

გიორგი მელაძე, მანა მელაძე

კლიმატის ცვლილება:

აგროკლიმატური გამოწვევები და
პერსპექტივები აღმოსავლეთ
საქართველოში



გიორგი მელაძე, მაია მელაძე

კლიმატის ცვლილება:

**აგროკლიმატური გამოწვევები და
პერსპექტივები აღმოსავლეთ
საქართველოში**

Giorgi Meladze, Maia Meladze

CLIMATE CHANGE:

**AGROCLIMATIC CHALLENGES AND
PROSPECTS IN EASTERN GEORGIA**



**გამომცემლობა „ენივერსალი“
თბილისი - Tbilisi
2020**



**საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის
ინსტიტუტი**

**INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGY AT
THE GEORGIAN TECHNICAL
UNIVERSITY**

სარედაქციო კოლეგია
თ.ცინცაძე (მთ. რედაქტორი)

მთ. რედაქტორის მოადგილეები
გ.მელაძე
ს.გორგიჯანიძე
ე.ელიზბარაშვილი
ლ.ინსკირველი
მ.ტატიშვილი

EDITORIAL BOARD
T.Tsintsadze (Editor-in-Chief)

Deputy Editors-in Chief
G.Meladze
S.Gorgijanidze
E.Elizbarashvili
L.Intskirveli
M.Tatishvili

ჰიდრომეტეოროლოგიის
ინსტიტუტი
0112, თბილისი, დ.აღმაშენებლის
გამზირი 150^ბ

E-mail:
ecohydmnet@yahoo.com
www.ecohydmnet.ge

Institute of Hydrometeorology.
150 David Agmashenebeli ave.,
Tbilisi, 0112, Georgia

ტელ./Tel. (+995 32) 951-047
ფაქსი/Fax (+995 32) 95-11-60

უაკ: 551.502.4(075.8)
მ - 529

მონოგრაფიაში განხილულია კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების (კახეთი, მცხეთა-მთიანეთი, სამცხე-ჯავახეთი, ქვემო ქართლი, შიდა ქართლი) მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური ასპექტები. კერძოდ, განსაზღვრულია აგროკლიმატური მახასიათებლების დროში ცვლილების დინამიკა გლობალური დათბობის პირობებში; მოცემულია კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული არსებული აგროკლიმატური ზონების შესაძლო ტრანსფორმაცია, რის საფუძველზეც გამოყოფილია ზონები შესაბამისი პერსპექტიული კულტურების გავრცელების მიზნით; მოცემულია გვაღვის ტიპები და მათი პროგნოზირება; დადგენილია კულტურების მონყვლადობა, მათი თესვისა და რგვის ოპტიმალური ვადები; განიხილება ნაყოფების სიმნიფის სითბოთი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის უზრუნველყოფა; სავეგეტაციო პერიოდში ორი მოსავლის მიღების პერსპექტივა; შემუშავებულია აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები და სხვა.

ნაშრომი განკუთვნილია სოფლის მეურნეობის მუშაკებისა და ფერმერებისათვის, აგრეთვე აგრომეტეოროლოგების, აგროკლიმატოლოგების, გეოგრაფების, ბიოლოგების და ამ საკითხებით დაინტერესებული ფართო საზოგადოებისათვის. რეკომენდებულია, როგორც სასწავლო მასალა (დამხმარე სახელმძღვანელო) შესაბამისი მიმართულების მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის.

რედაქტორი: სოფლის მეურნეობის მეცნ. დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის
აკადემიკოსი **ვალერიან ცანავა**

რეცენზენტები: სოფლის მეურნეობის დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის
აკადემიკოსი **ნოდარ ჩხარტიშვილი**

სოფლის მეურნეობის მეცნ. დოქტორი,
პროფესორი **ცოტნე სამადაშვილი**

© გ. მელაძე, მ. მელაძე, 2020

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“

თბილისი, 0186, ა. ჰოლიტაოვსკაიას №4, ☎: 5(99) 33 52 02, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal505@gmail.com; gamomcemlobauniversali@gmail.com

ISBN 978-9941-26-652-2

UDC: 551.502.4(075.8)

M - 529

The agroclimatic aspects of dry subtropical, mountainous and highland zones of eastern regions (Kakheti, Mtskheta-Mtianeti, Samtskhe-Javakheti, Kvemo Kartli, Shida Kartli) of Georgia have been discussed in the presented monograph considering modern climate change. In particular, the temporal change dynamics of agroclimatic features under global warming conditions are ascertained; the possible transformation of existed agroclimatic zones due to climate change is presented basing zone separation aiming on the perspective agriculture extend; draught types and prognosis are also given; agriculture vulnerability, sowing and planting optimal dates have been identified; thermal and vegetation period provision needed for fruit ripeness is discussed; two harvesting possibility in vegetation period; agrometeorological and penological forecasting methods have been elaborated and etc,

The monograph is intended for agriculture specialists and farmers, agrometeorologists, agroclimatologists, geographers, biologists and broad layers of society interested in those issues. The monograph is recommended as learning material (auxiliary guide) for Magistrate and Doctorate Degree students of corresponding direction.

EDITOR: Doct. agricultural sciences, Proffesor, Acad. Georgian Academy of Agricultural Sciences **V.Tsanava**

REVIEWERS: Doct. agricul., Proffesor, Acad. Georgian Academy of Agricultural Sciences **N.Chkhartishvili**

Doct. agricultural sciences, Proffesor **Ts.Samadashvili**

© G. Meladze, M. Meladze, 2020

Publishing House "UNIVERSAL"

4,A. Politkovskaia st., 0186, Tbilisi, Georgia ☎: 5(99) 33 52 02, 5(99) 17 22 30

E-mail: universal505@ymail.com; gamomcemlobauniversal@gmail.com

ISBN 978-9941-26-652-2

შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა	11
შესავალი.....	14
თავი I	
კახეთის რეგიონი	19
1.1. აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით	19
თავი II	
მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი	39
2.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით	39
თავი III	
სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი	58
3.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით	58
თავი IV	
ქვემო ქართლის რეგიონი	74
4.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით	74

თავი V

შიდა ქართლის რეგიონი91

5.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების
ცვლილება გლობალური დათბობის
გათვალისწინებით91

თავი VI

**აღმოსავლეთ საქართველოში გვალვიანობის მატება,
მისი განმეორადობის ალბათობა და გვალვის
სხვადასხვა ტიპის პროგნოზირება კლიმატის
თანამედროვე გლობალური ცვლილების პირობებში... 106**

6.1 გვალვიანობის მატება და მისი განმეორადობის
ალბათობა..... 106

6.2 სხვადასხვა ტიპის გვალვის პროგნოზი..... 113

თავი VII

**სასურსათო კულტურების მონყვლადობა
(მგრძნობიარობა) და მათი თესვისა და რგვის
ოპტიმალური ვადები კლიმატის თანამედროვე
ცვლილების პირობებში 122**

7.1 საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული
კულტურების მონყვლადობის 122

7.2 სასურსათო კულტურების (საშემოდგომო ხორბალი,
მზესუმზირა) თესვისა და კარტოფილის რგვის
ოპტიმალური ვადების დადგენა..... 127

თავი VIII

**სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნაყოფების
სრულფასოვანი სიმწიფის სითბოთი და სავეგეტაციო
პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფა,
ამავე პერიოდში ერთი და იგივე სასოფლო-სამეურნეო
მინიდან მოსავლის ორჯერ მიღების პერსპექტივა
გლობალური დათბობის პირობებში..... 134**

8.1 სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნაყოფების სიმწიფის სითბოთი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფათა განსაზღვრის წესი	134
8.2 სავეგეტაციო სეზონზე სხვადასხვა პერიოდში ერთი და იმავე სასაოფლო-სამეურნეო მიწიდან მოსავლის ორჯერ მიღების პერსპექტივა	139

თავი IX

მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით	146
---	------------

9.1 მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების თავისებურებანი	146
9.2 საშემოდგომო ხორბლის, სამარცვლე სიმინდის, კარტოფილის, შაქრის ქარხლის, მზესუმზირას კულტურების მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ვაზის ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები	149
9.3 სანაწვერალო კულტურების მოსავლის პროგნოზის მეთოდი	154
9.4 სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღიდან ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.) და მათი პროგნოზირების მეთოდი	156

დანართი	166
---------------	-----

გამოყენებული ლიტერატურა	192
-------------------------------	-----

CONTENTS

Preface	11
Introduction	14
CHAPTER I	
THE KAKHETI REGION	19
1.1 Agroclimatic features and zones variability considering global warming	19
CHAPTER II	
THE MTSKHETA-MTIANETI REGION	39
2.1 Agroclimatic features and zones variability considering global warming	39
CHAPTER III	
THE SAMTSKHE-JAVAKHETI REGION	58
3.1 Agroclimatic features and zones variability considering global warming	58
CHAPTER IV	
THE KVEMO KARTLI REGION	74
4.1 Agroclimatic features and zones variability considering global warming	74
CHAPTER V	
SHIDA KARTLI REGION	91
5.1 Agroclimatic features and zones variability considering global warming	91

**CHAPTER VI
DRAUGHT GROWTH IN EASTERN GEORGIA,
RECURRENCE POSSIBILITY AND DRAUGHT TYPES
FORECASTING UNDER MODERN CLIMATE CHANGE
CONDITIONS 106**

- 6.1 Draught growth and recurrence possibility 106
- 6.2 Forecast of different types drought 113

**CHAPTER VII
FOOD CULTURE VULNERABILITY (SENSITIVITY)
AND THEIR SOWING AND PLANTING OPTIMAL
DATES UNDER MODERN CLIMATE CHANGE
CONDITIONS 122**

- 7.1 Winter and spring wheat culture vulnerability 122
- 7.2 Ascertaining of food culture (winter wheat, sunflower)
sowing and potato planting optimal dates 127

**CHAPTER VIII
HEAT AND VEGETATION PERIOD (DAY) PROVISION OF
AGRICULTURAL CROPS FULL RIPENESS, THE TWO
HARVESTING POSSIBILITY FROM SAME SOIL IN
MENTIONED PERIOD UNDER GLOBAL WARMING
CONDITIONS 134**

- 8.1 The rule definition of heat and vegetation period (day)
provision of agricultural crops ripeness 134
- 8.2 Two harvesting possibility from same soil in different
dates during vegetation season 139

CHAPTER IX	
HARVESTING AGROMETEOROLOGICAL AND	
PENOLOGICAL FORECASTING METHODS	
CONSIDERING GLOBAL WARMING	146
9.1 The harvesting agrometeorological and penological	
forecasting peculiarities	146
9.2 Winter wheat, corn, potato, sugar beet, sunflower	
harvesting agrometeorological and grape phonological	
forecast methods	149
9.3 Postharvest culture sowing forecasting methods	154
9.4 Vegetation duration (day) and active temperature sum	
transition date above 10°C future scenarios (2020-2049)	
by temperature 2°C growth and forecasting methods	156
ANNEX	166
REFERENCES	190

წინასიტყვაობა

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილება ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალური, მეტად საყურადღებო, შემაშფოთებელი და სახიფათო მოვლენაა. მისი გავლენა მასშტაბურია და აისახება მრავალი საუკუნის მანძილზე ჩამოყალიბებულ ეკოლოგიურ წონასწორობაზე და მთლიანად დედამიწის ჰაერის ფენის მაკროკლიმატზე. მის მოქმედებას შეუძლია გამოიწვიოს მარადიული მცინვარების დნობა, წყალდიდობები, შტორმები, ქარიშხლები, გვალვები და სხვა სტიქიური მოვლენები (კატასტროფები). სადაც მნიშვნელოვნად ზარალდება მსოფლიო ქვეყნების მრავალი დარგის ეკონომიკა, მათ შორის სოფლის მეურნეობა.

გლობალური დათბობის პირობებში კლიმატის ცვლილების მიმართ მონყვლადობისა და ადაპტაციის პრობლემა, როგორც მსოფლიო მასშტაბის ამოცანა, ძირითად გამოწვევად იქნა აღიარებული თანამედროვეობისათვის.

1988 წელს, გაეროს გარემოსდაცვითმა (UNEP) და მსოფლიო მეტეოროლოგიურმა (WMO) ორგანიზაციებმა შექმნეს სამთავრობოთაშორისო ექსპერტთა ჯგუფი - IPCC (International Panel on Climate Change), რომლის მიზანია საერთაშორისო და სამთავრობო დონეზე დოკუმენტების მომზადება. IPCC-ის მიხედვით XX საუკუნეში ჰაერის გლობალურმა საშუალო ტემპერატურამ 0.6°C -ით მოიმატა. 1948-1996 წლებში ოკეანის სიღრმის (300 მ-მდე) ფენაში საშუალო ტემპერატურამ მოიმატა 0.3°C -ით, 3000 მ სიღრმეში - 0.03°C -ით. ტემპერატურის მატების ტენდენცია დადასტურებულია, აგრეთვე მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ (WMO statement on the Status of the Global Climate in 2004, 2005).

1990 წელს რიო-დე-ჟანეიროში გარემოს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიღების შემდეგ, კლიმატის გლობალური ცვლილების შესწავლამ პრაქტიკული მნიშვნელობა შეიძინა, რადგან კონვენციის ხელმომწერი ქვეყნებისათვის კლიმატის გლობალური ცვლილების მიმართ შემარბილე-

ბელი ღონისძიებების გატარება სავალდებულო გახდა (ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ერისთავი დ., 2016).

კლიმატის თანამედროვე ცვლილებამ საქართველოს ტერიტორიაც მოიცვა, განსაკუთრებით საქართველოს აღმოსავლეთ მხარე, სადაც გამოიკვეთა ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენცია, საქართველოს დასავლეთ მხარესთან შედარებით. აღნიშნულზე მიუთითებს მრავალწლიური მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი (თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვაჩნაძე ჯ., 1999). სადაც, ტემპერატურის მატება დაფიქსირებულია საქართველოს დასავლეთ ტენიანი სუბტროპიკებიდან საქართველოს აღმოსავლეთით კახეთის რეგიონის მაღალმთიან ტერიტორიამდე (0.2-0.5°C), შესაბამისად (The Second National Communication Climate Change of Georgia, 2009; Tavartkiladze K., Begalishvili N., Tsintsadze T., Kikava A., 2012). მოცემული ტემპერატურები გასათვალისწინებელია, რადგან გლობალური დათბობის პროცესის გახანგრძლივების შემთხვევაში, ტემპერატურამ შესაძლებელია კიდევ მოიმატოს და სამი-ოთხი ათეული წლის შემდეგ მიაღწიოს 2°C და მეტს. ამიტომ, საჭიროა წინასწარ იყოს ცნობილი, რა გავლენას მოახდენს იგი ქვეყნის ეკონომიკის დარგებზე, განსაკუთრებით აგრარულ სექტორზე. ტემპერატურის 3-4°C-ით და მეტით მატებამ შეიძლება გამოიწვიოს ამჟამად არსებულ, ადაპტირებულ მცენარეებზე ნეგატიური ზემოქმედება, განსაკუთრებით დაბლობ ადგილებში ზღვის დონიდან 300-600 მ სიმაღლემდე. რადგან, ასეთ ადგილებში სითბოს კიდევ უფრო მეტი რაოდენობა დაგროვდება. ამიტომ, ისეთი მონყვლადი (მაღალი ტემპერატურისადმი მგრძნობელობა) კულტურების, როგორცაა მარცვლეული, ხეხილოვანი, ბოსტნეული და სხვა ნორმალური პროდუქტიულობა გართულდება.

წინამდებარე ნაშრომზე მუშაობა მეტ-ნაკლებად პრობლემატური ხასიათის იყო, მაგრამ გლობალური დათბობის პირობებში, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარება-პროდუქტიულობის აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილების გამოვლენისადმი დიდმა ინტერესმა და აგრომეტეოროლოგია-აგროკლიმატოლოგიაში მიღებული მეთოდების

შესაბამისად გამოყენების გამოცდილებამ განაპირობა დასახული მიზნების განხორციელება.

ნაშრომზე მუშაობის პერიოდში მხარდაჭერისათვის ავტორები მადლობას უხდებიან გარემოს ეროვნული სააგენტოს თანამშრომლებს: ფიზ. მათ. აკად. დოქტორს ნატო კულტალაძეს რეგიონალური კლიმატური მოდელის სოციალურ ეკონომიკური განვითარების A1 სცენარის (2020-2049 წწ.) გამოყენებისათვის, აგრეთვე სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორს გიზო გოგიჩაიშვილს აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენებით (2010-2017 წწ.) ოპერატიული უზრუნველყოფისათვის.

მიუხედავად იმისა, რომ აგროკლიმატურ გამოკვლევებს საქართველოში მნიშვნელოვანი ისტორია გააჩნია, კლიმატის თანამედროვე ცვლილების გათვალისწინებით წინამდებარე ნაშრომი მონოგრაფიის სახით ქართულ ენაზე შესრულებულია პირველად. მას გააჩნია საინტერესო ასპექტები სოფლის მეურნეობაში კლიმატის თანამედროვე გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, რომლის პირობებშიც გვინევს ცხოვრება და აქტიური სამეურნეო საქმიანობა. ამიტომ, ავტორებს აქვთ რეალური მოლოდინი, რომ გაჩნდება პოზიტიური კითხვები და მოსაზრებები, რომელთა დაკმაყოფილებას შეეცდებიან კეთილგანწყობით.

შესავალი

ხანგრძლივი მეცნიერული მსჯელობის საფუძველზე, მკვლევარები მივიდნენ ისეთ შეთანხმებამდე, რომ კლიმატი უკანასკნელი 150 წლის მანძილზე იცვლება და მისი ექსტრემალური მოვლენები ძირითადად გამოწვეულია გაუთვალისწინებელი ანთროპოგენური ფაქტორით (ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა), (Climate Change - II Assessment report of the IPCC, 1996). გლობალური დათბობის გამომწვევი ტემპერატურის მატება გამორიცხული არ არის მომავალ ათწლეულებშიც გაგრძელდეს.

გლობალური დათბობის გააქტიურება ძირითადად გასული საუკუნის 70-80-იანი წლებიდან დაიწყო, თუმცა ტემპერატურის მატებამ, როგორც აღინიშნა რამდენადმე უფრო ადრე იჩინა თავი, რის შესახებაც მოცემული დაკვირვებათა ანალიზის საფუძველზე მკაფიოდ არის ჩამოყალიბებული ნაშრომში (ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ., 2013).

აღვნიშნავთ, რომ გლობალური დათბობის მოქმედების პროცესი XXI საუკუნეშიც გრძელდება, ამიტომ გარდაუალი აუცილებლობაა მსოფლიოს უმრავლესი ქვეყნების შეთანხმებით გატარდეს პრევენციული ღონისძიებები ბუნებრივი რესურსების - ნავთობის, ნახშირის, ტყეების მასიურად ჭრის და წვის, აგრეთვე დიდი სამრეწველო ქარხნიდან, ავტოტრანსპორტიდან CO₂ და სხვა სათბური გაზების ემისიების შესამცირებლად. რადგან წვის პროცესში სითბოსთან ერთად გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგა გაზი (CO₂) და სხვა აირები (Hefling G.I., 1990; Bruce J.P., 1990). რის შედეგად ატმოსფეროში შექმნილ ე.წ. „სათბურის ეფექტს“ ემატება კიდევ უფრო მეტი, გადაჭარბებული მოცულობით (რაოდენობით) გაზები. რაც დედამიწის ბუნებრივი სათბურის ეფექტის კანონზომიერად დაბალანსებული მექანიზმის მოქმედებას აბრკოლებს. მიუხედავად ამისა, აღნიშნული გადაჭარბებული, დაგროვილი გაზებისა, მასში მაინც იოლად შემოდის დედამიწაზე მზის მოკლეტალლოვანი სხივები, ათბობს დედამიწის ზედაპირს და აი-

რეკვლევა, როგორც გრძელტალღოვანი (მათბური) სხივები. თუმცა ატმოსფეროს ზედა ფენებიდან CO₂ და სხვა გაზების დიდი რაოდენობით დაგროვების შედეგად კოსმოსში თავისუფლად ვერ გადის, რის გამოც ჰაერის ქვედა ფენაში მიმდინარეობს ტემპერატურის მატება (Climate Change and Food Security: a Framework document FAO, 2007; Бериташвили В., Гуния Г., Инцкирвели Л., Кучава Г., 2002). აღსანიშნავია, რომ CO₂ როგორც დედამიწის სითბოს მარეგულირებელი აირი თანამედროვე ატმოსფეროში არა ერთადერთი სათბურის ეფექტის წყაროს წარმოადგენს (გუნია გ., 2019).

XX საუკუნის ბოლოს ატმოსფეროში CO₂ შემცველობამ 10% გადააჭარბა (Climate Change: Impact Assessment in Agriculture, 2008). ამიტომ გამონაბოლქვების შეზღუდვის გარეშე, ნახშირორჟანგა გაზი (2020-2050 წწ.) შესაძლებელია გაორმაგდეს და ტემპერატურამ 2-3°C-ით მოიმატოს (Будико М., 1980). რაც ხელსაყრელი არ იქნება ეკოლოგიური თვალსაზრისით, რადგან ჰაერის ტემპერატურის თუნდაც 1°C-ის მატებამ შეიძლება გამოიწვიოს დედამიწის ზედაპირის იზოთერმების 20-30 ათეული კილომეტრამდე გადაწევა, რასაც მოყვება სხვადასხვა განედური ცვლილებები (გუნია გ., 2005).

აღნიშნულიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობის პროცესი მსოფლიო ქვეყნების ერთობლივი ძალისხმევით უნდა იქნას დაძლეული (Harpal S. Mavi, Graeme I. Tupper, 2004; Hubbard G., 2007; Human Development Report, 2007-2008); წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია მრეწველობის, ტრანსპორტის, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობის და სხვა მოწყვლადი დარგების წარმოების სტრატეგიის შეცვლა. ამიტომ ჩვენი მიზანია თანამედროვე სოფლის მეურნეობისათვის დაზუსტდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ზონები და მასში შეტანილი იქნას აგროტექნიკური ხასიათის ცვლილებები (გუგავა ე., მელაძე გ., 2007; გუგავა ე., მელაძე მ., 2007; მელაძე მ., 2008; Meladze G., Meladze M., 2009).

წინამდებარე ნაშრომში განიხილება აღმოსავლეთ საქართველოს ხუთი რეგიონის - კახეთის, მცხეთა-მთიანეთის, სამ-

ცხე-ჯავახეთის, ქვემო ქართლის, შიდა ქართლის ზონების (მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი, მაღალმთიანი) აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება კლიმატის გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით, სავეგეტაციო პერიოდში. რადგან, ეს პერიოდი ძირითადად განსაზღვრავს მცენარეთა ზრდა-განვითარებას, მოსავლის ფორმირებას და პროდუქტიულობას.

მითითებული ზონების მიხედვით, გამოყენებულია და დამუშავებულია საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) მიმდინარე (საბაზისო) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები - ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურები და ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ). ასევე, დამუშავებულია მომავლის სცენარის მონაცემები, ტემპერატურის 2°C -ით მატება (2020-2049 წწ.), რომელიც მიღებულია რეგიონალური კლიმატური მოდელით - RegCM-4 და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სცენარით - A1. მოდელი აპრობირებულია და გამოყენებული იქნა კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის საქართველოს მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში (The Third National Communication Climate Change of Georgia, 2015). ყველა ზემოაღნიშნული რეგიონის ზონებში ჰაერის ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით $<10^{\circ}\text{C}$ -ის ქვევით გადასვლის თარიღის დადგენა წარმოებდა შესაბამისი განტოლებებით:

$$y = -2.4x + 79 \text{ (გაზაფხულზე),}$$
$$y = 3.2x - 33 \text{ (შემოდგომაზე).}$$

განტოლებებში - y არის გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ტემპერატურის $>10^{\circ}\text{C}$ -ის ზევით $<10^{\circ}\text{C}$ -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღები; x - გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ორი თვის ანუ თითოეული თვის საშუალო ტემპერატურების შეკრებილი ჯამი (გაზაფხულზე თებერვალ-მარტის ან მარტი-აპრილის, შემოდგომაზე სექტემბერ-ოქტომბრის ან ოქტომბერ-ნოემბრის), პირველი თვის საშუალო ტემპერატურა უნდა იყოს 10°C -ზე ნაკლები,

მეორე თვის - 10°C-ზე მეტი (Meladze M., Meladze G., 2015; Meladze G., Meladze M., Elizbarashvili N., Meladze G., 2016).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, სამეცნიერო ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე სავეგეტაციო პერიოდისათვის, გლობალური დათბობის პირობებში გამოგვევლინა აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილების ტენდენცია - მატება/კლება. კერძოდ, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე), აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების, ასევე ჰიდროთერმული კოეფიციენტების (ჰთკ) დროში ცვლილების დინამიკის განსაზღვრა ტრენდის მეთოდის გამოყენებით. აგრეთვე, ჩვენს მიზანს შეადგენდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარება-პროდუქტიულობისათვის აგროკლიმატური ზონების გამოყოფა, ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით, მიმდინარე (საბაზისო) და მომავლის სცენარის, ტემპერატურის 2°C -ით მატების (2020-2049 წწ.) გათვალისწინებით. გარდა ამისა, ამ უკანასკნელი სცენარის ტემპერატურის შესაბამისად მოსავლის და ფენოლოგიური ფაზების დადგომის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების პრაქტიკული გამოყენება.

საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე განლაგებული ხუთი საკვლევი რეგიონიდან, სამი (კახეთი, მცხეთა-მთიანეთი, შიდა ქართლი) მდებარეობს 300-600 მ სიმაღლიდან დიდი კავკასიონის სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ მთის კალთების 2000-2300 მ და მეტ სიმაღლეზე (ზღ.დონიდან), ხოლო ორი რეგიონი (ქვემო ქართლი, სამცხე-ჯავახეთი) - საქართველოს სამხრეთით ზღ.დონიდან 300 მ-დან 2000-2300 მ და მეტ სიმაღლეზე. მოცემული რეგიონების ზონები (გარდა სამცხე-ჯავახეთისა, სადაც მშრალი სუბტროპიკული ზონა არ არის) ხასიათდება მშრალი სუბტროპიკული ტიპის კლიმატით ზღ.დონიდან 300-600 მ სიმაღლემდე, მთის ზომიერი ტიპის კლიმატით - 700-1400 მ სიმაღლემდე, მაღალმთის კონტინენტური ტიპის კლიმატით - 1500-2300 მ და მეტ სიმაღლემდე.

ზემოაღნიშნული მიზნების შესრულებისათვის, ამ ზონებისათვის მიმდინარე (საბაზისო) და შემუშავებული სცენარით,

ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ჰაერის დღელამური თვის საშუალო ტემპერატურების დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების შედეგად, დადგენილი იქნა გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით და შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ მდგრადი გადასვლის თარიღები. მიღებულ თარიღებს შორის განისაზღვრა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, ასევე, სხვა აგროკლიმატური მახასიათებლები. კერძოდ, სავეგეტაციო პერიოდისათვის წლების მიხედვით, გამოთვლილია ატმოსფერული ნალექების თვის ჯამები თბილი პერიოდში (IV-X), მაღალმთიანისათვის (V-IX); აგრეთვე მცენარეთა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდისათვის (VI-VIII), რადგან ამ პერიოდში ძირითადად მიმდინარეობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ფორმირება და სანაყოფე კვირტების ჩასახვა. გარდა ამისა, ამ პერიოდში ხშირად დაიკვირვება გვალვები. აღნიშნული, გამოთვლილი აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამებიდან განისაზღვრა ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (ჰთკ), აგრომეტეოროლოგია-აგროკლიმატოლოგიაში გ.სელიანინოვის აპრობირებული მეთოდით.

თავი I

კახეთის რეგიონი

1.2. აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

კახეთი უაღრესად მნიშვნელოვანი რეგიონია სოფლის მეურნეობის მრავალი დარგის განვითარებისა და წარმოებისათვის. მას გააჩნია მნიშვნელოვანი პოტენციური მემარცვლეობის, მევენახეობის, მეხილეობის, ეთერზეთოვანი და ზეთოვანი ტექნიკური კულტურების, მებოსტნეობა-მებაღეობის, მებაღეურმეობის, მეფუტკრეობის, მეცხოველეობის და სხვა სოფლის მეურნეობის დარგების განვითარებისათვის. რეგიონში მათი ნორმალური განვითარებისათვის არსებობს ხელსაყრელი ნიადაგური და აგროკლიმატური რესურსები. თუმცა, უკანასკნელ პერიოდში გლობალური დათბობის პირობებში არ არის ცნობილი, შესაბამისი მეცნიერულად დასაბუთებული კვლევებით თუ როგორ შეიცვლება მათი ნორმალური ზრდა-განვითარების აგროკლიმატური მახასიათებლები. რომელთა ცვლილების გამოვლენა რეალობიდან გამომდინარე აუცილებლობაა, რათა დროულად შემუშავდეს ნეგატიურად შეცვლილი ძირითადი აგროკლიმატური მახასიათებლების გავლენისადმი შესაბამისი რეკომენდაციები.

კახეთის რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული ზონა ვრცელდება ლაგოდეხი-ყვარელის ტერიტორიების ტიპიური მშრალი სუბტროპიკებიდან (ნახევრად ტენიანსაც აკუთნებენ) დასავლეთით თელავის ტერიტორიის ჩათვლით ახმეტამდე. იგი ასევე, ვრცელდება გურჯაანიდან დასავლეთით და სამხრეთ-აღმოსავლეთით დედოფლისწყარომდე. მოცემულ ზონაში საშუალო აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა -11, -12°C არ აღემატება, რაც მშრალი სუბტროპიკული კულტურების კრიტიკულ (დამაზიანებელ) ზღვართან ახლოსაა. თუმცა, აღნიშნული ზონის ფარგლებში მითითებული კულტურების გავრცელების შესაძლებლობას არ ზღუდავს. აქედან გამომდინა-

რე, მოგვყავს რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების მიხედვით მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1). აგრეთვე, მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.), ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატება კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით (Meladze G., Meladze M., 2016; Meladze G., Meladze M., 2017).

ცხრილის 1.1.1 ანალიზიდან გამომდინარე, კახეთის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში, ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 2.IV (საბაზისო), ხოლო 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 4.XI. მომავლის სცენარით გათვალისწინებული ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 24.III, ხოლო 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 16.XI (ცხრილი 1.1.2).

ცხრ. 1.1.2 კახეთის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით)

რეგიონი, ზონა	მეტეო-სადგური	ჰაერის ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ჰაერის ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი (>10°C)
კახეთი, მშრალი სუბტროპიკული	ყვარელი	24.III	16.XI	237	4586
მთიანი	საგარეჯო	1.IV	8.XI	221	3890
მაღალმთიანი	ომლო (ახმეტა)	22.V	29.IX	130	1748

მაშასადამე, გაზაფხულზე სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი 9 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა სცენარის მიხედვით 12 დღით გვიან მთავრდება საბაზისოსთან შედარებით. ე.ი. მშრალი სუბტროპიკულ ზონაში სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 216 დღიდან 237 დღემდე ანუ 21 დღით (ცხრილი 1.1.2).

მოცემულ ზონაში ვეგეტაციის პერიოდის გახანგრძლივებისას (21 დღით) მომავლის სცენარით (2020-2049), ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამის მატება მოსალოდნელია 500°C. მომატებული ტემპერატურა არ მოახდენს არსებით ნეგატიურ გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე, პირიქით შეიძლება ხელი შეუწყოს მშრალი სუბტროპიკული კულტურების ნორმალურ განვითარებას, პროდუქტიულობას, ნაყოფების სრულფასოვან (ხარის-ხოვნად) მომწიფებას, ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობით უზრუნველყოფის შემთხვევაში.

მთიან ზონაში, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 11.IV (საბაზისო), ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 27.X (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1). სცენარით, 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 1.IV, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა აღინიშნება 8.XI (ცხრილი 1.1.2). ცხრილიდან ჩანს, რომ გაზაფხულზე ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარით), 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი 10 დღით ადრე იწყება, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა სცენარის მიხედვით 12 დღით გვიან დაიკვირვება საბაზისოსთან შედარებით (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1, 1.1.2). როგორც ვხედავთ, მთიან ზონაში სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 199 დღიდან 221 დღემდე, ე.ი. 22 დღით. რაც შეეხება ტემპერატურათა ჯამის ცვლილებას, 2°C-ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამმა შეიძლება მოიმატოს 450°C-ით. აღნიშნული მახასიათებლებიდან გამომდინარე, მთიანი ზონისათვის შეიქმნება ხელსაყრელი პირობე-

ბი სხვადასხვა სახეობის სასოფლო-სამეურნეო კულტურის განვითარებისა და გავრცელებისათვის, ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის შემთხვევაში.

მაღალმთიან ზონაში გლობალური დათბობა ანალოგიურ გავლენას ახდენს აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე. ცხრილი 1.1.1-ის მიხედვით, გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი 29.V აღინიშნება, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 20.IX. სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლა დაიკვირვება 22.V, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 29.IX (ცხრილი 1.1.2).

ცხრილის მიხედვით გაზაფხულზე, სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლა 7 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 9 დღით გვიან. მაშასადამე, ვეგეტაციის პერიოდი მოსალოდნელია გახანგრძლივდეს 114 დღიდან 130 დღემდე ანუ 16 დღით. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის (>10°C) მატება მოსალოდნელია 250°C-მდე, რაც უკეთესი აღმოჩნდება აგროკულტურებისათვის, სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისათვის და სხვა.

მაღალმთიან ზონაში სავეგეტაციო პერიოდის მოსალოდნელი გახანგრძლივება 5-6 დღით უფრო ნაკლებია მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებთან შედარებით. რაც უკავშირდება ზღ.დონიდან სიმაღლის მიხედვით ჰაერის ტემპერატურის კანონზომიერ კლებას. მიუხედავად ამისა, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გახანგრძლივებული დღეების პირობებში (16 დღე), გაზაფხულზე 7 დღე, შესაძლებელი იქნება სათიბ-საძოვარი ბალახების ვეგეტაციის ადრე დაწყება და მომთაბარე მეცხოველეობის შემზადება საძოვრებზე გადასაყვანად. შემოდგომაზე გახანგრძლივებული (9 დღით) დღეების პირობებში შესაძლებელია სათიბებიდან მეტი ყუათიანი საკვების მომზადება ზამთრისათვის, ასევე სხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის წარმართვა. ეს ზონა ხელსაყრელია აგრეთვე შვრიის, ქერის და კენკროვანი კულტურების გავრცელებისათვის.

მოცემული რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისთვის დამუშავებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ($>10^{\circ}\text{C}$) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფები. მაგალითად, მიმდინარე (საბაზისო) მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მასალები (1948-2017 წწ.), ასევე საპროგნოზო მომავლის სცენარის (ტემპერატურის 2°C -ით მატება) მონაცემები (2020-2049 წწ.), რომელთა კლიმატური პარამეტრები გამოთვლილია RegCM-4 მოდელით და A1 სცენარის მიხედვით. აქედან გამომდინარე, დადგენილია გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით და შემოდგომაზე 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღები. ამ თარიღებს შორის დაჯამებულია და მიღებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე), სადაც თითოეული ზონის (სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი) სავეგეტაციო პერიოდისათვის შედგენილი ნომოგრამებიდან (თავი VIII, ნახაზი 8.1.1., 8.1.2) საშუალო ტემპერატურის ჯამის მიხედვით (ცხრილი 1.1.1, 1.1.2) გამოთვლილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფები (%). რის საფუძველზე, შეიძლება შეფასდეს მოცემული ზონა სავეგეტაციო პერიოდში თუ რამდენჯერ იქნება ტემპერატურის ჯამით და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობით (დღეები) უზრუნველყოფილი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის და სხვა სახის აგროტექნიკური სამუშაოების ჩასატარებლად ყოველ ათ და მეტ წელში (ცხრილი 1.1.3, 1.1.4).

ცხრ. 1.1.3 კახეთის რეგიონის აქტიურ ტემპარატურათა ჯამები
($>10^{\circ}\text{C}$) სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
ყვარელი, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	3690	3750	3910	4090	4210	4370
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	4030	4130	4400	4590	4730	4970
საგარეჯო, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	3040	3100	3260	3440	3560	3720
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	3330	3430	3700	3890	4030	4270
ახმტა (ომლო), მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	1100	1160	1320	1500	1620	1780
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	1190	1290	1560	1750	1890	2130

ცხრ. 1.1.4 კახეთის რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
ყვარელი, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	196	200	209	216	222	230
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	220	224	232	237	242	250
საგარეჯო, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	179	183	192	199	205	213
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	204	208	216	221	226	234
ახმცა (ომლო), მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	94	98	107	114	119	127
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	113	117	125	130	135	143

მოცემული რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში ცხრილი 1.1.1-დან გამომდინარე, ატმოსფერული ნალექები ვეგეტაციის პერიოდში (IV-X) დამაკმაყოფილებელია (ყვარელის და ლაგოდეხის ზონა), ხოლო დედოფლისწყაროს მიმართულებით, თელავის, გურჯაანის და ახმეტისაკენ რამდენადმე არადამაკმაყოფილებელია, შესაბამისად ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მახასიათებლებიც. ამიტომ, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) გლობალური დათბობიდან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისა და მოსავლის შენარჩუნებისათვის, მითითებულ პერიოდში საჭიროა ნიადაგის ერთხელ მორწყვა და კულ-

ტივაცია. აღნიშნულ უნაღვექობის პერიოდს (VI-VIII) ასევე, განიცდის მთიანი და მაღალმთიანი ზონებიც, თუმცა მაღალმთიანი ნაკლებად. მიუხედავად ამისა, მაინც დგება ანალოგიური ღონისძიებების გატარების აუცილებლობა გვალვების შემთხვევაში. კახეთის რეგიონი მონყვლადია (ბასილაშვილი ც., 2014), სადაც მცენარეთა განვითარების ფენოლოგიურ ფაზებს ატმოსფერული ნაღვექები იშვიათად ემთხვევა. ამიტომ გვალვები ზოგჯერ მცენარეებთან ერთად ანადგურებს მოსავალსაც. სავეგეტაციო პერიოდში საჭირო ხდება მდ.ალაზნის წყლის რესურსების ხარჯვის პროგნოზირება დროის სხვადასხვა ინტერვალისათვის. კერძოდ, სარწყავი მინათმოქმედებისათვის IV-IX პერიოდში, IV-VI პერიოდში და VII-IX პერიოდში. თუმცა, წყლის რესურსების პროგნოზირება უფრო ეფექტურია მცენარეთა აქტიური ვეგეტაციის VI-VIII პერიოდში. რადგან ამ უკანასკნელის თვეებში ძირითადად დაიკვირვება გვალვები.

