამყარებული სიმულაციით, თუმცა ვადგენთ უკვე არსებულ კვლევებსა და შედეგებთან მის შესაბამისობას. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში შესულია გლობალური მოდელის MPI-ESM-MR A1B სცენარით დათვლილი პროგნოზი, რომელიც სამხრეთ კავკასიის რეგიონის ტერიტორიისათვის დაყვანილი იქნა 20 კმ-იან ბადეზე RegCM\_v4.0 რეგიონული მოდელის გამოყენებით, რომლის საფუძველზეც აიგო კლიმატური სცენარები 33 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის.

გლობალური მოდელი MPI-ESM-MR მაქს პლანკის მეტეოროლოგიის ინსტიტუტში (MPI-M) ევროპის საშუალოვადიანი ამინდის პროგნოზის ცენტრის (ECMWF) ამინდის მოდელის დამუშავების შედეგად იქნა მიღებული. თავად ECMWF ამინდის მოდელის შედეგები საქართველოს ტერიტორიისათვის, რამდენიმე ათეული წელია, სისტემატურად მონმდება და ამინდის პროგნოზირებისათვის ცალსახად საუკეთესო პროდუქტად არის აღიარებული. რაც შეეხება მის კლიმატურ ვერსიას (ECHAM), მისი დახვეწა/გაუმჯობესება სისტემატურად მიმდინარეობს, იგი CMIP<sup>15</sup> (Coupled Models Intercomparison Project) პროექტის ყველა ფაზაში მონაწილეობდა და ერთ-ერთი საუკეთესოა, განსაკუთრებით - ევროპის ტერიტორიისათვის. თავად CMIP პროექტის მიზანი სხვადასხვა გლობალური მოდელის მიერ პროგნოზირებული კლიმატის ცვლილების დეტალების შეჯერებაა რეგიონების მიხედვით და პროექტის შედეგები აისახება IPCC-ის შეფასების ანგარიშებში<sup>16</sup>. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მეორე და მესამე მოხსენებებში MPI-ESM-MR მოდელის წინა ვერსიებზე დაყრდნობით მოხდა შეფასებები. მე-4 ეროვნულ მოხსენებაში ამ მოდელის მე-5 ვერსიით პროგნოზირებული შედეგებია წარმოდგენილი. მოდელის ამ ვერსიაში მინისპირა ფიზიკური პროცესების აღწერა და შესაბამისი მონაცემებია გაუმჯობესებული, აგრეთვე, ადვექციური სქემები, ღრუბლების პარამეტრიზაცია, გრძელტალღოვანი რადიაციული კოდი, რასაც არსებული კლიმატის სიმულირებისას მნიშვნელოვან გაუმჯობესებამდე მივყავართ.

<sup>15</sup> <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/availability.html>

<sup>16</sup> <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში კლიმატური პროგნოზი SRES სცენარზე დაყრდნობით შედგა. ეს სცენარები IPCC -ის რეკომენდაციით იქნა დამუშავებული, რომლებიც სათბური გაზებისა და მათი გამომწვევი ფაქტორების შესახებ არსებულ ცოდნაზე დაყრდნობით მომავლის ემისიათა რიცხვით შეფასებას იძლევიან. ისინი დაჯგუფებული არიან 4 ე.წ. სიუჟეტის გარშემო და ქმნიან სცენართა 4 ოჯახს, რომლებშიც ერთიანდება 40 სცენარი. მათ აღნიშნავენ, პირობითად, როგორც A1, A2, B1 და B2. ზოგადად, ინდექსი A შეესაბამება მსოფლიოს განვითარების ისეთ გზას, როცა პრიორიტეტი ენიჭება ეკონომიკურ განვითარებას, ხოლო ეკოლოგიური პრობლემატიკა იგნორირებულია. საპირისპირო ტენდენციებს აღწერს ინდექსი B, რომელიც შეესაბამება საპირისპირო; ხოლო ნომრები 1 და 2 შესაბამისად აღნიშნავენ განვითარების 2 საპირისპირო ტენდენციას - გლობალიზაციასა და რეგიონალიზაციას. 2014 წლიდან IPCC-ის მითითებით შემუშავდა ახალი სცენარები RCP (Representative Concentration Pathway scenarios), რომლებიც არ ეფუძნება სოციალურ-ეკონომიკურ სიუჟეტებს, არამედ გლობალური თერმული რეჟიმის პროგნოზირებას რადიაციული ბიუჯეტის (ესაა სხვაობა ჯამურ შემომავალ და გამავალ რადიაციას შორის, რომელიც იზომება ვტ/კვ.მ-ზე) სტაბილიზაციის საშუალებით ახდენენ. ახალ სცენარებშიც არსებობს სამი კატეგორია: მკაცრი (RCP 8.5W/m<sup>2</sup> 2100 წლისათვის), ზომიერი (RCP 4.5W/m<sup>2</sup>) და რბილი (RCP 2.6 W/m<sup>2</sup>) რომლებიც, SRES-ის A2, A1B და B1 სცენარების ბაზაზეა გაკეთებული. მე-4 ეროვნულ მოხსენებაში RCP 4.5W/m<sup>2</sup> სცენარია გამოყენებული, რომელიც წინა მოხსენებაში არსებულ A1B სცენართან შედარებით ნაკლებად მკაცრია.

რეგიონული მოდელი გამოქვეყნდა გლობალური მასშტაბის გასაუმჯობესებლად, RegCM-4.6.0 ვერსია. Regional Climate Model (RegCM) თავდაპირველად შეიმუშავა NCAR-მა და უმეტესად გამოიყენება რეგიონული კლიმატის კვლევებისა და სეზონური პროგნოზირებისთვის. ამჟამად მოდელის განახლება და დამუშავება მიმდინარეობს აბდუს სალამის თეორიული ფიზიკის საერთაშორისო ცენტრში (ტრიესტი, იტალია) და წარმოადგენს ლოკალური არის (LAMs) მოდელების ოჯახს, რომელშიც GCM-იდან მსხვილმასშტაბიანი მეტეოროლოგიური მონაცემები იძლევა საწყის და დროზე დამოკიდებულ მეტეოროლოგიურ სასაზღვრო პირობებს (LBCs) მაღალი გარჩევადობის RCM სიმულაციებისათვის. აღნიშნულ ვერსიაში რიგი ფიზიკური და ქიმიური პროცესების აღწერისა და პარამეტრიზაციის მექანიზმებია დახვეწილი, ხოლო ჩვენი მხრივ ამ მოდელში გათვალისწინებულ იქნა მტვრისა და აეროზოლების ზემოქმედება. რასაც წინ უსწრებდა კვლევა მტვრის ეფექტის გათვალისწინების შესახებ სამხრეთ კავკასიის რეგიონული კლიმატის სიმულაციისას. გარდა ამისა, RegCM-4.6.0 ჩადგმული არეს მეთოდით ჰორიზონტალური მასშტაბის გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა (one way nesting), რეგიონული კლიმატური მოდელის ყველა სიმულაცია ჩატარდა ჯერ უფრო უხეში მასშტაბის (30 კმ) და შედარებით დიდი ფართობის არეზე, ხოლო შემდეგ გადათვლილ იქნა 10-კილომეტრიან ბადეზე.

თვლა განხორციელდა სამ ეტაპად: 1. მოდელის საწყის და სასაზღვრო პირობებად გამოყენებული იქნა დაკვირვების მონაცემების არქივი (ERAinterim) 1986-2015 წ.წ. პერიოდისათვის, ამ თვლის შედეგები გამოიყენება რეგიონული მოდელის დიაგნოსტიკებისა და კალიბრაციისათვის. 2. რეგიონული მოდელი თვლაზე გაეშვებულ იქნა გლობალური მოდელის MPI-ESM-MR საწყისი და სასაზღვრო პირობებით 1960-2005 წ.წ. პერიოდისათვის, ამ თვლის შედეგები გამოიყენება მომავლის კლიმატის პარამეტრების განაწილებისა და საშუალო მნიშვნელობებში ცვლილებების შესაფასებლად. 3. იმავე გლობალური მოდელის MPI-ESM-MR საწყისი და სასაზღვრო პირობებით 2006-2100 წ.წ. პერიოდისათვის. გლობალური მოდელის ეს სიმულაცია ჩატარებულია RCP 4.5 სცენარზე დაყრდნობით. რეგიონული კლიმატური მოდელის ყველა სიმულაცია ჩატარდა ჯერ უფრო უხეში მასშტაბის (30 კმ) და შედარებით დიდი ფართობის არეზე, ხოლო შემდეგ გადათვლილ იქნა 10 კილომეტრიან ბადეზე. ERAinterim სასაზღვრო პირობებით შესრულებული სიმულაცია ჩატარდა ორ ვერსიად: აეროზოლების ეფექტის გათვალისწინებით და მის გარეშე. მოხდა სიმულაციების შედარება დაკვირვების მონაცემებთან, როგორც კლიმატური სადგურების დაკვირვების დროით რიგებთან, ასევე, დაკვირვების ბადეზე ინტერპოლირებულ მონაცემებთან. შედარების შედეგების ანალიზით, სიმულაცია, სადაც აეროზოლების ეფექტი გათვალისწინებულია, უფრო უკეთეს