როგორც ვხედავთ, გლობალური დათბობის გავლენა ასახულია საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური რესურსების მახასიათებლებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ნაშრომის (ელიზბარაშვილი ნ., მეესენი ჰ., ხოეციანი ა., მელაძე გ., კოლერი თ., 2018) მიხედვით, გლობალურმა დათბობამ საგანგაშო სახე მიიღო XX საუკუნის 80-იანი წლებიდან. ამასთან დაკავშირებით, მოგვყავს აღმოსავლეთ საქართველოს, კახეთის რეგიონის ტერიტორიაზე ჩატარებული გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემები, სადაც ჩვენს მიერ გაანალიზებული, დამუშავებული და მიღებული იქნა აგროკლიმატური მახასიათებლები (აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნაღვექების ჯამები და სხვა). იგი მოიცავს კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების (გლობალური დათბობის) საწყის პერიოდს, გასული საუკუნის 70-80-იან წლებს. საიდანაც ძირითადად დაიწყო მისი გავლენა მინისპირა ჰაერის ფენაში ტემპერატურის მატებაზე და აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე (აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნაღვექების ჯამებზე და სხვა). ამ მახასიათებლების ცვლილების ნათლად

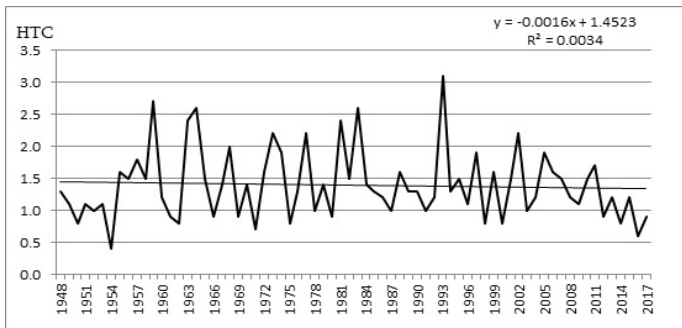
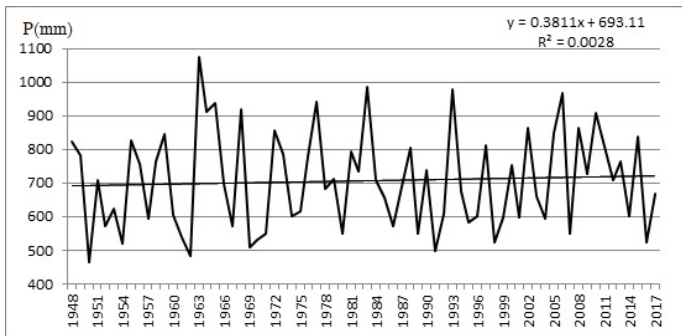
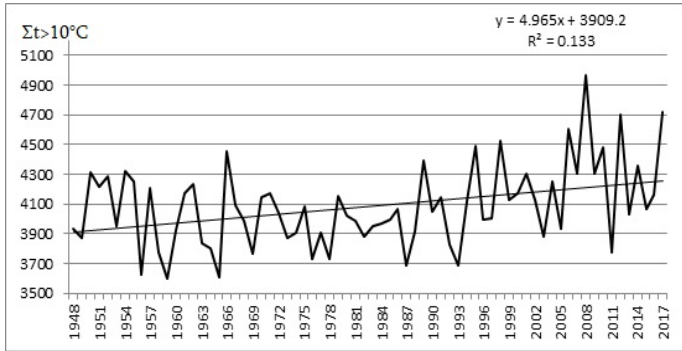
ნარმოდგენის მიზნით, ზემოაღნიშნული სამოცდაათწლიანი პერიოდის მონაცემები გაყოფილი იქნა ორ 35-წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარებისათვის. I - პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წწ., II - პერიოდი 1983-2017 წწ. (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.5).

მოცემული ცხრილის ანალიზიდან ჩანს, რომ რეგიონის ყველა ზონაში აგროკლიმატური მახასიათებლები მეორე პერიოდში შეცვლილია პირველ პერიოდთან შედარებით. მაგალითად, ტემპერატურის 10°C -ის ზევით დადგომის თარიღი მეორე პერიოდში ადრე იწყება და გვიან მთავრდება, პირველ პერიოდთან შედარებით. ამავე პერიოდთან შედარებით 5 დღით მომატებულია სავსეცეცხლო პერიოდის ხანგრძლივობა მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში, მთიანში - 8 დღით, მაღალმთიანში - 11 დღით. ასევე, მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$), აღნიშნული ზონების შესაბამისად 177°C , 236°C , 233°C . ატმოსფერული ნალექები (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (ჰოტკ) თბილ პერიოდში (IV-X), გარდა მშრალი სუბტროპიკული ზონისა შემცირებულია. მაღალმთიანი ზონისათვის ატმოსფერული ნალექები მოცემულია V-IX პერიოდისათვის, რადგან თბილი პერიოდი (ტემპერატურის 10°C -ის ზევით) მოცემულ თვეებში დაიკვირვება გვიან და მთავრდება ადრე. ამიტომ მითითებულ ვადებშია (V-IX) ჩატარებული ნალექების დაჯამება, მათი მცენარეების მიერ რეალურად გამოყენებისათვის.

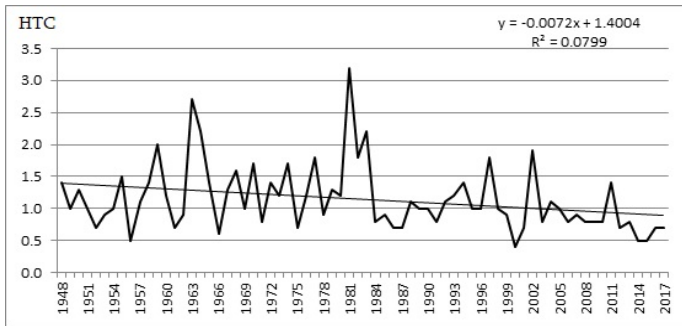
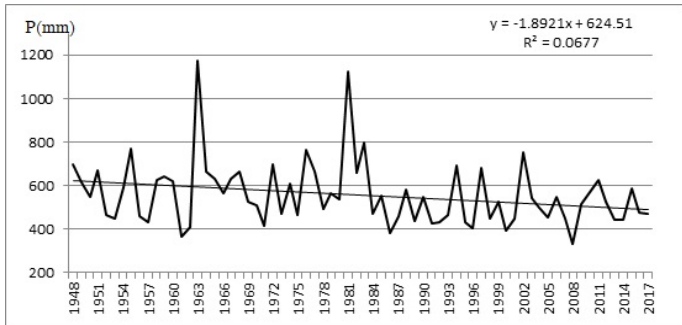
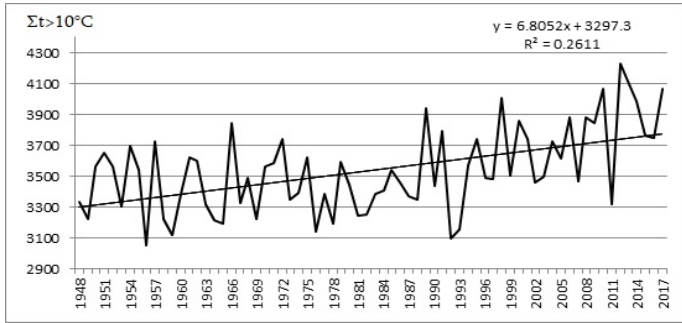
ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ბოლო 35 წლის მანძილზე ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში ოდნავ მომატებულია, ჰიდროთერმული კოეფიციენტები შენარჩუნებულია, ხოლო მთიან და მაღალმთიან ზონებში შემცირებულია (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.5). მიუხედავად ამისა, მომავალში ნალექები თუ აღნიშნული რაოდენობით შენარჩუნდა, მაშინ მარცვლელი, ხეხილოვანი, ბოსტნეულ-ბალჩეული და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებისათვის, ცალკეულ წლებში ერთი-ორჯერ მორწყვის ფონზე მისი რაოდენობა დამაკმაყოფილებელი აღმოჩნდება.

მთიან და მაღალმთიან ზონებში აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ატმოსფერული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები შემცირებულია, განსაკუთრებით მთიან ზონაში (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.5), რაც აღნიშნულ პერიოდში გვალვების გახშირებაზე მიუთითებს. ამიტომ ამ პერიოდში საჭირო იქნება სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა.

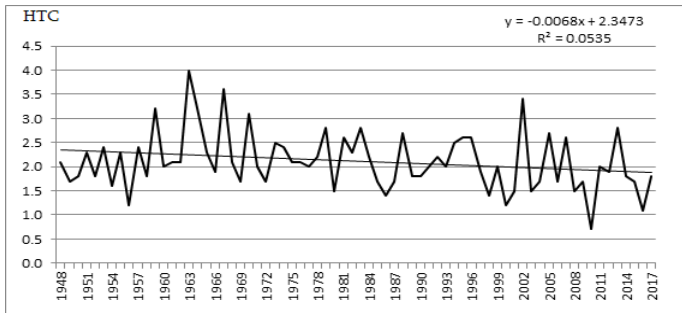
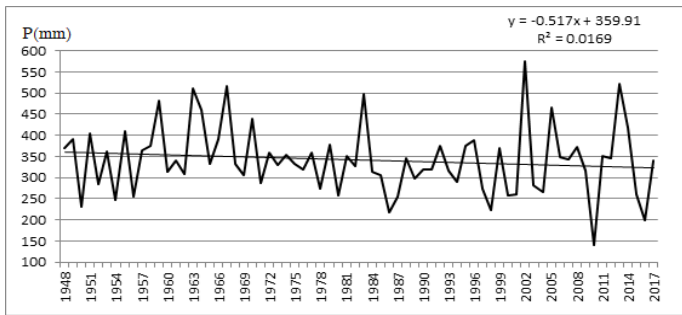
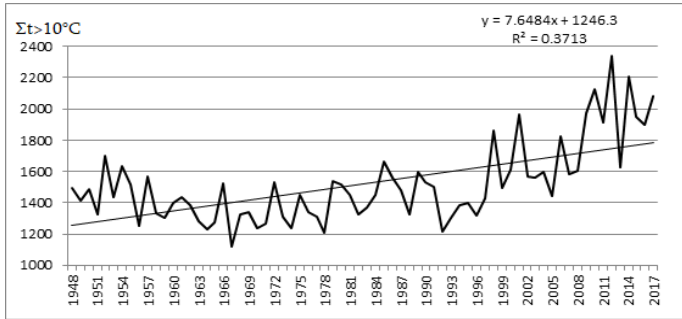
კახეთის რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე, გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები, თბილ პერიოდში (IV-X). აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) გამოთვლილია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, რაც გამოსახული იქნა ტრენდებით. ზონების შესაბამისად გამოვლენილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების, ხოლო ატმოსფერული ნალექების ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლების ტენდენციები, გამონაკლისია მშრალი სუბტროპიკული ზონა, სადაც ნალექების რაოდენობა, როგორც აღინიშნა ოდნავ მომატებულია (შენარჩუნებულია). დანარჩენი აგროკლიმატური მახასიათებლების მსვლელობის დინამიკა თითქმის ერთმანეთის მსგავსია (ნახაზი 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3).



ნახ. 1.1.1 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, ყვარელი)



ნახ. 1.1.2. აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მთიანი ზონა, საგარეჯო)



ნახ. 1.1.3. აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოუმ-ს მსვლელობის დინამიკა (მაღალმთიანი ზონა, ომალო)

ტრენდების განტოლებებიდან გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიური ტემპერატურები, ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში (IV-X) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები VI-VIII პერიოდში (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.6).

მოცემული ცხრილის მიხედვით, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში აქტიური ტემპერატურის ჯამის ნამატი 1948 წლიდან 2017 წლის ჩათვლით შეადგენს 280°C , მთიან ზონაში - 291°C , ხოლო მაღალმთიანში - 246°C (ცხრილი 1.1.6). ნალექების ჯამი მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში მომატებულია 37 მმ., მთიან და მაღალმთიან ზონებში 145-31 მმ-ით (შესაბამისად) შემცირებულია. როგორც ჩანს, მეტნაკლებად მიმდინარეობს როგორც ატმოსფერული ნალექების კლება, ისე აქტიური ტემპერატურების მატება.

გლობალური დათბობის პირობებში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ცვლილება, თუ მატების ტენდენციით გაგრძელდა, 4-5 ათეული წლის შემდეგ მიმდინარე (საბაზისო) ტემპერატურის ჯამმა შეიძლება საკმაოდ სოლიდურ ნამატს მიაღწიოს (300°C და მეტს). სადაც ტემპერატურის ჯამმა შეიძლება მოიმატოს $4400-4500^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტით, მთიან ზონაში - $3700-3800^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტით, ხოლო მაღალმთიანში 1700°C და ოდნავ მეტით. მოცემული ტემპერატურების მატება შესაძლოა ხელსაყრელი აღმოჩნდეს მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის, რადგან აღნიშნულ ზონებში დაიკვირვება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ნაკლებობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის. როგორც ვხედავთ, მოცემულ ზონებში ჯერჯერობით ატმოსფერული ნალექების კლების ტენდენცია შეინიშნება. აქედან გამომდინარე, თუ არ იქნება ტემპერატურის ჯამის მატებისას შესაბამისი ნალექების რაოდენობა, მცენარეების განვითარება შეფერხდება. თუმცა, მელიორაციული ღონისძიებების გატარებით, ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფის შემთხვევაში, იქ სადაც მთიანი რელიეფი ამის საშუალებას იძლევა, პრობლემა დაძლეული იქნება.

უნდა აღინიშნოს, რომ გლობალური დათბობა ყველა იმ სფეროს მოიცავს, სადაც მისი გავლენით მოსალოდნელია პო-

ზიტიური თუ ნეგატიური ცვლილებები. მაგალითად, მცენარეული საფარის მინისპირა ჰაერის ფენაში ტემპერატურის მატება შეიძლება ხელსაყრელი აღმოჩნდეს მცენარეთა დაავადების გამომწვევი მავნე-ორგანიზმების 2-3-ჯერ მეტი ახალი თაობების გამრავლებისათვის. ისინი შეიძლება გაჩნდნენ იმ ადგილებში, სადაც ადრე არ შეინიშნებოდნენ. ყოველივე ეს პრობლემებს შეუქმნის სოფლის მეურნეობის მუშაკებს, აგროფერმერებს, განსაკუთრებით ენტომოლოგებს, ფიტოპათოლოგებს, სელექციონერებს და სხვა. აქედან გამომდინარე, გადაუდებელი ამოცანა იქნება მათ წინააღმდეგ შესაბამისი ბრძოლის ღონისძიებების გატარება, რათა თავიდან იქნას აცილებული მცენარეთა მოსალოდნელი დაავადებები და მათგან გამომწვეული უარყოფითი შედეგები, რაც 40-50%-ით ამცირებს მოსავალს. კლიმატის თანამედროვე ცვლილების პირობებში, მავნებელ-დაავადებათა გავრცელებისა და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის კომპლექსური ღონისძიებების ფონზე, მოსავლისა და მისი ხარისხის შენარჩუნებისათვის ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგად სადაც თხილის კულტურის მოსავალი შეადგენდა 1.5 ტონამდე, ხარისხობრივმა მაჩვენებელმა შეადგინა 93% და მეტი (გაბრიჩიძე ზ., ბასილია ი., გუნთაძე ნ., 2019).

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, ტემპერატურის მატება და ნალექების შემცირება მნიშვნელოვან კორექტივებს შეიტანს მავნე ორგანიზმების განვითარებაში, მათი რიცხოვნობის მატება/კლებაში, ასევე დაავადებების გავრცელებაში. ამიტომ საჭირო იქნება სისტემური დაკვირვებების ჩატარება, რაც შესაბამისმა სამსახურებმა უნდა უზრუნველყონ, ანუ უნდა განახორციელონ მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები (ალექსიძე გ., ყანჩაველი შ., 2014).

საკვლევი რეგიონის ტერიტორიაზე აგროკლიმატური ზონების გამოყოფის მიზნით, საბაზისოსთან ერთად სცენარისათვის გათვალისწინებულია ტემპერატურის 2°C-ით მატება (მელაძე გ., მელაძე მ., 2013; მელაძე გ., მელაძე მ. თუთარაშვილი მ., 2008), რისთვისაც გამოყენებული იქნა ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღები, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (>10°C) და ზღ.დონი-

დან სიმაღლეები (მ). მონაცემები დამუშავებული იქნა აგრომეტეოროლოგიაში მიღებული მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდის გამოყენებით (Уланова Е.С., 1964). დამყარებული იქნა მჭიდრო კორელაციური კავშირები, საიდანაც შედგენილი იქნა რეგრესიის განტოლებები:

$$n=0.029h+55 \quad (1),$$

ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლის თარიღის დადგენისათვის (საბაზისო);

$$\Sigma T=-30.923n-0.57h+6085 \quad (2),$$

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის განსაზღვრისათვის (საბაზისო);

$$n=0.035h+38 \quad (3),$$

სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება, ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლის თარიღის დადგენისათვის;

$$\Sigma T=-44.25n-0.15h+6742 \quad (4),$$

სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის განსაზღვრისათვის.

მოცემულ განტოლებებში: n დღეთა რიცხვია 1 - თებერვლიდან ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის დადგომის თარიღამდე; h - ზღ.დონიდან სიმაღლე (მ); ΣT - აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$).

განტოლებები საიმედოა, გამოყენებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების მიზნით, შესაბამისი ზონების გამოყოფისას (Meladze G., Meladze M., 2005; მელაძე გ., მელაძე მ., 2010). ზღ.დონიდან ნებისმიერ სიმაღლეზე (მ) განტოლებით (1) განისაზღვრება დღეთა რიცხვი (n), რომელიც უზრუნველყოფს თარიღის დადგენასაც.

მაგალითისათვის. დაუშვათ $h=500$ მ. ამ უკანასკნელის ჩასმით h ნაცვლად (1) განტოლებაში მიიღება 70 დღე. მიღებუ-

ლი რიცხვი (70) გადაითვლება 1 - თებერვლიდან და დადგინდება ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის დადგომის თარიღი 11.IV. ამის შემდეგ (2) განტოლებაში ჩავსვავთ $n=70$ დღე და $h=500$ მ (შესაბამისად), სადაც მათემატიკური მოქმედებით 500 მ სიმაღლეზე მიიღება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) - 3651°C . ანალოგიურად განისაზღვრება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, იგივე სიმაღლეზე (3, 4 განტოლებებით).

კახეთის რეგიონი, როგორც აღინიშნა ჰაერის ტემპერატურის მატების ტენდენციის პირობებში იმყოფება, სადაც ტემპერატურა საშუალოდ მომატებულია 0.5°C -ით. ამიტომ მოცემული რეგიონის ტერიტორიისათვის გათვალისწინებულია მომავლის სცენარი 2020-2049 წლებისთვის, ტემპერატურის 2°C -ით მატება და საბაზისოსთან ერთად, შედარებისათვის გამოყოფილია ხუთი აგროკლიმატური ზონა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

I - ზონა მოიცავს მშრალი სუბტროპიკული ზონის ტერიტორიებს და ვრცელდება ზღ.დონიდან 500 მ სიმაღლემდე. მიმდინარე (საბაზისო) აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 3651°C , ხოლო მომავლის სცენარის (2020-2049) მიხედვით, ჰაერის ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 4211°C . ამ უკანასკნელის შედარებით მაღალი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის გამო, აგროფერმერულ და კერძო სექტორის მეურნეობებში წარმატებით შეიძლება მშრალი სუბტროპიკული ხეხილოვანი კულტურების გავრცელება - წარმოება (ზღ. დონიდან 450-600 მ სიმაღლემდე), კერძოდ, სუბტროპიკული ხურმის, ბრონეულის, ზეთის ხილის, ნუშის, თხილის, კივის (აქტინიდა), ფეიჭოას, მუშმულას, გარგარის, ლელვის, კომშის, რწყავის, პეკანის (ამ უკანასკნელის ყვარლისა და ლაგოდების ზონებისაკენ), აგრეთვე დაფნის, ეთერზეთოვანი და ზეთოვანი კულტურების, მარცვლეულის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო), ვაზის საადრეო და საგვიანო ჯიშების.

სავეგეტაციო პერიოდში, მოცემული ზონა არ არის ამოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფილი, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII). ამიტომ აღნიშნული კულტურების ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელია

ერთწლიანი კულტურების ქვეშ ნიადაგის 2-3-ჯერ მორწყვა, მრავალწლიანების - 1-2-ჯერ.

II - ზონა ნაწილობრივ მოიცავს მშრალი სუბტროპიკული ზონის ზედა საზღვრის ტერიტორიებს და ვრცელდება 1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 2917°C (საბაზისო), ხოლო მომავლის სცენარით, ჰაერის ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 3362°C . მოცემულ ზონაში ხელსაყრელია ვაზის საგვიანო და საადრეო ჯიშების წარმოება 1100-1200 მ სიმაღლემდე. საგვიანო ჯიშებიდან გასავრცელებლად პერსპექტიულია: რქანითელი, საფერავი, მანავის მწვანე, გორული მწვანე და სხვა.

გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით, შემუშავებული სცენარიდან გამომდინარე, ტემპერატურის 2°C -ის მატებისას შიდა კახეთში ხარისხოვანი ღვინომასალის საწარმოო არეალი შეიძლება გაფართოვდეს ზღ.დონიდან 650-850 მ სიმაღლემდე. შერჩეული ნაკვეთის მიხედვით (ზღ.დონიდან 350-650 მ სიმაღლემდე), მაღალი ხარისხის ღვინოების საწარმოო პოტენციალი უფრო მეტად გაიზრდება (ალექსიძე გ., ჯაფარიძე გ., გოგიტიძე ვ., ეპიტაშვილი თ., 2014). აღნიშნული ვაზის გავრცელების საზღვრები და მისი ხარისხიანობის მაჩვენებელი თითქმის ემთხვევა ჩვენს მიერ ვაზისათვის გამოყოფილ მეორე ზონას.

მოცემულ ზონაში ასევე, შესაძლებელია ხორბლის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო), სიმინდის, ბოსტნეულის, ხეხილოვანების და სხვა კულტურების წარმოება. სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამი 560 მმ-მდეა, რაც მთიანი ზონისათვის დამაკმაყოფილებელია, შესაბამისია ჰოკ-ს ტენიანობის აორთქლების საშუალო ბალანსი - 1.6 (ცხრილი 1.1.1). აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ნალექების რაოდენობა შემცირებულია, ასევე, მცირეა ჰიდროთერმული კოეფიციენტი, რაც 1.1 შეადგენს. აქედან გამომდინარე, კულტურების ქვეშ საჭირო იქნება 1-2-ჯერ ნიადაგის მორწყვა.

III - ზონა ვრცელდება 1000 მ-დან 1500 მ სიმაღლემდე, ზღ.დონიდან და მოიცავს მთიან ტერიტორიებს. საბაზისო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2184°C . სცენარით, ჰა-

ერის ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 2510°C . აღნიშნულ პირობებში 1300-1400 მ სიმაღლემდე შესაძლებელი იქნება ვაზის საადრეო ჯიშების - ალექსანდროული (ხვანჭყარა), ძველშავი, ბუდეშური და სხვა ჯიშების გავრცელება. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამით (2500°C) მათი სრული მომნიფება ზონაში გარანტირებულია. ასევე, შესაძლებელია გავრცელდეს ხორბლის, ქერის, კარტოფილის, ბოსტნეულის კულტურები, სიმინდის კულტურა მხოლოდ 1200-1300 მ სიმაღლეზე. მოცემული ზონა ატმოსფერული ნალექების მხრივ თითქმის II ზონის მსგავსია. ამიტომ, როგორც II ზონისათვის აღინიშნა ერთნლიანი კულტურების უკეთესი პროდუქტიულობისათვის, ცალკეულ წლებში საჭიროა ჩატარდეს ერთჯერადი მორწყვა და ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერება ტენის შენარჩუნებისათვის.

IV - ზონა ვრცელდება ზღ. დონიდან 1500-2000 მ სიმაღლემდე და მოიცავს მაღალმთიან ტერიტორიებს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 1451°C (საბაზისო). სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 1663°C . ატმოსფერული ნალექების ჯამი V-IX პერიოდში შეადგენს 342 მმ, აქტიური ვეგეტაციის (VI-VIII) პერიოდში - 265 მმ, ხოლო ჰიდროთერმული კოეფიციენტები - 2.4 და 2.2 ნალექების შესაბამისად. მაღალმთიანი ზონისათვის აღნიშნული ნალექების რაოდენობა და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები რამდენადმე დამაკმაყოფილებელია. მოცემულ პირობებში შესაძლებელია საშემოდგომო ხორბლის კულტურის გავრცელება 1600-1800 მ სიმაღლეზე, ხეხილოვანების - 1500-1600 მ-მდე. ასევე, შესაძლებელია კენკროვანების და მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების და სხვა კულტურების გავრცელება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.17).

V - ზონა ვრცელდება სუბალპური ზონის თითქმის ზედა საზღვრამდე, 2000 მ-დან 2500 მ სიმაღლემდე. მოცემულ მაღალმთიან ზონაში საბაზისო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი აშკარად შემცირებულია 2500 მ სიმაღლეზე (717°C , საბაზისო), ხოლო მომავლის სცენარით, აქტიური ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას მოსალოდნელია - 814°C . რაც კარტოფილის, ბოსტნეულის, ქერის, შვრიის, კენკროვანი კულტურების (შავი და ნითელი მოცხარის), კუნელის, უეკლო ქაცვის წარმოებისათ-

ვის, აგრეთვე მეცხოველეობის წვნიანი ძირხვენა საკვების („კუუზიკუ“, „ესკო“), სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის არარენტაბელურია. ზღ.დონიდან 2300 მ სიმაღლეზე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი დაახლოებით 1010°C -მდეა (საბაზისო), თუმცა ამ ტემპერატურაზეც აღნიშნული კულტურების წარმოება ნაკლებად პროდუქტიული იქნება. იმავე სიმაღლეზე (2300 მ) მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი მოსალოდნელია 1153°C , რაც უკეთესი იქნება ამ ზონაში ზემოაღნიშნული კულტურების წარმოებისათვის. მაღალმთიანი V ზონა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობით და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მაჩვენებლებით დამაკმაყოფილებელია. იგი აგროკლიმატური მახასიათებლებით თითქმის მსგავსია IV ზონის.

ჩატარებული გამოკვლევებიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობა გარკვეულ გავლენას ახდენს აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე - ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების ($>10^{\circ}\text{C}$) მატებაზე, სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივებაზე, ატმოსფერული ნალექების (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების (სავეგეტაციო პერიოდში) კლებაზე, რაც იწვევს აგროკლიმატური ზონების ცვლილებას. მიუხედავად ამისა, გათვალისწინებული მომავლის სცენარი (2020-2049), ტემპერატურის 2°C -ით მატება არსებით გავლენას ვერ მოახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე იმ შემთხვევაში, თუ აღნიშნულ მომატებულ ტემპერატურას იგი არ გადააჭარბებს. პირიქით, შეიძლება უკეთესი აღმოჩნდეს ზონების ტრანსფორმაციისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელებისათვის, ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით, 200-300 მ უფრო მაღლა არსებულ საბაზისო ზონებთან შედარებით (ცხრილი 1.1.7).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია აგროფერმერებმა და კერძოსექტორის მინათმოქმედებმა მეტი ყურადღება დაუთმონ ბიოორგანული მეურნეობების შექმნას, სადაც შეიძლება ახალი ბიოტექნოლოგიების გამოყენებით მიიღონ ეკოლოგიურად სუფთა, ხარისხოვანი მაღალი პროდუქცია (Gachokidze R., 2018). აღნიშნული მეურნეობები დიდი მონონებით სარგებლობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში.

თავი II

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

2.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის სოფლის მეურნეობა მნიშვნელოვანია ეკონომიკური თვალსაზრისით, რაც გამოიხატება მოსახლეობის სოციალური და ეკონომიკური დონის უზრუნველყოფაში. მიუხედავად, საკმაოდ რთული მთაგორიანი რელიეფისა და აქედან გამომდინარე, შექმნილი სხვადასხვა ტიპის კლიმატური პირობებისა აქ შესაძლებელია მარცვლეულის, ხეხილოვანების, ვაზის, ბოსტნეული კულტურების, მეფუტკრეობის, მეცხოველეობის და სხვა სასოფლო-სამეურნეო მიმართულების კიდევ უფრო განვითარება და ხარისხოვანი, მაღალი მოსავლის მიღება (Meladze G., Meladze M., 2013). აღიარებული კლიმატის გლობალური ცვლილების პირობებში არ არის შესაბამისი მეცნიერულად დასაბუთებული გამოცდილება, შეიცვლება თუ არა მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე აღნიშნული კულტურების ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობის აგროკლიმატური მახასიათებლები. ამიტომ მიზანშეწონილია მათი ცვლილების გამოვლენა, რათა დაისახოს აგროკლიმატური მახასიათებლების უარყოფითი გავლენის მიმართ შემარბილებელი (მითიგაციური) ღონისძიებები და შემუშავდეს შესაბამისი რეკომენდაციები.

უნდა აღინიშნოს, რომ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში მშრალი სუბტროპიკული ზონა ვრცელდება მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე სამხრეთ-დასავლეთით და ნაწილობრივ აღმოსავლეთით, ასევე ვრცელდება მცხეთიდან დასავლეთით და ჩრდილო-დასავლეთით, სადაც აქტიური ტემპერატურის ჯამი მომავლის სცენარით, 2°C-ის მატებისას შეადგენს 3986°C. ზონაში საშუალო მინიმალური ტემპერატურა 12°C-მდეა. ეს უკანასკნელი ტემპერატურა არ წარმოადგენს

კრიტიკულს (დამაზიანებელს) მშრალი სუბტროპიკული კულტურებისათვის.

აღიარებული გლობალური დათბობის პირობებში, არ არსებობს შესაბამისი მეცნიერულად დასაბუთებული მეცნიერული გამოკვლევები, რაც დაადასტურებს შეიცვლება თუ არა მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობის განმსაზღვრელი აგროკლიმატური მახასიათებლები.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, მოყვანილია რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების მიხედვით, მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1) და მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.), ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატება, გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (ცხრილი 2.1.2).

ცხრ. 2.1.2 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აგროკლიმატური მახასიათებლები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით)

რეგიონი, ზონა	მეტეო-სადგური ზღ.დონიდან სიმაღლე (მ)	ჰაერის ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ჰაერის ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი ($\geq 10^{\circ}\text{C}$)
მცხეთა-მთიანეთი, მშრალი სუბტროპიკული	მცხეთა, 460	31.III	7.XI	221	3986
მთიანი	დუშეთი, 922	9.IV	31.X	205	3581
მაღალმთიანი	ყაზბეგი, 1744	12.V	1.X	142	2088

მოცემული ცხრილების 2.1.1., 2.1.2 ანალიზის მიხედვით, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში, ჰაერის აქტიური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 8.IV (საბაზისო), ხოლო 10°C -ის ქვემოთ გადასვლა - 26.X (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1). სცენარით, გათვალისწინებული ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას, 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 31.III, ხოლო 10°C -ის ქვემოთ კი - 7.XI (ცხრილი 2.1.2). როგორც ჩანს, გაზაფხულზე ტემპერატურის 2°C -ით მატების შემთხვევაში, სცენარით ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლა იწყება 8 დღით ადრე, ხოლო შემოდგომაზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ქვემოთ გადასვლა (სცენარით) დაიკვირვება 12 დღით გვიან, საბაზისოსთან შედარებით (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1). აქედან გამომდინარე, მოცემულ ზონაში სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა გადიდებულია 201 დღიდან 221 დღემდე ანუ 20 დღით. აღნიშნულ ზონაში ვეგეტაციის პერიოდის გახანგრძლივებისას (20 დღე), მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.) ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) მატება შეადგენს 444°C . ამ ზონაში მომატებული ტემპერატურის ჯამი (444°C) სასარგებლო იქნება მშრალი სუბტროპიკული კულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისა და ნაყოფების ხარისხოვნად მომწიფებისათვის, ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის პირობებში. მომატებული ტემპერატურა მოცემულ ზონაში ხელს შეუწყობს სხვა სახის კულტურების ნორმალურ განვითარება-პროდუქტიულობას, განსაკუთრებით იმ ადგილებში სადაც ტემპერატურით უზრუნველყოფა შეზღუდულია.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მთიან ზონაში, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი 18 აპრილს დაიკვირვება (საბაზისო) (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1), ხოლო სცენარით ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი - 9.IV (ცხრილი 2.1.2). შემოდგომაზე (საბაზისო) 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი 20.X წყდება (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1), ხო-

ლო ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა მთავრდება 31.X (ცხრილი 2.1.2). მაშასადამე, აღნიშნული თარიღები გაზაფხულზე 9 დღით გვიან იწყება (საბაზისო) და შემოდგომაზე 11 დღით ადრე მთავრდება. აქედან გამომდინარე, რეგიონის მთიან ზონაში ვეგეტაციის პერიოდი გახანგრძლივებულია 185 დღიდან 205 დღემდე ანუ 20 დღით (ცხრილი 2.1.1, 2.1.2). ზონაში ვეგეტაციის გახანგრძლივებული დღეები, გაზაფხულზე 9 დღე და შემოდგომაზე 11 დღე ხელსშეუწყობს აგროფერმერებს, ასევე კერძო სექტორის მინათმოქმედებს ხელსაყრელ პირობებში ჩაატარონ აგროტექნიკით გათვალისწინებული სასოფლო-სამეურნეო საგაზაფხულო და საშემოდგომო სამუშაოები.

უნდა აღინიშნოს, აგრეთვე აქტიური ტემპერატურის ჯამის მატების ტენდენცია, სცენარიდან (2°C-ით მატებისას) გამომდინარე, სადაც ტემპერატურის ჯამის მატება შეადგენს 486°C. მთიანი ზონისათვის ასეთი ტემპერატურის ჯამი (>10°C) ხელსაყრელი აღმოჩნდება მცენარეთა განვითარება-გავრცელებისათვის, შესაბამისი ტენიანობის შემთხვევაში.

გლობალური დათბობა გარკვეულ გავლენას ახდენს მაღალმთიანი ზონის აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე. ასე, მაგალითად, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 21.V, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 22.IX (საბაზისო), (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1). გაზაფხულზე, მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლა აღინიშნება 12.V, შემოდგომაზე 10°C-ზე ქვემოთ გადასვლა - 1.X (ცხრილი 2.1.2).

ცხრილების 2.1.1, 2.1.2 ანალიზიდან გამომდინარე, გაზაფხულზე სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით გადასვლა 9 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ზე ქვემოთ გადასვლა 9 დღით გვიან. მაშასადამე, ვეგეტაციის პერიოდი მაღალმთიან ზონაში საკმაოდ შეცვლილია. იგი გახანგრძლივებულია 124 დღიდან 142 დღემდე ანუ 18 დღით. ასევე, მომატებულია ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარი) აქტიურ

ტემპერატურათა ჯამი 460°C-ით. ეს ტემპერატურა დადებითად აისახება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, სხვადასხვა ჯიშების ტყის მცენარეულობის ზრდა-განვითარებაზე, შესაბამისი ტენიანობის პირობებში, რადგან მაღალმთიან პირობებში მცენარეულობა სითბოს ნაკლებობას განიცდიან.

მოცემულ მაღალმთიან ზონაში სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 1-2 დღით შემცირებულია, მშრალ სუბტროპიკულ და მთიან ზონებთან შედარებით. ზემოაღნიშნული გახანგრძლივებული ვეგეტაციის პერიოდის 18 დღე, აქედან გაზაფხულზე 9 დღე ვეგეტაციის ადრე დაწყების შესაძლებლობას იძლევა სათიბ-საძოვარი ბალახებისათვის, საქონლის შესამზადებლად საძოვრებზე გადაყვანისათვის. შემოდგომაზე გახანგრძლივებული 9 დღე საშუალებას იძლევა სათიბებიდან, ზამთრისათვის მეტი ხარისხოვანი თივა იქნას დამზადებული საქონლის გამოსაკვებად. მოცემულ ზონაში წარმატებით შეიძლება ქერის, შვრიის წარმოება, ბოსტნეულისა და კენკროვანი კულტურების გავრცელება.

მოცემული რეგიონის ზონებისათვის მოყვანილია ნომოგრამებიდან (თავი VIII, ქვეთავები 8.1, 8.2) განსაზღვრული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) სხვადასხვა უზრუნველყოფები (%). სადაც მოცემულია განმეორადობები ყოველ ათ და მეტ წელში (განსაზღვრის წესი იხ. თავი VIII, ქვეთავი 8.1). მისი გამოყენება აგროსექტორის მუშაკებს და ფერმერებს დაეხმარება ზონების შესაბამისად აღნიშნული მახასიათებლების განმეორადობის ცოდნაში და ხელს შეუწყობს მათ აგროტექნიკური ღონისძიებების დროულად და სრულყოფილად ჩატარებაში (ცხრილი 2.1.3, 2.1.4).

ცხრ. 2.1.3 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აქტიურ ტემპარატურათა ჯამები (>10°C) სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
მცხეთა, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	3140	3200	3360	3540	3660	3820
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	3430	3530	3800	3990	4130	4370
დუშეთი, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	2700	2760	2920	3100	3220	3380
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	3030	3120	3390	3580	3720	3960
ყაზბეგი, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	1230	1290	1450	1630	1750	1910
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	1530	1630	1900	2090	2230	2470

ცხრ. 2.1.4 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
მცხეთა, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	181	185	194	201	207	215
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	204	208	216	221	226	233
დუშეთი, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	165	169	178	185	191	199
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	188	192	200	205	211	218
ყაზბეგი, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	104	108	117	124	130	138
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	125	129	137	142	147	155

გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, ნაშრომში (Togonidze N., 2015), საინტერესო ფაქტია მოყვანილი, კერძოდ, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ყაზბეგის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, 2002 წლის აღწერიდან ცნობილი იყო, რომ ტყის ზედა საზღვარი მდებარეობდა ზღ. დონიდან 2560 მ სიმაღლეზე. ბოლო წლებში გამოიკვია, რომ ახალგაზრდა არყნარი ტყის აღმონაცენთა ზედა საზღვრის სიმაღლე გაიზარდა ზღ.დონიდან 2685 მ-მდე ანუ აიწია მაღლა 125 მ. რაც იმას ნიშნავს, რომ გლობალური დათბობის შედეგად, ტყის ზედა საზღვარი განიცდის ვერტიკალურ მიგრაციას.