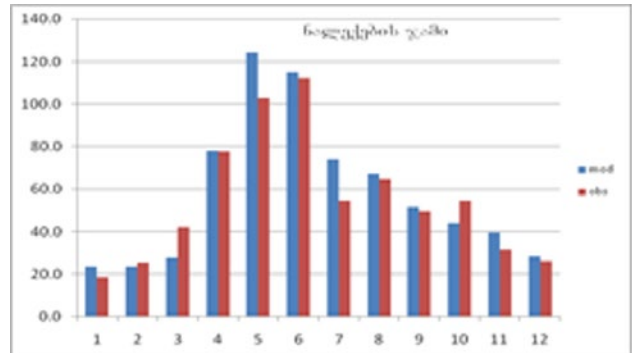
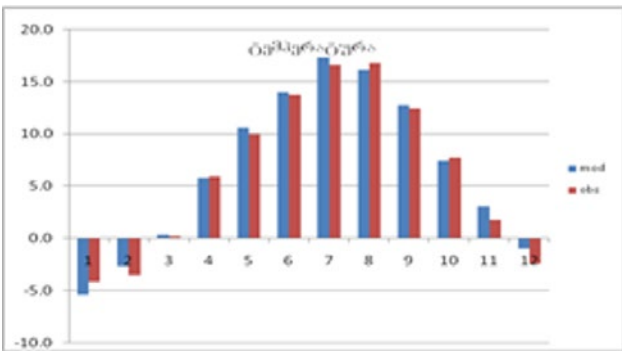
თანხვედრაშია დაკვირვებებთან. ამდენად, გლობალური მოდელის საწყისი და სასაზღვრო პირობებით შესრულებული სიმულაციები ჩატარდა აეროზოლების ეფექტის გათვალისწინებით. მოხდა 1960-2005 წ.წ. პერიოდის სიმულაციის შედარება ERA-Interim სასაზღვრო პირობებით შესრულებული სიმულაციასთან დროის იმ პერიოდში, სადაც მოხდა მათი თანხვედრა - 1985-2005 პერიოდში. შესრულდა მოდელის bias correction - პროცედურა.

აღნიშნულ სიმულაციაზე დაყრდნობით შემდეგი 30-წლიანი პერიოდისათვის - 2021-2050 წ.წ. კლიმატის ცვლილების სამომავლო ტენდენციები შეფასდა საქართველოს მეტეოროლოგიური ქსელის წალკის სადგურისათვის. სცენარები აგებული იქნა, როგორც ძირითადი კლიმატური პარამეტრებისათვის, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურის, ქარისა და შეფარდებითი სინოტივის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები, ასევე ნალექების ჯამისა და ტემპერატურის მაქსიმუმისა და მინიმუმისათვის. აგრეთვე გაანგარიშებული იქნა სპეციალიზებული კლიმატური პარამეტრები ე.წ ინდექსები, რომელთა შეფასება მნიშვნელოვანია ცალკეული სექტორებისათვის.

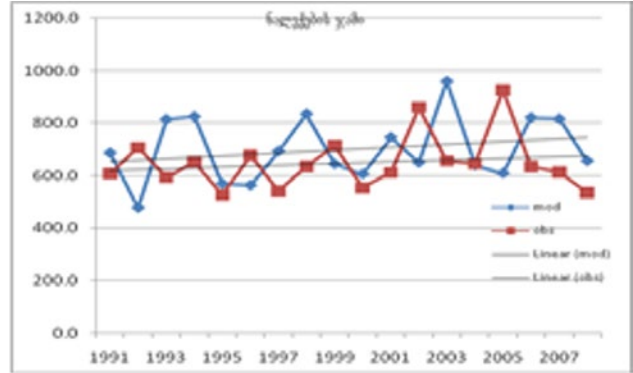
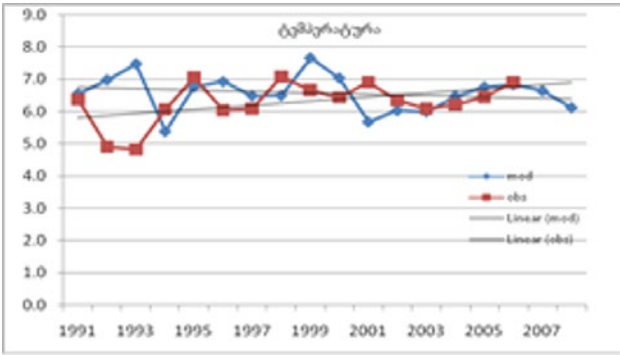
## 2.2. მიღებული შედეგების ანალიზი

### 2.2.1. ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები

კლიმატის ცვლილების სამომავლო სცენარი აგებულია წალკის მუნიციპალიტეტისათვის, კლიმატური პარამეტრების ცვლილება შეფასებულია 2021-2050 წ.წ. პერიოდისათვის. მოდელის თვის შედეგები (10 კმ მასშტაბით) დაკალიბრებულ იქნა წალკის მეტეოსადგურის რეალური დაკვირვებების მონაცემებით 1991-2010 წ.წ. პერიოდში. ნახაზზე ნახ. 2.2.1.1 წარმოდგენილია საშუალო ტემპერატურებისა და ნალექების ჯამების 30-წლიანი დაკვირვების საშუალო მნიშვნელობები თვითოეული თვისათვის და იგივე პარამეტრების მოდელით გამოთვლილი მნიშვნელობები, ხოლო ნახ. 2.2.1.2-ზე - მათი წლიური მსვლელობა.



**ნახ. 2.2.1.1.** საშუალო ტემპერატურისა და ნალექების ჯამების დაფიქსირებული და სიმულირებული მნიშვნელობები 1991-2010 წ.წ. პერიოდში (წალკა, °C, მმ)



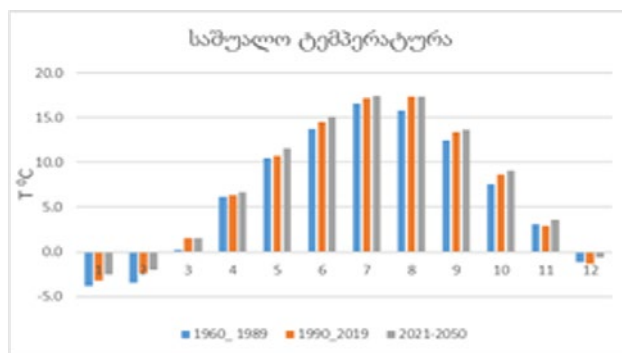
**ნახ. 2.2.1.2.** საშუალო წლიური ტემპერატურისა და ნალექების ჯამების დაფიქსირებული და სიმულირებული მნიშვნელობები 1991-2010 წ.წ. პერიოდში (ნალკა, °C, მმ)

მოცემული ნახაზებიდან ჩანს, რომ აღნიშნულ 30-წლიან პერიოდში მოდელის სიმულირებულ და დაკვირვების პარამეტრების საშუალო მრავალწლიურ მონაცემებს შორის არის გარკვეული გადახრები თვეების მიხედვით. თუმცა წლიური სიხშირული განაწილება შეიძლება ჩაითვალოს დამაკმაყოფილებლად. რაც შეეხება წლიური მსვლელობის მრუდებს, ორივე პარამეტრისათვის ჩანს, რომ მოდელისათვის ძნელია ბუნებრივი წლიური ვარიაციის ზუსტი აღწერა (აღსანიშნავია ცივი 1992 წელი). თუმცა ცვლილების ტენდენციას ორივე სიმულირებული ცვლადი იმეორებს.

ამიტომ გამოთვლილ იქნა სპეციალური კოეფიციენტები სიმულირებული მონაცემების დაკვირვების დროით რიგებთან მისაყვანად და მოდელის შედეგების დასაკალიბრებლად.

ქვემოთ განხილულია ნალკის რაიონისათვის მოდელირებული კლიმატური პარამეტრების ცვლილების სცენარი.

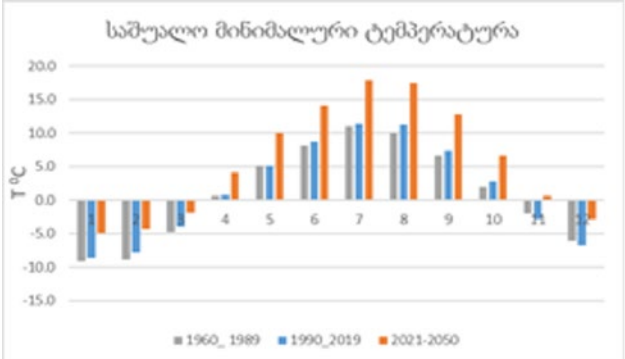
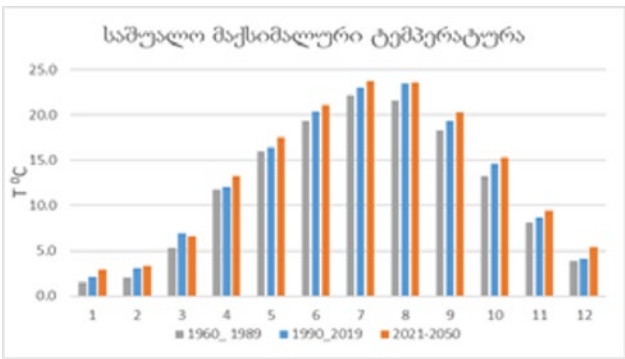
**საშუალო ტემპერატურა**, ისე, როგორც დაკვირვებისას, სცენარის თანახმადაც განაგრძობს დათბობას. მატება სცენარსა და დაკვირვების მეორე პერიოდის (1990-2019) მნიშვნელობებს შორის ყველა თვეში დადებითია, წლიურად იგი იზრდება 0.4°C-ით და შეადგენს 7.6°C. დაკვირვების პერიოდში მაქსიმალური დათბობის ტენდენცია ზაფხულშია გამოვლენილი, სცენარის თანახმად კი, ზამთრის საშუალო ტემპერატურა იზრდება ყველაზე მეტად (0.6°C) და აღწევს -1.7°C, ზაფხული კი ყველაზე ნაკლებად თბება (0.3°C; 16.6°C). თვეებს შორის მაქსიმალური ნაზრდი მოსალოდნელია მაისში (0.8°C; 11.6°C), ხოლო ყველაზე ნაკლები კი - მარტში (0°C), სწორედ ამიტომ გაზაფხულის სეზონზე საშუალო ტემპერატურის ნაზრდი არც ისე მაღალია. (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.1)