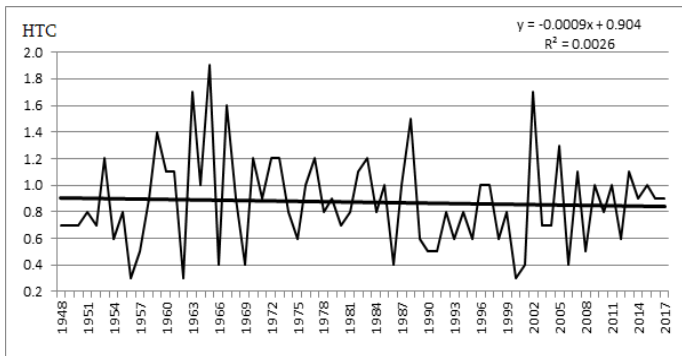
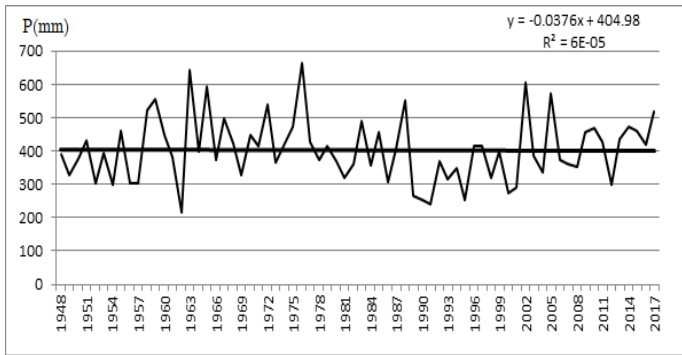
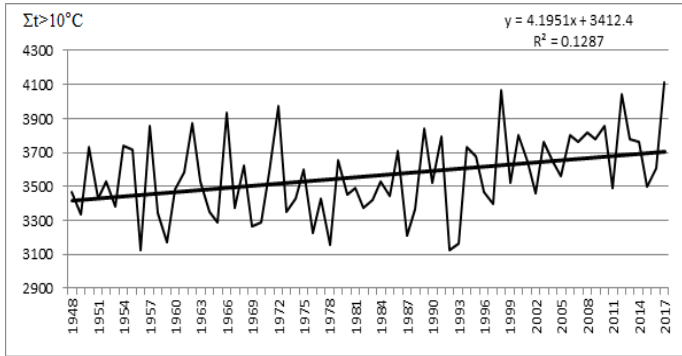
მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული ზონა ატმოსფერული ნალექებით ნაკლებადაა უზრუნველყოფილი. სავეგეტაციო პერიოდში ასევე, ნაკლებია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, მთიან და მაღალმთიან ზონებთან შედარებით (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1.). ამიტომ, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო იქნება ნიადაგის მორწყვა და გაფხვიერება.

კლიმატის გლობალური ცვლილების გააქტიურება ძირითადად იწყება გასული საუკუნის ბოლო წლებიდან (იხ. თავი I), რომლის ზემოქმედება აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე საყურადღებო ხდება. კერძოდ, აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერულ ნალექების ჯამების ცვლილებაზე. აღნიშნული მახასიათებლების და სხვა ცვლილებების გამოვლენისათვის, მოყვანილია (1948-2017 წწ.) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე ჩატარებული მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, გაანალიზებული და დამუშავებული მასალები, რომლებიც მოიცავს გლობალური დათბობის გააქტიურების საწყის პერიოდს (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.5).

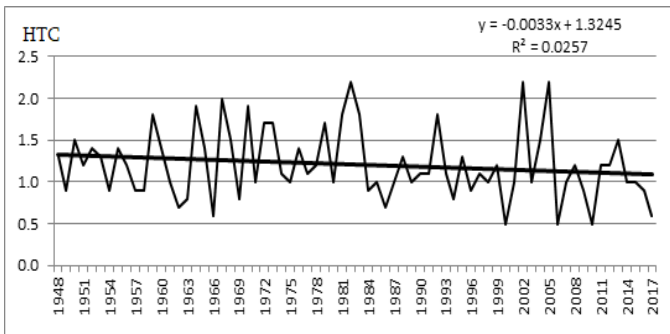
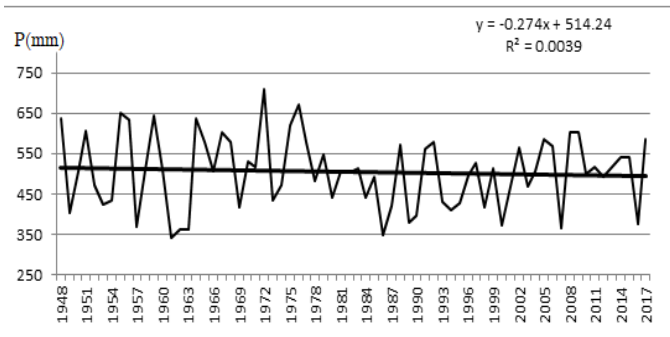
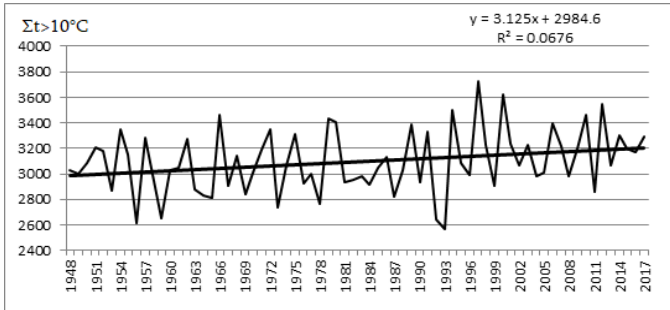
ცხრილში მოცემული სამოცდაათწლიანი მონაცემების მახასიათებლები წარმოდგენილია ორ 35 წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარების მიზნით. I - პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წწ., II - პერიოდი 1983-2017 წწ (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.5). ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ყველა ზონაში აღნიშნული მახასიათებლები, მეორე პერიოდში შეცვლილია პირველ პერიოდთან შედარებით. კერძოდ, ყველა ზონაში ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომის თარიღი მეორე პერიოდში რამდენიმე დღით ადრე იწყება და გვიან მთავრდება პირველ პერიოდთან შედარებით. მეორე პერიოდში მომატებულია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 5-8 დღით (ზონების შესაბამისად) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები მოცემული ზონების შესაბამისად შემდეგია: 130°C, 92°C, 113°C. ასევე, მომატებულია აქტიური ვეგეტაციის (VI-VIII) მეორე პერიოდში აქტიური ტემპერატურების ჯამები - 69°C, 91°C, 34°C, ზონების შესაბამისად. რაც შეეხება ატ-

მოსფერულ ნალექებს და ჰიდროთერმულ კოეფიციენტებს თბილ პერიოდში (IV-X) ყველა ზონის მეორე პერიოდში შემცირებულია - 25 მმ, 27 მმ, 81 მმ, ზონების შესაბამისად. აღვნიშნავთ, რომ მაღალმთიანი ზონისათვის ატმოსფერული ნალექები მოცემულია V-IX პერიოდში, რადგან თბილი პერიოდი (ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომა) მოცემულ თვეებში გვიან იწყება და ადრე მთავრდება. აქდან გამომდინარე, ნალექების გამოყენებისათვის დაჯამება ჩატარებულია მითითებულ ვადებში (V-IX). ცხრილი 2.1.5-ის ანალიზიდან გამომდინარე, უკანასკნელი 35 წლის განმავლობაში ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები რეგიონის ყველა ზონაში (მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი, მაღალმთიანი) მეორე პერიოდის მიხედვით შემცირებულია, განსაკუთრებით მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში. სადაც, ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (წყლის აორთქლების ბალანსი) 1-თან ახლოსაა, მთელ სავეგეტაციო პერიოდში. ხოლო, აქტიური ვეგეტაციის (VI-VIII) მეორე პერიოდში იგი შეადგენს 0,8, რაც გვალვიანობის გახშირებაზე მიუთითებს. ამიტომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარება-პროდუქტიულობისათვის საჭიროა ნიადაგში მცენარეების ფესვთა სისტემის წყლით უზრუნველყოფა. ერთწლიანი მცენარეების მორწყვა რეკომენდირებულია 2-3-ჯერ, მრავალწლიანების 1-2-ჯერ, ასევე ნიადაგის ზედაპირის კულტივაცია-გაფხვიერება.

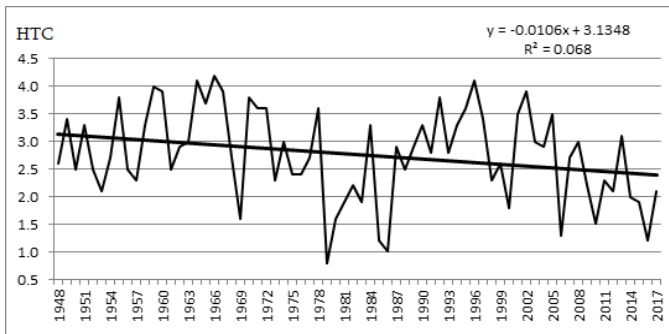
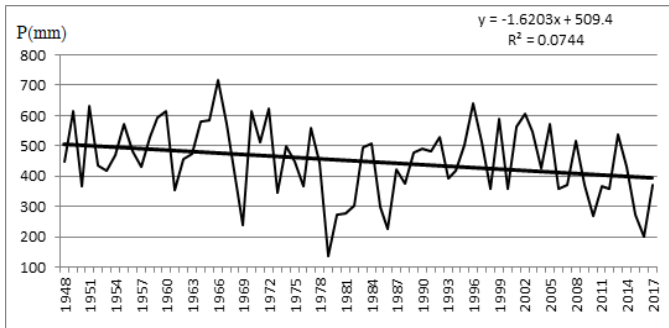
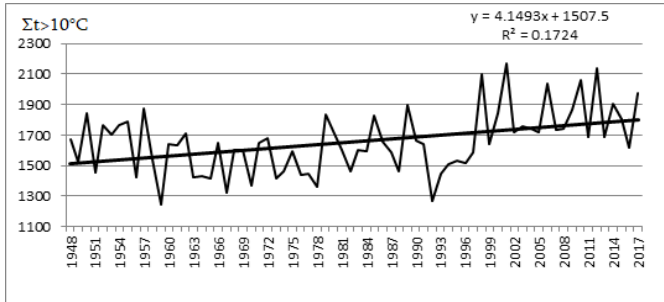
მცხეთა-მთიანეთის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის, ზემოაღნიშნული მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, გაანალიზებული, დამუშავებული და გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები თბილ პერიოდში (IV-X და V-IX), აგრეთვე ჰიდროთერმული კოეფიციენტები აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII). მათი მსვლელობის დინამიკა გამოსახული იქნა ტრენდებით (ნახაზი 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3).



ნახ. 2.1.1 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, მცხეთა)



ნახ. 2.1.2 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, დუშეთი)



ნახ. 2.1.3 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, ყაზბეგი)

შედგენილი ტრენდებიდან ზონების მიხედვით, გამოვლენილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების და ატმოსფერული ნალექების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლების ტენდენციები. ტრენდების განტოლებებიდან გამოთვლილი იქნა აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.6).

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ნამატი 1948-2017 წლებში შეადგენს 289°C , მთიან და მაღალმთიანში - 216°C , 286°C , შესაბამისად. ამავე ზონაში ატმოსფერული ნალექების ჯამი შემცირებულია 3 მმ, ხოლო მთიან და მაღალმთიან ზონებში შემცირებულია 19 და 113 მმ, შესაბამისად.

გლობალური დათბობის პირობებში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მატების ტენდენცია მომავალშიც თუ გაგრძელდა, არ არის გამორიცხული 4-5 ათეული წლის შემდეგ მიმდინარე (საბაზისო) ტემპერატურის ჯამმა მიაღწიოს 350°C და მეტს. მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში ტემპერატურის ჯამმა შეიძლება მიაღწიოს $3900-4000^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტს, ხოლო მთიან ზონაში - $3400-3500^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტს, მაღალმთიანში - $1900-2000^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტს. თუმცა, იგი არ იქნება შემაშფოთებელი მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის, რადგან სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ნაკლებად არიან სითბოთი უზრუნველყოფილი ნორმალური განვითარებისა და მეტი პროდუქტიულობისათვის. ამიტომ პირიქით, შეიძლება სასარგებლოც კი აღმოჩნდეს ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის პირობებში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მოცემულ ზონებში დაიკვირვება ატმოსფერული ნალექების კლების ტენდენცია. ამიტომ, ძირითადად მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში აუცილებელი იქნება, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ერთწლიანი კულტურების ქვეშ ნიადაგის 2-3-ჯერ მორწყვა, მრავალწლიანების - 1-2-ჯერ, ხოლო გვალვის შემთხვევაში ერთხელ დამატებით რწყვა.

აქტიური ტემპერატურების ჯამების მატებამ მცენარეული საფარის მიწისპირა ჰაერის ფენაში შეიძლება გამოიწვიოს მავნებელ-დაავადებათა თაობების 2-3-ჯერ გამრავლება და მა-

თი იმ ტერიტორიებზე გაჩენა, სადაც ადრე მათი გამრავლება-განვითარება არ ფიქსირდებოდა. ამიტომ, სოფლის მეურნეობის მუშაკებმა, განსაკუთრებით შესაბამისი მიმართულების პროფესიონალებმა უნდა იზრუნონ აღნიშნული პრობლემის დაძლევისა და მისი თავიდან აცილებაზე, რადგან მცენარეთა მოსალოდნელი დაავადებებისაგან მოსავალი შეიძლება შემცირდეს 50% და მეტი.

მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიაზე ვერტიკალური ზონების გამოყოფის მიზნით, სადაც შესაძლებელია შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება, გამოყენებულია თავი I, ქვეთავი 1.1-ში მოცემული რეგრესიის განოლებები, რომელთა მიხედვით გათვალისწინებულია მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.) ტემპერატურის 2°C -ით მატება და საბაზისოსთან ერთად, შედარებისათვის გამოყოფილია ხუთი აგროკლიმატური ზონა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7). განტოლებებით ზონების გამოყოფის წესი იხ. ნაშრომის I თავში.

I - ზონა მოიცავს რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ ტერიტორიას, მცხეთის მუნიციპალიტეტიდან სამხრეთ-დასავლეთს, ჩრდილო-დასავლეთ და აღმოსავლეთის მცირე ნაწილს, რომელიც მდებარეობს ზღ.დონიდან 600 მ სიმაღლემდე. აქტიური ტემპერატურის ჯამი 10°C -ის ზევით შეადგენს 3651°C (საბაზისო), ხოლო მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.) ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 4211°C . აღნიშნული ტემპერატურის ჯამის პირობებში ზღ.დონიდან 450-600 მ სიმაღლემდე წარმატებით შეიძლება მშრალი სუბტროპიკული ხეხილოვანი და სხვა კულტურების - სუბტროპიკული ხურმა, ბრონეული, თხილი, ნუში, კაკალი, ზეთის ხილი, ატამი, კივი (აქტინიდია), მუშმულა, გარგარი, კომში, რწყავი, აგრეთვე, ეთერზეთოვანების - ყაზანლიყის ვარდი, ყუასმინი, ლავანდა, ფაჩული, დაფნა გავრცელება-წარმოება. ამავე, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში შესაძლებელია მარცვლეულის, ვაზის საადრეო და საგვიანო ჯიშების გავრცელების არეალის გაფართოება და წარმოება. მოცემული ზონა, როგორც აღინიშნა, სავეგეტაციო პერიოდში, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის (VI-VIII) პერიოდში ნაკლებადაა

უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ნალექებით. ამიტომ, მითითებული კულტურების შეუფერხებელი განვითარებისა და მოსავლის შენარჩუნების მიზნით, საჭიროა ნიადაგის შესაბამისი ტენით უზრუნველყოფა (მორწყვა-კულტივაცია).

II - ზონა ვრცელდება მშრალი სუბტროპიკული ზონის ზედა საზღვრიდან (600 მ) და მოიცავს ტერიტორიებს 1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 2917°C (საბაზისო), ხოლო ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას (სცენარით) - 3362°C . მოცემული ტემპერატურები ხელსაყრელია ვაზის საადრეო (1300-1400 მ სიმაღლეზე) და საგვიანო (1100-1200 მ სიმაღლეზე) ჯიშების გავრცელება-წარმოებისათვის. გლობალური დათბობის პირობებში (ჩხარტიშვილი ნ., 2015) ვაზის კულტურის ვერტიკალური გავრცელების საზღვარმა შეიძლება გადაინაცვლოს ამალღებულ მთიან ზონაში. აღნიშნული მოსაზრება თანხვედრაშია ჩვენს მიერ გამოყოფილ ვაზის გავრცელების ზონებთან. თუმცა, ჩვენ მიუთითებთ მოცემულ ზონებში კონკრეტულად ვაზის სხვადასხვა ჯიშის გავრცელებას ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით.

ამავე ზონაში შეიძლება ხორბლის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო), სამარცვლე სიმინდის, ბოსტნეულის, ხეხილოვანების და სხვა კულტურების ფართოდ გავრცელება-წარმოება.

მოცემული ზონის სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამი საშუალოდ შეადგენს 403 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) - 178 მმ. ჰიდროთერმული კოეფიციენტები შეადგენს 1.1 და 0.9, შესაბამისად (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1). აღნიშნული მახასიათებლები მითითებულ მცენარეთა ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის არ არის საკმარისი. ამიტომ, ნაკლებობის საკომპენსაციოდ უნდა მოხდეს მცენარეების ფესვთა სისტემის წყლით უზრუნველყოფა (ნიადაგის მორწყვა-კულტივაცია).

III - ზონა მოიცავს მთიან ტერიტორიებს და ვრცელდება 1000 მ-დან 1500მ სიმაღლემდე, ზღ.დონიდან. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) საშუალოდ შეადგენს 2184°C , ხოლო სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 2512°C . ამ ზონის ტემპერატურული მახასიათებლებიდან გამომდინარე,

1200-1300 მ სიმაღლემდე შესაძლებელია გავავრცელოთ საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, კარტოფილი, სიმინდი და ბოსტნეული კულტურები. ასევე, 1300-1400 მ სიმაღლემდე ვაზის საადრეო ჯიშები - ალექსანდროული (ხვანჭკარა), ძველშავი, ბუდეშური და სხვა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

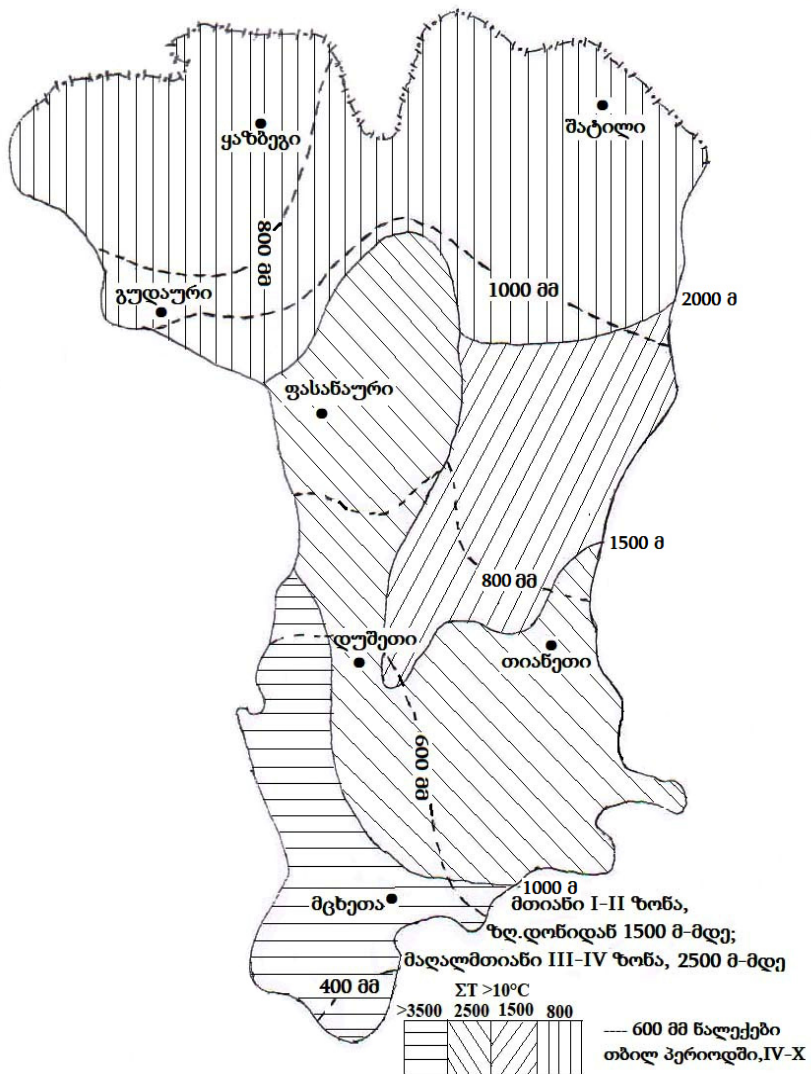
რეგიონის ატმოსფერული ნალექები სავეგეტაციო პერიოდში შეადგენს 509 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში 214 მმ, ჰიდროთერმული კოეფიციენტები - 1.6, 1.2, შესაბამისად. აღნიშნული მახასიათებლები დამაკმაყოფილებელია მითითებული კულტურების განვითარება-პროდუქტიულობისათვის. საინტერესოა, რომ ეს ზონა, კახეთის რეგიონის III ზონის თითქმის მსგავსია.

IV - ზონა ვრცელდება 1500 მ-დან 2000 მ სიმაღლემდე ზღ.დონიდან და მოიცავს მაღალმთიან ტერიტორიებს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) რამდენადმე შემცირებულია და შეადგენს 1451°C (საბაზისო), ხოლო სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 1663°C . მოცემული ტემპერატურების პირობებში შეზღუდულია ვაზისა და სამარცვლე სიმინდის გავრცელება. ატმოსფერული ნალექების ჯამი (V-IX) დაიკვირვება საშუალოდ 476 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) საშუალოდ - 356 მმ. ჰიდროთერმული კოეფიციენტები 3.0 და 2.7 ნალექების შესაბამისად (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1). ზონაში მოცემული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტი მეორე პერიოდში (1983-2017 წწ.) ოდნავ შემცირებულია, თუმცა მაღალმთიანი ზონისათვის დამაკმაყოფილებელია. ამ ზონაში შესაძლებელია საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის გავრცელება 1600-1800 მ და მეტ სიმაღლემდე, საადრეო ხეხილოვანების (ვაშლის, მსხლის და სხვა), ასევე, კენკროვანების (კუნელი, შავი მოცხარი, უეკლო ქაცვი და სხვა) და მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების („კუუზიკუ“, „ესკო“) გავრცელება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

V - ზონა ვრცელდება 2000 მ-დან 2500 მ სიმაღლემდე ზღ.დონიდან. იგი თითქმის სუბალპური ზონის ზედა საზღვარს მოიცავს. ამ ზონაში 2500 მ სიმაღლეზე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) მნიშვნელოვნად შემცირებულია (717°C , საბა-

ზისო). სცენარის მიხედვით, იგი აღწევს 814°C. ასეთი ტემპერატურის პირობებში ქერის, შვრიის, კარტოფილის, ბოსტნეულის, კენკროვანების და მეცხოველეობის ძირხვენა საკვები კულტურების განვითარება და პროდუქტიულობა შეზღუდული და არარენტაბელურია. მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას აქტიური ტემპერატურის ჯამი (>10°C) 2300 მ სიმაღლეზე შეადგენს 1153°C, რაც შედარებით ხელსაყრელ პირობებს უქმნის აღნიშნულ კულტურებს განვითარებისათვის. ზონაში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და ჰიდროთერმული კოეფიციენტი დამაკმაყოფილებელია, იგი IV ზონის თითქმის იდენტურია.

კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით, მოცემული რეგიონის მაგალითზე, მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ), ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის სოფლის მეურნეობის მუშაკებისათვის, პრაქტიკული გამოყენების მიზნით, პირველად იქნა შედგენილი აგროკლიმატური ხასიათის სქემატური რუკა (ნახაზი 2.1.4). სადაც, გამოყოფილია ოთხი ძირითადი აგროკლიმატური ზონა.



ნახ. 2.1.4 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აგროკლიმატური რუკა (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება)

აგროკლიმატური რუკის მიხედვით, I - ზონა ვრცელდება რეგიონის დასავლეთით და სამხრეთ დასავლეთით. იგი მოიცავს მცხეთის რაიონის მშრალ სუბტროპიკულ ქვეზონას ზღ.დონიდან 600 მ სიმაღლემდე, დუშეთის მუნიციპალიტეტის მთიანი ზონის დასავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილების ტერიტორიას, ზღ.დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე. მოცემულ რუკაზე გამოყოფილ ზონებში რეგრესიის განტოლებების გამოყენებით შესაძლებელია ნაშრომის ტექსტში გამოყოფილი აგროკლიმატური ზონების მიხედვით შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება (იხ. ტექსტში გამოყოფილი ამავე რეგიონის აგროკლიმატური ზონები).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობა საკმაოდ მოქმედებს აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილებაზე - აქტიური ტემპერატურების მატება, სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივება, ვეგეტაციის პერიოდში ატმოსფერული ნალექების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების შემცირება. აღნიშნული მახასიათებლების გავლენის შედეგად იცვლება მცენარეთა გავრცელების ზონები. მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.), გათვალისწინებული ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას, არსებითად არ შეიცვლება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარება, თუ გლობალური დათბობის პირობებში ტემპერატურა გათვალისწინებულ 2°C არ გადააჭარბებს.

თავი III

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი

3.1. აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

სამცხე-ჯავახეთი რთული ოროგრაფიული პირობებით ხასიათდება და ზღ.დონიდან დაახლოებით 800 მ-დან 2000 მ და მეტ სიმაღლემდე მდებარეობს. მოცემული რეგიონის ნიადაგურ-კლიმატური პირობები 800 მ-დან 1400 მ სიმაღლემდე ხელსაყრელია მარცვლეულის, ხეხილოვანების, ბოსტნეულის, საადრეო ვაზის და სხვა კულტურების განვითარებისათვის (მელაძე გ., თუთარაშვილი მ., ცერცვაძე შ., მელაძე მ., 2003). აღნიშნული სიმაღლის ზევით 1400-1500 მ-დან 2000 მ და მეტ სიმაღლეზე მითითებული კულტურების წარმოება და პროდუქტიულობა შეზღუდულია, მათი განვითარებისათვის, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამზე მოთხოვნის გამო. ამიტომ, მაღალი ზონის პირობებში დამაკმაყოფილებლად ვითარდება შემდეგი ნაკლებად სითბოსმოყვარული კულტურები: საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია, კომბოსტო, ყვავილოვანი კომბოსტო, კარტოფილი, ბოსტნეული, მათ შორის სურნელოვან- არომატული, კენკროვანები (მაღალი პროდუქტიულობისათვის საჭიროა 1100-1500°C და მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი).

მაღალმთიან რეგიონებში ტემპერატურის, როგორც განვითარების ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორის ნაკლებობა აშკარადაა გამოხატული. ასეთ პირობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების აგროკლიმატურ მახასიათებლებს პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს. აქედან გამომდინარე, გავრცელებული უნდა იქნას ისეთი კულტურები, რომლებმაც უკეთ გაიარეს გამოცდა მაღალმთის პირობებში (Meladze M., Meladze G., V.Trapaidze, 2016). აღნიშნულთან დაკავშირებით, სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტი-

ტუტის აგრომეტეოროლოგიურ ბაზაზე (ზღ.დონიდან 2200 მ სიმაღლეზე, ფარავნის ტბის მახლობლად, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი), ოთხი ათეული წლის მანძილზე ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ (შ.ცერცვაძე, ნ.სტოლიპინი, თ.თურმანიძე, გ.მელაძე, მ.თუთარაშვილი, მ.არდია, ღ.არველაძე, ე.კვაჭანტირაძე, მ.მელაძე, ექსპერიმენტული ბაზის ხელმძღვანელები: დ.ფერაძე, ლ.ვარდიაშვილი, ა.თოდუა, ლ.ნერეთელი) ტარდებოდა სამეცნიერო კვლევები სხვადასხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებაზე და მათ ქიმიურ შემადგენლობაზე. მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის გამოვლენილი იქნა პერსპექტიული ბოსტნეული, სურნელოვან-არომატული, სუფრის და მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენა („კუუზი-კუ“, „ესკო“) კულტურები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ხარისხის და პროდუქტიულობის მაჩვენებლებით. მომავალში, აღნიშნული კულტურების გავრცელება მთიან და მაღალმთიან პირობებში ხელს შეუწყობს მოსახლეობას ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებაში და ადგილზე დასაქმებაში (Meladze G., Meladze M., 2006).

უნდა აღინიშნოს, რომ გლობალური დათბობის პირობებში, არ გვაქვს მეცნიერულად დასაბუთებული შესაბამისი გამოცდილება იმის შესახებ, თუ როგორ შეიცვლება მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე აგროკლიმატური მახასიათებლები, რომლებიც ძირითადად განსაზღვრავენ აღნიშნული კულტურების ზრდა-განვითარებასა და პროდუქტიულობას. აქედან გამომდინარე, აქტუალურია ამ ცვლილების გამოვლენა, რათა შემუშავდეს აგროკლიმატური მახასიათებლების უარყოფითი გავლენის მიმართ შესაბამისი რეკომენდაციები. აღნიშნულთან დაკავშირებით, მოყვანილია რეგიონის მთიანი და მაღალმთიანი ზონების მიხედვით (შენიშვნა: სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში მშრალი სუბტროპიკული ზონა არ გამოიყოფა, რადგან აღნიშნული ზონის შესაბამისი აგროკლიმატური მახასიათებლები არ დაიკვირვება) მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1) და მომავლის სცენარი

(2020-2049 წწ.), ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატება, გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (ცხრილი 3.1.2).

ცხრილიდან 3.1.1 გამომდინარე, რეგიონის მთიან ზონაში, გაზაფხულზე, ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლის თარიღი 21.IV აღინიშნება (საბაზისო). სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 8.IV (ცხრილი 3.1.2).

ცხრ. 3.1.2 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის აგროკლიმატური მახასიათებლები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით)

რეგიონი, ზონა	მეტეო-სადგური	ჰაერის ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ჰაერის ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	კეპტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი (>10°C)
სამცხე-ჯავახეთი, მთიანი	ახალციხე	8.IV	25.X	200	3412
მალაღ-მთიანი	ახალქალაქი	4.V	11.X	160	2125
მალაღ-მთიანი	ფარავანი (ნინოწმინდა)	1.VI	26.IX	117	1292

შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი მთავრდება 15.X (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1), ხოლო 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა დაიკვირვება 25.X (ცხრილი 3.1.2). აქედან გამომდინარე, მთიან ზონაში გაზაფხულზე, 2°C-ით მატებისას (სცენარი) 10°C-ზე გადასვლის თარიღი 13 დღით ადრე იწყება, შემოდგომაზე კი 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 10 დღით გვიან წყდება, საბაზისოსთან შედარე-

ბით (ცხრ. 3.1.1, 3.1.2). როგორც ჩანს, სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 177 დღიდან 200 დღემდე ანუ 23 დღით. აღნიშნული დღეები გაზაფხულზე (13 დღე), შემოდგომაზე (10 დღე) ხელს შეუწყობს სოფლის მეურნეობის მუშაკებს საგაზაფხულო და საშემოდგომო სამუშაოების ორგანიზებულად ჩატარებაში.

ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარი), მოცემულ მთიან ზონაში მომატებულია აგრეთვე, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C) - 447°C, რომელიც სასარგებლოა ნაყოფების სრულფასოვანი მომწიფებისათვის, მაღალხარისხოვანი მოსავლისათვის, მცენარეთა ნორმალური განვითარება-გავრცელებისათვის, განსაკუთრებით იმ ადგილებში, სადაც სითბოს ნაკლებობას განიცდიან სასოფლო-სამეურნეო კულტურები. რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს და ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მაჩვენებლებს ისინი სავეგეტაციო პერიოდში რამდენადმე დამაკმაყოფილებელია, თუმცა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში არასაკმარისია მცენარეების შეუფერხებელი განვითარებისათვის (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1). აღნიშნულ პერიოდში საჭირო იქნება ნიადაგში ტენიანობის გაზრდა (ძირითადად მორწყვითი ღონისძიებით). კლიმატის გლობალური ცვლილებიდან გამომდინარე, ცხადია არ არის დაზღვეული მაღალმთიანი ზონის აგროკლიმატური მახასიათებლებიც. ამიტომ, მნიშვნელოვანია გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ტემპერატურების 10°C-ზე ზევით და ქვემოთ დადგომის პერიოდების და სხვა მახასიათებლების გაანალიზება მაღალმთიან ზონასთან შედარებისათვის. მაგალითად, მოცემულ მაღალმთიან ზონაში, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლის თარიღი აღინიშნება 18.V (საბაზისო), 1716 მ სიმაღლეზე, 2200 მ სიმაღლეზე - 12.VI. გაზაფხულზე, სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 4.V (1716 მ სიმაღლეზე), ხოლო უფრო მაღლა 2100 მ სიმაღლეზე - 1.VI. (ცხრილი 3.1.2). შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა მთავრდება 29.IX (1716 მ სიმაღლეზე), უფრო მაღლა 2100 მ სიმაღლეზე - 14.IX (საბაზისო) (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1), ხოლო შემოდგომაზე 2°C-ით მატებისას (სცენარი) 10°C-ის ქვე-

მოთ გადასვლა მთავრდება 11.X (1716 მ სიმაღლეზე), ხოლო უფრო მაღლა 2100 მ სიმაღლეზე 26.IX. ცხრილების (3.1.1, 3.1.2) ანალიზიდან გამომდინარე, გაზაფხულზე ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარი) ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლა 14 დლით ადრე იწყება, 1716 მ სიმაღლეზე, ხოლო უფრო მაღლა 11 დლით ადრე 2100 მ სიმაღლეზე. შემოდგომაზე, ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 12 დლით გვიან მთავრდება 1716 მ სიმაღლეზე, უფრო მაღლა 12 დლით გვიან 2100 მ სიმაღლეზე. მაშასადამე, ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა მეტნაკლებად მაღალმთიან ზონაშიც იცვლება. იგი გახანგრძლივებულია 134 დლიდან 160 დღემდე, 1716 მ სიმაღლეზე, უფრო მაღლა 94 დლიდან 117 დღემდე, 2100 მ სიმაღლეზე. მაღალმთიან ზონაში გახანგრძლივებული დღეები (23-26 დღე) ხელს შეუწყობს აგროფერმერებს ეფექტურად ჩაატარონ საგაზაფხულო და საშემოდგომო სამუშაოები. ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, მომატებულია აქტიური ტემპერატურის ჯამი - 250°C (1716 მ სიმაღლეზე), უფრო მაღლა - 100°C (2100 მ სიმაღლეზე). მომატებული ტემპერატურები მცირეა, მაგრამ მას მაღალმთიანი ზონის პირობებში მნიშვნელოვანი ნვლილის შეტანა შეუძლია მარცვლეულის, ბოსტნეულის, კენკროვანების, მეცხოველეობის საკვები ძირხვეწა კულტურების და სათიბ-საძოვარი ბალახების განვითარებაში.

მოყვანილია ზონების მიხედვით განსაზღვრული (იხ. თავი VIII, ნახაზი 8.1, 8.2) აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების (>10°C) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) სხვადასხვა უზრუნველყოფათა (%) ცხრილები (3.1.3, 3.1.4), სადაც მითითებულია შესაბამისი მახასიათებლების განმეორადობა პროცენტებში.

ცხრ. 3.1.3 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის აქტიურ ტემპარატურათა
ჯამები (>10°C) სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მუნიციპა- ლიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
ახალციხე, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	2560	2620	2780	2960	3080	3240
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	2850	2950	3220	3410	3550	3790
ახალქალაქი, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	1320	1540	1700	1880	2000	2160
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	1570	1670	1940	2130	2270	2510
ფარავანი (ნინოწმინდა), მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	790	850	1010	1190	1310	1470
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	840	880	1100	1290	1430	1670

ცხრ. 3.1.4 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

მუნიციპა- ლიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
ახალციხე, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	157	161	170	177	183	191
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	175	182	192	200	205	213
ახალქალაქი, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	114	118	127	134	140	148
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	135	140	144	160	168	173
ფარავანი (ნინოწმინდა), მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	74	78	87	94	100	108
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	100	104	112	117	122	130

ცხრილი 3.1.3-ში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 50% (საშუალო) განმეორდება 5-ჯერ ყოველ ათ წელში, 70%-ის შემთხვევაში 7-ჯერ და ა.შ. ანალოგიურად, განმეორდება სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ზონების მიხედვით. აღნიშნულ უზრუნველყოფებს გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისა და შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების სრულყოფილად ჩატარებისათვის.

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მთიანი და მაღალმთიანი ზონები სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექებით, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ნაკ-

ლებადაა უზრუნველყოფილი, რაც აფერხებს მცენარეების ნორმალურ განვითარებას და პროდუქტიულობას. ამიტომ ცალკეულ წლებში მოსავლის ფორმირებისას საჭიროა ნიადაგის მორწყვა, რომლის ფონზე გაუმჯობესდება კულტურების განვითარება.