**ნახ. 2.2.1.3.** თვის საშუალო ტემპერატურის მნიშვნელობები დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (ნალკა, °C)

**საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურის** სამომავლო ცვლილებასაც მზარდი ხასიათი აქვს. წლიურად იგი კიდევ 0.7 გრადუსით 13.5°C-მდე გათბება, თუმცა დაკვირვების პერიოდში თვეებისა და სეზონების მიხედვით გამოვლენილი ტრენდები აღარ გრძელდება. პირველ რიგში აღსანიშნავია, მარტში მატების ტენდენციის კლებით შეცვლა, თვეებს შორის ეს ერთადერთი უარყოფითი მატებაა. მაქსიმალური დათბობა დეკემბერშია მოსალოდნელი (1.3°C-ით, 5.4°C), თუმცა ეს პარამეტრი ზამთარში, სხვა სეზონებთან შედარებით, ყველაზე ნაკლებად იმატებს. საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა ყველაზე მეტად იზრდება შემოდგომაზე (0.8°C, 15°C) (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.2).

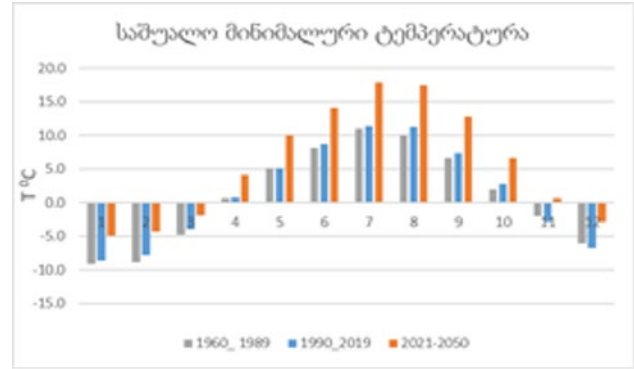
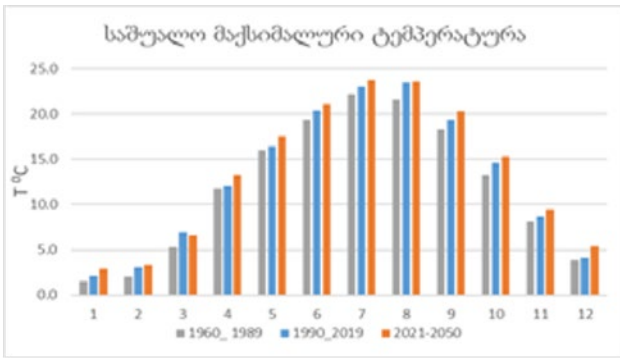
**საშუალო მინიმალური ტემპერატურაც** იმატებს ყველა სეზონსა და წლის განმავლობაში და გაცილებით მეტად, ვიდრე მაქსიმალური. წლიურად მისი მატება 4.4 იქნება (5.8°C), რაც, ძირითადად, ზაფხულისა და ნაწილობრივ, შემოდგომის მინიმუმების მატების ხარჯზე მოხდება. შედარებით ნაკლებად ეს პარამეტრი ზამთარსა და გაზაფხულზე მოიმატებს. თვეების მიხედვით კი ივნისიდან სექტემბრის ჩათვლით ეს ნაზრდი 5.5-6.5 გრადუსის ფარგლებშია და შესაბამისი ტემპერატურები 12.8°C-დან 17.8°C-მდე დიაპაზონშია, დანარჩენ თვეებში კი ნაზრდი 2-4 გრადუსის, ხოლო ტემპერატურები -4.9°C, -6.6°C ფარგლებშია (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.3).



**ნახ. 2.2.1.4.** საშუალო მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების მნიშვნელობები თვეების მიხედვით დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (წალკა, °C)

**აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურის** წლიური მნიშვნელობა საპროგნოზო პერიოდში 3 გრადუსით იმატებს და აგვისტოში 36.6°C-ს აღწევს. თვეების მიხედვითაც ესაა ამ პარამეტრის მაქსიმალური ცვლილება. თებერვალში, აპრილსა და ოქტომბერში ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობა საპროგნოზო პერიოდში 0.3°C-1.0°C ფარგლებში იკლებს. სეზონების მიხედვით კი მხოლოდ გაზაფხულსა და ზაფხულში იმატებს, დანარჩენ სეზონებზე უცვლელი რჩება. (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.4).

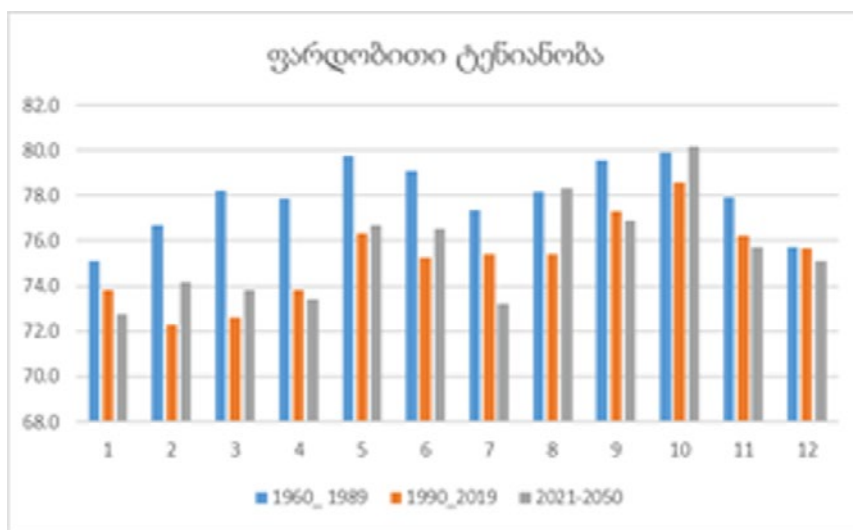




**ნახ. 2.2.1.5.** ტემპერატურების აბსოლუტური მაქსიმუმისა და მინიმუმის მნიშვნელობები თვეების მიხედვით დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (ნალკა, °C)

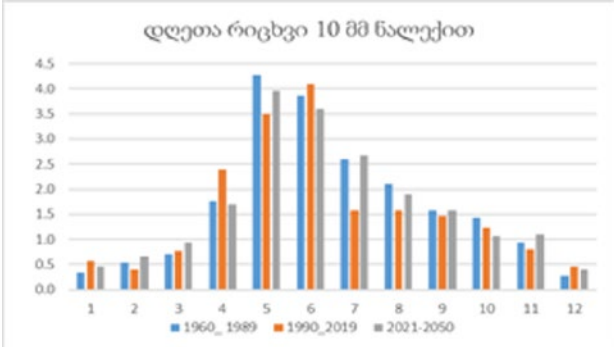
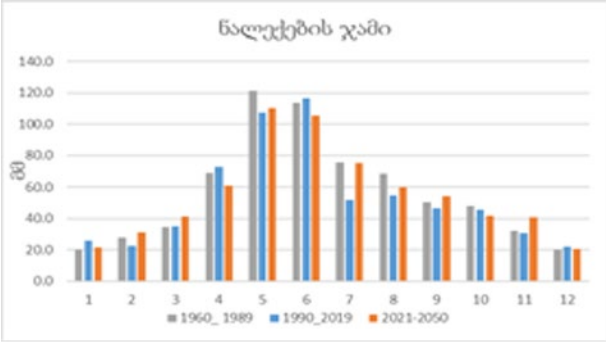
**აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის** ცვლილებას მომავალში შემდეგი სახე ექნება: წლიურად მისი მნიშვნელობა 1.8 გრადუსით გაიზრდება და მისი ყველაზე დაბალი მნიშვნელობა -31.6°C იქნება, სეზონურად კი ამ პარამეტრის მატება წლიურისას უტოლდება ზამთარში, ხოლო გაზაფხულსა და ზაფხულში კლებისა და მატების ტენდენციები ერთმანეთს ანეიტრალებს. აქვე აღსანიშნავია, რომ ზაფხულში მინიმალური ტემპერატურის მხოლოდ დადებითი მნიშვნელობებია მოსალოდნელი, ივნისში მინიმალური ტემპერატურის 3.3°C-ით დათბობის გამო (0.3°C). თვეების უმრავლესობაში ცვლილებას აგრილების სახე აქვს 0.4-3.2°C დიაპაზონში (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.5).

**ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის** წლიური მნიშვნელობა საპროგნოზო პერიოდში თითქმის უცვლელი რჩება (0.3%-ით იზრდება, 75.6%-მდე) და სეზონურადაც ეს პარამეტრები უმნიშვნელოდ (1%-ზე ნაკლები) სიდიდით იცვლება, თუმცა ნახ.2.2.1.6-ზე წარმოდგენილი გრაფიკიდან ჩანს, რომ თვეების მიხედვით ის საკმაოდ ვარიირებს. ამ ცვლილებებს დადებითი და უარყოფითი ტენდენციები აქვთ, მაქსიმალური მატება აგვისტოში ფიქსირდება (4%, 78.3%) ხოლო უარყოფითი - იანვარსა და ივლისში (3%) (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.25).



**ნახ. 2.2.1.6.** ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა თვეების მიხედვით დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (ნალკა, %)

**ნალექების წლიური რაოდენობა** დაკვირვების ორ პერიოდს შორის შემცირდა 7%-ით, ხოლო 2050 წლისათვის პროგნოზირებული ნალექების წლიური ჯამი 5%-ით მეტი იქნება (664 მმ) დაკვირვების მეორე პერიოდში არსებულზე, ამ მატების ძირითადი წყარო ყველა სეზონის ნალექთა ჯამის მატებაა, გაზაფხულის გარდა. რომელიც ამ პერიოდისათვის დაახლოებით 1%-ით იკლებს (213 მმ). თვეების მიხედვით ყველაზე მეტად ივლისში იზრდება ნალექი (23 მმ, 45%). ყველაზე მეტად მცირდება აპრილში (11 მმ, 16%) (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.14).

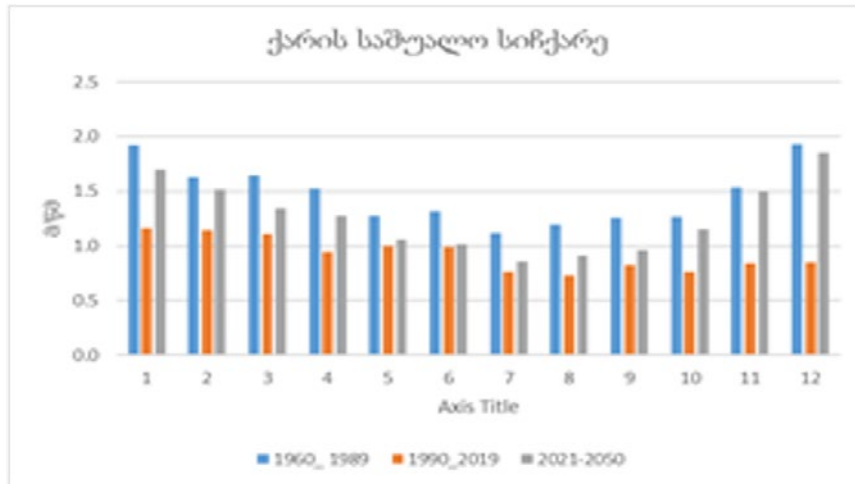


**ნახ. 2.2.1.9.** ნალექების ჯამი, ნალექების 1-დღიური მაქსიმუმები და დღეთა რიცხვი, დღელამეში მოსული 10მმ და მეტი ნალექებით თვეების მიხედვით დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (ნალკა, მმ, დღე)

**დღე-ღამის განმავლობაში მოსული წლიური მაქსიმალური ნალექების რაოდენობა** დაკვირვების ორივე პერიოდში ზაფხულის სეზონზე მოდიოდა (აგვისტო - 63 მმ, ივნისი - 69 მმ), ხოლო 2021-2050 პერიოდისათვის მაქსიმუმი სექტემბერში გადაინაცვლებს და 14%-ით მცირდება (59 მმ). სეზონური მაქსიმუმი მხოლოდ ზაფხულში შემცირდება 17% (57 მმ), დანარჩენ სეზონებზე ეს პარამეტრი გაიზრდება, განსაკუთრებით კი, შემოდგომაზე (59 მმ, 31%). თვეების მიხედვით ეს სიდიდე ძალიან იცვლება, ყველაზე დიდი ცვლილება წინა პერიოდთან შედარებით კვლავ სექტემბრის თვეზე მოდის, სადაც დღელამური მაქსიმუმი სცენარით გაორმაგდება (100%-ით, 59 მმ), სხვა თვეებშიც გადახრა -43%-დან +43%-მდე მერყეობს. (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.21).

**იმ დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა, როცა დღელამური ნალექი 10 მმ-ს აღემატება,** დაკვირვების პერიოდებს შორის შემცირდა, ხოლო სცენარი მის ზრდას პროგნოზირებს და თითქმის ძველ რაოდენობას (20) უბრუნდება. შედეგად, ჯამურად 30-წლიან პერიოდში ასეთი დღეების რაოდენობა 36 შემთხვევით მოიმატებს და 600-ს შეადგენს, რაც, ძირითადად, ზაფხულის ხარჯზე ხდება. ზამთარსა და შემოდგომაზე ასეთი დღეები ერთად 10-ით იზრდება 33-მდე, ხოლო გაზაფხულზე მცირედ იკლებს. თვეების მიხედვით ყველაზე დიდ მატებას ივლისში აქვს ადგილი (ჯამურად 33), ხოლო კლებას - აპრილში (ჯამურად 21) (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.19).

**ქარის საშუალო სიჩქარე** დაკვირვების ორ პერიოდს შორის მნიშვნელოვანი კლების შემდეგ, 2021-2050 პერიოდის პროგნოზის თანახმად, მცირედ ირყევა დაკვირვების მეორე პერიოდში დაფიქსირებული მნიშვნელობების მიმართ. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე მომავალში 0.3 მ/წმ-ით იზრდება და 1.3 მ/წმ-ს გაუტოლდება და დაკვირვების პირველ პერიოდში დაფიქსირებულ მონაცემთან უფრო ახლოს იქნება, რაც შემოდგომასა და ზამთარში მისი მატებითაა გამოწვეული. თვეების მიხედვითაც ყველა მატება დადებითია, თუმცა შემოდგომისა და ზამთრის თვეებში ეს ცვლილება 0.5-0.7მ/წმ-ის ფარგლებშია. ზაფხულის თვეებში ქარის საშუალო სიჩქარე, პრაქტიკულად, უცვლელია (იხ. დანართი 1, ცხრილი 1.26).



**ნახ. 2.2.1.12.** ქარის საშუალო სიჩქარე თვეების მიხედვით დაკვირვების 1960-1989 წ.წ., 1990-2019 წ.წ. და სცენარით მიღებული 2021-2050 წ.წ. პერიოდებისათვის (ნალკა, მ/წმ)

## 2.2.2. სეზონური ცვლილებები

კლიმატის ცვლილების სცენარის მიხედვით, ნალკაში **ზამთრში** საშუალო ტემპერატურის სამივე პარამეტრს დათბობის მკვეთრი ტენდენცია აქვს. საშუალო მინიმალური ტემპერატურა გაცილებით მეტად თბება, ვიდრე მაქსიმალური. კერძოდ, საშუალო ტემპერატურა  $0.6^{\circ}\text{C}$ -ით დათბება, 1990-2019 წ.წ. პერიოდთან შედარებით, საშ. მაქსიმალური -  $0.4^{\circ}\text{C}$ , ხოლო მინიმალური -  $2.30^{\circ}\text{C}$ -ით. რაც შეეხება ზამთრის აბსოლუტურ მაქსიმუმსა და მინიმუმს საპროგნოზო პერიოდში პირველი უცვლელი რჩება, ხოლო მეორე მცირდება. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ აღნიშნულ პერიოდში არ მოხდება იმაზე მაღალი ტემპერატურის დაფიქსირება რაც დაკვირვების პერიოდში აღირიცხა და მოსალოდნელია მეორე საპროგნოზო პერიოდში დაფიქსირებულ ყინვებზე უფრო მკაცრი ყინვების ხდომილება. თუმცა, რადგან საშუალო მაქსიმუმიცა და მინიმუმიც თბება, ასეთი შემთხვევების რიცხვი მცირე იქნება და მოიმატებს იმ დღეთა რიცხვი, როცა მაქსიმუმიცა და მინიმუმიც ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელ ყველაზე მაღალ 10 პროცენტში ხვდება. მეორე მხრივ, ყველაზე დაბალი (10%) მაქსიმუმების რიცხვი მცირდება, მაგრამ მინიმუმები მცირედ იზრდება, რაც ნიშნავს, რომ ნალკაში ამ პერიოდისათვის ზამთრის სეზონი კვლავ საკმაოდ ყინვიანი იქნება. ნალექის ჯამი აგრძელებს დაკვირვების პერიოდში გამოვლენილ მატებას (8%). ნალექების სეზონური ჯამის ზრდა იმ დღეების რაოდენობის გაზრდის ხარჯზე ხდება, როცა დღიური ნალექის ჯამი 10 მმ-ზე მეტია. ნალექის დღიური მაქსიმუმიც იზრდება მცირედ, მაგრამ 5 დღის მანძილზე მოსული მაქსიმალური ნალექების რაოდენობა მცირდება. იზრდება უნალექო პერიოდის ხანგრძლივობა. საშუალო ფარდობითი სინოტივე სცენარით, უცვლელი რჩება, ქარის საშუალო სიჩქარე  $0.3\text{მ/წმ}$ -ით გაიზრდება. ამდენად, 2021-2050 პერიოდში ზამთარი ნალკაში უფრო თბილი და მეტად ნალექიანი იქნება, თუმცა მკაცრი ყინვების შემთხვევათა რიცხვი მაინც დარჩება.