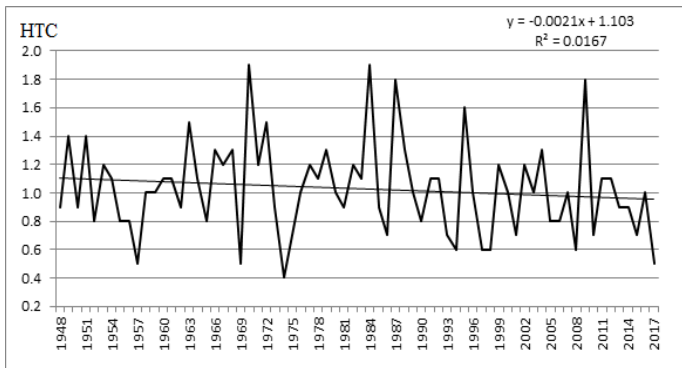
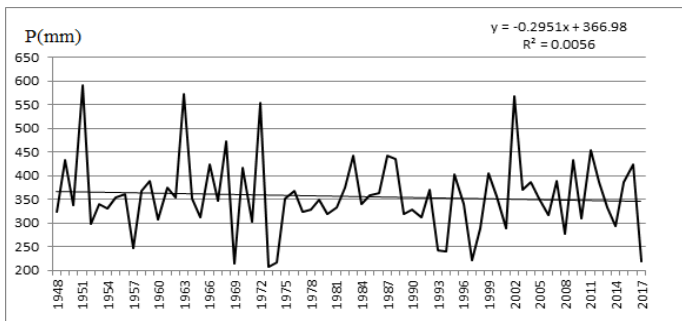
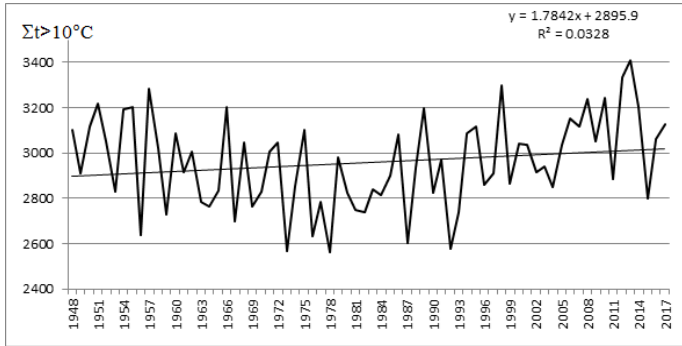
აღვნიშნავთ, რომ გლობალური დათბობის გააქტიურება იწყება გასული საუკუნის ბოლოდან (იხ. თავი I). რომელიც იწვევს აქტიური ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების ჯამების ცვლილებას, ასევე ჰიდროთერმული კოეფიციენტების და სავეგეტაციო პერიოდის ცვლილებას და სხვა, რაც უშუალო კავშირიშია მცენარეების განვითარება-გავრცელებასთან. ამ ცვლილებების გამოვლენის მიზნით, მოყვანილია სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის ტერიტორიაზე ჩატარებული მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა (1948-2017 წწ.) მონაცემების საფუძველზე, გაანალიზებული, დამუშავებული და მიღებული აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.5).

ცხრილში მოცემული სამოცდაათწლიანი პერიოდის მახასიათებლები წარმოდგენილია ორ 35-წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარებისათვის. ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მთიან და მაღალმთიან ზონაში მოცემული ყველა მახასიათებელი მეორე პერიოდში შეცვლილია. მაგალითად, გაზაფხულზე, ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით დადგომის თარიღი რამდენიმე დღით ადრე იწყება და გვიან მთავრდება, პირველ პერიოდთან შედარებით. მომატებულია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაც (დღე), განსაკუთრებით მაღალმთიან ზონაში, მეორე პერიოდში ასევე, მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, ზონების მიხედვით - 97°C , 103°C , 228°C , შესაბამისად. ასევე, მომატებულია აქტიური ვეგეტაციის მეორე პერიოდში აქტიურ ტემპერატურის ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$), (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.5).

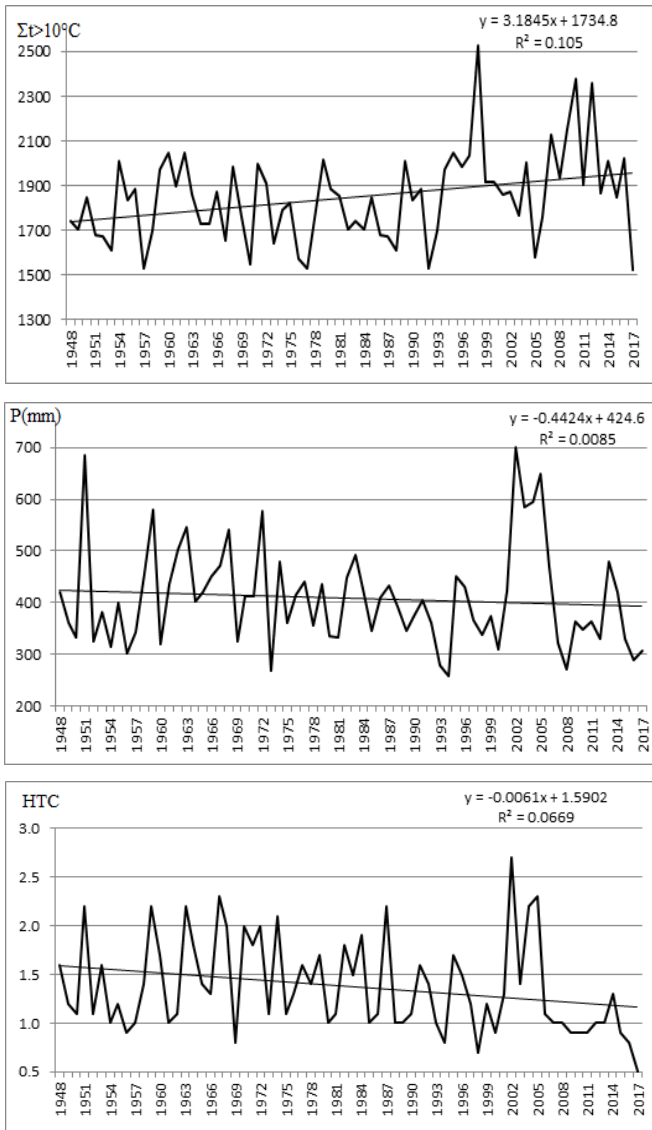
თბილ პერიოდში (IV-X) ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) მეორე პერიოდში შემცირებულია - 8 მმ, 16 მმ, 26 მმ, ზონების შესაბამისად. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ასევე, შემცირებულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (შესაბამისად) მეორე პერიოდში (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.5). აღვნიშ-

ნავთ, რომ მაღალმთიან ზონაში ატმოსფერული ნალექები და-
ჯამებულია V-IX პერიოდში (გამოყენებისათვის იხ. თავი I ან II).
ცხრილი 3.1.5 ანალიზიდან ჩანს, რომ ბოლო 35 წლის მანძილზე
სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მთიან და მაღალმთიან ზონებში
ატმოსფერული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები
ზონების შესაბამისად შემცირებულია, განსაკუთრებით მთიან
ზონაში ჰთკ (წყლის აორთქლების ბალანსი) 1-ის ტოლია, რაც
გვალვის კრიტიკულ ზღვარს მიუთითებს. ასეთ პირობებში,
მცენარეთა ნორმალური განვითარებისათვის და პროდუქტუ-
ლობისათვის საჭიროა ნიადაგიში ტენის გაზრდა, განსაკუთრე-
ბით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VII), ერთწლიანი კულ-
ტურების მორწყვა 3-4-ჯერ, მრავალწლიანების - 1-2-ჯერ. რაც
შეეხება მაღალმთიან ზონებს, აქ ატმოსფერული ნალექები და
ჰიდროთერმული კოეფიციენტები რამდენადმე დამაკმაყოფი-
ლებელია, თუმცა, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), თუ
გვალვა დაფიქსირდა მორწყვა აუცილებელი იქნება.

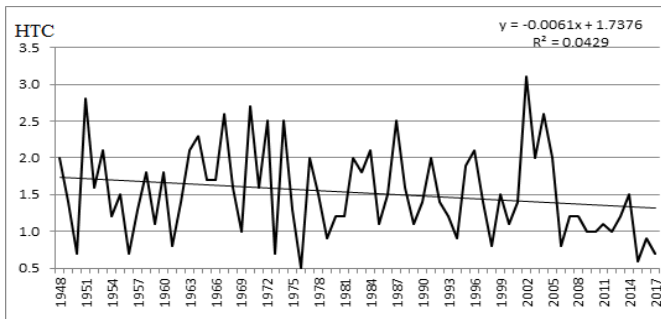
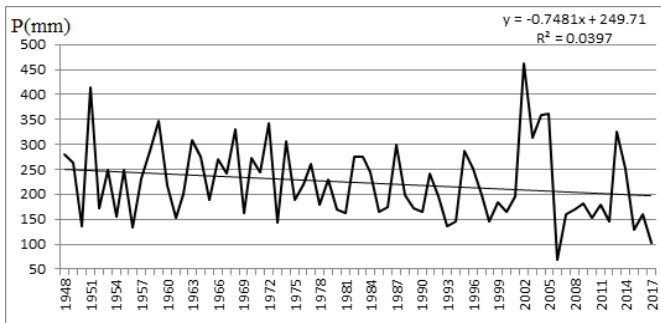
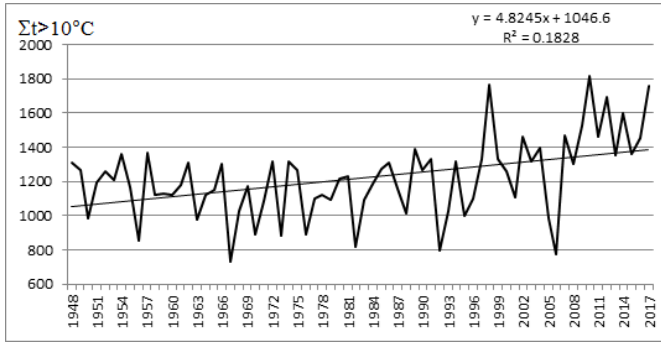
ზემოაღნიშნული აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და
ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები თბილ პერიოდში (IV-X,
V-IX) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მსვლელობის დი-
ნამიკა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) გამოსახული
იქნა ტრენდებით (ნახ. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3).



ნახ. 3.1.1 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მთიანი ზონა, ახალციხე)



ნახ. 3.1.2 აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^\circ\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მაღალმთიანი ზონა, ახალქალაქი)



ნახ. 3.1.3 აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰტკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მაღალმთიანი ზონა, ფარავანი - ნინოწმინდა)

ტრენდების განტოლებებიდან ზონების მიხედვით, გამოანგარიშებულია და ნაჩვენებია აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.6).

ტრენდების მიხედვით, გამოვლენილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) მატების, ატმოსფერული ნალექების ჯამების (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლების ტენდენციები.

მოცემული ცხრილი 3.1.6-ის ანალიზიდან გამომდინარე, მთიან ზონაში ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) ნამატი აღწევს 123°C , ხოლო მაღალმთიანში - $220-333^{\circ}\text{C}$ (ახალქალაქი, ფარავანი - ნინოწმინდა) შესაბამისად. რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს (1948-2017 წწ.) მთიან ზონაში რამდენადმე შემცირებულია 21 მმ-მდე, ვიდრე მაღალმთიანში - 3-5 მმ-მდეა. ასევე, შემცირებულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტებიც (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.6).

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მთიან და მაღალმთიან ზონებში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების ტენდენცია არ იქნება შემაფერხებელი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარება-გავრცელებისათვის, ნიადაგის ტენიანობის შესაბამის პირობებში. მომავალში ტემპერატურის ჯამის მატება თუ გაგრძელდა 2040-2050 წლებისათვის შეიძლება ნამატმა ტემპერატურამ მიაღწიოს $400-500^{\circ}\text{C}$ და მეტს. სავეგეტაციო პერიოდში დაიკვირვება ასევე ატმოსფერული ნალექების კლების ტენდენციაც, რაც გასათვალისწინებელია. ამიტომ, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), ნალექების შემცირების კომპენსირება უნდა მოხდეს მცენარეების 2-3-ჯერ მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარებით, ან მცენარეთა რიგებს შორის ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერებით (სადაც შესაძლებელია), რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს ნიადაგიდან წყლის აორთქლებას. კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, გასათვალისწინებელია ასევე, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მატების ტენდენცია, რადგან არ არის გამორიცხული პრობლემის წინაშე დადგნენ აგროფერმერები, სპეციალისტები - ენტომოლოგები, ფიტოპათოლოგები. აღნიშნული პრობლემის არსის შესახებ იხილეთ თავი I ან თავი II.

მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე ვერტიკალური აგროკლიმატური ზონების გამოყოფის მიზნით, სადაც შესაძლებელი იქნება შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება, გამოყენებული უნდა იქნას საბაზისოს განტოლებებთან ერთად, სცენარის მიხედვით ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას შედგენილი რეგრესიის განტოლებები. საბაზისოს განტოლებებთან შედარებისათვის (იხ. თავი I, ქვეთავი 1.1). მითითებული განტოლებების მიხედვით გამოყოფილია ოთხი აგროკლიმატური ზონა.

I - ზონა მოიცავს ბორჯომისა და ახალციხის მუნიციპალიტეტების მთიან ტერიტორიებს ზღ.დონიდან 800-1000 მ და ოდნავ მეტ სიმაღლეზე. აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) შეადგენს 2917°C (საბაზისო), ხოლო სცენარით, ჰაერის ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 3362°C (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7). მოცემული ტემპერატურის პირობებში შეიძლება გავრცელდეს ვაზის საგვიანო ჯიშები 1000-1100 მ და ოდნავ მეტ სიმაღლეზე, საადრეო ჯიშები - 1300-1400 მ სიმაღლემდე, თესლოვანი (ვაშლი, მსხალი), კურკოვანი (ბალი, ალუბალი) კულტურები, მარცვლეული, ბოსტნეული, კენკროვანები და სხვა.

სავეგეტაციო პერიოდში ზონა ნაკლებადაა უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ნალექებით (357 მმ), ასევე მცირეა ჰიდროთერმული კოეფიციენტებიც, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1). აღნიშნული მახასიათებლები სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის სავეგეტაციო პერიოდში უნდა იყოს არა ნაკლებ $400-500$ მმ. ამ უკანასკნელი ნალექების პირობებში, მთიან და მაღალმთიან ზონებში მცენარეების მორწყვა შეიძლება მხოლოდ გვალვების შემთხვევაში.

II - ზონა მოიცავს მთიან ახალციხის, ასპინძის, ადიგენის და ახალქალაქის ტერიტორიებს, რომელიც ვრცელდება ზღ.დონიდან 1000 მ-დან 1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) აღწევს 2184°C , სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 2512°C . აღნიშნული ტემპერატურების პირობებში შეიძლება გავავრცელოთ საშემოდგომო და სა-

გაზაფხულო ხორბალი, შვრია, ქვავი, სამარცვლე სიმინდი (1200-13000 მ სიმაღლემდე), ხეხილოვანები, კენკროვანები (შავი მოცხარი, უეკლო ქაცვი, არონია, მოცვი და სხვა), ბოსტნეული კულტურები.

მოცემულ ზონაში ატმოსფერული ნალექები თითქმის იგივეა, როგორც პირველ ზონაშია აღნიშნული. ამიტომ, კულტურების ტენით უზრუნველყოფა ძირითადად უნდა მოხდეს გვალვების შემთხვევაში.

III - ზონა მოიცავს ახალქალაქის და ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტების ტერიტორიებს, რომელიც ვრცელდება ზღ.დონიდან 1500-2000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) რამდენადმე შემცირებულია და შეადგენს 1451°C (საბაზისო), ხოლო სცენარით ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 1663°C . ამ ზონაში შეზღუდულია შედარებით სითბოს მოყვარული (ვაზი, სამარცვლე სიმინდი, საგვიანო ხეხილოვანები) კულტურების განვითარება-გავრცელება.

სავეგეტაციო პერიოდში (V-IX) ატმოსფერული ნალექები 1700 მ და ოდნავ მეტ სიმაღლეზე (ახალქალაქი) 409 მმ აღწევს, ზღ.დონიდან უფრო მეტ სიმაღლეზე, 2100 მ (ფარავანი - ნინოწმინდა) - 223 მმ. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) სიმაღლეების მიხედვით ატმოსფერული ნალექების ჯამი შეადგენს 194 მმ და 160 მმ, შესაბამისად (იხ. დანართი, ცხრილი 3.1.1).

მოცემულ ზონაში შეიძლება ხორბლეულის გავრცელება 1600-1800 და მეტ სიმაღლეზე, საადრეო ხეხილოვანების 1500-1600 მ-მდე, კენკროვანების 1800-2000 მ და მეტ სიმაღლეზე, ასევე მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების. აღნიშნული კულტურები, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) მოითხოვს ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფას სასურველი რაოდენობის და ხარისხის მოსავლის მიღებისათვის.

IV - ზონა ვრცელდება 2000 მ-დან 2500 მ სიმაღლემდე. ამ უკანასკნელის სიმაღლეზე ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) აშკარად შემცირებულია. მოცემულ ზონაში ზემოაღნიშნული კულტურების პროდუქტიულობა შეზღუდული და არარენტაბელური იქნება. სცენარის მიხედვით, 2°C -ით მატებისას 2300 მ სი-

მალღებზე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი აღწევს 1153°C , ამ პირობებშიც შედარებით უკეთესი იქნება აღნიშნული კულტურების განვითარება-გავრცელება.

მოცემული ზონის ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში თითქმის იგივეა, როგორიც III ზონაშია. რაც იმას ნიშნავს, რომ ზოგჯერ საჭირო იქნება ნიადაგის ტენიანობის პირობების გაუმჯობესება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, კლიმატის გლობალური ცვლილება გავლენას ახდენს აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე. მიუხედავად ამისა ტემპერატურის 2°C -ით მატება (მომავლის სცენარი, 2020-2049 წწ.) ვერ მოახდენს მნიშვნელოვან ნეგატიურ გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე, თუ მომატებულმა ტემპერატურამ სცენარით გათვალისწინებულ მატებას (2°C -ით) არ გადააჭარბა.

თავი IV

ქვემო ქართლის რეგიონი

4.1. აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

ქვემო ქართლის რეგიონი იმყოფება გავაკეხული, ნაწილობრივ მთიან და მაღალმთიან პირობებში, ზღ.დონიდან 300-1500 მ და მეტ სიმაღლეზე. იგი მნიშვნელოვანი რეგიონია სასოფლო-სამეურნეო თვალსაზრისით. აქ არსებული ნიადაგურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, აწარმოებენ სხვადასხვა სახის მარცვლეულს, ვაზს, ხეხილოვანებს, ბოსტნეულ-ბალჩეულს, ეთერზეთოვან ტექნიკურ, ზოგიერთ მშრალ სუბტროპიკულ და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. რომლებიც იძლევიან გაზრდილი რაოდენობის მაღალხარისხოვან პროდუქციას, რაც აძლიერებს მოსახლეობის ეკონომიკური ცხოვრების დონეს. უკანასკნელ პერიოდში (სამ ათეულ წელზე მეტია) კლიმატის გლობალური შემაშფოთებელი ცვლილების ფონზე, არ არის მეცნიერულად დასაბუთებული, ადექვატური გამოცდილება, თუ როგორ შეიცვლება მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე აგროკლიმატური მახასიათებლები, რასთანაც პირდაპირ კავშირშია ზემოაღნიშნული კულტურების ნორმალური განვითარება და პროდუქტიულობა. ამიტომ, საჭიროა ამ ცვლილების გამოვლენა, რათა შემუშავდეს აგროკლიმატური მახასიათებლების ნეგატიური გავლენის მიმართ შესაბამისი რეკომენდაციები.

მოცემულ ქვემო ქართლის რეგიონში მშრალი სუბტროპიკული ზონა მდებარეობს გარდაბნის რაიონის ტერიტორიაზე ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ჩრდილო-დასავლეთით და ნაწილობრივ რუსთავის ტერიტორიამდე, საიდანაც ვრცელდება ჩრდილო-დასავლეთით თბილისამდე. იგი აგრეთვე, ვრცელდება გარდაბნიდან სამხრეთ-დასავლეთით, ნაწილობრივ მარნეულის და ბოლნისის ტერიტორიებზე. ცნობილი მკვლევარი კ.ხარაძე მარნეულის მინიციპალიტეტის ტერიტორიის დახასიათე-

ბისას აღნიშნავს, რომ ქვემო ქართლის რეგიონის დაბლობი ნა-
ნილის ჰავა მშრალი სუბტროპიკულია, სადაც ზაფხული ცხე-
ლია (ივლისის თვის ტემპერატურაა 24°C და მეტი), ზამთარი
ზომიერად ცივია (იანვრის თვის ტემპერატურაა 0.0°C). აბსო-
ლუტურმა მაქსიმალურმა ტემპერატურამ ცალკეულ წლებში
შეიძლება მიაღწიოს 40°C და მეტს. ატმოსფერული ნალექების
წლიური რაოდენობა შეადგენს 350-400 მმ (ხარაძე კ., 2019).
რეგიონში აღნიშნული ჰავის ტიპი ჩვენს მიერ გამოყოფილი
მშრალი სუბტროპიკული ტიპის კლიმატის არსებობას სრული-
ად ადასტურებს.

ზონაში დაიკვირვება საკმაოდ მაღალი აქტიურ ტემპერა-
ტურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$), განსაკუთრებით გარდაბნის ტერიტო-
რიაზე (4200°C და მეტი), რაც ხელსაყრელია მშრალი სუბტრო-
პიკული კულტურების წარმატებით განვითარებისა და პრო-
დუქტიულობისათვის. ზამთრის აბსოლუტური მინიმალური სა-
შუალო ტემპერატურები (-11 , -12°C) არ ზღუდავს აღნიშნული
კულტურების გავრცელებას. თუმცა, გარდაბანში საშუალოდ
 -13°C დაიკვირვება, რაც შეიძლება 10-15 წელიწადში ერთხელ
განმეორდეს და გამოიწვიოს მხოლოდ ერთწლიანი ნაზარდების
დაზიანება (მელაძე გ., მელაძე მ., 2015).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მოყვანილია რეგიო-
ნის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონე-
ბის მიხედვით, მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებ-
ლები (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1) და მომავლის სცენარი
(2020-2049 წწ.) ჰაერის ტემპერატურის 2°C -ის მატებით, გლო-
ბალური დათბობის გათვალისწინებით (ცხრილი 4.1.2).

ცხრ. 4.1.2 ქვემო ქართლის რეგიონის აგროკლიმატური მახასიათებლები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით)

რეგიონი, ზონა	მეტეო-სადგური	ჰაერის ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ჰაერის ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი (>10°C)
ქვემო ქართლი, მშრალი სუბ-ტროპიკული	გარდაბანი	21.III	16.XI	240	4776
მთიანი	დმანისი	22.IV	22.X	183	2949
მალალმთიანი	წალკა	1.V	12.X	164	2349

ცხრილი 4.1.1-ის ანალიზიდან გამომდინარე, ქვემო ქართლის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში ჰაერის აქტიური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 30.III (საბაზისო), ხოლო 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 4.XI (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1). რაც შეეხება სცენარით გათვალისწინებულ ტემპერატურის 2°C-ით მატებას, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 21.III, ხოლო იგივე სცენარით, 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 16.XI (ცხრილი 4.1.2). მაშასადამე, გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლა სცენარის მიხედვით იწყება 9 დღით ადრე, შემოდგომაზე - 12 დღით გვიან წყდება. როგორც ჩანს, მოცემულ ზონაში ვეგეტაციის პერიოდი გახანგრძლივებულია 219 დღიდან 240 დღემდე ანუ 21 დღით. სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ასევე მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 482°C-ით (ცხრილი 4.1.1, 4.1.2). აღნიშნული ტემპერატურები სასარგებლო იქნება მშრალი სუბტროპიკული კულ-

ტურების ნორმალური განვითარებისა და ნაყოფების სრულფასოვანი მომწიფებისათვის, ნიადაგში მცენარეების ფესვთა სისტემის ტენით უზრუნველყოფის შემთხვევაში. მომატებული ტემპერატურის ჯამი (482°C) ასევე, ხელს შეუწყობს სხვა სახის კულტურების ნორმალურ განვითარებასა და პროდუქტიულობას.

მოცემული რეგიონის მთიანი ზონის პირობებში, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 30.IV. შემოდგომაზე, 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი - 13.X (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1). ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას (სცენარი), გაზაფხულზე 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი მოსალოდნელია 22.IV, შემოდგომაზე 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი - 22.X (ცხრილი 4.1.2). ე.ი. მთიან ზონაში გაზაფხულზე სცენარით ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი 8 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე 10°C -ის ქვემოთ გადასვლა 9 დღით გვიან წყდება საბაზისოსთან შედარებით (ცხრილი 4.1.1, 4.1.2). აქედან გამომდინარე, სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 166 დღიდან 183 დღემდე ანუ 17 დღით. მოცემულ ზონაში, გახანგრძლივებული დღეები (17 დღე), ხელს შეუწყობს აგროსექტორის მუშაკებს, აგროფერმერებს, ასევე კერძო სექტორის მინათმოქმედებს გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ორგანიზებულად და ეფექტურად ჩაატარონ აგროტექნიკით გათვალისწინებული სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები.

ჰაერის ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას (სცენარი), ზონაში ასევე მომატებულია აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) 350°C -ით. რაც შესაძლებელია სასარგებლო აღმოჩნდეს მცენარეთა განვითარება-გავრცელებისათვის ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის პირობებში.

კლიმატის გლობალურ ცვლილებას მთიანი ზონის ანალოგიურად, გავლენა აქვს აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე მაღალმთიან ზონაშიც. კერძოდ, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 12.V, შემოდგომაზე 10°C -ის ქვემოთ გადასვლა მთავრდება 30.IX (საბაზისო, იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1), ხოლო შემოდგო-

მაზე, სცენარით 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლა აღინიშნება 1.V, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა მთავრდება 12.X (ცხრილი 4.1.2).

ცხრილების (4.1.1, 4.1.2) ანალიზის მიხედვით, გაზაფხულზე სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლა 11 დღით ადრე იწყება, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 12 დღით გვიან მთავრდება. როგორც ჩანს, მოცემული რეგიონის მაღალმთიან ზონაში საკმაოდ გახანგრძლივებულია სავეგეტაციო პერიოდი - 141 დღიდან 164 დღემდე ანუ 23 დღით. ასევე, მომატებულია ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარი) აქტიური ტემპერატურის ჯამი (>10°C) 350°C-ით. ეს ნამატი ტემპერატურის ჯამი გააუმჯობესებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებასა და პროდუქტიულობას, ასევე სხვა მცენარეულობის პირობებს, რადგან ისინი მაღალმთიანი ზონის პირობებში ნაკლებად არიან სითბოთი უზრუნველყოფილი.

ზემოაღნიშნული გახანგრძლივებული ვეგეტაციის პერიოდის 23 დღე, აქედან გაზაფხულზე 11 დღე, შესაძლებლობას იძლევა ადრე დაიწყოს ზოგიერთი საგაზაფხულო, სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები: ნიადაგში სასუქების შეტანა, ბოსტნეულის თესვა, ჩითილების გადარგვა და სხვა. ასევე, მოსალოდნელია სათიბ-საძოვარი ბალახების ვეგეტაციის ადრე დაწყება და ცხოველების შემზადება საძოვრებზე გასაყვანად. შემოდგომაზე გახანგრძლივებული 12 დღე, საშუალებას იძლევა სათიბებიდან, ზამთრისთვის დამზადდეს მეტი ხარისხიანი თივა ცხოველებისათვის, ასევე შეიძლება სხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარება.

მოცემული რეგიონის ზონებში (მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი, მაღალმთიანი) სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებისათვის მნიშვნელობა აქვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის უზრუნველყოფას. რადგან აღნიშნული მახასიათებლები უნდა აკმაყოფილებდეს მის მოთხოვნილებას, წინააღმდეგ შემთხვევაში მცენარის განვითარება არ მიმდინარეობს ნორმალურად. ამასთან დაკავშირებით მოყვანილია აქტიურ ტემპერატურათა

ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) სხვადასხვა უზრუნველყოფები (%), (ცხრილი 4.1.3, 4.1.4), რომელიც განსაზღვრულია ნომოგრამებიდან (იხ. თავი VIII, ქვეთავი 8.1, ნახ. 8.1.1, 8.1.2).

ცხრ. 4.1.3 ქვემო ქართლის რეგიონის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$) სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მუნიციპალიტეტი, ზონა	ნელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
გარდაბანი, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	3890	3950	4110	4290	4410	4570
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	4220	4320	4590	4780	4920	5160
დმანისი, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	2200	2260	2420	2600	2720	2880
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	2390	2490	2760	2950	3090	3330
წალკა, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	1600	1660	1820	2000	2120	2280
	2020-2049 სცენარი, 2°C -ით მატება	1790	1890	2160	2350	2490	2730

ცხრ. 4.1.4 ქვემო ქართლის რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
გარდაბანი, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	199	203	212	219	225	233
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	223	227	235	240	245	253
დმანისი, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	146	150	159	166	172	180
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	166	170	179	183	188	196
ნალკა, მალაღმთიანი	1948-2017 საბაზისო	121	125	134	141	147	155
	2020-2050 სცენარი, 2°C-ით მატება	147	151	159	164	169	177

ცხრილებში (4.1.3, 4.1.4) მოცემული უზრუნველყოფები პროცენტების მიხედვით, აჩვენებს განსაზღვრული მახასიათებლების განმეორადობებს ყოველ ათ და მეტ წელში (სასურველია განსაზღვრის წესის გაცნობა VIII თავში).

უნდა აღინიშნოს, რომ ქვემო ქართლის რეგიონი სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექებით არ არის უზრუნველყოფილი. ასევე, მცირეა ჰიდროთერმული კოეფიციენტებიც, განსაკუთრებით მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში. ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები კიდევ უფრო მცირეა ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1).

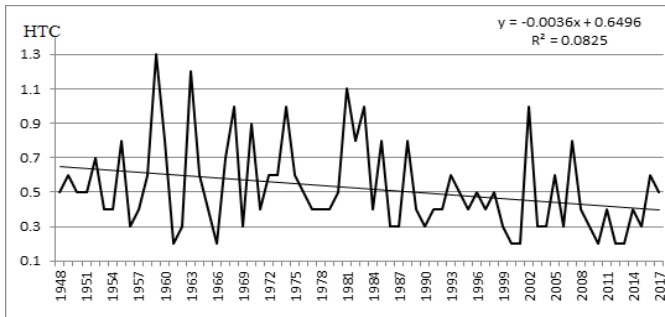
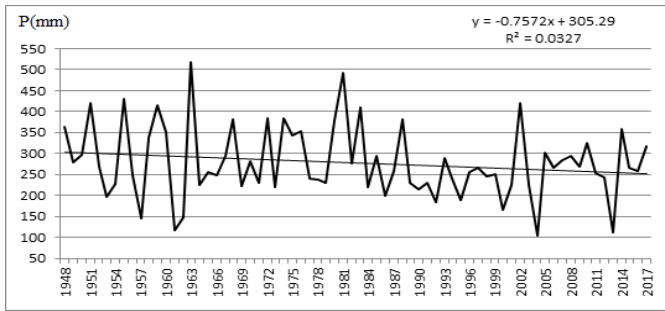
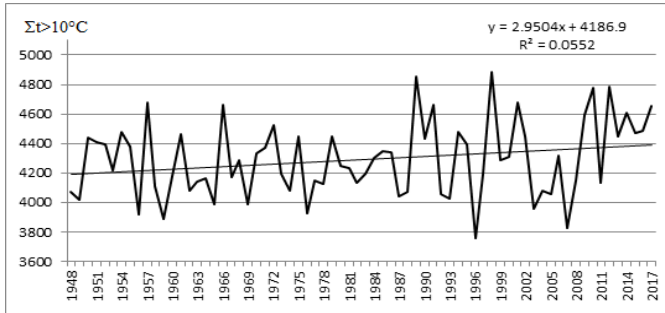
გლობალური დათბობის პირობებში აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე გამოვლენილია ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების კლების ტენდენცია, ყოველ ათ წელიწადში 1-3% სიჩქარით. განსაკუთრებით ნალე-

ქების შემცირების დაჩქარება აღინიშნება ქვემო ქართლში 5% ყოველ ათ წელში (შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტულუში ნ., 2014). ამიტომ, რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური განვითარებისათვის და მოსავლის შენარჩუნებისათვის საჭიროა ნიადაგის მორწყვა და კულტივაცია - ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერება.

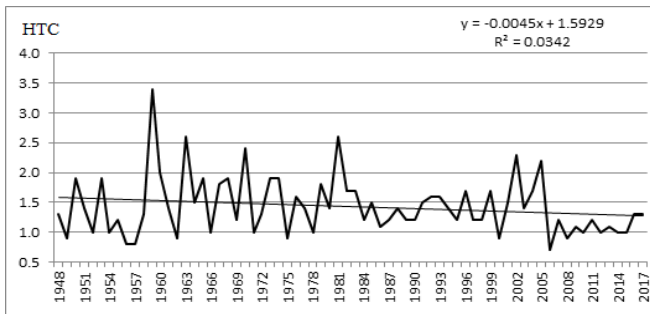
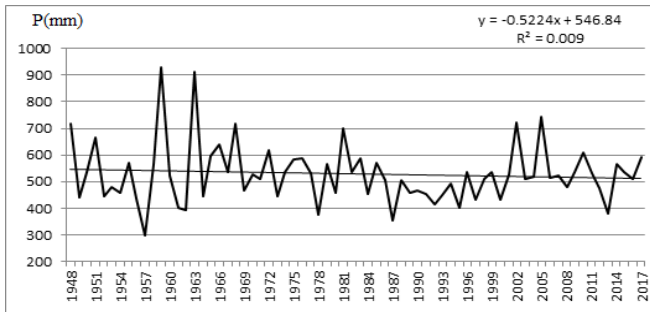
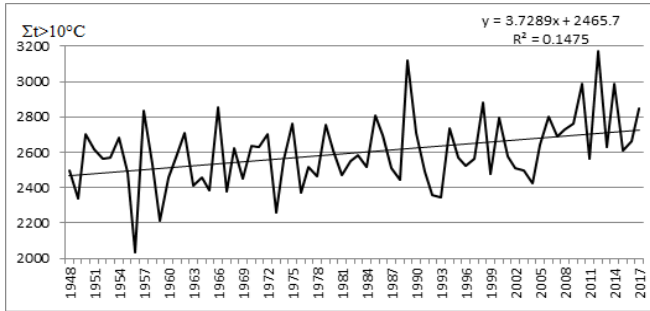
გლობალური დათბობის გააქტიურება ძირითადად დაიწყო გასული საუკუნის ბოლო პერიოდიდან (იხ. თავი I). მისი ზემოქმედება გავლენას ახდენს აგროკლიმატური მახასიათებლების (აქტიური ტემპერატურებისა და ატმოსფერული ნალექების ჯამებზე და სხვა მახასიათებლებზე) ცვლილებაზე. ამ ცვლილებების გამოვლენის მიზნით, მოყვანილია ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიაზე ჩატარებული მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა (1948-2017 წწ.) საფუძველზე გაანალიზებული, დამუშავებული და მიღებული აგროკლიმატური მონაცემები. რომელიც მოიცავს გლობალური დათბობის გააქტიურების საწყის პერიოდს. აღნიშნული სამოცდაათწლიანი პერიოდის დაკვირვებათა მონაცემები განაწილებული იქნა ორ 35 წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარების მიზნით. I - პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წლებს, ხოლო II - პერიოდი 1983-2017 წლებს (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.5).

ცხრილი 4.1.5-ის ანალიზიდან გამომდინარე, ქვემო ქართლის ყველა ზონაში, მოცემული აგროკლიმატური მახასიათებლები მეორე პერიოდში, პირველ პერიოდთან შედარებით აშკარად შეცვლილია. ასე, მაგალითად, ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით დადგომის თარიღი მეორე პერიოდში 1-3 დღით ადრე იწყება და 1-2 დღით გვიან მთავრდება პირველ პერიოდთან შედარებით. მეორე პერიოდში გახანგრძლივებულია სავეგეტაციო პერიოდი, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში 4 დღით, ხოლო მთიანში და მაღალმთიანში - 2 დღით. მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$) - 115°C , 129°C , 109°C ზონების შესაბამისად. ასევე, მომატებულია აქტიური ვეგეტაციის პერიოდის (VI-VIII) ტემპერატურათა ჯამები მეორე პერიოდში - 9°C , 74°C , 59°C (ზონების მიხედვით). რაც შეეხება ატმოსფერულ ნალექებს თბილ პერიოდში (IV-X) და ჰიდროთერმულ კოეფიციენტებს ყველა ზონის მეორე პერიოდში შემცირე-

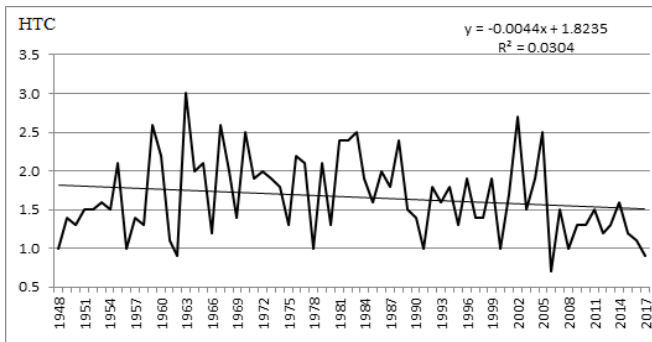
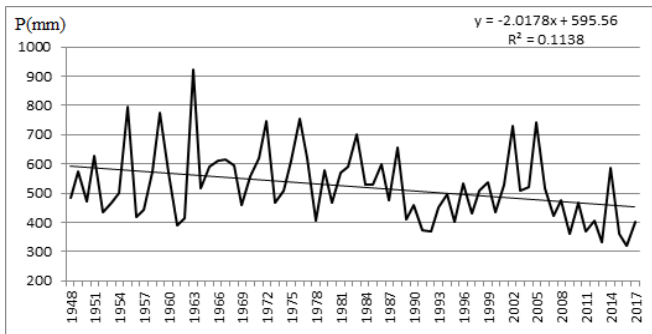
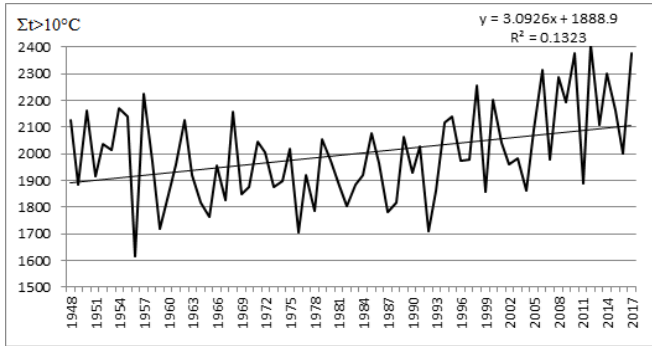
ბულია - 40 მმ, 27 მმ, 81 მმ, ზონების შესაბამისად. ატმოსფერული ნალექები ასევე, შემცირებულია აქტიური ვეგეტაციის მეორე პერიოდშიც (VI-VIII) - 32 მმ, 26 მმ, 19 მმ, ზონების მიხედვით (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.5). აღნიშნულთან დაკავშირებით, მაღალმთიანი ზონისათვის ატმოსფერული ნალექები დაჯამებულია და მისი პრაქტიკული გამოყენებისათვის მოცემულია V-IX პერიოდში (იხ. თავი I და თავი II). ცხრილი 4.1.5-ის მიხედვით, მეორე პერიოდში გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან 2017 წლამდე, ატმოსფერული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები მოცემული რეგიონის ყველა ზონაში შემცირებულია, განსაკუთრებით მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში. სადაც, ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰტკ) ანუ წყლის აორთქლების ბალანსი მთელ სავეგეტაციო პერიოდში 0.6 შეადგენს, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) - 0.5, რაც ძლიერი გვალვის მაჩვენებელია. აქედან გამომდინარე, მშრალი სუბტროპიკული კულტურების და სხვა ერთწლიანი და მრავალწლიანი კულტურების ნორმალური განვითარებისათვის, აუცილებელია ნიადაგის მორწყვა, ერთწლიანი კულტურების 3-4-ჯერ, ცალკეულ შემთხვევებში მეტჯერ, მრავალწლიანების - 1-2-ჯერ და მეტჯერ. მეორე პერიოდში მოცემული მახასიათებლების ცვლილება კანონზომიერია. იგი ყველა ხუთი რეგიონის ზონაში იცვლება, ამიტომ არ არის პარადოქსი, რადგან გლობალური დათბობის გავლენას ლოკალური ხასიათი არა აქვს, ის მასშტაბურია, რომელმაც მსოფლიო ქვეყნების ტერიტორიებთან ერთად საქართველოს ტერიტორიაც მოიცვა. ამასთან დაკავშირებით, საინტერესოა ის, რომ მისი გააქტიურება და გავლენა როგორც აღინიშნა იწყება გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან, რაც ადასტურებს ჩვენი მონაცემების რეალობას. მოცემული რეგიონის ზონებისათვის, მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე, გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიური ტემპერატურების ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები თბილ პერიოდში (IV-X და V-IX) და აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1). მოცემული მახასიათებლების მსვლელობის დინამიკა გამოსახულია ტრენდების სახით (ნახ. 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3).