**გაზაფხულზეც** ტემპერატურა განაგრძობს დათბობის ტენდენციას. კვლავ იმატებს საშუალო მინიმალური ტემპერატურა ( $3.5^{\circ}\text{C}$ ), ვიდრე მაქსიმალური ( $0.7^{\circ}\text{C}$ ), მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აბსოლუტური მინიმუმი გაზაფხულზე  $-3.2^{\circ}\text{C}$ -ით უფრო ცივი იქნება. აბსოლუტური მაქსიმუმიც იმატებს  $1.4^{\circ}\text{C}$ -ით. ყინვიან დღეთა საშუალო რიცხვი (ID) 2021-2050 პერიოდში (0.6) მცირდება, ისევე, როგორც ცივ დღეთა რიცხვი ყინვიანი ღამით (FD). უფრო ცივი მაქსიმუმებისა და მინიმუმების პროცენტული რაოდენობა მცირდება 2.1 და 8.8 შემთხვევით, შესაბამისად. ხოლო უფრო თბილი დღეების პროცენტული რაოდენობა მაქსიმუმებისათვის 2, ხოლო მინიმუმებისათვის 15-ით იზრდება. ნალექების სეზონური ჯამი ძალიან მცირედ იცვლება, იკლებს 2 მმ-ით, რაც 1%-ზე ნაკლებია. ასევე მცირდება 10 მმ-ზე (2) და 30 მმ-ზე მეტ ნალექიან დღეთა რიცხვი 6 შემთხვევით. იზრდება 50 მმ-ზე მეტ ნალექიან დღეთა რაოდენობა (2). ნალექის დღეღამური მაქსიმუმიც იზრდება 2 მმ-ით, ხოლო 5 დღეში მოსული ნალექების რაოდენობა, მნიშვნელოვნად (35 მმ, 43%). ამდენად, გაზაფხულში ნალექების ინტენსივობა გაიზრდება. ფარდობითი სინოტივისა და ქარის სიჩქარის საშუალო სეზონური მნიშვნელობები ძალიან მცირედ იზრდება 1%-ით და  $0.2\text{მ/წმ}$ -ით, შესაბამისად. ამ პარამეტრების ერთობლიობა გაზაფხულს ნალკაში უფრო თბილს ვარაუდობს, მაგრამ მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების უფრო დიდ დიაპაზონში ცვალებადობით, გაზაფხულის წაყინვების მნიშვნელოვანი რისკებითა და უფრო უხვნალექიანი დღეებით.

**ზაფხული** დაკვირვების პერიოდში ყველაზე მეტად 0.9 გრადუსით თბებოდა, ხოლო სცენარით, სეზონებს შორის ყველაზე ნაკლებად  $0.30^{\circ}\text{C}$ -ით. საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა 0.5 გრადუსით გაიზრდება, მაშინ, როცა საშუალო მინიმუმი მთელი  $6^{\circ}\text{C}$ -ით დათბება. აბსოლუტური მაქსიმუმი და მინიმუმი თითქმის ერთნაირად მოიმატებს ( $3.0^{\circ}\text{C}$  და  $3.3^{\circ}\text{C}$ -ით). იმ დღეთა წილი, როცა მაქსიმუმიცა და მინიმუმიც ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელ ყველაზე მაღალ, 10 პროცენტში ხვდება, 4 და 11-ით გაიზრდება, ხოლო ყველაზე დაბალი 10%-იანი მაქსიმუმებისა და მინიმუმების 1.8 და 5-ით შემცირდება, შესაბამისად. სცენარით ზაფხულში უარყოფითი ტემპერატურა აღარ დაფიქსირდება. ნალექების სეზონური ჯამი დაკვირვების მეორე პერიოდში 13%-იანი კლების შემდეგ იხვევს იმატებს (8%). დაკვირვების პერიოდში ნალექების ჯამის სეზონური მაქსიმუმი ზაფხულზე მოდიოდა, ეს

სიდიდე 17%-ით მცირდება, ხოლო 5 დღეში მოსული ნალქის მაქსიმალური რაოდენობა 8%-ით. დღელამეში მოსული 10 მმ-ზე მეტ ნალექიან დღეთა რიცხვი გაიზრდება (13%, 28), ხოლო 30 და 50 მმ-ზე მეტი კი უცვლელი რჩება. ამდენად, ნალექის ინტენსივობა ზაფხულში ნაკლები იქნება, თუმცა დღეები უხვი ნალექით ყველაზე მეტად ისევ ამ სეზონზე იქნება მოსალოდნელი. ფარდობითი სინოტივისა და ქარის სიჩქარის საშუალო სეზონური მნიშვნელობები ძალიან მცირედ იზრდება 1%-ით და 0.1 მ/წმ-ით, შესაბამისად. საპროგნოზო პერიოდში ზაფხული ნალკაში იქნება მეტი თბილი ღამით, უფრო თანაბრად განაწილებული დღელამური ნალექით, რაც სოფლის მეურნეობისათვის უფრო ხელსაყრელ პირობებს შექმნის.

**შემოდგომა** ზაფხულის შემდეგ ყველაზე ინტენსიურად თბებოდა, პროგნოზით, ის კიდევ 0.4 გრადუსით დათბება და 8.7°C -ს მიაღწევს. ამ სეზონზეც საშუალო მინიმუმების დათბობა გაცილებით ინტენსიურია (4°C), ვიდრე, საშუალო მაქსიმალურის (0.8°C). შემოდგომაზე აბსოლუტური მაქსიმუმი უცვლელი დარჩება, ხოლო მინიმუმი 0,50C-ით მოიმატებს, თუმცა იგი კვლავ დაბალი რჩება (-20°C). ცივ დღეთა და ღამეთა წილი, როცა მაქსიმუმი ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელ ყველაზე დაბალ 10 პროცენტში ხვდება 3%-ით ხოლო მინიმუმი 7%-ით შემცირდება. საპირისპიროდ იცვლება ცხელ დღეთა და ღამეთა რიცხვი 0.2% და 13%-ით გაიზრდება. ნალექების სეზონური ჯამი, ამ სეზონზეც დაკვირვების პერიოდში გამოვლენილი ტენდენციის საწინააღმდეგოდ შეიცვლება. კერძოდ, უკანაწელი პერიოდის მცირე კლების (6%) შემდეგ სცენარის თანახმად, 12%-ით გაიზრდება. დღელამური ნალქის წლიური მაქსიმუმიც საპროგნოზო პერიოდში სექტემბერში ინაცვლებს და ის 31%-ით იზრდება, ისევე, როგორც, 5 დღეში მოსული ნალქის მაქსიმალური რაოდენობა (29%). დღეთა რიცხვი 10, 30 და 50მმ-ზე მეტი ნალექით შემოდგომაზე გაიზრდება. შესაბამისად 2021-2050 პერიოდისათვის ნალქის ინტენსივობა უცვლელი დარჩება, რამდენადაც სეზონური ჯამი და ნალექიან დღეთა რიცხვი ერთნაირად იზრდება. ამ პერიოდში შემოდგომის რისკად კვლავ ნაყინების მაღალი ალბათობა რჩება.

### 2.2.3. ექსტრემალური მოვლენები

ნალექების ჯამისა და მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების ყოველდღიური მონაცემებით გამოთვლილ იქნა ექსტრემალური კლიმატური ინდექსების სამომავლო მნიშვნელობები 2021-2050 წ.წ. პერიოდისათვის. ინდექსების აღწერა და მათი გამოთვლის მეთოდოლოგია იდენტურია დაკვირვების მონაცემებით ჩატარებული ექსტრემალური ინდექსების გამოთვლისა. ნალკის მუნიციპალიტეტში თავსხმა და ექსტრემალური ნალექების შემთხვევები (დღეთა რიცხვი 30 და 50 მმ-ზე მეტი დღელამური ჯამით) არც დაკვირვების პერიოდში აღინიშნა დიდი რაოდენობით და მომავალშიც არ არსებობს მათი რიცხვის განსაკუთრებული მატების ალბათობა. 30 მმ-ზე მეტ ნალექიან დღეთა წლიური რაოდენობა დაკვირვების პერიოდებს შორის შემცირდა, ხოლო, სცენარის თანახმად, ის ისევ გაიზრდება ძველ ნიშნულამდე. მართალია ნალქის ასეთი დღიური ნორმა ღვარცოფის რისკს არ ქმნის, მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისათვის გარკვეული რისკების შემცველია. რაც შეეხება 50 მმ-ზე მეტ ნალექიან დღეთა რიცხვს, ის სცენარით საერთოდ აღარ იქნება მოსალოდნელი. თანამიმდევრობით 5 დღის განმავლობაში გამოყოფილი ნალექის მაქსიმალური რაოდენობა (Rx5day), სცენარის თანახმად, გარდამავალ სეზონებზე განსაკუთრებით იზრდება, ისევე, როგორც დღეთა რიცხვი, როცა ნალექების დღიური ჯამი მეტია 10 და 30 მმ-ზე. განხილული ინდექსების ანალიზით ნალექების წლიური განაწილება საპროგნოზო პერიოდში მოხდება იმ დღეთა ხარჯზე, როცა დღიური ნალექი 30 მმ ან მათზე ნაკლებია და დღიურად მოსული ნალექების ინტენსივობა შემცირდება. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ნალქის წლიური ჯამის 200 მმ-ით და მეტით გადამეტების შემთხვევები, რაც მეწყერსაშიში პროცესების კრიტერიუმია, საპროგნოზო პერიოდში მცირდება, თუმცა ერთეული შემთხვევების ალბათობა მაინც რჩება.

**ცხრ. 2.2.3.1.** ღვარცოფისა და მეწყერისათვის საშიში ნალექების რაოდენობის ცვლილება, ნალკა

ღვარცოფ და მეწყერსაშიში პროცესები	დღელამურად მოსული ნალექების ჯამი > 50 მმ-ზე	დღელამურად მოსული ნალექების ჯამი > 90 მმ-ზე	ნალექების წლიური ჯამის 200 და მეტი მმ-ით გადაჭარბების შემთხვევები
1960-1989	53	7	1
1990-2010	37	4	9
2021-2050	52	0	1

ტემპერატურული ინდექსებიდან განხილულ იქნა სოფლის მეურნეობისთვის მნიშვნელოვანი შემდეგი ინდექსები: თბური ტალღების საშ. რაოდენობა და მათი საშუალო და მაქსიმალური რიცხვი. აღნიშნული ინდექსი ზემოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მეცხოველეობის სექტორსა და მცენარეულ კულტურებზეც. ამ ინდექსების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 2.2.3.2, როგორც დაკვირვების, ასევე საპროგნოზო პერიოდებში.

**ცხრ. 2.2.3.2.** თბური ტალღების რაოდენობა და ხანგრძლივობა სხვადასხვა პერიოდში, ნალკა

პერიოდი	თბური ტალღების საშ. რაოდენობა (HWN)	თბური ტალღების საშუალო ხანგრძლივობა (HWD)	თბური ტალღების მაქს. ხანგრძლივობა (HWD)
1960-1989	1.9	5.6	14
1990-2019	3.3	8.1	38
2021-2050	5.7	13.3	33

როგორც ცხრილიდან ჩანს, თბური ტალღების საშ. რაოდენობაცა და ხანგრძლივობაც მნიშვნელოვნად იზრდება როგორც დაკვირვების პერიოდში, ისე პროგნოზის მიხედვითაც. მაქსიმალური ხანგრძლივობა კი, რომელიც მეორე საპროგნოზო პერიოდში თითქმის სამჯერ გაიზარდა, 2021-2050 წ.წ. პერიოდში 5 დღით მცირდება, თუმცა ეს ამ მოვლენით გამოწვეულ ნეგატიურ ზემოქმედებას დიდად არ შეამცირებს.

### 2.2.4. სასოფლო-სამეურნეო კლიმატური ინდექსები

სოფლის მეურნეობისათვის მნიშვნელოვან პარამეტრებს შორის შეფასდა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (GSL) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (GddGrow). ცხრილში 2.2.4.1 მოყვანილია ამ პარამეტრების ფაქტობრივი და პროგნოზირებული სიდიდეები.

**ცხრ. 2.2.4.1.** სავეგეტაციო პერიოდის (>5°C; <5°C) საშუალო ხანგრძლივობა და აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C; <10°C) ჯამები, ნალკა

პერიოდი	სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (GSL)	აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, 10°C-ზე მაღლა (GddGrow)
1960-1989	213.2	637.0
1990-2019	214.4	771.8
2021-2050	223.5	893.5

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, სავეგეტაციო პერიოდი დაკვირვების პერიოდში უმნიშვნელოდ იზრდება, მომავალში კი ის 9 დღით გახანგრძლივდება, გახდება 223 დღე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამიც, მომავალში 120 გრადუსით იზრდება, რაც სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის შესაძლებლობას იძლევა და, შესაძლოა, სამეურნეო პრაქტიკის ცვლილებაც გამოიწვიოს.

**გვალვა** შეფასდა ნალექებისა და ნალექები-ევაპოტრანსპირაციის სტანდარტიზებული ინდექსებით (SPI/SPE). ცხრილში მოყვანილია გვალვების განმეორებადობათა რიცხვი, ხანგრძლივობა, მაგნიტუდა და ინტენსივობა განხილული სამივე პერიოდში.

**ცხრ. 2.2.4.2.** სხვადასხვა დროითი მასშტაბის გვალვის მახასიათებლები, ნალკა

გვალვა	პერიოდი	SPI			SPEI		
		3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი	3-თვიანი	6-თვიანი	12-თვიანი
საშუალო რაოდენობა	1960-1989	33	17	10	34	21	12
	1990-2019	37	32	17	46	34	22
	2021-2050	29	15	9	33	17	9
საშუალო ხანგრძლივობა	1960-1989	2	3	5	2	3	5
	1990-2019	2	3	6	2	3	7
	2021-2050	3	2	4	4	7	12
საშუალო მაგნიტუდა	1960-1989	1.38	1.33	1.35	1.33	1.36	1.33
	1990-2019	1.51	1.46	1.44	1.43	1.52	1.43
	2021-2050	1.90	2.45	1.04	2.13	3.30	2.17
საშუალო ინტენსივობა	1960-1989	0.99	0.67	0.76	0.92	0.79	0.56
	1990-2019	0.93	0.93	0.63	0.87	0.69	0.46
	2021-2050	1.30	1.17	1.14	1.34	1.28	1.17

გვალვების რაოდენობა, რაც დაკვირვების პერიოდში ყველა ტიპის გვალვისათვის გაიზარდა, 2021-2050 წ.წ. პერიოდში შემცირდება და ეს ნალექების რაოდენობის კლებასა და მატებასთან პირდაპირ კორელაციაშია. რაც შეეხება გვალვების ხანგრძლივობასა 6- და 12-თვიანი SPI-ს გარდა, ყველა იზრდება. ასევე იმატებს ყველა ტიპის გვალვის ინტენსივობა და მაგნიტუდაც. შედეგად, ამ პერიოდში გვალვების რიცხვი ნაკლები იქნება, მაგრამ მათი სიმკაცრე და ხანგრძლივობა გაიზრდება.

## 2.2.5. სამშენებლო-კლიმატური ინდექსები

ცხრილში 2.2.5.1 მოცემულია გათბობისა და გაგრილების გრადუსდღეების საშუალო მაჩვენებლები, რაც განსაკუთრებით საინტერესო იქნება სოფლის მეურნეობაში, მეცხოველეობის, სასათბურე და სამაცივრე სექტორებისათვის.

**ცხრ. 2.2.5.1.** გათბობის/გაგრილების გრადუს-დღეების საშუალო რიცხვი, წალკა

პერიოდი	გათბობის გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი (HddHeat)	გაგრილების გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი (CddCold)
1960-1989	4206.6	15.4
1990-2019	3987.5	34.2
2021-2050	3628.1	56.0

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გათბობის გრადუსდღეების საშუალო რიცხვი (HddHeat) თანდათან მცირდება. რამდენადაც ის განსაზღვრავს, თუ რამდენად დაბალი ტემპერატურები ახასიათებს ამა თუ იმ დასახლებულ პუნქტს, ეს პარამეტრი ნაკლებად მკაცრი ზამთრის პირობებს პროგნოზირებს. იმ გრადუსდღეთა საშუალო რაოდენობა, როდესაც შენობის გათბობაა საჭირო, დაკვირვების მეორე პერიოდში მნიშვნელოვნად შემცირდა, პროგნოზის მიხედვით, ის კლებას განაგრძობს კიდევ 120 გრადუსდღით, მაგრამ ამ პერიოდში ზამთრის პირობები ისევ მკაცრია. მის საპირისპიროდ გაგრილების (კონდენციონირების) გრადუსდღეთა რაოდენობა იზრდება, ეს პარამეტრი განსაზღვრავს, თუ რამდენად მაღალი ტემპერატურით ხასიათდება ზაფხულის პერიოდი. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, საპროგნოზო პერიოდში გაგრილების გრადუსდღეთა რაოდენობა პირველ პერიოდთან შედარებით თითქმის 4-ჯერ გაიზრდება.



## 2.3. დასკვნა

მომავლის სცენარის მიხედვით, საუკუნის შუა წლებისთვის ტემპერატურები - საშუალოც და მაქსიმალურ-მინიმალურიც - გაიზრდება ყველა სეზონზე.

- საშუალო მინიმალური ტემპერატურა გაიზრდება უფრო მეტად, ვიდრე მაქსიმალური, თუმცა უარყოფითი მინიმუმები, ზაფხულის თვეების გარდა, მთელი წლის განმავლობაში იქნება და ზოგიერთ თვეში უფრო დაბალ ნიშნულსაც მიაღწევს ვიდრე დაკვირვების პერიოდში.
- გაიზრდება ცხელი დღეებისა და თბილი ღამეების რაოდენობა და შემცირდება ყინვიანი ღამეებისა და ცივი დღეების რიცხვი.
- მომავალში გაიზრდება სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, აგრეთვე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. მაგრამ შემცირდება თბილი პერიოდის მაქსიმალური ხანგრძლივობა და საპირისპიროდ, გახანგრძლივდება ცივი პერიოდის მაქსიმალური ხანგრძლივობა.
- ყველა ამ ტემპერატურული მონაცემით, ნალკაში უფრო თბილი ამინდის პირობებია პროგნოზირებული, თუმცა მკაცრი ყინვიანი დღეებისა და ეპიზოდების საფრთხე ისევ დარჩება დღის წესრიგში.