ნახ. 4.1.1 აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, გარდაბანი)



ნახ. 4.1.2 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰტკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მთიანი ზონა, დმანისი)



ნახ. 4.1.3 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მაღალმთიანი ზონა, წალკა)

შედგენილი ტრენდების განტოლებებიდან ზონების მიხედვით, გამოანგარიშებული და წარმოდგენილია აგროკლიმატური მახასიათებლები, სადაც გამოვლენილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატების, ატმოსფერული ნალექებისა და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების კლების ტენდენციები (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.6).

ცხრილის ანალიზის მიხედვით, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში აქტიური ტემპერატურის ჯამის ნამატი ტემპერატურა (1948-2017 წწ.) 55°C შეადგენს, მთიან და მაღალმთიან ზონებში 157°C და 112°C , შესაბამისად. ამავე ზონაში ატმოსფერული ნალექები შემცირებულია 54 მმ-ით, ხოლო მთიან და მაღალმთიან ზონებში 37 და 79 მმ-ით, შესაბამისად. შემცირებულია ასევე, ჰიდროთერმული კოეფიციენტებიც, მაგალითად მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში 0.13-ით, მთიან და მაღალმთიან ზონებში 0.07-ით. ამ უკანასკნელ ზონებში ჰიდროთერმული კოეფიციენტები მშრალ სუბტროპიკულ ზონასთან შედარებით ნაკლებადაა შემცირებული.

გლობალური დათბობის პირობებში, აქტიური ტემპერატურის ჯამის მატების ტენდენცია თუ გაგრძელდა, 4-5 ათეული წლის შემდეგ (საბაზისო) ტემპერატურის ჯამმა შეიძლება მიაღწიოს 250°C და მეტს. მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში შეიძლება შეადგინოს $4400-4500^{\circ}\text{C}$ და მეტი, მთიანში - $2700-2800^{\circ}\text{C}$ და მეტი, მაღალმთიანში $2100-2200^{\circ}\text{C}$ და მეტი. აღნიშნული ტემპერატურები არ იქნება შემაფერხებელი მოცემულ მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში, რადგან ზემოაღნიშნული კულტურები ნორმალურად იქნებიან სითბოთი უზრუნველყოფილი, ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის პირობებში. სადაც, გამოვლინდება მათი მაღალი პროდუქტიულობის პოტენციური შესაძლებლობა. რაც შეეხება მთიან და მაღალმთიან ზონებში მოსალოდნელი ტემპერატურის მატებას, შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს, რადგან ამ ზონებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურები განიცდიან სითბოს ნაკლებობას ნორმალური განვითარებისა და მაღალი პროდუქტიულობისათვის. აღნიშნული წინასწარობის გამართლება, შესაძლებელია ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის შემთხვევაში. როგორც ვხედავთ, მიმდინარეობს ატმოს-

ფერული ნაღებების კლების ტენდენცია. აქედან გამომდინარე, აუცილებელი იქნება, განსაკუთრებით მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში ერთნლიანი კულტურების ქვეშ ნიადაგის მორწყვა 2-3-ჯერ და კულტივაცია, მრავალნლიანების 1-2-ჯერ, გვალვიანობის შემთხვევაში დამატებით ერთხელ ან ორჯერ მორწყვა და კულტივაცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლიმატის გლობალური ცვლილების პირობებში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მატებამ, შეიძლება პრობლემა შეუქმნას აგროფერმერებს, სოფლის მეურნეობის მუშაკებს - ენტომოლოგებს, ფიტოპათოლოგებს, სელექციონერებს. აღნიშნულთან დაკავშირებით პრობლემის არსის გაცნობისათვის იხ. თავი I და თავი II.

ქვემო ქართლის რეგიონის ტერიტორიაზე, ვერტიკალური ზონების გამოყოფის მიზნით, სადაც შეიძლება გავრცელებული იქნას შესაბამისი პერსპექტიული სასოფლო-სამეურნეო კულტურები (Meladze G., Meladze M., 2006), გამოყენებულია თავი I, ქვეთავი 1.1-ში მოცემული რეგრესიის განტოლებები. მოცემული განტოლებებით გათვალისწინებულია მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.), ტემპერატურის 2°C-ით მატება და საბაზისოსთან ერთად, შედარებისათვის გამოყოფილია ხუთი აგროკლიმატური ზონა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7). განტოლებებით სარგებლობის წესი იხ. ნაშრომის I თავში.

I - ზონა მოიცავს ქვემო ქართლის რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული ზონის ტერიტორიას, რომელიც მდებარეობს ზღ.დონიდან 300-600 მ სიმაღლემდე. აქტიური ტემპერატურის ჯამი 10°C-ის ზევით შეადგენს 3940°C, ხოლო მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ) ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას - 4551°C. მოცემული ტემპერატურის ჯამის პირობებში წარმატებით შეიძლება მშრალი სუბტროპიკული ხეხილოვანი კულტურების გავრცელება-წარმოება. ეს კულტურებია: სუბტროპიკული ხურმა, ბრონეული, თხილი, გარგარი, კომში, ზეთის ხილი, ასევე ეთერზეთოვანი ყაზანლიყის ვარდი, ჟასმინი, ფაჩული, ლავანდა. ამავე ზონაში შესაძლებელია მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ხეხილოვანების (ვაშლი, მსხალი), ვაზის საადრეო და საგვიანო ჯიშების არეალის გაფართოება. აქ შესაძლე-

ბელია გავრცელდეს ვაზის სუფრის ჯიშებიც, საექსპორტოდ და შიდა მოხმარების მიზნით. პერსპექტიულია სადესერტო ღვინოების წარმოება. მოცემული ზონის სავეგეტაციო პერიოდში, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), აღნიშნული კულტურების მოსავლის შენარჩუნების მიზნით, აუცილებელია ნიადაგში ტენის არსებობისათვის მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარება.

II - ზონა გავრცელებულია მშრალი სუბტროპიკული ზონის ზედა საზღვრიდან (600 მ) და მოიცავს მარნეულის, ბოლნისის და თეთრწყაროს მუნიციპალიტეტების ტერიტორიებს ზღ.დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე. აქტიური ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 2917°C (საბაზისო), ხოლო სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას - 3362°C . ამ უკანასკნელი ტემპერატურის პირობებში (600 მ სიმაღლემდე), შეიძლება გავრცელდეს მშრალი სუბტროპიკული ზონის კულტურები, ასევე, ვაზის საადრეო და საგვიანო ჯიშები, საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, სიმინდი, ბოსტნეული, ხეხილოვანები და სხვა კულტურები.

მოცემულ ზონაში ატმოსფერული ნალექები სავეგეტაციო პერიოდში შეადგენს 278 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში - 117 მმ, ჰიდროთერმული კოეფიციენტები - 0.7 და 0.6, შესაბამისად (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1). ეს მახასიათებლები, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, მცენარეთა ნორმალური განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის არ არის დამაკმაყოფილებელი. ამიტომ, საჭიროა კულტურების ფესვთა სისტემის ტენით უზრუნველყოფა (ნიადაგის მორწყვა, კულტივაცია).

III - ზონა მოიცავს მთიან ტერიტორიებს, რომელიც ვრცელდება ზღ.დონიდან 1000-1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2184°C (საბაზისო), ხოლო სცენარით, 2°C -ით მატებისას - 2512°C . ამ უკანასკნელი ტემპერატურის პირობებში შესაძლებელია გავრცელებული იქნას მარცვლეული კულტურები (საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია), კარტოფილი, სიმინდი, 1200-1300 მ სიმაღლემდე, ბოსტნეული, საადრეო ხეხილოვანები, ვაზის ჯიშე-

ბი: საგვიანო - რქანითელი, მწვანე, საფერავი, გორული მწვანე 1100-1200 მ სიმაღლემდე, საადრეო - ალექსანდროული (ხვანჭკარა), ძველშავი, ბუდეშური 1300-1400 მ სიმაღლემდე და სხვა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექები შეადგენს 460 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) - 234 მმ, ჰიდროთერმული კოეფიციენტებია - 1.8 და 1.4, შესაბამისად (იხ. დანართი, ცხრილი 4.1.1). მოცემული მახასიათებლები დამაკმაყოფილებელია აღნიშნული კულტურების განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის. თუმცა გვალვების შემთხვევაში, მოსავლის შენარჩუნებისათვის საჭირო იქნება ნიადაგში ტენის რაოდენობის გაზრდა, მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარებით.

IV - ზონა ვრცელდება 1500 მ-დან 2000 მ სიმაღლემდე, რომელიც მოიცავს მაღალმთიან ტერიტორიებს. აქტიური ტემპერატურის ჯამი შემცირებულია 1451°C -მდე (საბაზისო), ხოლო ტემპერატურის სცენარით, 2°C -ით მატებისას შეადგენს 1663°C . ასეთი ტემპერატურების პირობებში შეზღუდულია სამარცვლე სიმინდის და ვაზის გავრცელება. შეიძლება საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის გავრცელება 1600-1800 მ სიმაღლემდე, ქერისა და შვრიის კულტურების გავრცელება უფრო მაღალ სიმაღლეზე, საადრეო ხეხილოვანების (ვაშლი, მსხალი და სხვა) 1500-1600 მ სიმაღლემდე. ასევე, შეიძლება კენკროვანების და მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების გავრცელება და სათიბ-საძოვარი ბალახების განვითარება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

მოცემულ ზონაში ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში (V-IX) შეადგენს 524 მმ, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) - 238 მმ. ჰიდროთერმული კოეფიციენტებია - 2.1 და 1.7, ნალექების შესაბამისად. აღნიშნული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები რამდენადმე დამაკმაყოფილებელია, მაგრამ გვალვების შემთხვევაში მცენარეებისათვის საჭირო იქნება ტენით უზრუნველყოფა.

V - ზონა ვრცელდება 2000 მ-დან 2500 მ სიმაღლემდე ზღ.დონიდან. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) შემცირე-

ბულია 717°C-მდე (საბაზისო), ხოლო სცენარით, 2°C-ით მატებისას ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 814°C. ასეთი ტემპერატურების პირობებში, ერთნლიანი და კენკროვანი კულტურების განვითარება და დამაკმაყოფილებელი პროდუქტიულობა (საძოვარი ბალახების გარდა) საკმაოდ შეზღუდულია. 2300 მ სიმაღლეზე სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, აქტიური ტემპერატურის ჯამი შედარებით მაღალია - 1153°C. აქ შესაძლებელი იქნება ბოსტნეულის, კარტოფილის, ქერის, შვრიის, კენკროვანების, მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების („კუუზიკუ“, „ესკო“) და საძოვრების განვითარება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

მოცემულ ზონაში ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები თითქმის ანალოგიურია IV მაღალმთიანი აგროკლიმატური ზონის. აღნიშნული ნალექების რაოდენობები და შესაბამისად ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, მეორე პერიოდში (1983-2017 წწ.) ანალოგიურად შემცირებულია, ისე როგორც კახეთის და მცხეთა-მთიანეთის მაღალმთიან ზონებში. მოცემულ ზონაში აღნიშნული ნალექები, თუ მომავალში შენარჩუნდება, მაშინ დამაკმაყოფილებელი იქნება მცენარეებისათვის.

მაშასადამე, როგორც ვხედავთ, კლიმატის თანამედროვე ცვლილება გავლენას ახდენს მცენარეთა განვითარების ძირითად აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე - იზრდება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე), მცირდება ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები. აქედან გამომდინარე, იცვლება მცენარეთა გავრცელების აგროკლიმატური ზონები. მაგრამ გათვალისწინებული, მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.) ტემპერატურის 2°C-ით მატება ვერ შეაფერხებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალურ განვითარებას, თუ მომატებული ტემპერატურა სცენარით გათვალისწინებულ 2°C არ გადააჭარბებს.

თავი V

შიდა ქართლის რეგიონი

5.1 აგროკლიმატური მახასიათებლების და ზონების ცვლილება გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

შიდა ქართლის რეგიონს საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარებაში, პროდუქტების წარმოებით მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს. რეგიონში ხელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, აწარმოებენ ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურებს - ვაზის სხვადასხვა ჯიშებს (საადრეო და საგვიანო), მარცვლეულს, ბოსტნეულ-ბაღჩეულს, ხეხილოვანებს, ტექნიკურ ეთერზეთოვან და სხვა კულტურებს.

შიდა ქართლის რეგიონში მშრალი სუბტროპიკული ზონა მოიცავს კასპის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას, რომელიც ვრცელდება კასპიდან აღმოსავლეთით, სამხრეთით და ჩრდილოეთით ლამისყანის დასახლებული პუნქტის ტერიტორიის ჩათვლით და ოდნავ ჩრდილოეთით. დასავლეთით ვრცელდება ხოვლის დასახლებული პუნქტის ტერიტორიაზე, გორის მუნიციპალიტეტის სამხრეთ და სამხრეთ აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე. მოცემულ ზონაში საშუალო აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა დაიკვირვება -11°C , -12°C -მდე. ეს უკანასკნელი ტემპერატურა (-12°C) ახლოსაა მშრალი სუბტროპიკული კულტურების კრიტიკული (დამაზიანებელი) ტემპერატურის ზღვართან. ამიტომ მათი გავრცელების საზღვარი არ უნდა აღემატებოდეს მოცემულ ტემპერატურას (-12°C , -13°C). აღნიშნული ტემპერატურის პირობებში მითითებული კულტურების გავრცელება არ იზღუდება.

უკანასკნელ ოთხ ათეულ წელში გააქტიურებული კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, არ არის სათანადოდ მეცნიერულად დასაბუთებული გამოცდილება იმის შესახებ, თუ როგორ შეიცვლება მოცემული რეგიონის ტერიტორიაზე დღემდე არსებული ზემოაღნიშნული კულტურების ნორმალური განვითარების აგროკლიმატური მახასიათებლები. ამიტომ,

საჭიროა მათი ცვლილების გამოვლენა, ძირითადი აგროკლიმატური მახასიათებლების ნეგატიური გავლენისადმი შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავებისათვის. აქედან გამომდინარე, მოგვყავს რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების მიხედვით მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.1). ასევე, მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.) ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატება კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით (ცხრილი 5.1.2).

ცხრ. 5.1.2 შიდა ქართლის რეგიონის აგროკლიმატური მახასიათებლები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ის მატებით)

რეგიონი, ზონა	მეტეო-სადგური	ჰაერის ტემპ-ის >10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ჰაერის ტემპ-ის <10°C-ზე გადასვლის თარიღი	ვემეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი (>10°C)
შიდა ქართლი, მშრალი სუბტროპიკული	გორი	2.IV	7.XI	219	3936
მთიანი	ხაშური	6.IV	31.X	208	3637
მაღალმთიანი	ჯავა	20.IV	22.X	185	2943

ცხრილი 5.1.1-ის მიხედვით, შიდა ქართლის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში აქტიური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 11.IV, ხოლო 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 24.X. სცენარით, გათვალისწინებული ტემპერატურის 2°C-ის მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 2.IV, ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 7.XI (ცხრილი 5.1.2). ე.ი. გაზაფხულზე, სცენარით ტემპე-

რატურის 2°C-ის მატებისას 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი 9 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე, იგივე სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი 13 დღით გვიან მთავრდება, საბაზისოსთან შედარებით (ცხრილი 5.1.1, 5.1.2). მაშასადამე, როგორც მოცემული ცხრილებიდან ჩანს, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 197 დღიდან 219 დღემდე ანუ 22 დღით. ვეგეტაციის პერიოდის გახანგრძლივებამ, სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას შეიძლება გამოიწვიოს აქტიური ტემპერატურის ჯამის (>10°C) მატება 450°C-მდე. აღნიშნული ტემპერატურა ნეგატიურად არ იმოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე. პირიქით, შეიძლება ხელსაყრელი აღმოჩნდეს მშრალი სუბტროპიკული კულტურების ნორმალური განვითარებისათვის. მას შეუძლია მხოლოდ ერთნაირი კულტურების განვითარების შეფერხება, იმ შემთხვევაში თუ ნიადაგში არ აღმოჩნდება შესაბამისი ტენიანობა. ამიტომ საჭირო იქნება მცენარეების ფესვთა სისტემის წყლით უზრუნველყოფა. ამასთან დაკავშირებით, სასურველია სარწყავად გამოყენებული წყალი არ იყოს ნიტრატებით დაბინძურებული, რაც ძირითადად გამოწვეულია აზოტიანი ნაერთების არადოზირებული გამოყენებით. გამოკვლევებით დადგენილია (ჩანქსელიანი ზ., კენჭიაშვილი ნ., 2016), რომ ნიტრატების რაოდენობა მინათმოქმედების ზონებში მატებას იწყებს მარტის თვიდან, მაქსიმუმს აღწევს მაისს-ივნისის თვეებში, შემდეგ ეცემა და მეორედ მატულობს სექტემბერ-ოქტომბრის თვეებში. ხოლო, ბუნებრივ წყლებში ნიტრატების შემცველობა განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა ბარში, ნაკლებია ზეგანზე, უფრო ნაკლები მთიან ზონაში.

მთიან ზონაში, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 18.IV, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი - 20.X (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.1). გაზაფხულზე, სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი აღინიშნება 6.IV, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი - 31.X (ცხრილი 5.1.2). ამ უკანასკნელი ცხრილის მიხედვით, გა-

ზაფხულზე სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი 12 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 11 დღით გვიან მთავრდება, საბაზისოსთან შედარებით (ცხრილი 5.1.1, 5.1.2). მაშასადამე, ცხრილებიდან გამომდინარე, მთიან ზონაში ვეგეტაციის პერიოდი გახანგრძლივებულია 185 დღიდან 208 დღემდე ანუ 23 დღით. ასევე, იცვლება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით. მაგალითად, სცენარით ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას იგი შეადგენს 447°C. როგორც ჩანს, მთიანი ზონისათვის, საკმაოდ ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობები შეიქმნება მცენარეთა განვითარებისა და გავრცელებისათვის, იმ შემთხვევაში თუ ნიადაგი შესაბამისად იქნება ტენით უზრუნველყოფილი.

გლობალური დათბობა მაღალმთიან პირობებში ისეთივე ხასიათით ვლინდება აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილებაზე, როგორც მთიან ზონაში. ცხრილი 5.1.1-ის მიხედვით, გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი დაიკვირვება 29.IV, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა - 12.X (საბაზისო). სცენარის მიხედვით, 2°C-ით მატებისას ტემპერატურის 10°C-ზე გადასვლა აღინიშნება 20.IV, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 22.X (ცხრილი 5.1.2). ე.ი. გაზაფხულზე, ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით გადასვლა 9 დღით ადრე იწყება, ხოლო შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლა 10 დღით გვიან მთავრდება. როგორც ჩანს, ვეგეტაციის პერიოდი გახანგრძლივებულია 166 დღიდან 185 დღემდე ანუ 19 დღით. აღნიშნული გახანგრძლივებული დღეების პირობებში, გაზაფხულზე 9 დღით, შემოდგომაზე 10 დღით, საშუალებას მისცემს ადგილობრივ მოსახლეობას განახორციელონ სხვადასხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები (იხ. თავი I, ქვეთავი 1.1.).

ზემოგანხილულ საკითხებთან დაკავშირებით, მოყვანილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის (>10°C) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) სხვადასხვა უზრუნველყო-

ფათა ცხრილები 5.1.3, 5.1.4, რომლებიც ზონების შესაბამისად აჩვენებს განმეორადობას ყოველ ათ და მეტ წელში. მათი განსაზღვრის წესის გაცნობისათვის იხ. თავი VIII, ქვეთავი 8.1.

ცხრ. 5.1.3 შიდა ქართლის რეგიონის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (>10°C) სხვადასხვა უზრუნველყოფით

მუნიციპალიტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
გორი, მშრალი სუბტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	3090	3150	3310	3490	3610	3770
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ითმატება	3380	3480	3750	3940	4080	4320
ხაშური, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	2740	2800	2960	3140	3260	3420
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ითმატება	3080	3180	3450	3640	3780	4020
ჯავა, მაღალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	2190	2250	2410	2590	2710	2870
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ითმატება	2380	2480	2750	2940	3080	3320

ცხრ. 5.1.4 შიდა ქართლთის რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)

მუნიციპალი- ტეტი, ზონა	წელი	უზრუნველყოფა, %					
		95	90	70	50	30	10
გორი, მშრალი სუბ- ტროპიკული	1948-2017 საბაზისო	177	181	190	197	203	211
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	202	206	214	219	224	232
ხაშური, მთიანი	1948-2017 საბაზისო	165	169	178	185	191	199
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	191	195	203	208	213	218
ჯავა, მალალმთიანი	1948-2017 საბაზისო	146	150	159	166	172	180
	2020-2049 სცენარი, 2°C-ით მატება	168	172	180	185	190	198

ზემოაღნიშნული მახასიათებლების განმეორადობა გარკვეულ ორიენტაციას აძლევს აგროსექტორის მუშაკებს და ფერმერებს იცოდნენ რეგიონის ზონების მიხედვით, რამდენჯერ იქნება უკეთესად უზრუნველყოფილი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები მოცემული მახასიათებლებით ყოველ ათ და მეტ წელში.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული რეგიონის სავეგეტაციო პერიოდში მშრალ სუბტროპიკულ და მთიან ზონებში, ატმოსფერული ნალექები არ არის საკმარისი, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII). ამას ადასტურებს, აგრეთვე საერთო ვეგეტაციის პერიოდი (IV-X) და აქტიური ვე-

გეტაცის პერიოდი (VI-VIII), ასევე შესაბამისი ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.1). რაც მიანიშნებს მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში საშუალო და მთიან ზონაში სუსტ გვალვიანობაზე, თითქმის ყოველ წელს. ამიტომ, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, მცენარეთა ნორმალური განვითარებისა და მოსავლის შენარჩუნებისათვის საჭიროა 1-2-ჯერ ნიადაგის მორწყვა და მისი ზედა ფენის კულტივაცია. რაც შეეხება მაღალმთიან ზონას, აქ ატმოსფერული ნალექები და ჰიდროთერმული კოეფიციენტები დამაკმაყოფილებელია.

კლიმატის გლობალური ცვლილების გავლენასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია მონაცემები, სადაც მოყვანილია ჩვენს მიერ გაანალიზებული, დამუშავებული და მიღებული მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლები - აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$), სავეგეტაციო პერიოდის (IV-X), (VI-VIII) ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ). აღნიშნული მახასიათებლების ნათლად წარმოდგენისათვის (ამ საკითხის დეტალური გაცნობისათვის იხ. თავი I, ქვეთავი 1.1) მონაცემები განაწილებულია ორ 35-წლიან პერიოდებად, ერთმანეთთან შედარების მიზნით (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.5).

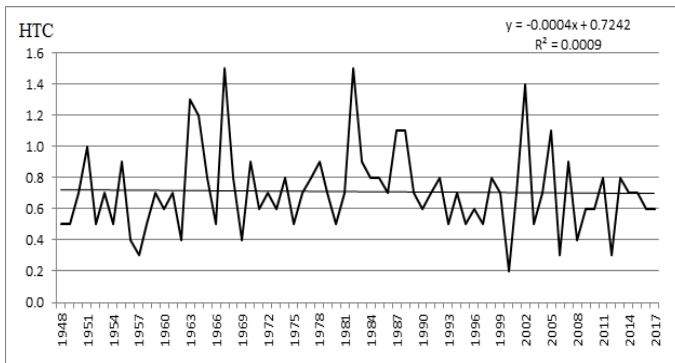
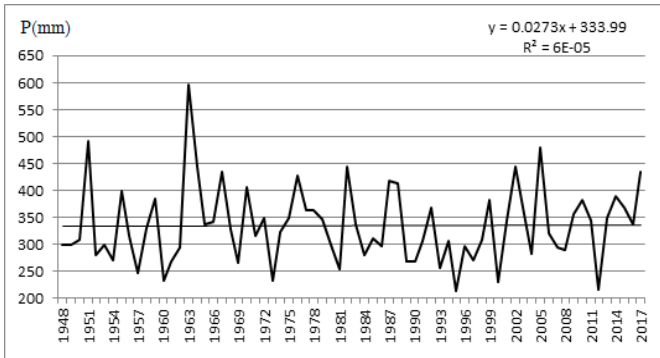
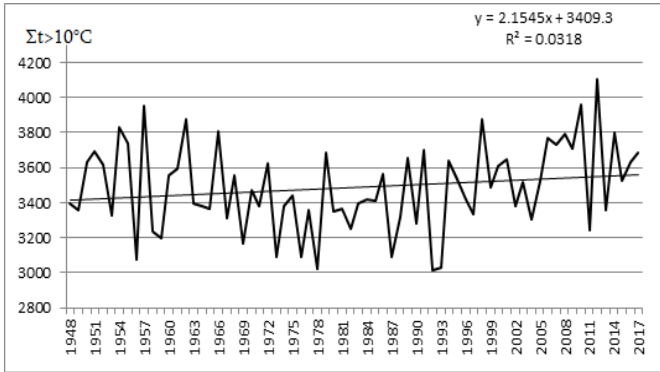
ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, მშრალი სუბტროპიკული ზონის ყველა აგროკლიმატური მახასიათებელი მეორე პერიოდში შეცვლილია პირველ პერიოდთან შედარებით. ასე, მაგალითად, ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი, მეორე პერიოდში ადრე იწყება და გვიან მთავრდება, პირველ პერიოდთან შედარებით. მეორე პერიოდში ასევე გაზრდილია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 3 დღით და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 88°C -ით, აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში 45°C -ით. სავეგეტაციო პერიოდში (IV-X) შემცირებულია ატმოსფერული ნალექები 12 მმ-ით, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) 2 მმ-ით ანუ ნალექების რაოდენობა თითქმის შენარჩუნებულია. ასევე, შემცირებულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.5).

მთიან ზონაში თითქმის შენარჩუნებულია ტემპერატურის 10°C -ის ზევით და 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღები

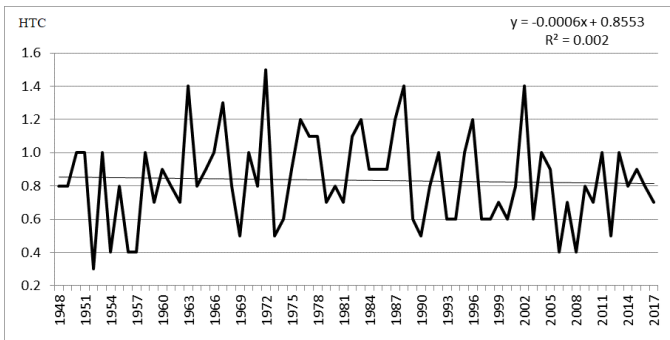
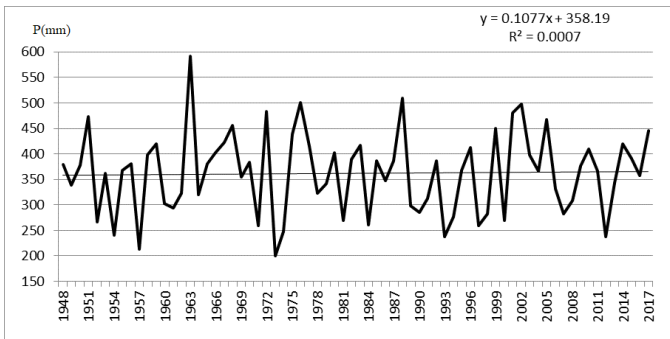
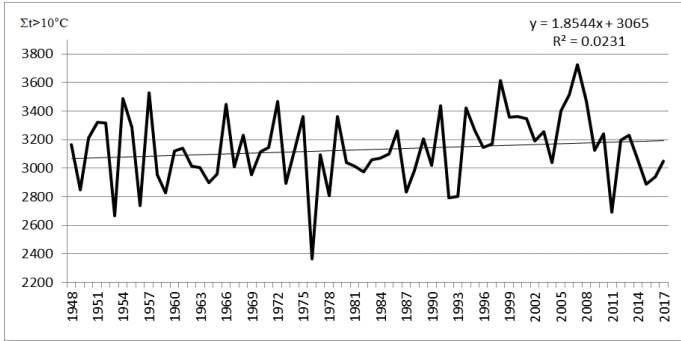
70 წლის განმავლობაში. მეორე პერიოდში გახანგრძლივებულია მხოლოდ თითო დღით 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა. ამ ზონაში, მეორე პერიოდში უმნიშვნელოდ, მაგრამ მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 10°C -ის ზევით მთელ სავეგეტაციო პერიოდში და აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) 73°C და 29°C , შესაბამისად. მეორე პერიოდში, ასევე უმნიშვნელოდ შემცირებულია ატმოსფერული ნალექები მთელ სავეგეტაციო პერიოდში (IV-X), შენარჩუნებულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები - 1.1, ხოლო აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) შემცირებულია 0.1-ით, რაც სუსტი გვალვების გახშირებაზე მეტყველებს (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.5). აქედან გამომდინარე, ზაფხულის თვეებში (VI—VIII) საჭიროა მცენარეების მორწყვა 2-3-ჯერ, გვალვების გახანგრძლივების შემთხვევაში კი აღნიშნული მორწყვის ჯერადობის გაზრდა 1-2-ჯერ.

მაღალმთიან ზონაში პირველ პერიოდთან შედარებით, მეორე პერიოდში გაზრდილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 146°C -ით, ზაფხულის პერიოდში (VI-VIII) 132°C -ით, შესაბამისად. მეორე პერიოდში სხვა მახასიათებლები გაზრდილია, ხოლო ატმოსფერული ნალექები უმნიშვნელოდ შემცირებულია, შენარჩუნებულია ჰოკ თბილ პერიოდში (IV-X) (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.5). უნდა აღინიშნოს, რომ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატება, მოცემული ნალექების პირობებში სასარგებლო აღმოჩნდება მცენარეების განვითარებისათვის.

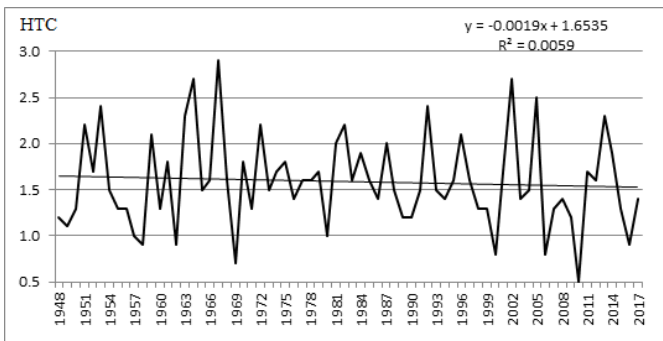
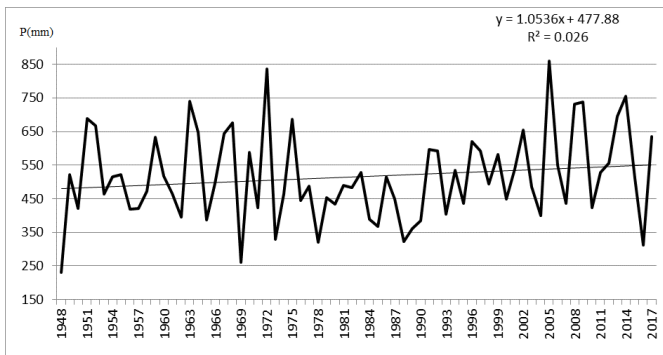
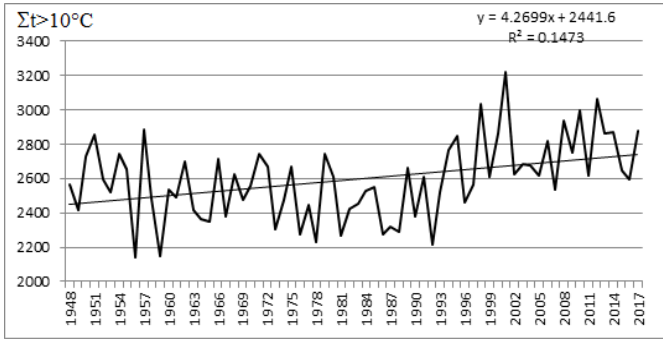
შიდა ქართლის რეგიონის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის მოყვანილია ზემოაღნიშნული მრავალწლიური აგროკლიმატური მახასიათებლების - აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$), ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ) თბილ პერიოდში (IV-X) და აქტიური ვეგეტაციის პერიოდის (VI-VIII) ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მსვლელობის დინამიკა ტრენდებით (ნახაზი 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3).



ნახ. 5.1.1 აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) წამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მშრალი სუბტროპიკული ზონა, გორი)



ნახ. 5.1.2 აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰტკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მთიანი ზონა, ხაშური)



ნახ. 5.1.3 აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰოკ-ს მსვლელობის დინამიკა (მაღალმთიანი ზონა, ჯავა)

შედგენილი ტრენდებიდან (ნახაზი 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3) ზონების შესაბამისად, გამოვლენილი იქნა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების და ატმოსფერული ნალექების მატების ტენდენციები. შედარებით უმნიშვნელოა ნალექების მატების ტენდენცია მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში. ზონების მიხედვით, ტრენდების განტოლებებიდან გამოთვლილია აგროკლიმატური მახასიათებლები (იხ. დანართი, ცხრილი 5.1.6).

ცხრილი 5.1.6-ის ანალიზის მიხედვით, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში 1948-2017 წლებში აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) ნამატი შეადგენს 149°C , მთიან და მაღალმთიან ზონებში - $129-294^{\circ}\text{C}$, შესაბამისად. ამ ზონაში უმნიშვნელოდაა მომატებული ატმოსფერული ნალექები (IV-X) - 2 მმ-ით, ხოლო მთიან და მაღალმთიან ზონებში 8 და 72 მმ-ით, შესაბამისად.

გლობალური დათბობის პირობებში, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) მატება თუ აღნიშნული ტემპით გაგრძელდა 2040-2050 წლებისათვის აქტიური ტემპერატურის ჯამმა მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში შეიძლება 3800°C მიაღწიოს, ხოლო მთიანში და მაღალმთიანში - $3500-3000^{\circ}\text{C}$, შესაბამისად. თუმცა მცენარეთა ნორმალური განვითარებისათვის არ იქნება შემაფერხებელი, განსაკუთრებით მთიან და მაღალმთიან ზონებში, რადგან აქ კულტურები უკეთ იქნებიან სითბოთი უზრუნველყოფილი. მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში, გვალვების შემთხვევაში საჭირო იქნება ერთწლიანი კულტურების ქვემ ნიადაგის მორწყვა 2-3-ჯერ, მრავალწლიანების 1-2-ჯერ, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII).

გლობალური დათბობის პირობებში, გასათვალისწინებელია აგრეთვე, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) მატების ტენდენცია, რადგან აღნიშნული ტემპერატურის მატებამ შეიძლება სოფლის მეურნეობის სპეციალისტები - ენტომოლოგები, ფიტოპათოლოგები და სხვა მიმართულების პროფესიონალები ახალი გამოწვევების წინაშე დააყენოს. პრობლემის არსის შესახებ იხ. თავი I, თავი II.

შიდა ქართლის რეგიონის ტერიტორიაზე ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელებისათვის გამოყოფილი იქნა აგროკ-

ლიმატური ზონები. რისთვისაც გამოყენებული იქნა თავი I, ქვეთავი 1.1-ში მოცემული საბაზისოსთან შედარებისათვის რეგრესიის განტოლებები, სადაც გათვალისწინებულია მომავლის სცენარი ტემპერატურის 2°C-ით მატება. რის საფუძველზეც გამოიყო ხუთი აგროკლიმატური ზონა (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7). განტოლებებით სარგებლობის წესის შესახებ იხ. თავი I.

I - ზონა მოიცავს მშრალი სუბტროპიკული ზონის ტერიტორიას, რომელიც მდებარეობს ზღ.დონიდან 500-600 მ სიმაღლეზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით დაიკვირვება 3651°C-მდე (საბაზისო). მომავლის სცენარით, 2°C-ით მატებისას - 4211°C (ცხრილი 5.1.1, 5.1.2). მოცემული ტემპერატურების პირობებში შეიძლება მშრალი სუბტროპიკული კულტურების გავრცელება ზემოაღნიშნულ სიმაღლემდე. ასევე, სხვა სახის კულტურების ნორმალური განვითარება - გავრცელება 1000 მ სიმაღლემდე და ზევით (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

მოცემული ზონა სავეგეტაციო პერიოდში, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII) საჭიროებს მორწყვას და კულტივაციას, ზემომითითებული მშრალი სუბტროპიკული ზონის ანალოგიურად.