ნალექების ჯამის სეზონური და, მითუმეტეს, წლიური ცვლილებება მცირეა, მაგრამ

- თვეების მიხედვით შიდა წლიური გადანაწილება უფრო მნიშვნელოვანია.
- მათ შორის ნალექის შემცირება აპრილსა და ივნისში.
- თუმცა აღნიშნული კლება გარკვეულად კომპენსირდება მატებით ივლისში.
- მთლიანობაში ნალექები გამოიყოფა ნაკლებად ინტენსიურად, 10 მმ-ზე უხვნალექიანი დღეების რაოდენობის გაზდის ხარჯზე.

გვალვების რაოდენობა 2021-2050 წ.წ. პერიოდში შემცირდება, გვალვების ხანგრძლივობა, 6- და 12-თვიანი SPI -ს გარდა, იზრდება. იმატებს აგრეთვე ყველა ტიპის გვალვის ინტენსივობა და მაგნიტუდაც. შედეგად, ამ პერიოდში გვალვების რიცხვი ნაკლები იქნება, მაგრამ მათი სიმკაცრე და ხანგრძლივობა გაიზრდება.

# დანართი 1

კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობები, ნალკა<sup>1</sup>

ცხრ. 1.1. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა (Tmm), °C

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-3.9	-3.4	0.3	6.2	10.5	13.7	16.6	15.8	12.4	7.6	3.1	-1.1	6.5
1990-2019	-3.3	-2.4	1.5	6.4	10.7	14.5	17.2	17.3	13.3	8.7	2.9	-1.3	7.1
2021-2050	-2.5	-2.1	1.5	6.6	11.6	15.1	17.4	17.4	13.6	9.0	3.5	-0.6	7.6
სხვაობა 1 <sup>2</sup>	0.60	1.04	1.22	0.19	0.26	0.79	0.61	1.53	0.91	1.12	-0.15	-0.20	0.66
სხვაობა 2 <sup>3</sup>	0.7	0.3	0.0	0.3	0.8	0.6	0.3	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.4

ცხრ. 1.2. ჰაერის საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა (Txm), °C

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	1.5	2.0	5.3	11.8	16.0	19.3	22.2	21.6	18.3	13.2	8.1	3.9	11.9
1990-2019	2.2	3.1	6.9	12.0	16.4	20.4	23.0	23.5	19.3	14.6	8.7	4.1	12.8
2021-2050	2.9	3.3	6.6	13.2	17.5	21.1	23.7	23.5	20.3	15.3	9.4	5.4	13.5
სხვაობა 1	0.67	1.08	1.59	0.26	0.40	1.05	0.81	1.88	1.02	1.35	0.56	0.22	0.91
სხვაობა 2	0.73	0.24	-0.34	1.21	1.14	0.73	0.71	0.06	1.01	0.73	0.75	1.26	0.69

ცხრ. 1.3. ჰაერის საშუალო მინიმალური ტემპერატურა (Tnm), °C

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-9.2	-8.9	-4.8	0.6	5.0	8.1	10.9	10.0	6.6	1.9	-2.0	-6.1	1.0
1990-2019	-8.7	-7.9	-4.0	0.7	5.1	8.6	11.3	11.2	7.4	2.8	-2.9	-6.7	1.4
2021-2050	-4.9	-4.3	-1.9	4.1	10.0	14.1	17.8	17.4	12.8	6.6	0.6	-2.9	5.8
სხვაობა 1	0.53	1.01	0.85	0.12	0.11	0.54	0.41	1.18	0.81	0.90	-0.87	-0.62	0.41
სხვაობა 2	3.79	3.56	2.06	3.37	4.83	5.46	6.46	6.26	5.39	3.79	3.46	3.84	4.36

<sup>1</sup> წყარო: <https://www.ecad.eu/download/millennium/millennium.php#item>

<sup>2</sup> სხვაობა დაკვირვების მეორე (1990-2019) და პირველ (1960-1989) პერიოდებს შორის

<sup>3</sup> სხვაობა მესამე საპროგნოზო (2021-2050) და დაკვირვების მეორე (1990-2019) პერიოდებს შორის

ცხრ. 1.4. ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი (Txx), °C

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	13.2	15.7	19.3	22.8	27.1	29.0	30.8	34.6	30.1	24.5	20.8	14.2	34.6
1990-2019	13.5	16.1	23.0	25.9	26.7	29.4	33.6	33.0	29.7	27.0	21.4	16.8	33.6
2021-2050	14.7	15.1	23.0	25.1	28.1	30.0	33.6	36.6	29.7	26.7	22.2	16.8	36.6
სხვაობა 1	0.3	0.4	3.7	3.1	-0.4	0.4	2.8	-1.6	-0.4	2.5	0.6	2.6	-1.0
სხვაობა 2	1.2	-1.0	0.0	-0.8	1.4	0.6	0.0	3.6	0.0	-0.3	0.8	0.0	3.0

ცხრ. 1.5. ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი (Tnn), °C

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-32.9	-31.7	-25.2	-15.0	-5.1	-0.9	1.7	1.9	-4.4	-10.4	-21.8	-28.5	-32.9
1990-2019	-31.0	-33.4	-21.6	-12.8	-5.6	-3.0	2.0	3.3	-3.0	-10.3	-20.6	-25.6	-33.4
2021-2050	-31.6	-30.2	-24.8	-13.6	-4.8	0.3	1.3	2.9	-3.9	-8.9	-20.1	-27.5	-31.6
სხვაობა 1	1.9	-1.7	3.6	2.2	-0.5	-2.1	0.3	1.4	1.4	0.1	1.2	2.9	-0.5
სხვაობა 2	-0.6	3.2	-3.2	-0.8	0.8	3.3	-0.7	-0.4	-0.9	1.4	0.5	-1.9	1.8

ცხრ. 1.6. დღეთა რაოდენობა, როდესაც საშუალო ტემპერატურა Tmge10°C (Tmge10), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	0	0	0.1	3.9	18.6	28.2	31.0	30.7	24.3	7.3	0.7	0	144.8
1990-2019	0	0	0.3	4.6	19.7	28.9	31.0	31.0	26.1	11.2	0.5	0	153.4
2021-2050	0	0	0.3	7.6	23.8	29.3	31.0	31.0	27.8	14.1	1.8	0.2	167.0
სხვაობა 1	0	0	0.2	0.7	1.1	0.7	0.0	0.3	1.8	3.8	-0.13	0	8.6
სხვაობა 2	0	0	0.1	3.2	5.7	0.9	0.0	0.0	2.3	3.5	1.2	0.2	17.0

ცხრ. 1.7. ცხელი დღეების პროცენტული რაოდენობა (Tx>90-ე პროცენტული) (Tx90p), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	10.5	10.9	10.7	10.4	10.7	10.3	11.0	9.9	10.5	10.6	10.3	9.9	10.5
1990-2019	11.8	14.7	19.9	13.0	14.6	16.4	12.8	28.5	17.6	18.7	15.6	14.7	16.5
2021-2050	18.1	17.8	17.2	14.7	21.3	24.6	19.8	21.3	19.1	17.6	17.9	23.0	19.4
სხვაობა 1	1.3	3.8	9.2	2.6	3.9	6.1	1.8	18.6	7.1	8.1	5.3	4.8	6.0
სხვაობა 2	6.3	3.1	-2.7	1.7	6.7	8.2	7.0	-7.2	1.5	-1.1	2.3	8.3	2.9

ცხრ. 1.8. ცივი დღეების პროცენტული რაოდენობა (TX<მე-10 პროცენტულზე) (Tx10p), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	11.0	10.6	10.4	10.9	10.6	10.3	10.4	10.9	10.6	10.4	10.9	10.3	10.6
1990-2019	8.2	6.1	5.5	9.2	9.9	4.7	6.7	5.9	7.0	7.1	9.7	11.2	7.6
2021-2050	4.9	4.7	5.5	8.3	3.9	3.3	6.0	3.5	4.0	4.9	4.7	4.8	4.9
სხვაობა 1	-2.8	-4.5	-4.9	-1.7	-0.7	-5.6	-3.7	-5.0	-3.6	-3.3	-1.3	0.9	-3.0
სხვაობა 2	-3.3	-1.4	0.0	-0.9	-6.0	-1.4	-0.7	-2.4	-3.0	-2.2	-5.0	-6.4	-2.7

ცხრ. 1.9. თბილი დღეების პროცენტული რაოდენობა (TN>90-ე პროცენტულზე) (Tn90p), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	10.9	10.8	10.2	10.5	9.9	10.4	10.0	9.8	9.7	10.5	10.3	10.3	10.3
1990-2019	8.9	11.3	15.4	14.0	16.5	18.0	17.4	19.5	20.6	17.1	10.0	7.4	14.7
2021-2050	19.7	19.9	22.0	16.6	29.4	34.6	25.9	24.8	24.8	26.6	23.2	17.1	23.7
სხვაობა 1	-2.0	0.5	5.2	3.5	6.6	7.6	7.4	9.7	10.9	6.6	-0.3	-2.9	4.4
სხვაობა 2	10.8	8.6	6.6	2.6	12.9	16.6	8.5	5.3	4.2	9.5	13.2	9.7	9.0