II - ზონა მოიცავს ძირითადად მთიან ტერიტორიებს და ვრცელდება მშრალი სუბტროპიკული ზონის ზედა საზღვრიდან 600 მ-დან 1000 მ სიმაღლემდე, ზღ.დონიდან. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი და სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება იხ. დანართში, ცხრილი 5.1.1.

აღნიშნულ ზონაში ტემპერატურის ჯამი (>10°C) ხელს უწყობს ვაზის საადრეო ჯიშების განვითარება-გავრცელებას 1300-1400 მ სიმაღლემდე (Meladze G., Meladze M, 2013), საგვიანო ჯიშების - 1100-1200 მ სიმაღლემდე. ამავე ზონაში შეიძლება საგაზაფხულო და საშემოდგომო ხორბლის, სამარცვლე სიმინდის, ბოსტნეულის, ხეხილოვანების და სხვა კულტურების გავრცელება-წარმოება 1200-1300 მ სიმაღლემდე. თუმცა, აუცილებელია მოსავლის შენარჩუნებისათვის ნიადაგში ფესვთა

სისტემის შესაბამისი ტენით უზრუნველყოფა, მორწყვა-კულტივაციით.

III - ზონა მოიცავს ასევე, მთიან ტერიტორიებს და ვრცელდება 1000-1500 მ სიმაღლემდე (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7). მოცემულ ზონაში რამდენადმე შეზღუდულია ვაზის, სამარცვლე სიმინდის და საგვიანო ხეხილოვანი კულტურების განვითარება-გავრცელება. აქ შესაძლებელია საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის გავრცელება, ასევე საადრეო ხეხილოვანების და კენკროვანი კულტურების გავრცელებაც. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), ძირითადად გვალვების შემთხვევაში მცენარეები საჭიროებენ ფესვთა სისტემისათვის ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფას.

IV - ზონა მოიცავს მაღალმთიან ტერიტორიებს და ვრცელდება 1500 მ-დან 2000 მ სიმაღლემდე. აქტიური ტემპერატურის ჯამი 10°C -ის ზევით შემცირებულია და შეადგენს 1451°C (საბაზისო), ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას 1663°C (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

მოცემულ ზონაში შესაძლებელია ხორბლეულის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო), ქერის, ჭვავის, შვრიის განვითარება-გავრცელება 1600-1800 მ და მეტ სიმაღლეზე, ბოსტნეულის, კარტოფილის, საადრეო ხეხილოვანების 1500-1600 მ სიმაღლემდე, კენკროვანების - შავი მოცხარი, უეკლო ქაცვი, კუნელი, არონია 1800-2000 მ და მეტ სიმაღლეზე, ბოსტნეულის, კარტოფილის, ასევე მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების („კუუზიკუ“, „ესკო“) განვითარება-გავრცელება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა სავეგეტაციო პერიოდში (V-IX) დამაკმაყოფილებელია. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, გვალვების შემთხვევაში საჭირო იქნება მითითებული კულტურების ტენით უზრუნველყოფა.

V - ზონა ასევე, მოიცავს მაღალმთიანი ზონის ტერიტორიებს და ვრცელდება 2000 მ-დან 2500 მ სიმაღლემდე. ამ უკანასკნელ სიმაღლეზე ზემოაღნიშნული კულტურების განვითარება-გავრცელება არარენტაბელურია, აქტიური ტემპერატურების ჯამის ნაკლებობის გამო (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.7).

მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.), ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას აქტიური ტემპერატურის ჯამი 2300 მ სიმაღლეზე რამდენადმე ხელსაყრელია და შეადგენს 1153°C. ასეთ პირობებში ქერის, შვრიის, ბოსტნეულის, კენკროვანების, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების, ასევე სათიბ-საძოვრების განვითარება-გავრცელება რენტაბელური იქნება. სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების განაწილება IV ზონის ანალოგიურია.

კლიმატის გლობალური ცვლილება, როგორც აღინიშნა გარკვეულ გავლენას ახდენს აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე, რომლის შედეგად ცვლილებას განიცდის მცენარეთა გავრცელების აგროკლიმატური ზონები. მომავლის სცენარით (2020-2049 წწ.), ჰაერის ტემპერატურის 2°C-ით მატება არსებითად ვერ შეცვლის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებას, თუ ტემპერატურის მოსალოდნელი მატება არ გადააჭარბებს სცენარით გათვალისწინებულ 2°C ტემპერატურას. პირიქით, შეიძლება ხელსაყრელი აღმოჩნდეს ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელებისათვის. სადაც, მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ზონები 200-300 მ-ით უფრო მაღლა აიწევს საბაზისოსთან შედარებით.

თავი VI

აღმოსავლეთ საქართველოში გვალვიანობის მატება, მისი განმეორადობის ალბათობა და გვალვის სხვადასხვა ტიპის პროგნოზირება კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილების პირობებში

6.1 გვალვიანობის მატება და მისი განმეორადობის ალბათობა

მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების ანალიზიდან გამომდინარე, გვალვა არახელსაყრელი ამინდის მოვლენაა, განსაკუთრებით აგრარული სექტორისათვის. იგი მოსალოდნელია თითქმის ყოველწლიურად სხვადასხვა სიძლიერით, ძირითადად ზღ.დონიდან 800-1000 მ სიმაღლემდე. სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, გვალვას გამოსახავენ გ.სელიანინოვის ე.წ. ჰიდროთერმული კოეფიციენტით (ჰტკ), რომლის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს სუსტი, საშუალო და ძლიერი ტიპის გვალვები. ჰიდროთერმული კოეფიციენტი საშუალებას იძლევა შევავასოთ ვეგეტაციის პერიოდის პირობები, როგორც არიდულის, ისე ჰუმიდურის. ასე, მაგალითად, ტერიტორიაზე სადაც მოსული და აორთქლებული (გახარჯული) ატმოსფერული ნალექების ბალანსი როცა $K=1$, თითქმის გვალვის მაჩვენებელია. მაგრამ, მცენარეებს გააჩნიათ ნიადაგში მცირე ტენის მარაგი, ერთწლიან კულტურებს 10 დღემდე, მრავალწლიანებს 20 დღემდე. იმ შემთხვევაში, თუ ჰტკ-ს აორთქლების ბალანსი 1-ზე ნაკლებია ($<0.8-0.9$) დაიკვირვება ტენის სიმცირე, რაც მიუთითებს სუსტი ტიპის გვალვაზე, ჰტკ $<0.6-0.7$ შემთხვევა საშუალო ტიპის გვალვას, ხოლო $<0.4-0.5$ და ნაკლები ძლიერი ტიპის გვალვას. იმ ტერიტორიაზე, სადაც ჰტკ-ს აორთქლების ბალანსი 1-ზე მეტია ($>1.1-1.3$) შეიმჩნევა მცირე ტენის ბალანსი, ჰტკ $>1.4-1.6$ გვიჩვენებს საშუალო ტიპის ტენის ბალანსს, ჰტკ $>1.7-1.9$ მიუთითებს ზომიერი ტენის ბალანსზე, ხოლო ჰტკ >2.0 და მეტი გვიჩვენებს ჭარბი ტენის ბალანსს. აქედან გამომდინარე, კლიმატის გლობალური ცვლილების გააქ-

ტიურების ფონზე, მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ტიპის გვალვის მატება/კლების რაოდენობის გამოვლენა (მელაძე გ., მელაძე მ., 2016; მელაძე მ., მელაძე გ., 2015). ამისათვის, საქართველოს აღმოსავლეთ ზემოხსენებული ხუთი რეგიონის სხვადასხვა მუნიციპალიტეტის მიხედვით, გამოყენებულია მრავალწლიური (1948-2017 წწ.) 70-წლიანი პერიოდის განსაზღვრული ჰიდროთერმული კოეფიციენტები. რომელთა ცვლილების ნათლად წარმოდგენის მიზნით, 70-წლიანი პერიოდი გაყოფილი იქნა ორ 35-წლიან პერიოდებად ერთმანეთთან შედარებისათვის. პირველი პერიოდი მოიცავს 1948-1982 წლებს, მეორე პერიოდი - 1983-2017 წწ. (იხ. დანართი, ცხრილი 6.1.1).

ცხრილის ანალიზიდან ირკვევა, რომ კახეთის რეგიონში, ბოლო 35 წლის მანძილზე (1983-2017 წწ.), მეორე პერიოდში შემცირდა სუსტი ტიპის გვალვის შემთხვევათა რიცხვი 2-ით ანუ 6%-ით, პირველ პერიოდთან შედარებით (1948-2017 წწ.). თუმცა, მეორე პერიოდში გაიზარდა საშუალო ტიპის გვალვის რიცხვი 3-ით ანუ 9%, პირველ პერიოდთან შედარებით. მეორე პერიოდში საკმაოდ მოიმატა ძლიერმა გვალვამ, 8 შემთხვევით ანუ 23%, პირველ პერიოდთან შედარებით. ქვემო ქართლის რეგიონში, მეორე პერიოდის მიხედვით, ძლიერი ტიპის გვალვა მომატებულია 15 შემთხვევით, ანუ 43%, პირველ პერიოდთან შედარებით. სამცხე-ჯავახეთის და მცხეთა-მთიანეთის რეგიონების მიხედვით, მეორე პერიოდში ძლიერი ტიპის გვალვები დაიკვირვება - 3 შემთხვევა, 9% და 5 შემთხვევა, 14% შესაბამისად. რაც შეეხება შიდა ქართლის რეგიონს, ძლიერი ტიპის გვალვები მეორე პერიოდში შემცირებულია და დაიკვირვება 6 შემთხვევა, 17%.

საშუალო ტიპის გვალვები მეორე პერიოდში მნიშვნელოვნად მომატებულია სამცხე-ჯავახეთის და შიდა ქართლის რეგიონებში (17 შემთხვევა, 48% და 11 შემთხვევა, 31% შესაბამისად). საშუალო ტიპის გვალვების მატება მეორე პერიოდში ქვემო ქართლის რეგიონში შეადგენს 6 შემთხვევას, 17%. ყველაზე მცირე მატებაა მეორე პერიოდში - 1 შემთხვევა, 3% მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში. რაც შეეხება სუსტი ტიპის გვალვებს ქვემო ქართლის რეგიონში პირველ პერიოდთან შე-

დარებით, მეორე პერიოდში მატება/კლება არ დაიკვირვება (უცვლელია). აღნიშნული სუსტი ტიპის გვალვების კლება (ორ-ორი შემთხვევა, 6%) დაიკვირვება მეორე პერიოდში მცხეთა-მთიანეთის და შიდა ქართლის რეგიონებში, ხოლო მატება (1 შემთხვევა, 3%) აღინიშნება სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში (იხ. დანართი, ცხრილი 6.1.1).

კლიმატის გლობალური დათბობის ფონზე (მარგველაშვილი გ., ორმოცაძე გ., 2014), აღმოსავლეთ საქართველოს კახეთის რეგიონის სამხრეთ-აღმოსავლეთით (საგარეჯო, დედოფლისწყარო, სიღნაღი) და ქვემო ქართლის რეგიონში, სადაც მიმდინარეობს გაუდაბნოების პროცესების გააქტიურება, მინის რესურსების არამდგრადი გამოყენებისა და ატმოსფერული ნალექების შემცირების გამო, შეიძლება რეალურად შეიქმნას გაუდაბნოების საშიშროება.

ანთროპოგენურ ზემოქმედებას შეუძლია გამოიწვიოს ნიადაგის დეგრადირება, რაც ასევე ვლინდება ექსტრემალური მინათმოქმედების პირობებშიც (ჯანაშვილი ვ., მამულაიშვილი ი., გაბუნია ც., 2015), სადაც მოსავალი დამოკიდებულია ნიადაგში არსებულ საკვები ელემენტების მარაგსა და ორგანულ ნივთიერებაზე.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გვალვების მატების (გახშირება) ტენდენცია ძირითადად დაიკვირვება კახეთის რეგიონის სამხრეთ-აღმოსავლეთით, სამხრეთ-დასავლეთით და ჩრდილო-დასავლეთით მდინარე ალაზნის მარჯვენა მხარეს. მოცემული რეგიონის მაღალმთიან ტერიტორიაზე (ახმეტა) მოცემულ 70-წლიან პერიოდში $\Sigma T_{k < 1.0}$ -ზე ნაკლები არ დაფიქსირებულა, რის მიხედვით შესაძლებელი იქნებოდა რომელიმე ტიპის გვალვის გამოვლენა. გვალვების მატება, ასევე აღინიშნება მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის შედარებით დაბლობზე. ამავე რეგიონის მაღალმთიან ტერიტორიაზე (ყაზბეგი) $\Sigma T_{k < 1.0}$ -ზე ნაკლები 0.8 (სუსტი გვალვა) დაფიქსირებულია 1979 წელს, პირველ პერიოდში.

გვალვების მატების ტენდენცია დაიკვირვება, აგრეთვე სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის აღმოსავლეთ ტერიტორიის ნაწილზე (მდინარე მტკვრის ხეობა). მოცემული რეგიონის მა-

ღალმთიან ტერიტორიაზე, (ფარავანი, 2100 მ ზღ.დონიდან, ნინოწმინდის მუნიციპალიტეტი) მეორე პერიოდში დაფიქსირებულია სუსტი გვალვის მატების შემთხვევა, ხოლო ძლიერი ტიპის გვალვის შემთხვევა არ დაფიქსირებულა. გვალვის მატება აღინიშნება შიდა ქართლის რეგიონის მდ. მტკვრის ხეობის მიმდებარედ და ნაწილობრივ რეგიონის ჩრდილოეთ ტერიტორიაზე. გარდა ამისა, გვალვების მატებაა ქვემო ქართლის რეგიონის მთიან ტერიტორიაზე (დმანისი), სადაც ჰტკ <1.0-ზე ნაკლები 0.9 (სუსტი ტიპის გვალვა) დაფიქსირებულია 2000 და 2008 წლებში, ხოლო 0.7 (საშუალო ტიპის გვალვა) დაფიქსირებულია 2006 წელს. მაღალმთიან ტერიტორიაზე (ნალკა) ჰტკ <1.0-ზე ნაკლები 0.9 (სუსტი ტიპის გვალვა) დაფიქსირებულია 1962 და 2017 წლებში, ხოლო 0.7 (საშუალო ტიპის გვალვა) - 2006 წელს.

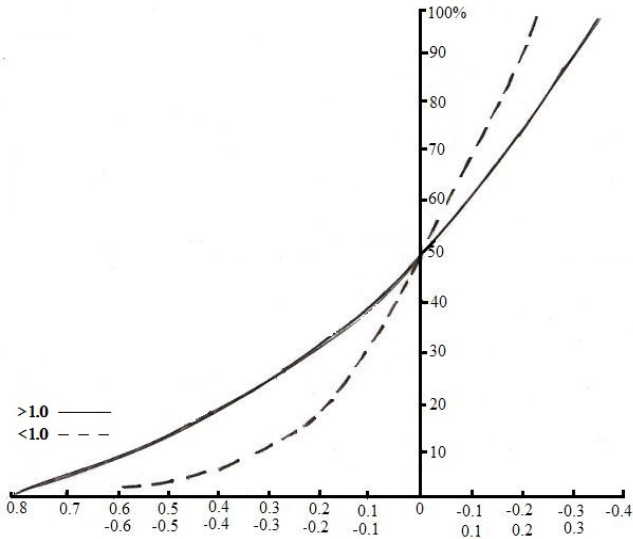
შიდა ქართლის რეგიონის მთიან და მაღალმთიან ტერიტორიებზე (ჯავა) ჰტკ <1.0-ზე ნაკლები 0.9 (სუსტი ტიპის გვალვა) დაფიქსირებულია 5-ჯერ, ერთი - 0.7 (საშუალო ტიპის გვალვა) და ერთი - 0.5 (ძლიერი ტიპის გვალვა). აქედან გამომდინარე, იშვიათად აღინიშნება საშუალო და ძლიერი ტიპის გვალვები (1-2-ჯერ), რადგან ჰტკ-ს მონაცემების ანალიზის მიხედვით, მთიან და განსაკუთრებით მაღალმთიან ტერიტორიებზე მისი მაჩვენებლები >1.0-ზე მეტია თითქმის ყოველ წელს. ასეთ პირობებში აორთქლების ბალანსი მცირეა, ამიტომ აღნიშნული ტიპის გვალვების შემთხვევები ძალზე იშვიათადაა მოსალოდნელი. მაშასადამე, ზემოაღნიშნული ტიპის გვალვების შემთხვევათა რიცხვი ძირითადად მომატებულია, განსაკუთრებით საშუალო და ძლიერი ტიპის გვალვები, რაც უდაოდ არასახარბიელოა რეგიონებისათვის. მომავალში მათი გახანგრძლივება შესაძლებელია ნეგატიურად აისახოს მცენარეებზე, განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), გამოიწვიოს ვეგეტაციის შეწყვეტა და ფესვებიდან ხმოზა, რაც საბოლოოდ შეამცირებს მოსავალს. ამიტომ, მოცემულ პერიოდში (VI-VIII) ატმოსფერული ნალექების ჯამმა (მმ), თუ შეადგინა 120-130 მმ, რასაც შეესაბამება ჰტკ <0.6-0.7 (საშუალო ტიპის გვალვა), მაშინ ნიადაგის ტენის უზრუნველყოფის გარე-

შე შეფერხდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარება და პროდუქტიულობა. სოფლის მეურნეობის მუშაკებს, ფერმერებს და კერძო სექტორის მინათმოქმედებს დიდი ძალისხმევა დაჭირდებათ აგროტექნიკით გათვალისწინებულ რეჟიმში ჩაატარონ გვალვების წინააღმდეგ შესაბამისი ღონისძიებები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებისა და მოსავლის შენარჩუნებისათვის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აღმოსავლეთ რეგიონებში გვალვები მეტნაკლები სიხშირით უკანასკნელ წლებში მატულობს, რაც ძლიერ ამცირებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, განსაკუთრებით ერთწლიანი მარცვლეული და ბოსტნეულ-ბალჩეული კულტურების მოსავალს. ამიტომ საჭიროა ეფექტურად იქნას გამოყენებული გვალვების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები. კერძოდ, გვალვების საწინააღმდეგო ბრძოლის მნიშვნელოვან ღონისძიებას წარმოადგენს ტენდაგროვითი საშუაოთა სისტემის განხორციელება, სადაც შეიძლება ჩატარდეს საშემოდგომო კულტურების აღებისთანავე ნიადაგის აჩეჩვა, რაც ნიადაგს შეუნარჩუნებს ტენს. ასევე, ყურადღება უნდა მიექცეს თესვის ოპტიმალურ ვადებს, რადგან იგი იძლევა საშუალებას მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული ნიადაგში არსებული ტენი, მცენარეთა თანაბარი აღმონაცენებისა და ნორმალური ბარტყობისათვის (ც.სამადაშვილი, 2014). გარდა აღნიშნულისა, გლობალური დათბობის და მისი ნეგატიური გავლენის პირობებში საჭიროა სელექტიური, გვალვაგამძლე, მდგრადი კულტურების დანერგვა. ამ მიმართულებით აშშ-ში პირველად დაითესა სიმინდის კულტურა ათასობით ჰექტარზე, ინდონეზიაში დაარეგისტრირდა შაქრის ლერწამის კულტურა. მნიშვნელოვანია აგრეთვე, თანამედროვე აგრობიოტექნოლოგიების ეფექტურად გამოყენება ბიოპრეპარატების შექმნის, ნარჩენების გადამუშავების, ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენის თვალსაზრისითაც (დიდებულიძე ა., 2014).

გლობალური დათბობა სხვა ექსტრემალურ ჰიდრომეტეოროლოგიურ მოვლენებთან ერთად ხელს უწყობს გვალვების გახშირება-გამკაცრებას (თურმანიძე თ., 2002). აღნიშნულიდან გამომდინარე, საჭიროა აგროსექტორის მუშაკებმა და ფერმე-

რებმა შეაფასონ სხვადასხვა ტიპის გვალვის მოქმედება და მათი განმეორადობის ალბათობა ყოველ ათ და მეტ წელში. რაც, საშუალებას მისცემს მათ მიიღონ ინფორმაცია ნებისმიერი ტიპის გვალვის განმეორადობაზე და იმოქმედონ მოსალოდნელი ტიპის გვალვის წინააღმდეგ შესაბამისი ღონისძიებების გატარებით. ამისათვის, ზემოაღნიშნული მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემებიდან (1948-2017 წწ.) გამოთვლილი ჰიდროთერმული კოეფიციენტების საფუძველზე, შედგენილი იქნა მოცემული ტიპის გვალვების და ტენის აორთქლების ბალანსის განმეორადობის განსაზღვრის ნომოგრამა (ნახაზი 6.1.1).



ნახ. 6.1.1 ჰიდროთერმული კოეფიციენტების განსაზღვრის ნომოგრამა (— ჰტკ >1.0 ; ჰტკ --- <1.0)

ნომოგრამაზე 6.1.1 შესაბამისი რეგიონის საშუალო ჰიდროთერმული კოეფიციენტის მიხედვით (იხ. დანართი, ცხრილი 6.1.1) შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის გვალვის და ტენის აორთქლების ბალანსის განსაზღვრა (ცხრილი 6.1.2).

ცხრ. 6.1.2 სხვადასხვა ტიპის გვალვები და აორთქლების ბალანსი ჰოკ-ს მიხედვით, დამოკიდებული 10°C-ის ზევით ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამებზე (მმ) (VI-VIII), აღმოს. საქართველოს ტერიტორიაზე (კახეთის რეგიონის მაგალითზე)

სუსტი <0.8-0.9		საშუალო <0.6-0.7		ძლიერი <0.4-0.5 და ნაკლები			
ΣT 2059	ΣP 173	ΣT 2074	ΣP 139	ΣT 2114	ΣP 89		
ტენის აორთქლების სხვადასხვა ტიპის ბალანსი							
მცირე ტენი >1.1-1.3		საშ. ტენი >1.4-1.6		ზომიერი ტენი >1.7-1.9		ჭარბი ტენი >2.0 და მეტი	
ΣT 2014	ΣP 241	ΣT 1981	ΣP 290	ΣT 1956	ΣP 344	ΣT 1921	ΣP 443

ცხრილი შედგენილია ანალოგიურად, 70-წლიანი პერიოდის ორ 35-წლიან პერიოდებად გაყოფით, სადაც მოცმულ პერიოდებში განსაზღვრულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, შესაბამისი აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნალექების ჯამებიდან. ცხრილის მონაცემები იძლევა ასევე, სხვადასხვა ტიპის გვალვის და ტენის აორთქლების ბალანსის პროგნოზის დაზუსტების საშუალებას. მაგალითად, გავიგოთ რამდენჯერ განმეორდება ყოველ ათ წელში ძლიერი ტიპის გვალვა ქვემო ქართლის რეგიონის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე. განსაზღვრისას საჭიროა აღნიშნული ტიპის გვალვების და ტენის აორთქლების ბალანსის საშუალო მაჩვენებლებზე ინფორმაცია. ჰოკ-ს მიხედვით ცხრილში 6.1.1 ვპოულობთ საშუალოებს 0.5 და 1.2, შესაბამისად. ნახაზი 6.1.1-ზე გარდაბნის მუნიციპალიტეტის გვალვის საშუალო მაჩვენებელსა (იხ. დანართი, ცხრილი 6.1.1, ჰოკ 0.5) და ძლიერი ტიპის გვალვას (ცხრილი 6.1.2, ჰოკ 0.4) შორის დადგინდება სხვაობა - 0.1. ამ უკანასკნელს ნახაზის აბსცისთა ღერძიდან მარცხნივ, სადაც აღნიშნულია -0.1 აღიმართება სწორი ხაზი წყვეტილი მრუდის გადაკვეთამდე, რომელსაც გადაკვეთის წერტილში შეესაბამება ნახაზზე აღნიშნული 30%. რაც ნიშნავს საძიებელი, ძლიერი ტიპის გვალვის განმეორადობას 30%-ით ანუ იგი განმეორდება 3-ჯერ ყოველ ათ წელში. ანალოგიურად განისაზ-

ღვრება სხვა ტიპის გვალვები და ტენის აორთქლების ბალანსის განმეორადობა.

შენიშვნა: თუ გრადაციიდან, ცხრილი 6.1.2, ჰოკ 0.4-0.5 აღებული იქნება 0.5 შეცდომა არ იქნება, რადგან ჰოკ-ს <0.4-0.5 დასაშვები ცდომილება 7-10% ფარგლებშია.

6.2 სხვადასხვა ტიპის გვალვის პროგნოზი

საქართველოს აღმოსავლეთით გვალვები სხვადასხვა სიმძაფრით თითქმის ყველა რეგიონში დაიკვირვება, რომელიც ზოგჯერ დიდ ზარალს აყენებს სოფლის მეურნეობას. იგი 60-70% და მეტი ამცირებს მოსავალს. აქედან გამომდინარე, თითქმის ყოველ წელს აუცილებელია მცენარეების ქვეშ ნიადაგის ხელოვნური მორწყვა (2-3-ჯერ და მეტად), ან მისი ზედაპირის კულტივაცია-გაფხვიერება. გარდა იმისა, რომ ნიადაგის გაფხვიერება ამცირებს წყლის აორთქლებს, იგი ქმნის კოშტოვან სტრუქტურას (შაფაქიძე ე., ქვარცხავა მ., 2014), რომელიც ხელსაყრელია სავეგეტაციო პერიოდში მცენარეთა ბიოლოგიური პროცესების ნორმალური წარმართვისათვის.

ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით, საჭიროა სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებმა, ფერმერებმა წინასწარ იცოდნენ მოსალოდნელი გვალვების შესახებ, რათა მომზადებული შეხვდნენ მოსალოდნელ გამოწვევებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ გვალვის პროგნოზირება საკმაოდ რთული პროცესია. მიუხედავად ამისა შევეცადეთ გვეპოვნა გვალვის პირველადი, სანყისი „ინდიკატორი“ (მახასიათებელი), რომელიც აგროკლიმატური მახასიათებლებიდან დამოკიდებული იქნებოდა იმ ძირითად მახასიათებელზე, რომლის პროგნოზირებას შევძლებდით (საკითხი დეტალურად განიხილება ქვემოთ).

მეტეოროლოგიური თვალსაზრისით, გვალვის ფიზიკურ არსს მეცნიერ-მკვლევარები თითქმის ერთმნიშვნელოვნად განმარტავენ. კერძოდ, პროფესორი კამინსკი გვალვის კრიტიერიუმად ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის მატებას, შე-

ფარდებით ტენიანობას არა უმეტეს 40% (13 საათისათვის) და მის შემდგომ შემცირებას, აბსოლუტური ტენიანობის მცირე ფარგლებში მერყეობას და ღრუბლიანობის ნაკლებობას მიიჩნევს. კ.კელენჯერიძის მიხედვით (კელენჯერიძე კ., ჯიქია ე., მგელაძე თ., 1964), ტენიანობის დეფიციტით ($d=E-e$) შესაძლებელია გვალვიანობის დადგენა, სადაც დაახლოებით 20 მმ-მდე თანაბარი ტენიანობის დეფიციტი (d) გვალვის მაუწყებელია, ხოლო 20 მმ-ზე მაღალი (24 მმ და მეტი), ჰაერის ტემპერატურა 30°C და მეტი ხორშაკის გრძელვადიანი პროგნოზების ფუძემდებელმა ბ.მულტანოვსკიმ დაამტკიცა, რომ გვალვები უმთავრესად მოსალოდნელია მაღალი ატმოსფერული წნევის (ანტიციკლონის) პირობებში. ამ უკანასკნელის გვალვის მოვლენის პირობას იზიარებს პროფესორი რუბენშტეინი და ამასთან ერთად მიუთითებს, რომ ზაფხულში გვალვის დაწყება და განვითარება დამოკიდებულია მზის სხივებით დედამიწის ზედაპირის ინტენსიურ გათბობაზე.

სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, გვალვიანობის დაწყება შეიძლება გამოვლენილი იქნას პროფესორ გ.სელიანი-ნოვის ჰიდროთერმული კოეფიციენტით, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$K = \frac{\sum p}{\sum t : 10}$$

სადაც K - ჰიდროთერმული კოეფიციენტია ანუ ტენის ბალანსი; $\sum p$ - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ); $\sum t$ - ჰაერის ტემპერატურის ჯამი, ხოლო განტოლების მნიშვნელში $\sum t : 10$ აღნიშნავს აორთქლებული წყლის რაოდენობას (მმ). ე.ი. ჰიდროთერმული კოეფიციენტი ნიშნავს ატმოსფერული ნალექების შეფარდებას აორთქლებასთან, რაც კარგად ახასიათებს ტერიტორიის ტენით უზრუნველყოფას. მაშასადამე, მოსული ნალექების ჯამი აორთქლებული წყლის რაოდენობის ($\sum t : 10$) ტოლია. ასე, მაგალითად, დაუშვათ მოცემულ პერიოდში მოვიდა $\sum p = 50$ მმ ატმოსფერული ნალექი და იმავე პერიოდში აორთქლდა, რო-

ცა აქტიური ტემპერატურის ჯამი შეადგენდა 500°C , ე.ი. $\Sigma 500^{\circ}\text{C}=50$ მმ. განტოლებაში ჩასმით $K=50:50=1.0$, რაც აგრონომიული თვალსაზრისით გვალვის მაჩვენებელია. თუ $K=<1.0$ -ზე ნაკლებს გვალვა სახეზეა, ხოლო $K=<0.5$ -ზე ნაკლები მძაფრ გვალვაზე მიანიშნებს.

აგროკლიმატური თვალსაზრისით, გვალვის წარმოქმნის მიზეზი ჩრდილოეთიდან ან ჩრდილო დასავლეთიდან ჰაერის მასების შემოჭრაა ანტიციკლონის სახით. რომელიც ხასიათადება ჰაერის მაღალი გამჭირვალობით, მაღალი ტენიანობის დეფიციტით, მცირე შეფარდებითი ტენიანობით (40% და ნაკლები), სადაც ყალიბდება მოწმენდილი, მშრალი ამინდი. ასეთ პირობებში ინტენსიურად მოქმედებს მზის რადიაცია და თბება მინისპირა ჰაერის ფენა 30°C -მდე და მეტად. ყოველივე ამისა, სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის ხანგრძლივი მატება, მრავალწლიურ საშუალო ტემპერატურასთან შედარებით მიანიშნებს გვალვიანობაზე (მელაძე გ., გოგლიძე ე., 1991).

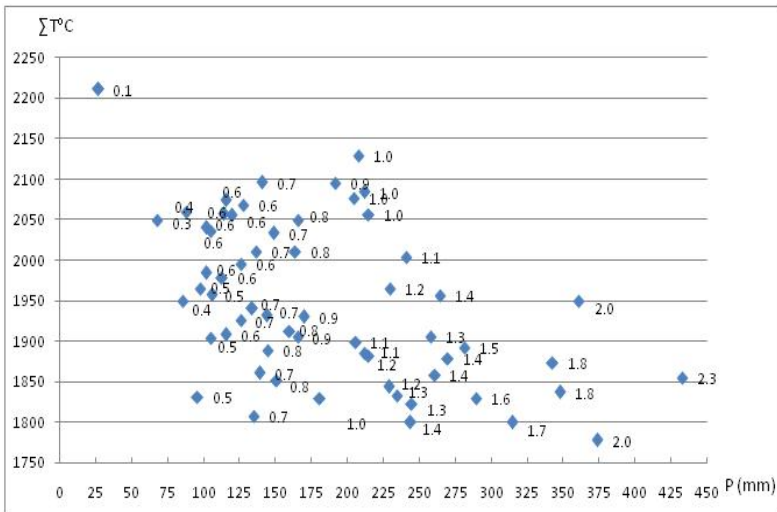
გვალვა განიხილება თავისი ინტენსიურობით (სიმძაფრით) ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიმართ, რადგან ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან გვალვაგამძლეობით. ამასთან დაკავშირებით, მოგვყავს გ.სელიანინოვის და სხვათა მიერ (გ.მელაძე) დადგენილი ტენის მინიმალური (კრიტიკული) ბალანსის სიდიდეები, რომელიც განსაზღვრულია ჰიდროთერმული კოეფიციენტების მიხედვით, ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურისათვის. სავეგეტაციო პერიოდში ასეთებია: საშემოდგომო ხორბალი, სიმინდი, ბამბა, მზესუმზირა - 0.5, ბრონეული, გარგარი, ჭერამი, კომში, მუშმულა, აქტინიდა (კივი), ფეიხოა - 0.4, ვაზი, კეთილშობილი დაფნა, რწყავი - 0.3, ლეღვი - 0.2, ჩაი - 1.3, მანდარინი, ფორთოხალი, გრეიპფრუტი, ლიმონი - 1.5.

უნდა აღინიშნოს, რომ სავეგეტაციო პერიოდში მოცემული კულტურები სუსტ, ხანმოკლე გვალვებს იტანენ. მაგრამ, როცა ჰიდროთერმული კოეფიციენტი ეცემა, აღნიშნული შესაბამისი ჰიდროთერმულ კოეფიციენტებამდე (კრიტიკულამდე) აუცილებელია მათი ხელოვნური მორწყვა, ან ნიადაგის ზედა-

პირის კულტივაცია, წინააღმდეგ შემთხვევაში ისინი დაილუპებან.

სავეგეტაციო პერიოდში, განსაკუთრებით მცენარეთა აქტიური ვეგეტაციის, ზაფხულის ცხელ პერიოდში (VI-VII-VIII), როცა აქტიური ტემპერატურის ჯამი იმატებს, უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს მოსული ატმოსფერული ნალექებიდან აორთქლება და ჰიდროთერმული კოეფიციენტის შემცირება. აღნიშნულის გამო მცენარეებს მოკლე დროში ექმნებათ ტენის დეფიციტი, რის შედეგად გვალვის შემთხვევა გარდაუაღია.

ჩვენს ამოცანას წარმოადგენდა ჰიდროთერმული კოეფიციენტების განსაზღვრა და სხვადასხვა ტიპის გვალვების პროგნოზირება. ამისათვის, ზემოაღნიშნული პერიოდის (VI-VIII) აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამები დაკავშირებული იქნა ჰიდროთერმულ კოეფიციენტებთან (ნახაზი 6.2.1). სადაც მიღებული იქნა მაღალი კორელაციური დამოკიდებულება $R=0.98$.



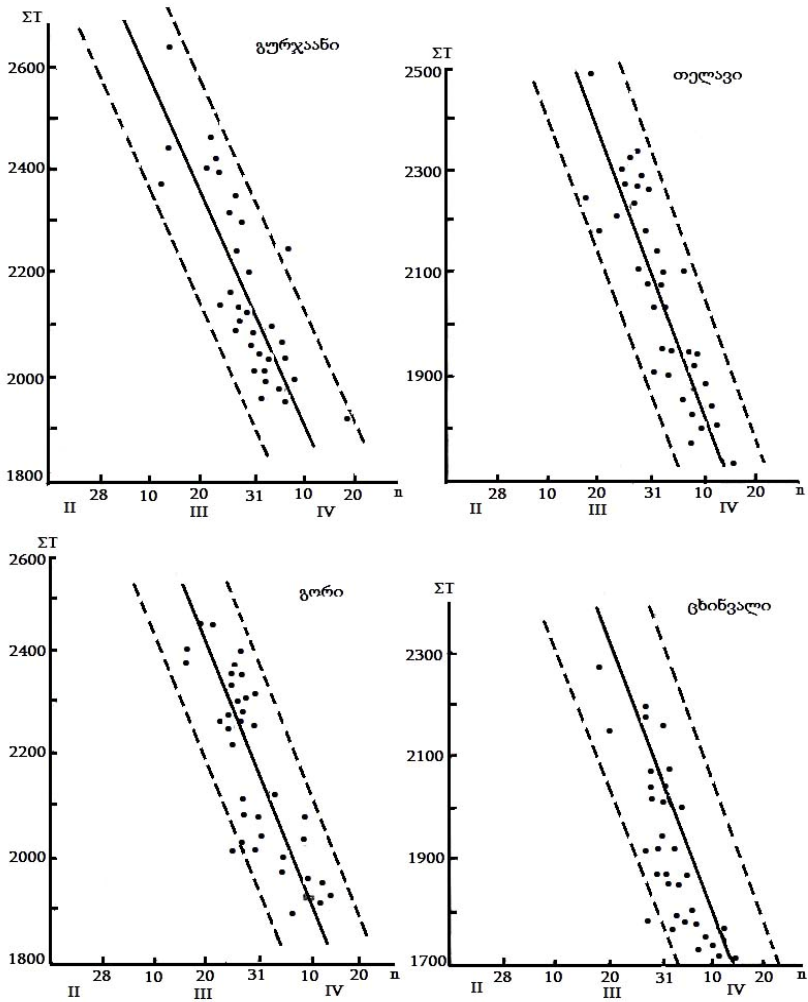
ნახ. 6.2.1 ჰოკ-ს დამოკიდებულება აქტიური ტემპერატურის ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამებზე (1983-2017წ., VI-VIII პერიოდში)

ამ საიმედო დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, შედგენილია ჰიდროთერმული კოეფიციენტის განსაზღვრის განტოლება:

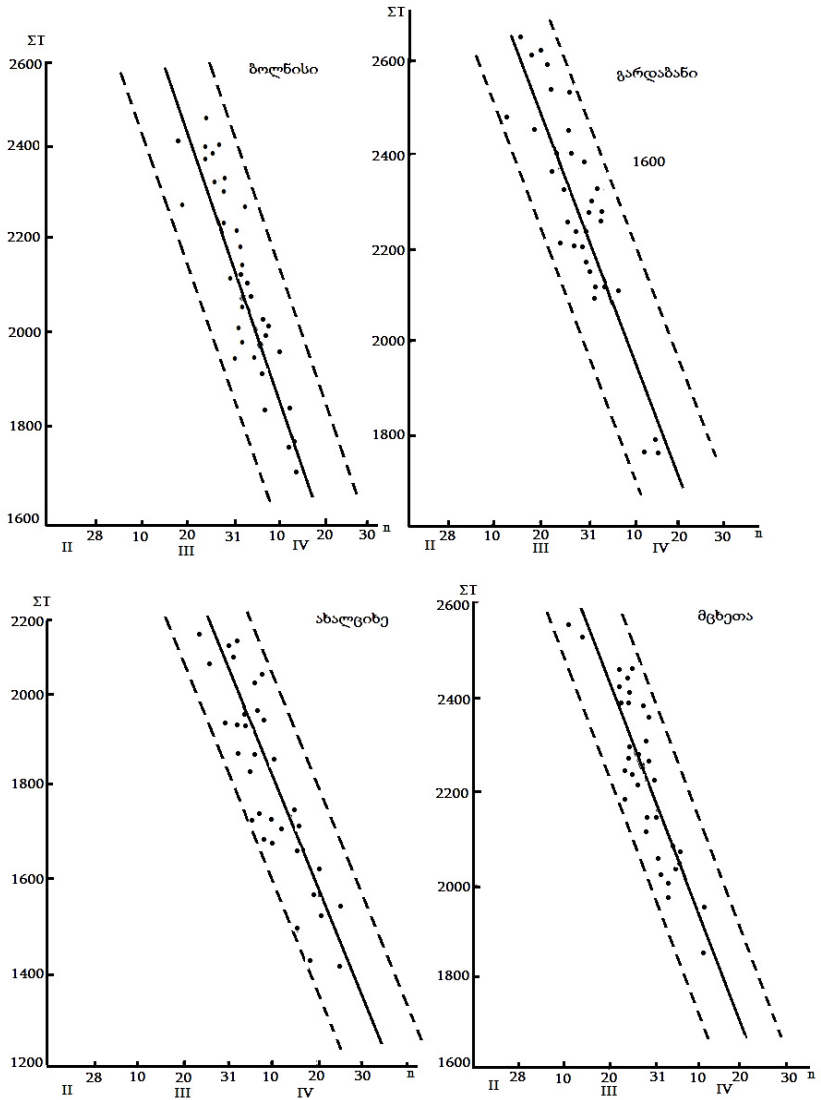
$$U=-0.00012*T+0.0051*P+0.1824 \quad (1)$$

განტოლებაში - U არის ჰიდროთერმული კოეფიციენტი, VI-VIII პერიოდში; T - აქტიური ტემპერატურის ჯამი 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღიდან 60 დღის გასვლის შემდეგ VI-VIII პერიოდში; P - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), იმავე პერიოდში. განტოლების დასაშვები ცდომილება (ე.ი. ჰიდროთერმული კოეფიციენტის განსაზღვრის) შეადგენს $S_{\pm} \pm 0.0904$ ანუ 0.1.

მოცემული განტოლება (1) გამოიყენება გვალვის ტიპის დადგენისათვის. რაც შეეხება, სხვადასხვა ტიპის გვალვის პროგნოზირებას, ამისათვის მიზანშეწონილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება, ნაშრომში (Давитая Ф.Ф., 1964) მოცემული მეთოდის ანალოგიურად, რომელიც გამოყენებული იქნა ზაფხულის პერიოდში (VI-VIII) სხვადასხვა ტიპის გვალვის საპროგნოზოდ. აქედან გამომდინარე, ჩვენს სინამდვილეში კახეთის რეგიონის ტერიტორიის მაგალითზე (თელავი, გურჯაანი), აგრომეტეოროლოგიაში მიღებული მატემატიკური სტატისტიკის მეთოდის გამოყენებით (Уланова Е.С., 1964), ტემპერატურის 10°C -ის ზევით დადგომის თარიღსა და ამ თარიღიდან 60 დღის, ანუ ორი თვის გასვლის შემდეგ ტემპერატურის ჯამს შორის კავშირის დამყარებით, გამოვლენილი იქნა კორელაციური დამოკიდებულება. ამ დამოკიდებულების ნათლად წარმოდგენის მიზნით შედგენილი იქნა ყველა რეგიონის მუნიციპალიტეტისათვის (სადაც ძირითად გახშირებულია გვალვები) ნახაზები 6.2.2, 6.2.3, შესაბამისი რეგრესიის განტოლებებით, ცხრილი 6.2.1.



ნახ. 6.2.2 გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან ორი თვის გასვლის შემდეგ ტემპერატურის ჯამს (>10°C) შორის კავშირი (VI—VIII პერიოდში)



ნახ. 6.2.3 გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან ორი თვის გასვლის შემდეგ ტემპერატურის ჯამს ($>10^{\circ}\text{C}$) შორის კავშირი (VI-VIII პერიოდში)

ნახაზებზე ტემპერატურის ჯამების ($>10^{\circ}\text{C}$) მსვლელობის დინამიკა თითქმის ერთნაირია. კარგად ჩანს დამოკიდებულება გაზაფხულზე ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ორი თვის გასვლის შემდეგ აქტიური ტემპერატურის ჯამს ($>10^{\circ}\text{C}$) შორის კავშირი, VI-VIII პერიოდში. ასე, მაგალითად, გაზაფხულზე რაც უფრო ადრე იწყება ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი, მით უფრო მეტია აქტიური ტემპერატურის ჯამი და პირიქით. გაზაფხულზე 10°C -ის ზევით გვიან გადასვლის თარიღი გვირგვინებს ტემპერატურის ჯამის ნაკლებად დაგროვებას.

ცხრ. 6.2.1 აქტიური ტემპერატურის ჯამის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღიდან ორი თვის გასვლის შემდეგ ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) საპროგნოზო განტოლებები სხვადასხვა ტიპის გვალვის პროგნოზისათვის (VI-VIII)

რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	რეგრესიის განტოლება ΣT	კორელაციის კოეფიციენტი r	განტოლების დასაშვები ცდომილება $S_{y\pm}$
კახეთი, თელავი გურჯაანი	$=-23.859*n+3508.208$ $=-21.292*n+3399.42$	0.88 0.85	93 (2) 91 (3)
მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	$=-25.12*n+3651.91$	0.88	82 (4)
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	$=-24.174*n+3450.15$	0.90	88 (5)
ქვემო ქართლი, გარდაბანი ბოლნისი	$=-25.48*n+3739.24$ $=-27.112*n+3747.18$	0.91 0.86	102 (6) 102 (7)
შიდა ქართლი, გორი ცხინვალი	$=-25.463*n+3646.38$ $=-27.82*n+3698.47$	0.82 0.76	98 (8) 143 (9)

ცხრილი 6.2.1-ის განტოლებებში ΣT არის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით ტემპერატურის გადასვლის თარიღიდან ორი თვის გასვლის შემდეგ VI-VIII პერიოდში; n - დღეთა რიცხვი 1 თებერვლიდან ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღამდე. მოცემული განტოლებები გამოიყენება ნებისმიერი ტიპის გვალვის საპროგნოზოდ.

პროგნოზის შედეგების ნესი: დაუშვათ, კახეთის რეგიონის ტერიტორიაზე, 2020 წელს საპროგნოზო განტოლებიდან (3) გამომდინარე, გურჯაანის მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით, დადგინდა თარიღი (6.IV, ნაშრომის შესავალში მოცემული განტოლებით). რომელიც გადაითვლება 1 თებერვლიდან აღნიშნულ თარიღამდე (6.IV) და მიიღება 65 დღეთა რიცხვი. იგი ჩაისმევა გურჯაანისათვის მოცემულ განტოლებაში (3) n -ის ნაცვლად, სადაც მათემატიკური გაანგარიშებით მიიღება 2020°C ტემპერატურის ჯამი. ეს პროგნოზირებული ტემპერატურის ჯამი უნდა შედარდეს სხვადასხვა ტიპის გვალვის მახასიათებელ ტემპერატურის ჯამთან (ცხრილი 6.1.2). იგი რომელი ტიპის გვალვასაც (3თკ) დაემთხვევა და სხვაობა მათ შორის 50°C -მდე აღმოჩნდება, ის იქნება მოცემულ წელს მოსალოდნელი ტიპის გვალვა. თუ იგი აღმოჩნდა სუსტი ტიპის გვალვა, ამ უკანასკნელის დაზუსტებისათვის გამოიყენება საპროგნოზო ტემპერატურის ჯამი (2020°C) და მოცემული ტიპის გვალვის მახასიათებელი ატმოსფერული ნალექების ჯამი (ცხრილი 6.1.2). მათი, როგორც პრედიქტორების (მახასიათებლების) ჰიდროთერმული კოეფიციენტის განსაზღვრის განტოლებაში (1) ჩასმით, მიიღება მოსალოდნელი სუსტი ტიპის გვალვის მახასიათებელი ჰიდროთერმული კოეფიციენტი 0.82 ანუ 0.8, რომელიც აჩვენებს აღნიშნული ტიპის მოსალოდნელ გვალვას. პროგნოზი შედგება აპრილის ან მაისის პირველ პენტადებში, მისი წინასწარობა ორ თვემდეა. სხვადასხვა ტიპის გვალვების აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზირება მნიშვნელოვანია აგროსექტორის სპეციალისტებისათვის და ფერმერებისათვის. ინფორმაცია მოსალოდნელი პროგნოზის შესახებ ხელს შეუწყობს მათ წინასწარ მომზადებაში გვალვებით გამოწვეული ნეგატიური შედეგების დასაძლევად (მელაძე გ., მელაძე მ., 2016).

თავი VII

სასურსათო კულტურების მონყვლადოზა (მგრქნოზიაროზა) დო მათი თესვისო დო რგვის ოზტიმალური ვადები კლიმოსის თონამოდროვი ცვლილების პირობებში

7.1 საშემოდგომო დო სოგოზოფხულო ხორბლული კულტურების მონყვლადოზა

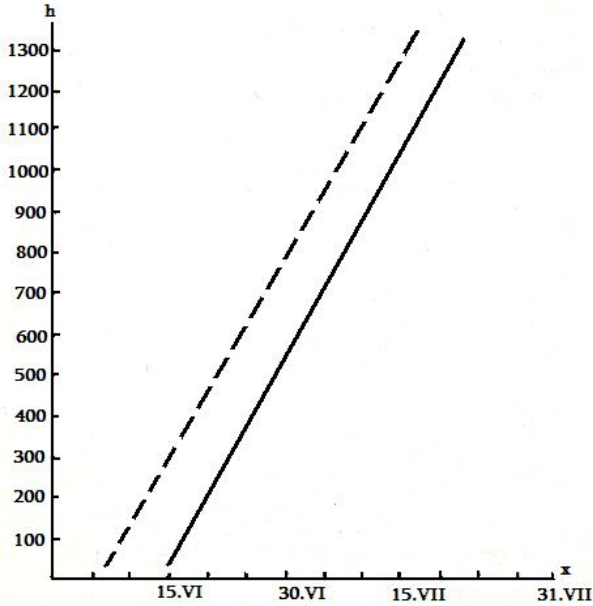
კლიმოსის გლობალური ცვლილებით გამონწეული ტემპერატურის მატების ტენდენცია აუცილებლად გოსათვალისწინებელიო, რადგან შესაძლებელიო 4-5 ათეული წლის შემდეგ ატმოსფეროს მიწისპირო ჰაერის წლიურმო საშუალო ტემპერატურამ მოიმატოს 2°C დო მეტიო. ამიტომ საჭიროო იმის ცოდნო, თუ როგორ ზემოქმედებს მოახდენს აღნიშნული ტემპერატურო სოსურსათო საშემოდგომო დო სოგოზოფხულო ხორბლის, ქერის, ჭვავის დო სხვო კულტურების ფენოლოგიური ფოზების (ყვავილობო დო სხვო) გონივითარების მონყვლადოზოზე (მელაძე გ., მელაძე მ., 2014).

მოცემული კულტურების ფენოლოგიური ფოზების გონივითარებიდან ძირითადიო ყვავილობის ფოზო, რადგან მის ნორმალურ გონივითარებოზე დამოკიდებული მოსოვოლი. იმ შემთხვევოში, თუ ყვავილობის ფოზის პერიოდში დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურო 20°C დო მეტო ნორმალურად არ მიმდინარეობს ყვავილების დამტვერიანების (გონოყოფიერებო) პროცესი. ამ ფოზოში იგი მონყვლადიო აღნიშნულ ტემპერატუროზე, რის შედეგად ხორბლული კულტურების თოვთოვები (20-30% დო მეტი) რჩებიან დოუმტვეროვები (გოუნოყოფიერებელი) დო მარცვლები გომოდის ფშუტე, რაც მოსოვოლზე ძალიან ნეგოტიურად აისოხება.

ჩვენი მიზნია გლობალური დოთბობის პირობებში დოდგინდეს მოცემული სოსოფლო-სამეურნეო კულტურების ყვავილობის ფოზო, რამდენად ემთხვევო დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C-იანი პერიოდის დოდგომოს. ამისათ-

ვის, საშემოდგომო და საგაზაფხულო კულტურების ნარმოების სცენარისათვის გათვალისწინებულია ტემპერატურის 2°C-ით მატება საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიისათვის. ტემპერატურის 2°C-ით მატება განპირობებულია საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენციით.

მოცემული მომავლის სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება გამოთვლილია RegCM-4 რეგიონული კლიმატური მოდელით და მომავლის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების (2020-2050 წწ.) A1 სცენარით. რომლის მიხედვით შესრულებულია კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციისათვის საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება (The Second National Communication Climate Change of Georgia, 2009). ასევე, გამოყენებულია საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე არსებული მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჩატარებული მრავალწლიური დაკვირვებათა მონაცემები (Справочник по климату СССР, 1967). კერძოდ, ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურების 20°C-ის ზევით გადასვლის თარიღები და სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, აღნიშნული მონაცემები დაკავშირებული იქნა ზღ.დონიდან სიმაღლეებთან და დამუშავდა მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით, სადაც გამოვლინდა მჭიდრო კორელაციური კავშირები. საქართველოს აღმოსავლეთისათვის (მიმდინარე) $r=0.89$, სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას $r=0.91$ (ნახაზი 7.1.1).



— საბაზისო (მიმდინარე)
 - - - სცენარი, 2°C-ით მატებისას

ნახ. 7.1.1 ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღის (x) დადგომასა და ზღ.დონიდან სიმაღლეს (h) შორის კავშირი

ნახაზზე 7.1.1 კარგად ჩანს მჭიდრო კორელაციური დამოკიდებულება, სადაც სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 20°C დაახლოებით ათი დღით ადრე დაიკვირვება საბაზისოსთან (მიმდინარე) შედარებით. აღნიშნული კორელაციური დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, შედგენილია რეგრესიის განტოლებები ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღების განსაზღვრისათვის:

$$U=0.0291 \cdot h+75.4 \quad (1),$$

საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიისათვის (საბაზისო);

$$U=0.0305 \cdot h+67.1 \quad (2),$$

სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას.

განტოლებებში U არის ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღი 1 აპრილიდან, ანუ დღეთა რიცხვი 1 აპრილიდან ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღამდე; h - ზღ.დონიდან სიმაღლე (მ).

განტოლებით სარგებლობის წესი: განვიხილოთ საგაზაფხულო ხორბლის მწარმოებელ ქვემო ქართლის რეგიონში ზღ.დონიდან 600 მ სიმაღლეზე, სცენარის მიხედვით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, როდის დადგება ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 20°C. ამისათვის, შესაბამის განტოლებაში (2) h -ის ნაცვლად ჩაისმევა ზღ.დონიდან მოცემული სიმაღლე, 600 მ და სათანადო მატემატიკური მოქმედებით მიიღება 85 დღეთა რიცხვი, 1 აპრილიდან ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღამდე. მიღებული რიცხვი (85) გადაითვლება 1 აპრილიდან და ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღის დადგომა იქნება 24 ივნისი.

უნდა აღინიშნოს, რომ საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების ყვავილობის დაწყების პროცესი რამდენადმე განსხვავებულია ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების ყვავილობა მიმდინარეობს ზღ.დონიდან 300 მ სიმაღლიდან 800 მ სიმაღლემდე, საშუალოდ 30 მაისიდან 10 ივნისამდე, 800 მ-დან 1300 მ სიმაღლემდე 25 ივნისის ჩათვლით, ხოლო 1300 მ-დან 1800 მ-მდე და ზევით 15 ივლისამდე (ცხრილი 7.1.1).

ცხრ. 7.1.1 საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების ყვავილობის ფაზების და ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის თარიღები

კულტურა	ზღვის დონიდან სიმაღლე (მ)	ყვავილობის ფაზა	მიმდინარე (საბაზისო)	სცენარი, 2°C-ით მატება
საშემოდგომო ხორბლეული	300	30.V	23.VI	15.VI
	800	10.VI	8.VII	30.VI
	1300	25.VI	22.VII	16.VII
	1800	15.VII		
საგაზაფხულო ხორბლეული	300	20.V	23.VI	15.VI
	800	10.VII	8.VII	30.VI
	1300	25.VII	22.VII	16.VII
	1800	5.VIII		

ცხრილის ანალიზიდან გამომდინარე, ზღ.დონიდან 1300 მ სიმაღლემდე საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების ყვავილობას მითითებულ ვადებში არ ემუქრება ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 20°C და მეტის უარყოფითი გავლენა. რადგან ეს უკანასკნელი ტემპერატურა (20°C) დაიკვირვება ყვავილობის ფაზის დამთავრების შემდეგ. ხოლო 1300 მ სიმაღლის ზევით ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურა 20°C და მეტი ფაქტიურად არ აღინიშნება. რაც შეეხება საგაზაფხულო ხორბლეულ კულტურებს (საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია) ყვავილობის ფაზა მოცემული სიმაღლეების შესაბამისად, აღინიშნებათ 20-30 დღით გვიან საშემოდგომო ხორბლეულ კულტურებთან შედარებით. მაგალითად, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში საგაზაფხულო ხორბლის ყვავილობის ფაზა ზღ.დონიდან 1300 მ სიმაღლეზე მოსალოდნელია საშუალოდ 25 ივლისისათვის. მაშინ, როცა გლობალური დათბობის პირობებში სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 20°C-ზე გადასვლის პერიოდი (შესაბამისი განტოლებებით გაანგარიშებისას) ყვავილობის ფაზამდე, სცენარით, დაახლოებით ტემპერატურის 2°C-ით მა-

ტებისას ათ დღემდე ადრე იწყება, ხოლო საბაზისო თითქმის ემთხვევა ყვავილობის ფაზას (ცხრილი 7.1.1). მაშასადამე, მოცემული კულტურების ყვავილობის ფაზა, თუ აღმოჩნდება 20°C და მეტი ტემპერატურის პირობებში და ეს პერიოდი განხანგრძლივდება 8-10 დღემდე, შეიძლება არახელსაყრელი აღმოჩნდეს ყვავილების დამტვერვისათვის. ასეთ პირობებში სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებმა და ფერმერებმა უნდა გაითვალისწინონ აღნიშნული ნეგატიური ზემოქმედება და მცენარეები ყვავილობის ფაზაში უზრუნველყონ ნიადაგის ტენით (მორწყვა, კულტივაცია და სხვა). აღნიშნული ღონისძიებების ჩატარება შეასუსტებს მითითებული ტემპერატურის უარყოფით ზემოქმედებას ყვავილების დამტვერიანება-განაყოფიერებაზე და ხორბლეულის ყვავილობა ნორმალურ პირობებში დასრულდება.

7.2 სასურსათო კულტურების (საშემოდგომო ხორბალი, მზესუმზირა) თესვისა და კარტოფილის რგვის ოპტიმალური ვადების დადგენა

კლიმატის გლობალური ცვლილების გავლენამ, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას არ არის გამორიცხული 3-4 ათეული წლის შემდეგ აშკარა გავლენა იქონიოს განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე, აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების ვადებზე (გაზაფხულზე გადარგვა, თესვა და სხვა). აქედან გამომდინარე, წინასწარ უნდა იქნას დადგენილი სასურსათო კულტურების (საშემოდგომო ხორბალი, მზესუმზირა, კარტოფილი) აღნიშნული ღონისძიებათა ჩატარების ოპტიმალური ვადები.

მოცემული კულტურების განვითარება და მოსავლის ფორმირება ძირითადად დამოკიდებულია აგრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლის ნორმალურ გამოზამთრებას უთოვლო ზამთრის პირობებში ჰაერისა და ნიადაგის დაბალმა ტემპერატურებმა ზოგჯერ შეიძლება პრობლემა შეუქმნას. მიწისზედა ნაწილების დაზიანების

კრიტიკული ზღვარია $-15, -16^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურები, ამიტომ მცენარე ზამთრისათვის შემოდგომაზე უნდა გამოიწროოს. იგი ვიზუალურად უნდა აკმაყოფილებდეს გამოზამთრების პირობებს. თუ მცენარეს აქვს 4-6 ზრდადასრულებული ფოთოლი და საკმაოდ დაბუჩქულია, დაუზიანებლად გაუძლებს $-13, -14^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურებს. იგი ნორმალურად გამოიზამთრებს და პირიქით. მაშასადამე, შემოდგომაზე მცენარეთა ნათესები თუ არ არის ისე განვითარებული, როგორც აღინიშნა, ან ნიადაგში არაოპტიმალურ ვადაში ადრეა ჩათესილი და მეტად განვითარებულია (9-10 ფოთოლი აქვს) ასეთ მდგომარეობაში ზამთრის ყინვებისადმი ისინი არამდგრადია და იოლად ექვემდებარებიან დაზიანებას, რომლის შედეგად მოსავალი მცირდება (1.0-1.5 ტონა და მეტი ჰა^{-1}). არანაკლებ გავლენას ახდენს მოსავალზე გვიანი თესვაც, რადგან მცენარეები ვერ ასწრებენ ზამთრისადმი სათანადოდ განვითარებას, გამონრთობას და ზამთრის სეზონში შედიან სუსტად განვითარებული, ამიტომაც არადაკმაყოფილებლად იზამთრებენ (ნათესები განიცდიან გამეჩხერებას და დაკნინებას, ვეგეტაციის პერიოდში ჩამორჩებიან ზრდაში) და არ იძლევიან სასურველ მოსავალს. აქედან გამომდინარე, შემოდგომაზე საშემოდგომო ხორბლის კულტურის ოპტიმალური თესვის ვადების დადგენას პრიორიტეტული მნიშვნელობა აქვს გამოზამთრებისა და გარანტირებული მოსავლის მიღებისათვის (მელაძე გ., მელაძე მ., 2015; გუგავა ე., მელაძე გ., 2015).

მოსავლის უზრუნველყოფისათვის, ასევე მნიშვნელოვანია მზესუმზირას კულტურის ოპტიმალური თესვისა და კარტოფილის რგვის ვადების დადგენა. რომელთა არაოპტიმალურ ვადებში თესვისა და რგვისას მცირდება მზესუმზირას და კარტოფილის მოსავალი 0.4-0.5, 1.5-1.6 ტ/ჰა და მეტი (შესაბამისად). ბეგქონდარა ძვირფასი სანელებელი ეთერზეთოვანი მცენარეა (კაჭარავა თ., 2014), 50 სმ-მდე სიმაღლის, მომწვანო-მოვერცხლისფერო ფოთლებით. გამოიყენება სანელებლად გამშრალი სახით. მას, როგორც ძვირფას საკაზმს უმატებენ სალათებს, ბოსტნეულს, ხორციან და თევზიან კერძებს და სხვა. ბეგქონდარისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს თესვისა და გა-

დარგვის ვადებს, რადგან აღნიშნული ვადების დაცვისას წარმოქმნის მეტ ეთერზეთებს. შემოდგომაზე დათესილი ან გადარგული მცენარეები ხვდებიან თბილ ტენიან პირობებში და კარგად ვითარდებიან. ზამთრის მოსვენებით მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ, გაზაფხულზე იწყებენ ვეგეტაციას და მაღალი პროდუქტიულობით ხასიათდებიან.

საქართველოს ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლის თესვის ვადებზე დაკვირვებათა მასალების ანალიზისა და დამუშავების საფუძველზე (Меладзе Г.Г., 1991; მელაძე გ., მელაძე მ., 2010), შემოდგომაზე თესვა ძირითადად წარმოებს ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში, ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 15°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღის დადგომისას. ეს პერიოდი მუნიციპალიტეტების მიხედვით საკმაოდ ხანგრძლივია და მერყეობს 25-45 დღემდე. ჰაერის ტემპერატურის ქვემოთ გადასვლის თარიღების დადგომა შედარებული იქნა ნიადაგის 5 სმ სიღრმეზე თესვების ჩათესვის ტემპერატურასთან (Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы, 1967), სადაც მითითებული ნიადაგის სიღრმის (5 სმ) ტემპერატურა 2°C -ზე მეტი აღმოჩნდა ჰაერის ტემპერატურასთან შედარებით. აქედან დასკვნა: ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში ტემპერატურა ($15^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C} = 17^{\circ}\text{C}$) 17°C -მდე დაიკვირვება, რაც სრულიად უზრუნველყოფს თესვების გაღვივებას, მათ ერთდროულად აღმოცენებას და მინისზედა ნაწილების ნორმალურ განვითარებას. გაზაფხულზე, დაახლოებით იგივე ტემპერატურით, 2°C და ოდნავ მეტით აღინიშნება ნიადაგში ტემპერატურის 5°C -ის ზევით თარიღის დადგომისას. რომლის დროს გაზაფხულზე მზესუმზირას და კარტოფილის კულტურის ნიადაგში (7-9 სმ) თესვისა და რგვისას (შესაბამისად) ტემპერატურა 7°C -მდე დაიკვირვება, რაც ნორმალურია მზესუმზირასა და კარტოფილის ნიადაგიდან ერთდროულად აღმოცენებისა და განვითარებისათვის. მამასადამე, შემოდგომაზე ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 15°C -ის ქვემოთ და გაზაფხულზე 5°C -ის ზევით თარიღის დადგენიდან (განსაზღვრიდან) აგროსექტორის სპეციალისტებს, ფერმერებს და კერძო სექტორის მეურ-

ნებს (მინათმოქმედებს) შეუძლიათ ოპტიმალურ ვადებში ჩაატარონ მოცემული კულტურების თესვა და რგვა.

ზემოაღნიშნული საშემოდგომო ხორბლის, მზესუმზირასა და კარტოფილის კულტურების ნიადაგში თესვისა და რგვის ოპტიმალური ვადების დადგენის სცენარისათვის, გათვალისწინებულია ჰაერის ტემპერატურის მატება 2°C -ით საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებში, სადაც შეინიშნება ტემპერატურის მეტი მატების ტენდენცია საქართველოს დასავლეთ რეგიონებთან შედარებით. ამასთან დაკავშირებით, გამოყენებულია RegCM-4 რეგიონული კლიმატური მოდელი და მომავლის (2020-2050 წწ.) სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სცენარი A1. ასევე, გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემები რეგიონების შესაბამისი ზონების მიხედვით. სადაც, გამოთვლილია 1 თებერვლიდან ჰაერის ტემპერატურის 5°C -ის ზევით და 1 აგვისტოდან 15°C -ის ქვემოთ დადგომის თარიღები (დღეები) და დაკავშირებულია მოცემული კულტურების მწარმოებელ მუნიციპალიტეტებთან, ზღ.დონიდან სიმაღლეების მიხედვით, რადგან ამ უკანასკნელთან ტემპერატურა მჭიდრო კავშირშია და იცვლება სიმაღლის შესაბამისად.

აღნიშნული მონაცემები დამუშავებული იქნა აგრომეტეოროლოგიაში მიღებული მატემატიკური სტატისტიკის მეთოდით. სადაც გამოვლენილია მჭიდრო კორელაციური კავშირები: სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატება $r=0.98$ და საბაზისო $r=0.96$. ამ საიმედო კორელაციური კავშირებიდან გამომდინარე, შედგენილია რეგრესიის განტოლებები. კერძოდ, გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 5°C -ის ზევით გადასვლის თარიღის დასადგენად, მზესუმზირას თესვისა და კარტოფილის რგვისათვის, ხოლო შემოდგომაზე ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 15°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღის დასადგენად, საშემოდგომო ხორბლის თესვისათვის (ცხრილი 7.2.1)

ცხრ. 7.2.1 გაზაფხულზე 5°C-ის ზევით და შემოდგომაზე 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღების განსაზღვრის რეგრესიის განტოლებები საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებისათვის

კულტურა	მიმდინარე (საბაზისო)	სცენარი, ტემპ-ის 2°C-ით მატებისას	ცდომილება S_{\pm}
მზესუმზირა, კარტოფილი	$U=0.0419*h+10.60$	$U=0.0381*h+6.10$	6
საშემოდგომო ხორბალი	$U=-0.0368*h+84.46$	$U=-0.0357*h+89.12$	5

მზესუმზირას და კარტოფილის განტოლებებში U - არის ჰაერის ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი, ანუ დღეთა რიცხვი 1 თებერვლიდან ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლის თარიღამდე; საშემოდგომო ხორბლის განტოლებაში U - არის ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი ანუ დღეთა რიცხვი 1 აგვისტოდან ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდე; h - არის ზღ.დონიდან სიმაღლე (მ).

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ ქვემო ქართლის რეგიონის მთიანი ზონისათვის (დმანისის მუნიციპალიტეტის მიხედვით) ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი საშემოდგომო ხორბლის თესვის ოპტიმალური ვადის დასადგენად (საბაზისო). მოცემული მუნიციპალიტეტი მდებარეობს ზღ.დონიდან 1256 მ სიმაღლეზე. ამ სიმაღლის შესაბამის განტოლებაში ჩასმით (ცხრილი 7.2.1) h -ის ნაცვლად და სათანადო მათემატიკური მოქმედებით მიიღება 38 დღეთა რიცხვი, რომელიც გადაითვლება 1 აგვისტოდან და 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის დადგომის თარიღი იქნება 7 სექტემბერი, ხოლო სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას - 13 სექტემბერი. მაშასადამე, მიღებულ თარიღში შესაძლებელი იქნება მოცემული კულტურის თესვა ნიადაგის 5 სმ სიღრმეში. სადაც კლიმატის გლობალური ცვლილების პირობებში სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას თესვის ვადა მოცემულ კონკრეტულ მუნიციპალიტეტში გადაინევს გვიან (6 დღე), შემოდ-

გომავზე საბაზისოს ვადასთან შედარებით. ეს ვადა სხვა ზონაში განსხვავებული იქნება.

იმ შემთხვევაში, თუ არ არის ცნობილი ზღ.დონიდან სიმაღლე (h), მაშინ საჭიროა შემოდგომაზე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღის განსაზღვრა რეგრესიის განტოლებით:

$$n = -2.2 * x - 32,$$

სადაც n - ჰაერის ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღია; x - ორი თვის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის ჯამი (აგვისტო-სექტემბერის, სექტემბერ-ოქტომბრის ან ოქტომბერ-ნოემბრის). სადაც, წინა თვის საშუალო ტემპერატურა შედარებით მეტი იქნება 15°C-ზე, ხოლო მომდევნო მეორე თვის - 15°C-ზე ნაკლები. ამ ორი თვის ტემპერატურების საშუალო ჯამების შეკრებით, შესაბამის განტოლებაში ჩასმით და მათემატიკური მოქმედების შედეგად მიღებული რიცხვის გადათვლით ყოველთვის 1 აგვისტოდან მიიღება ტემპერატურის 15°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი. გაზაფხულზე, თუ ასევე უცნობია სიმაღლე (h), ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღის დასადგენად, რომელიც საჭირო იქნება მზესუმზირას და კარტოფილის კულტურის გაზაფხულზე თესვისა და რგვის (შესაბამისად), ოპტიმალური ვადის განსაზღვრისათვის, გამოიყენება განტოლება:

$$n = 2.5 * x + 78,$$

სადაც, n არის ჰაერის ტემპერატურის 5°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი; x - ორი თვის საშუალო ტემპერატურის ჯამი (თებერვალ-მარტის, მარტი-აპრილის ან აპრილი-მაისის). ამ ორი თვის ტემპერატურების ჯამები, სადაც თებერვლის თვის ტემპერატურა იქნება 5°C-ზე ნაკლები და მარტის თვის 5°C-ზე მეტი, შეიკრიბება ისე, როგორც ზემოთ აღინიშნა 15°C-ის თარიღის დადგენისათვის და ჩაისმება შესაბამის განტოლებაში.

მიღებული რიცხვი გადაითვლება ყოველთვის 1 თებერვლიდან და მიიღება ტემპერატურის 5°C -ზე ზევით გადასვლის თარიღი, რომელიც იქნება მზესუმზირას და კარტოფილის კულტურის თესვის და რგვის (შესაბამისად) ოპტიმალური ვადა.

ზემოაღნიშნულის განხორციელებისათვის საჭიროა აგრეთვე, მივიღოთ ინფორმაცია ჰაერის დღელამური თვის საშუალო ტემპერატურების მონაცემებზე, გაზაფხულის და შემოდგომის თვეების მიხედვით. ამისათვის, უნდა მივმართოთ რეგიონის ზონის შესაბამისი მუნიციპალიტეტის მეტეოროლოგიურ სადგურს ან საქართველოს გარემოს ეროვნულ სააგენტოს.

აღნიშნული კულტურების თესვის და რგვის ვადების, რამდენადმე გახანგრძლივებული პერიოდი (6 დღე), შეიძლება ხელსაყრელი აღმოჩნდეს რეგიონების მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონის ტერიტორიებისათვის. განსაკუთრებით, იქ სადაც მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი დაიკვირვება. აქედან გამომდინარე, გლობალური დათბობის პირობებში ჩვენს მიერ გათვალისწინებული სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას აგროსექტორის სპეციალისტები და ფერმერები შეძლებენ მოცემული განტოლებების გამოყენებას, ზემოაღნიშნული კულტურების თესვისა და რგვის ოპტიმალური ვადების დასადგენად, რის საფუძველზეც შესაძლებელი იქნება გარანტირებული მოსავლის მიღება.

თავი VIII

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნაყოფების სრულფასოვანი სიმწიფის სითბოთი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფა, ამავე პერიოდში ერთი და იგივე სასოფლო-სამეურნეო მიწიდან მოსავლის ორჯერ მიღების პარსპექტივა გლობალური დათბობის პირობებში

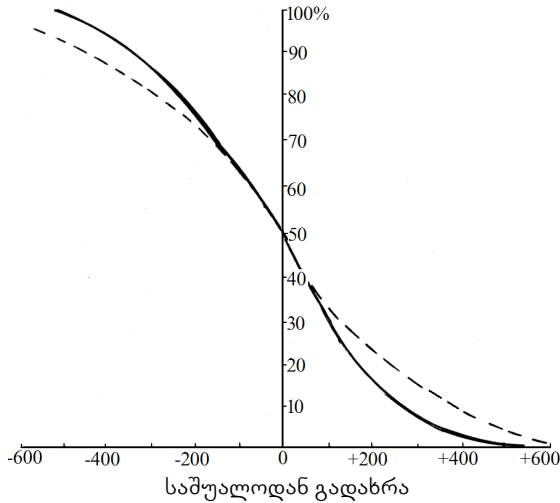
8.1 სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნაყოფების სიმწიფის სითბოთი და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფათა განსაზღვრის წესი

სავეგეტაციო პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სითბოთი უზრუნველყოფას. ამ უკანასკნელის ნაკლებობის შემთხვევაში მკვეთრად ეცემა მოსავალი და ნედლეულის ხარისხი. ამიტომ, ზემოაღნიშნული რეგიონების ზონების მიხედვით, უნდა ვიცოდეთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალური პროდუქტიულობა რამდენჯერ იქნება აქტიური ტემპერატურის ჯამით ($>10^{\circ}\text{C}$) უზრუნველყოფილი ყოველ ათ და მეტ წელში. ნაშრომიდან [30] გამომდინარე, ანალოგიურად შემუშავებული ნომოგრამის მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს, დაუშვავთ მცხეთა-მთიანეთის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში მაგალითად, სუბტროპიკული ხურმის (ხეაკუმე) ნაყოფების სრულფასოვანი სიმწიფისათვის საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამით (3800°C) უზრუნველყოფა ყოველ ათ და მეტ წელში. მისი განსაზღვრისას საჭიროა ვიცოდეთ მოცემულ ზონაში რამდენს შეადგენს საშუალო აქტიური ტემპერატურის ჯამი. საბაზისოს მიხედვით, იგი შეადგენს 3542°C (იხ. დანართი, ცხრილი 2.1.1), ხოლო მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ის მატებისას - 3986°C (ცხრილი 2.1.2). აღნიშნულთან დაკავშირებით, მოყვა-

ნილია შედარება საბაზისო და სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებას შორის თუ რამდენჯერ იქნება უზრუნველყოფილი მოცემული კულტურის ნაყოფების სრული სიმწიფისათვის საჭირო ტემპერატურის ჯამი ყოველ ათ წელში. ამისათვის, საჭიროა გავიგოთ სხვაობა საბაზისო ტემპერატურის ჯამსა და აღნიშნული კულტურის ნაყოფების სიმწიფეს შორის. მოცემულ ტერიტორიაზე (მცხეთის მუნიციპალიტეტი) იგი შეადგენს 3542°C, ნაყოფების სიმწიფისათვის საჭირო ტემპერატურის ჯამი - 3800°C. მათ შორის სხვაობა +258°C, ხოლო სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას -186°C.

შენიშვნა: მიღებული სხვაობის წინ ნიშანი „+“ იწერება როცა მოცემულ ტერიტორიაზე აქტიური ტემპერატურის ჯამი (>10°C) ნაკლებია მოცემული კულტურისათვის საჭირო აქტიური ტემპერატურის ჯამზე და პირიქით, სხვაობის წინ ნიშანი „-“ ე.ი. ტერიტორიის ტემპერატურის ჯამი მეტია კულტურისათვის საჭირო ტემპერატურის ჯამზე.

ნომოგრამის (ნახაზი 8.1.1) აბსცისთა ღერძზე 0-დან მარჯვნივ მოვძებნით სხვაობას +258 და იმ წერტილის ნიშნულიდან აღვმართავთ სწორ ხაზს საბაზისოს მრუდის გადაკვეთამდე, რომელსაც 0-დან მარცხნივ ორდინატის ღერძზე შეესაბამება 10% ე.ი. სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების სრული სიმწიფე ყოველ ათ წელში ერთხელ იქნება უზრუნველყოფილი.