ცხრ. 1.10. ცივი დღეების პროცენტული რაოდენობა (TN<მე-10 პროცენტულზე) (Tn10p), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	10.4	10.5	10.8	10.3	10.8	10.0	10.6	10.7	9.8	10.2	10.4	10.8	10.4
1990-2019	8.4	6.5	7.6	12.9	11.5	7.3	10.4	4.2	7.4	6.3	15.6	10.0	9.0
2021-2050	6.6	8.3	5.9	4.4	2.7	3.0	5.2	4.3	4.8	4.1	4.2	8.7	5.2
სხვაობა 1	-2.0	-4.0	-3.2	2.6	0.7	-2.7	-0.2	-6.5	-2.4	-3.9	5.2	-0.8	-1.4
სხვაობა 2	-1.8	1.8	-1.7	-8.5	-8.8	-4.3	-5.2	0.1	-2.6	-2.2	-11.4	-1.3	-3.8

ცხრ. 1.11. ყინვიანი დღეების პროცენტული რაოდენობა (TN<0°C) (FD), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	29.7	26.6	26.9	12.4	1.3	0.1	0	0	0.9	9.2	19.5	27.2	153.7
1990-2019	30.2	27.1	25.6	12.8	1.8	0.1	0	0	0.8	7.8	21.5	28.4	156.1
2021-2050	29.1	25.9	24.1	8.9	0.5	0	0	0	0.4	5.8	16.4	26.1	137.2
სხვაობა 1	0.5	0.5	-1.3	0.4	0.5	0	0	0	-0.1	-1.4	2.0	1.2	2.4
სხვაობა 2	-1.1	-1.2	-1.5	-3.9	-1.3	-0.1	0	0	-0.4	-2.0	-5.1	-2.3	-18.9

ცხრ. 1.12. თბილისი ეკონომიკის ხანგრძლივობის ინდიკატორი (WSDI), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	- <sup>4</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.6
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.8
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.5
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6.8

ცხრ. 1.13. ცივი ეკონომიკის ხანგრძლივობის ინდიკატორი (CSDI), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6

ცხრ. 1.14. ნალექების ჯამი (PRCPTOT), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	22.5	29.8	37.2	71.1	123.9	115.6	77.3	70.6	52.9	50.3	34.7	22.5	708.4
1990-2019	27.3	24.1	36.2	74.4	109.0	117.6	53.5	56.6	47.7	47.3	32.0	23.4	648.9
2021-2050	21.6	31.0	41.5	61.2	110.1	105.5	75.2	60.2	54.2	41.9	41.0	20.4	663.8
სხვაობა 1	4.8	-5.7	-1.0	3.3	-14.9	2.0	-23.8	-14.0	-5.2	-3.0	-2.7	0.9	-59.5
სხვაობა 2	-5.7	6.9	5.3	-13.2	1.1	-12.1	21.7	3.6	6.5	-5.4	9.0	-3.0	14.9

ცხრ. 1.15. ძლიერნალექიანი დღეების წვლილი (100\* R95p/ნალექების ჯამი) (R95pTOT), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.3
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.1
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3.0
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.2

<sup>4</sup> თვეების მიხედვით ინდექსი არ გამოითვლება

ცხრ. 1.16. ექსტრემალურად ძლიერნალექიანი დღეების წვლილი (100\* R99p /ნალექების ჯამი) (R99ptot), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.9
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.5
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.6

ცხრ. 1.17. ნალექების რაოდენობა ძლიერნალექიანი დღეებიდან (დღიური ნალექი>95-ე პრცენტილზე) (R95p), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149.4
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119.8
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.7
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-29.6
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9

ცხრ. 1.18. ნალექების რაოდენობა ექსტრემალურად ძლიერნალექიანი დღეებიდან (დღიური ნალექი>99-ე პრცენტილზე) (R99p), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.7
1990-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.3
2021-2050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.3
სხვაობა 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12.4
სხვაობა 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-8.0

ცხრ. 1.19. ნალექიან დღეთა რიცხვი (დღიური ნალექი>10 მმ) (R10mm), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	0.3	0.5	0.7	1.8	4.3	3.9	2.6	2.1	1.6	1.4	0.9	0.3	20.4
1990-2019	0.6	0.4	0.8	2.4	3.5	4.1	1.6	1.6	1.5	1.2	0.8	0.5	18.8
2021-2050	0.5	0.7	0.9	1.7	4.0	3.6	2.7	1.9	1.6	1.1	1.1	0.4	20.0
სხვაობა 1	0.3	-0.1	0.1	0.6	-0.8	0.2	-1.0	-0.5	-0.1	-0.2	-0.1	0.2	-1.6
სხვაობა 2	-0.1	0.3	0.1	-0.7	0.5	-0.5	1.1	0.3	0.1	-0.1	0.3	-0.1	1.2

**ცხრ. 1.20.** ნალექიან დღეთა რიცხვი (დღიური ნალექი≥30 მმ) (R30mm), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	0	0	0	0.20	0.4	0.6	0.20	0.3	0.1	0.03	0.03	0	1.8
1990-2019	0.03	0	0.1	0.03	0.2	0.5	0.03	0.2	0	0.03	0.03	0	1.2
2021-2050	0	0	0	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0	1.7
სხვაობა 1	0.03	0	0.1	-0.17	-0.2	-0.1	-0.17	-0.1	-0.1	0	0	0	-0.6
სხვაობა 2	-0.03	0	-0.1	0.17	0.1	-0.1	0.14	0.1	0.2	0.04	0.04	0	0.5

**ცხრ. 1.21.** ნალექების 1-დღიური მაქსიმუმი (Rx1day), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	18.5	21.6	23.9	59.4	55.2	55.4	47.2	63.4	55.3	38.1	33.1	25.2	63.4
1990-2019	31.5	29.3	41.0	37.6	49.2	68.7	32.0	52.1	29.2	45.2	30.1	20.4	68.7
2021-2050	18.1	33.1	24.5	41	51.1	43.8	45.3	57.1	59.1	33.8	36.8	17.5	59.1
სხვაობა 1	13	7.7	17.1	-21.8	-6	13.3	-15.2	-11.3	-26.1	7.1	-3	-4.8	5.3
სხვაობა 2	-13.4	3.8	-16.5	3.4	1.9	-24.9	13.3	5	29.9	-11.4	6.7	-2.9	-9.6

**ცხრ. 1.22.** ნალექების 5-დღიური მაქსიმუმი (Rx5day), მმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	42.6	53.4	42.8	71.1	86.7	105.8	62.2	81.0	78.4	63.9	71.5	41.9	105.8
1990-2019	66.1	41.0	57.0	67.0	81.5	99.6	59.3	62.5	56.3	68.0	78.8	39.5	99.6
2021-2050	38.5	60.3	48.7	66	116.9	91.8	74.2	83.4	101.8	54.9	87.5	38.3	116.9
სხვაობა 1	23.5	-12.4	14.2	-4.1	-5.2	-6.2	-2.9	-18.5	-22.1	4.1	7.3	-2.4	-6.2
სხვაობა 2	-27.6	19.3	-8.3	-1.0	35.4	-7.8	14.9	20.9	45.5	-13.1	8.7	-1.2	17.3

**ცხრ. 1.23.** თანმიმდევრულად მშრალი დღეების მაქსიმალური რაოდენობა (CDD), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	51	58	17	31	16	14	22	20	20	42	38	39	58
1990-2019	31	38	25	28	15	20	20	23	39	33	23	36	39
2021-2050	37	58	26	25	16	14	20	20	19	42	38	39	58
სხვაობა 1	-20	-20	8	-3	-1	6	-2	3	19	-9	-15	-3	-19
სხვაობა 2	6	20	1	-3	1	-6	0	-3	-20	9	15	3	19

ცხრ. 1.24. თანმიმდევრულად ნალექიანი დღეების მაქსიმალური რაოდენობა (CWD), დღე

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	8	7	5	10	11	13	9	8	9	9	7	7	13
1990-2019	8	6	7	7	12	10	7	5	6	13	6	6	13
2021-2050	8	7	7	10	11	12	9	8	9	9	7	7	12
სხვაობა 1	0	-1	2	-3	1	-3	-2	-3	-3	4	-1	-1	0
სხვაობა 2	0	1	0	3	-1	2	2	3	3	-4	1	1	-1

ცხრ. 1.25. ჰაერის საშუალო ფარდობითი ტენიანობა (RH), %

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	75.1	76.7	78.2	77.8	79.7	79.1	77.4	78.2	79.6	79.9	77.9	75.7	77.9
1990-2019	73.8	72.3	72.6	73.8	76.4	75.2	75.4	75.4	77.3	78.6	76.2	75.6	75.2
2021-2050	72.8	74.2	73.8	73.4	76.7	76.6	73.2	78.3	76.9	80.2	75.7	75.1	75.6
სხვაობა 1	-1.3	-4.4	-5.6	-4.0	-3.3	-3.9	-2.0	-2.8	-2.3	-1.3	-1.7	-0.1	-2.7
სხვაობა 2	-2.3	-2.5	-4.4	-4.4	-3.0	-2.5	-4.2	0.1	-2.7	0.3	-2.2	-0.6	-2.3

ცხრ. 1.26. ქარის საშუალო სიჩქარე (WS), მ/წმ

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1960-1989	1.9	1.6	1.6	1.5	1.3	1.3	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	1.9	1.5
1990-2019	1.2	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
2021-2050	1.7	1.5	1.3	1.3	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.2	1.5	1.9	1.3
სხვაობა 1	-0.8	-0.5	-0.5	-0.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-1.1	-0.5
სხვაობა 2	0.5	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.4	0.7	1.0	0.3





ვამაცობთ მრავალფეროვნებით!

ბეთლემის ქ. N 27  
0105, თბილისი  
საქართველო  
info@cenn.org cenn.org  
tsalkalag.ge