— საბაზისო (მიმდინარე)
 - - - - - სცენარი (მომავლის)

ნახ. 8.1.1 ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების (>10°C) უზრუნველყოფათა (%) ნომოგრამა

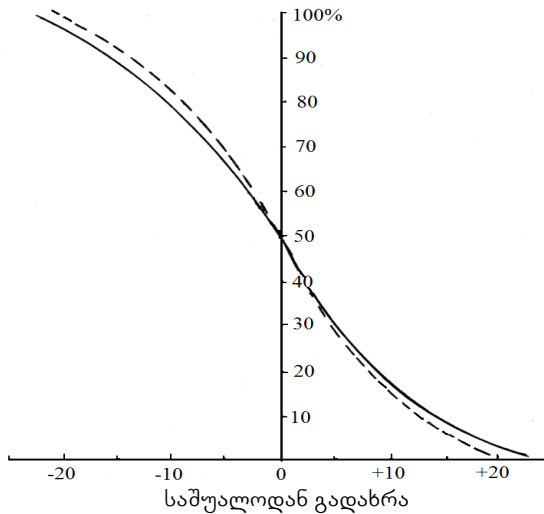
ანალოგიური განსაზღვრის წესით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას მივიღებთ 80%. რაც გვიჩვენებს სუბტროპიკული ხურმის სიმნიფის უზრუნველყოფას 8-ჯერ ყოველ ათ წელში. ე.ი. ხურმის სიმნიფე თითქმის 8-ჯერ მეტად არის უზრუნველყოფილი საბაზისოსთან შედარებით. ასევე, საინტერესოა კახეთის რეგიონის მთიან ზონაში, საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულეებზე საგვიანო ვაზის ჯიშების (რქანითელი, საფერავი, მანავის მწვანე და სხვა) სრულფასოვანი სიმნიფის უზრუნველყოფის განსაზღვრა, რადგან აღნიშნული ჯიშები საყურადღებოა თავისი პროდუქციის ეკონომიკური მნიშვნელობიდან გამომდინარე. კერძოდ, მოცემული ჯიშებიდან მიიღება უმაღლესი ხარისხის სამარკო ღვინოები ადგილობრივი მოხმარებისა და საექსპორტო დანიშნულებით. აქედან გამომდინარე, აგროსექტორის სპეციალისტებმა და ფერმერებმა უნდა შეძლონ სავეგეტაციო პერიოდში ვაზის პროდუქციის და ხარისხის შეფასება ანუ მოცემულ ზონაში

რამდენჯერმე იქნება ვაზის ნაყოფების (ყურძნის) სრულფასოვანი სიმწიფე უზრუნველყოფილი ყოველ ათ და მეტ წელში. აღნიშნულთან დაკავშირებით, ნომოგრამის მიხედვით (ნახაზი 8.1.1) შესაძლებელია მისი განსაზღვრა. თუმცა, მოცემულ მთიან ზონაში საჭიროა ინფორმაცია მიმდინარე (საბაზისო) და სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ის მატებისას აქტიური ტემპერატურის ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$) (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1, 1.1.2). საგვიანო ვაზის ნაყოფისათვის (ყურძენი) სრული სიმწიფისათვის საჭიროა 3500°C -მდე ტემპერატურის ჯამი.

ზემოაღნიშნულ ნომოგრამაზე (ნახაზი 8.1.1) სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების სიმწიფის განსაზღვრის ანალოგიური წესით, მთიან ზონაში განსაზღვრული იქნა ვაზის საგვიანო ჯიშების სრული სიმწიფის უზრუნველყოფის ტემპერატურათა ჯამები. სადაც გამოირკვა, რომ საბაზისოს მიხედვით, მოცემული საგვიანო ვაზის სრული სიმწიფე უზრუნველყოფილი იქნება ყოველ ათ წელში 4-ჯერ, ხოლო სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ის მატებისას თითქმის ყოველ წელს.

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების განსაზღვრის წესი ანალოგიურია ყველა დანარჩენი რეგიონის ზონებისათვის.

სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) განსაზღვრისათვის საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის მაგალითზე შედგენილია ნომოგრამა (ნახაზი 8.1.2), რომლის მიხედვით განისაზღვრება სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე) ყოველ ათ და მეტ წელში.



—— საბაზისო (მიმდინარე)
 ----- სცენარი (მომავლის)

ნახ. 8.1.2 ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) უზრუნველყოფათა (%) ნომოგრამა

მაგალითისათვის. საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში საბაზისოს (მიმდინარე) მიხედვით, ვეგეტაციის ხანგრძლივობა საშუალოდ შეადგენს 199 დღეს, ხოლო მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას - 221 დღეს (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1, 1.1.2). აღნიშნული საშუალო მაჩვენებლები ნახაზზე 8.1.2 შეადგენს 50%, ანუ ნახაზის მიხედვით, ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე) განმეორდება ხუთჯერ ყოველ ათ წელში. თუ გვავინტერესებს 70% შემთხვევაში, რამდენჯერ განმეორდება მოცემული პერიოდი, ნახაზის 8.1.2 ორდინატის ღერძის 70% ნიშნულიდან მარცხნივ გაივლება სწორი ხაზი საბაზისოს მრუდის გადაკვეთამდე და იმ წერტილიდან დაუშვებთ მართობს აბსცისთა ღერძის გადაკვეთამდე, რომელსაც შეესაბამება რიცხვი -7. ეს რიცხვი აკლდება საბაზისოს საშუალოს (199 დღეს) და მიიღება სავეგეტაციო პერიოდის დღის ხანგრძლივობა 192 დღე, რომელიც განმეორდება 7-ჯერ ყოველ

ათ ნელში. ანალოგიური წესით განსაზღვრისას, 2°C-ით მატებისას მიიღება 216 დღე, რომელიც განმეორდება 7-ჯერ ყოველ ათ ნელში.

8.2 სავეგეტაციო სეზონზე სხვადასხვა პერიოდში ერთი და იმავე სასაოფლო-სამეურნეო მიწიდან მოსავლის ორჯერ მიღების პერსპექტივა

საქართველოს თითქმის ორი მესამედი მთაგორიანი რელიეფური პირობებით ხასიათდება და აქედან გამომდინარე, სასაოფლო-სამეურნეო სავარგულებით არც თუ ისე უზრუნველყოფილია. ამიტომ სახნავი მიწის ინტენსიური გამოყენება მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყნის მოსახლეობის პროდუქტებით მომარაგებისათვის. ამასთან დაკავშირებით, გლობალური დათბობის პირობებში შესაძლოა ზემოაღნიშნული რეგიონების სასაოფლო-სამეურნეო სავარგულები გამოყენებული იქნას მთელი წლის განმავლობაში ერთი და იმავე მიწის ფართობიდან ორი და ზოგიერთ რეგიონში სამი მოსავლის მისაღებად. რომელიც ითესება და მოსავალს იძლევა ძირითადი საშემოდგომო და საგაზაფხულო კულტურებისაგან გამონთავისუფლებულ შუალედებში (მელაძე გ., მელაძე მ., 2011).

სანანვერალო შუალედურ კულტურებს შორის მარცვლის წარმოებისა და მეცხოველეობის საკვები ბაზის გაფართოების მიზნით, ნანვერალზე ნათესი სიმინდი, შვრია, მზესუმზირა, ბარდა, ცულისპირა და ზოგიერთი სხვა კულტურები მოსავალს იძლევიან საშუალოდ 25.0 ტ/ჰა და მეტს მწვანე მასის სახით, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას მეცხოველეობაში სასილოსედ, ან მწვანე საკვებად (ცაგურიშვილი გ., 2010).

კლიმატის გლობალური ცვლილებიდან გამომდინარე, კახეთის რეგიონის საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სასაოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან გამოვლენილია მოსავლის ორჯერ მიღების პერსპექტივა. რისთვისაც გამოყენებული და დამუშავებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის მრავალწლიური მეტეოროლოგიური დაკვირვებე-

ბის მონაცემები (1948-2017 წწ.) - სავეგეტაციო პერიოდის თვეების საშუალო ტემპერატურები და საპროგნოზო მომავლის სცენარის საშუალო ტემპერატურის მონაცემები (2020-2049 წწ.). ამ უკანასკნელის კლიმატური პარამეტრები გამოთვლილია RegCM-4 მოდელით და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების A1 სცენარის მიხედვით.

საბაზისოს მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების და შემუშავებული სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ის მატებისას დადგენილი იქნა ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით (გაზაფხულზე) და 10°C-ის ქვემოთ (შემოდგომაზე) გადასვლის თარიღები. ამ თარიღებს შორის აქტიური ტემპერატურების დაჯამებიდან გამოირკვა, რომ საგარეჯოს ტერიტორიაზე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C) საშუალოდ შეადგენს 3440°C, საბაზისო (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1.), ხოლო სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას - 3890°C (ცხრილი 1.1.2.), ეს უკანასკნელი 450°C-ით მეტია საბაზისოსთან შედარებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული რეგიონის მთიან ზონაში გაზაფხულზე, საბაზისო ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის მდგრადი თარიღის დადგომა აღინიშნება საშუალოდ 11 აპრილიდან, მომავლის სცენარის მიხედვით 1 აპრილიდან. ე.ი. ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი სცენარის მიხედვით, იწყება 10 დღით ადრე, საბაზისო სავეგეტაციო პერიოდთან შედარებით.

შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღის დადგომა აღინიშნება 27.X, სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 8.XI. მაშასადამე, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღი 12 დღით გვიან ნყდება (იხ. დანართი, ცხრილი 1.1.1, 1.1.2) საბაზისოსთან შედარებით. აქედან გამომდინარე, სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 199 დღიდან 221 დღემდე. სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივება საშუალებას მისცემს სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებს, ფერმერებს და კერძო სექტორის მეურნეებს (მინათმოქმედებს) გაზაფხულზე, საშუალოდ ათი დღით ადრე ჩაატარონ ნიადაგის

მოხვნა და მასში ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა-ჩახვნა, დოზების სრული დაცვით, მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურების თესვა, ჩითილების გადარგვა და სხვა სახის სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები. შემოდგომაზე სავეგეტაციო პერიოდის 12 დღით გახანგრძლივების შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება ნიადაგში ოპტიმალურ ვადებში ჩათესვა საშემოდგომო კულტურების (ხორბალი და სხვა). რომლებიც ერთდროულად აღმოცენდებიან, კარგად გამოიწროებიან და ნორმალურად გამოიზამთრებენ, ასევე სრულფასოვნად მომნიფდება ვაზის საგვიანო ჯიშის ნაყოფები (ყურძენი).

სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის 2°C -ით მატები-სას მიღებული ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) საკმაოდ სოლიდური ნამატი (საბაზისოს $3440^{\circ}\text{C}+450^{\circ}\text{C}$ შეადგენს 3890°C). საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლეულის (მოითხოვს 2100°C ტემპერატურის ჯამს) მოსავალი შესაძლებელია აღებული იქნას ივნისის III დეკადიდან ივლისის ჩათვლით. საგაზაფხულო მარცვლეული, რომელიც მოითხოვს 1300°C და ოდნავ მეტ ტემპერატურის ჯამს სრულიად უზრუნველყოფს კულტურების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას და მაღალპროდუქტიულობას, ასევე, მომატებული ტემპერატურის ჯამი ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ერთი და იგივე სასოფლო-სამეურნეო მიწიდან ორი მოსავლის მისაღებად, სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების შემთხვევაში.

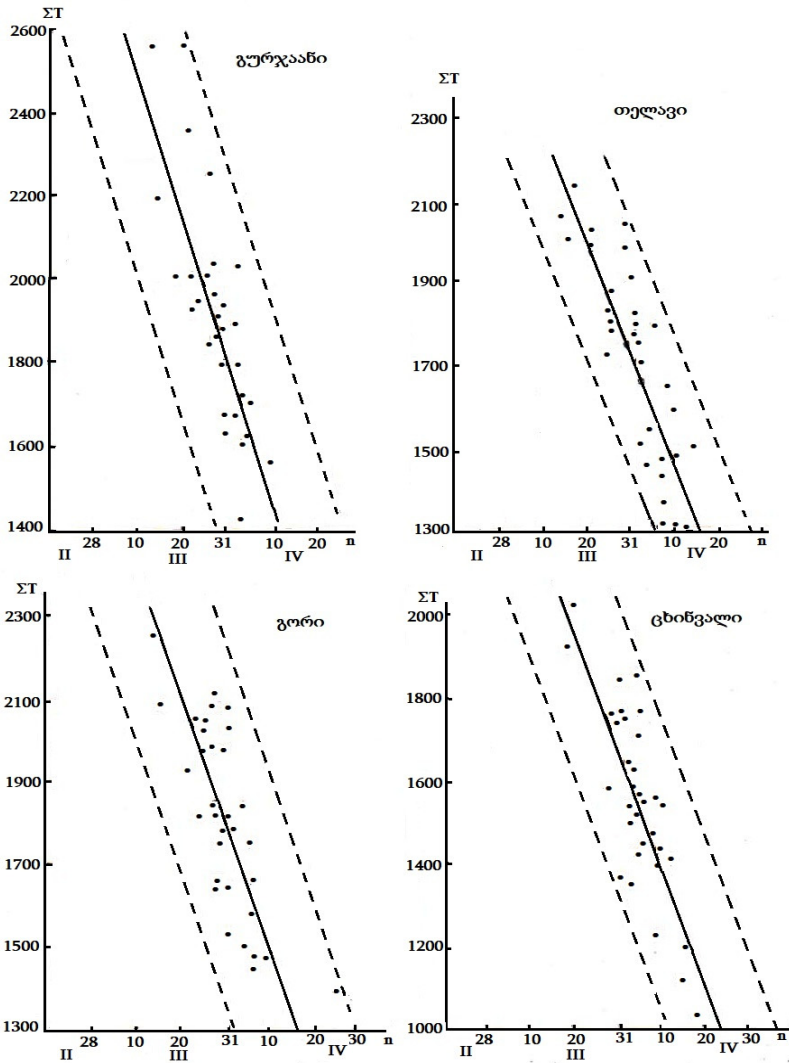
მაშასადამე, მოცემული სცენარის ტემპერატურის 2°C -ით მატებიდან გამომდინარე, ნამატი ტემპერატურის ჯამი 450°C (საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი) საბაზისო ტემპერატურის ჯამთან ერთად შეადგენს 3890°C . ამ უკანასკნელი ტემპერატურის ჯამს გამოაკლდება 2100°C , საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების საჭირო ტემპერატურის ჯამი და მიიღება 1790°C , რომელსაც საბოლოოდ გამოაკლდება 1300°C , სანანვერალო საგაზაფხულო ხორბლეულის - ქერი, შვრია, ჭვავი, ფეტვი, საადრეო სამარცვლე და სასილოსე სიმინდის და სხვა ბოსტნეული კულტურების ტემპერატურის ჯამი. სადაც, საშუალოდ

500°C-მდე კიდევ რჩება მცენარისათვის გამოსაყენებელი ტემპერატურის ჯამი, თუმცა ზოგიერთ ნლებში იგი შეიძლება გამოყენებული იქნას მოცემული კულტურების მიერ.

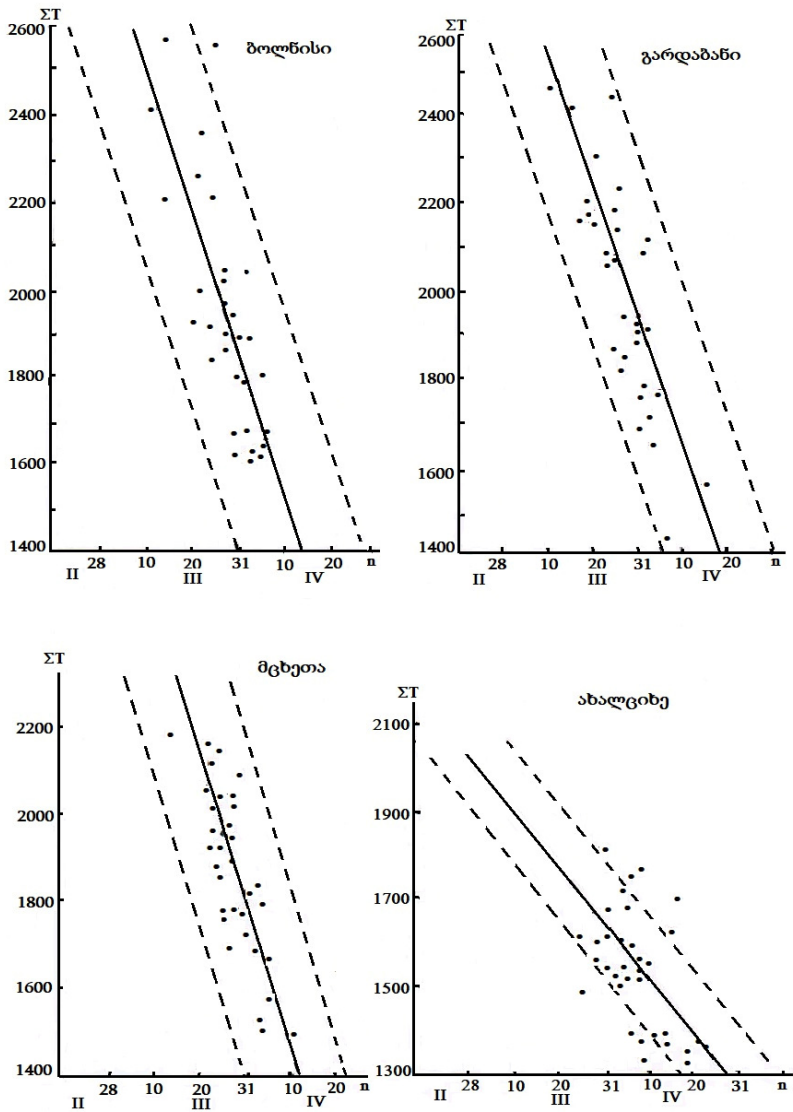
საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას ზემოაღნიშნული ნომოგრამის (ნახაზი 8.1.1) მიხედვით, შეიძლება ანალოგიური წესით განისაზღვროს მოსავლის ორჯერ მიღება სანანვერალო კულტურებიდან. გამოყენებული უნდა იქნას ისეთი სასოფლო-სამეურნეო მიწები, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები არ იქნება საშუალოდ 3400°C-ზე ნაკლები. გამოირკვა, რომ ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას ერთი და იმავე სასოფლო-სამეურნეო მიწიდან შესაძლებელია ყოველ ათ წელში ორი მოსავლის მიღება 9-ჯერ, ხოლო საბაზისოს მიხედვით, ერთხელ ყოველ ათ წელში.

როგორც აღინიშნა, საშემოდგომო კულტურების მოსავლის აღების შემდეგ ზოგიერთ შემთხვევაში იმავე მიწის ფართობზე რჩება (გრძელდება) ხელსაყრელი სავეგეტაციო აგროკლიმატური პირობები, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით აღემატება 1300°C და მეტს. ასეთი სასოფლო-სამეურნეო მიწებიდან პერსპექტიულია და გამოყენებული უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ე.წ. მეორე მოსავლის მიღებისათვის. ამასთან დაკავშირებით, კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას (სცენარით), რეგიონების ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის მიხედვით, შედგენილი იქნა საპროგნოზო რეგრესიის განტოლებები (თავი VI, ქვეთავი 6.2-ის ანალოგიურად). მხოლოდ, იმ განსხვავებით რომ გაზაფხულზე ჰაერის დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან 4 თვის გასვლის შემდეგ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს შორის დამყარებული კავშირები ვეგეტაციის ბოლომდე ანუ ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდეა.

მოგვყავს ამ კავშირებიდან შედგენილი საილუსტრაციო ნახაზები 8.2.1, 8.2.2.



ნახ. 8.2.1 გაზაფხულზე ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ აქტიური ტემპერატურის ჯამს ($>10^{\circ}\text{C}$) შორის კავშირი ვეგეტაციის ბოლომდე, ანუ ტემპერატურის 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდე



ნახ. 8.2.2 გაზაფხულზე ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ აქტიური ტემპერატურის ჯამს ($>10^{\circ}\text{C}$) შორის კავშირი ვეგეტაციის ბოლომდე, ანუ ტემპერატურის 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდე

ნახაზებიდან ნათლად ჩანს აქტიური ტემპერატურის ჯამის ცვლილება. კერძოდ, გაზაფხულზე რაც ადრე იწყება ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი, მით უფრო მეტია აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$) და პირიქით, რაც იძლევა აქტიური ტემპერატურის ჯამის პროგნოზირების საშუალებას.

ზემოაღნიშნული რეგიონების მიწის სავარგულებზე მეორე მოსავლის მიღებისათვის თუ შედგენილი პროგნოზით აქტიური ტემპერატურის ჯამი აღმოჩნდება 1300°C -ზე მეტი, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარება-პროდუქტიულობა იქნება ნორმალური და პირიქით (იხ. თავი IX, ქვეთავი 9.3).

თავი IX

მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

9.1 მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების თავისებურებანი

აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზები აგროსექტორის მომსახურების ერთერთ მნიშვნელოვან სახეს წარმოადგენს. იგი აგროსექტორის სპეციალისტებს, ფერმერებს ხელს უწყობს ამინდისა და კლიმატის ეფექტურად გამოყენებაში, დროულად დაგეგმონ და განახორციელონ საორგანიზაციო ხასიათის სამუშაოები (მუშახელის საჭირო რაოდენობა, მანქანა-იარაღების, საპლანტაციო გზების მოწესრიგება და სხვა) და აგროტექნიკური ღონისძიებები. აღნიშნული ღონისძიებების გატარება მათ საშუალებას მისცევს მიიღონ გარანტირებული მაღალი და ხარისხოვანი მოსავალი. მოსავლის და ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა წინასწარ მომზადებასა და მოსავლის დროულად და უდანაკარგოდ აღებაში.

აგრომეტეოროლოგიური და ფენოლოგიური პროგნოზების ძირითადი თავისებურებაა მათი შედგენის მეთოდების შემუშავება. რაც უმეტეს შემთხვევაში დამყარებულია ჩამოყალიბებული აგრომეტეოროლოგიური პირობების აღრიცხვასა და მცენარეთა მდგომარეობის შეფასების მაჩვენებლებზე, რომლებიც შედარებით მდგრადია, ნელა იცვლება დროში და არსებითი გავლენა აქვს მცენარეების განვითარებაზე და მათ შემდგომ მდგომარეობაზე. ასეთ მაჩვენებლებს უწოდებენ ინერციულ ფაქტორებს (ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა, ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ჯამები და სხვა).

პროგნოზების შედგენისათვის საჭიროა ინფორმაცია საწყის მახასიათებლებზე (პრედიქტორებზე), რომელიც ჩარ-

თულია საპროგნოზო განტოლებაში. ამ ინფორმაციის ძირითადი წყაროა მუნიციპალიტეტის მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური პუნქტები, საიდანაც მიღებული ინფორმაცია გამოიყენება პროგნოზის შესადგენად. პროგნოზი შეიძლება შედგეს მუნიციპალიტეტების მიხედვით, აგრეთვე რეგიონის მუნიციპალიტეტების საპროგნოზო მახასიათებლების გასაშუალებით. პროგნოზის გამართლება პროცენტებში (ხარისხი) ძირითადად დამოკიდებულია სანყისი მახასიათებლების ანუ პრედიქტორების რეპრეზენტულობაზე (სიზუსტეზე).

უნდა აღინიშნოს, რომ მოსავლის ფორმირება დამოკიდებულია, სხვადასხვა ფენოლოგიური ფაზის განვითარებისას გარემო ფაქტორებისადმი მოთხოვნილებაზე, რაც გასათვალისწინებელია პროგნოზის შედგენისას. მაგალითად, საშემოდგომო ხორბლისთვის კრიტიკული პერიოდია მილში გამოსვლის ფენოფაზიდან ყვავილობის ფაზამდე, რომელიც ძირითადად ემთხვევა აპრილ-მაისის თვეებს. ამ პერიოდში მოცემული ფენოფაზები დაკავშირებულია მცენარეების ტენზე დიდ მოთხოვნილებასთან, რადგან აქტიურად მიმდინარეობს მათი ყვავილობისა და დათავთავების ფორმირება. ამიტომ მოცემულ ფაზებში, თუ მცენარეები უზრუნვეყოფილი არიან ნიადაგის ტენით, კარგად ვითარდებიან და იძლევიან დიდი რაოდენობით თავთავს. ნიადაგში ტენის დეფიციტის შემთხვევაში თავთავები ნორმალურად ვერ ვითარდებიან და მოსავალიც არაადაკმაყოფილებელია. ასევე, მნიშვნელოვანია სიმინდის კულტურის სამი ფოთლის განვითარების ფენოფაზიდან საგველას ცოცხის ფაზამდე პერიოდი, რომელიც ემთხვევა VI-VII თვეებს, სადაც ამ პერიოდში მოსავლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერულ ნალექებს, >10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვს და ნიადაგის 20 სმ სიღრმეში პროდუქტიული ტენის მარაგს (მმ). აღნიშნულ პერიოდში მცენარეები თუ იქნებიან უზრუნველყოფილი მითითებული პრედიქტორებით, მაშინ პროგნოზის გამართლება მაღალი იქნება, 90% და მეტით.

კარტოფილის მოსავლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს საყვავილე კოკრების წარმოქმნიდან ყვავილობის ფაზამდე პერიოდს, რომელთა ფაზებს შორის, ივნის-ივლისის თვეებში მიმ-

დინარეობს ტუბერების წარმოქმნა. სწორედ ეს პერიოდია საყურადღებო, თუ როგორ იქნება უზრუნველყოფილი ნალექებით, ასევე >10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვით. მოცემულ პერიოდში ასევე, გასათვალისწინებელია კარტოფილის კულტურის სიმაღლეც (სმ), რადგან ატმოსფერული ნალექებთან ერთად კარტოფილის კულტურის სიმაღლე მჭიდრო კავშირშია მოსავალთან. აქედან გამომდინარე, იგი საპროგნოზო მოსავლის შედგენისას გამოყენებული უნდა იქნას.

შაქრის ქარხლის კულტურის მოსავლისათვის მნიშვნელობა აქვს ძირხვენების დამსხვილების ფენოლოგიური ფაზიდან რიგებს შორის ფოთლების შეკვრის ფაზამდე პერიოდს, რაც ემთხვევა ივნის-ივლისის თვეებს. ამიტომ მოცემულ პერიოდში, ხელსაყრელი ატმოსფერული ნალექების (მმ), >10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის და ნიადაგის 0-20 სმ სიღრმის ფენაში პროდუქტიული ტენის მარაგის ჯამის (მმ) შემთხვევაში მიიღება სასურველი მოსავალი.

მზესუმზირას კულტურის საყვავილეების წარმოქმნის და ყვავილობის პერიოდი მოსავლისათვის, ასევე წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფენოლოგიურ ფაზებს, რომელიც ემთხვევა ივნის-ივლისის თვეებს. ამიტომ მოცემული პერიოდი თუ უზრუნველყოფილი იქნება ატმოსფერული ნალექებით (მმ), >10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვით და ნიადაგის 0-30 სმ სიღრმის ფენაში პროდუქტიული ტენის (მმ) საკმარისი მარაგით, მაშინ მოსავლოდნელია სასურველი გარანტირებული მოსავალი.

შენიშვნა: იმ შემთხვევაში, როცა მცენარის სიმაღლის ბიომეტრული დაკვირვებათა მონაცემები არ გაგავაჩნია, მაშინ შეიძლება გამოყენებული იქნას ხორბლის კულტურის სიმაღლის განსაზღვრის განტოლება:

$$U=0.3398*x+1.52$$

სადაც x - არის აპრილ-მაისის თვეებში ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ);

$$U=0.3565*x+5.918 \text{ კარტოფილისათვის,}$$

განტოლებაში x - არის ივნისს-ივლისის თვეებში ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ);

$$U=0.7132*x+29.434 \text{ სიმინდისათვის,}$$

განტოლებაში x - არის ივნისს-ივლისის თვეებში პროდუქტიული ტენის მარაგი (მმ) ნიადაგის 0-20 სმ სიღრმეში.

9.2 საშემოდგომო ხორბლის, სამარცვლე სიმინდის, კარტოფილის, შაქრის ჭარხლის, მზესუმზირას კულტურების მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური და ვაზის ფენოლოგიური პროგნოზების მეთოდები

საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი რეგიონების ზონებში, აპრილ-მაისის ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა საკმაოდ კარგად უზრუნველყოფს მოცემული კულტურების ფენოფაზების მილში გამოსვლისა და ყვავილობის პერიოდს (Meladze M., Meladze G., 2013). საშემოდგომო ხორბლის კულტურის საპროგნოზო პრედიქტორად (საწყის მახასიათებლად) გამოიყენება აპრილ-მაისის ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ), ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი, მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) ნათესი ფართობის 1მ^2 -დან (საშუალო სიმაღლისათვის ნათესი ფართობიდან 3 სხვადასხვა ადგილის მიხედვით).

მოყვანილია საშემოდგომო ხორბლის კულტურის საპროგნოზო რეგრესიის განტოლება:

$$U=-0.1735*x+0.2967*y+0.3929*z+2.43$$

განტოლებაში: U - არის საპროგნოზო მოსავალი, ტ/ჰა; x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) აპრილ-მაისის თვეებში; y - ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი; z - მცენარეთა საშუალო სიმაღლე (სმ) მაისის ბოლოს.

მოცემულ პრედიქტორებზე მონაცემების აღება ემთხვევა საშემოდგომო ხორბლის მილში გამოსვლის ფაზიდან ყვავილობის ფაზამდე პერიოდს. კორელაციის საერთო მრავლობითი კოეფიციენტი $R=0.95$, განტოლების დასაშვები ცდომილება შეადგენს $S_{\pm} \pm 0.30$ ტ/ჰა. პროგნოზი უნდა შედგეს ივნისის პირველ დეკადაში, მისი წინასწარობა ორ თვემდეა.

მოყვანილია სიმინდის კულტურის მოსავლის საპროგნოზო განტოლება:

$$U = -0.0111 * x - 0.0369 * y + 0.0338 * z - 1.30$$

სადაც U - არის საპროგნოზო მოსავალი, ტ/ჰა; x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) ივნისს-ივლისის თვეებში; y - ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი იმავე პერიოდში; z - ნიადაგის 0-20 სმ სიღრმეში პროდუქტიული ტენის მარაგის ჯამი (მმ) ივნისს-ივლისის თვეებში.

საერთო მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი $R=0.93$, განტოლების დასაშვები ცდომილება შეადგენს $S_{\pm} \pm 0.50$ ტ/ჰა. პროგნოზის შედგენა ხდება აგვისტოს პირველ პენტადაში, წინასწარობა ორი თვე და ოდნავ მეტია.

მოყვანილია კარტოფილის კულტურის მოსავლის საპროგნოზო განტოლება:

$$U = 1.5866 * x + 2.7075 * y - 4.5406 * z + 16.60$$

განტოლებაში: U - არის საპროგნოზო მოსავალი, ტ/ჰა; x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) ივნისს-ივლისის თვეებში; y - ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი იმავე პერიოდში; z - კარტოფილის მცენარის საშუალო სიმაღლე (სმ) ივლისის თვის ბოლოს 1მ²-დან, ნიადაგში ჩარგული 3 სხვადასხვა ადგილის მიხედვით.

საერთო მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი $R=0.92$, განტოლების დასაშვები ცდომილება შეადგენს $S_{\pm} \pm 1.5$ ტ/ჰა. პროგნოზის შედგენა ხდება აგვისტოს პირველ პენტადაში, წინასწარობა 2.5 თვემდეა.

მოყვანილია შაქრის ჭარხლის კულტურის მოსავლის საპროგნოზო განტოლება:

$$U = -0.493 * x - 4.871 * y + 3.015 * z + 169.2$$

განტოლებაში: U - არის საპროგნოზო მოსავალი, ტ/ჰა; x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) ივნისს-ივლისის თვეებში; y - ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი იმავე პერიოდში; z - ნიადაგის 0-30 სმ სიღრმის ფენაში პროდუქტიული ტენის (მმ) მარაგის ჯამი, ივნისს-ივლისის თვეებში. მითითებულ პრედიქტორებზე მონაცემების აღება ემთხვევა შაქრის ჭარხლის ძირხველების დამსხვილების ფაზიდან რიგებს შორის ფოთლების შეკვრის ფაზამდე პერიოდს.

საერთო მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტია $R=0.84$, განტოლების დასაშვები ცდომილება შეადგენს $S_{\alpha} \pm 2.5$ ტ/ჰა. პროგნოზის შედგენა ხდება აგვისტოს პირველ პენტადაში, წინასწარობა 1.5-2.5 თვე.

მოყვანილია მზესუმზირას კულტურის მოსავლის საპროგნოზო განტოლება:

$$U = 0.19 * x + 2.91 * y + 1.64 * z + 51.2$$

განტოლებაში: U - არის საპროგნოზო მოსავალი, ტ/ჰა; x - ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ) ივნისს-ივლისის თვეებში; y - ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვი იმავე პერიოდში; z - ნიადაგის 0-30 სმ სიღრმის ფენაში პროდუქტიული ტენის (მმ) მარაგის ჯამი, ივნისს-ივლისის თვეებში.

მზესუმზირას კულტურის ყვავილების წარმოქმნის და მისი ყვავილობის პერიოდის ფაზა მოსავლისათვის წარმოადგენს ძირითად, გადამწყვეტ ეტაპს. ეს პერიოდი ემთხვევა ივნისს-ივლისის თვეებს, რაც გათვალისწინებულია მოსავლის საპროგნოზო განტოლებაში. აღნიშნულ პრედიქტორებზე მონაცემები აღებული უნდა იქნას აგვისტოს პირველ პენტადაში, რომელიც ჩაისმება შესაბამის განტოლებაში და მათემატიკური მოქმედე-

ბის შედეგად გავიგებთ მოსალოდნელ საპროგნოზო მოსავალს ტ/ჰა.

აღნიშნული პროგნოზების მეთოდების რეპრეზენტულობის მიზნით, ჩატარებულია საავტორო გამოცდა სამ წლიანი ვადით (2008-2010 წწ.) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის ტერიტორიის მაგალითზე. საშემოდგომო ხორბლის პროგნოზის გამართლება 70% (საშუალო), სამარცვლე სიმინდის პროგნოზის გამართლება 91% (მაღალი) და კარტოფილის კულტურის - 74% (საშუალო) მოსავლის პროგნოზირებისათვის. ანალოგიური გამოცდა არ ჩატარებულა შაქრის ჭარხლის და მზესუმზირას კულტურებისათვის, რადგან რეგიონში აღნიშნულ წლებში მათ არ ქონდათ საწარმოო ხასიათის მნიშვნელობა. თუმცა მათი რეპრეზენტულობა გამოყენების თვასაზრისით ეჭვს არ იწვევს. ამიტომ ზემოაღნიშნული კულტურების მოსავლის საპროგნოზო მეთოდები შეიძლება გამოყენებული იქნას საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებისათვის.

სამაგალითოდ (2010 წ.) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის დუშეთის მუნიციპალიტეტისათვის შედგენილი იქნა საშემოდგომო ხორბლის კულტურის მოსავლის პროგნოზი. მოცემულ წელს აპრილ-მაისის თვეებში, ატმოსფერული ნალექების ჯამმა (მმ) შეადგინა 233 მმ, ≥ 10 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვმა - 9 დღე, მცენარის საშუალო სიმაღლემ 95 სმ. აღნიშნული პრედიქტორების შესაბამის განტოლებაში ჩასმით მიღებული იქნა 1.90 ტ/ჰა, ფაქტიურმა მოსავალმა შეადგინა 1.70 ტ/ჰა. მაშასადამე, სხვაობა 200 კგ, რაც განტოლების დასაშვები ცდომილების ფარგლებშია ($S_{\alpha} \pm 300$ კგ/ჰა). პროგნოზის გამართლება 89% (მაღალი).

სამაგალითოდ, ასევე შედგენილია (2010 წ.) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონისათვის საშემოდგომო ხორბლის საერთო მოსავლის პროგნოზი. სადაც, მოცემული კულტურის მწარმოებელი მუნიციპალიტეტებიდან (თიანეთი, დუშეთი, მცხეთა) მიღებული, ზემოაღნიშნული პრედიქტორების გასაშუალებით და შესაბამისი განტოლებაში ჩასმით განისაზღვრა რეგიონის საშუალო მოსავალი (1.4 ტ/ჰა). ეს უკანასკნელი გამრავლებული იქნა (2010 წლის) საშემოდგომო ხორბლის საერთო ფართობზე

(2.3 ათასი ჰექტარი) და მიღებული იქნა რეგიონისათვის საპროგნოზო საერთო მოსავალი - 3.22 ათასი ტონა, ფაქტიური მოსავალი შეადგენს 3.90 ათას ტონას. პროგნოზის გამართლება დამაკმაყოფილებელია და შეადგენს 83%.

საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებისათვის (კახეთი, ქვემო ქართლი, შიდა ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი) მნიშვნელოვანია, აგრეთვე ვაზის კულტურის სამრეწველო საგვიანო ჯიშების (რქანითელი, საფერავი, გორული მწვანე, ალიგოტე) ფენოლოგიური ფაზის (ფენოფაზა) მოსალოდნელი სიმნიფის თარიღის განსაზღვრის მეთოდი. ამისათვის მოყვანილია განტოლება:

$$y=-1.21*x+170$$

განტოლებაში: y - მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღია; x - დღეთა რიცხვი 1 აპრილიდან კვირტების გაშლის თარიღამდე.

მაგალითისათვის. შედგენილი იქნა ვაზის (გორული მწვანე) მოსალოდნელი სიმნიფის თარიღის დადგომის პროგნოზი შიდა ქართლის რეგიონის კასპის მუნიციპალიტეტისათვის. მოცემულ მუნიციპალიტეტში ვაზის კვირტების გაშლა პირობითად აღინიშნა 20 აპრილს, ე.ი. დღეთა რიცხვი 1 აპრილიდან 20 აპრილამდე იქნება 20 დღე ($x=20$). ამ რიცხვის x -ის ნაცვლად განტოლებაში ჩასმით და მათემატიკური მოქმედებით მიიღება 146 დღე, რომელიც გადაითვლება კვირტის გაშლის თარიღიდან (20.IV), სადაც მოსალოდნელი სიმნიფის თარიღი იქნება 13.IX. პროგნოზის ცდომილება $S_{\pm} \pm 9$ დღეა, წინასწარობა 5 თვემდე.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული პროგნოზების მეთოდები, გლობალური დათბობის პირობებში, იძლევა მაღალ გამართლებას პროცენტებში თუ პროგნოზის შედგენამდე მოცემულ სავარგულეებზე დროულად იქნება ჩატარებული შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებები.

9.3 სანანვერალო კულტურების მოსავლის პროგნოზის მეთოდი

სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე, როგორც აღინიშნა საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების (ხორბალი, ქერი, შვრია, ჭვავი და სხვა) მოსავლის აღების შემდეგ, შესაძლებელია სანანვერალო კულტურების (საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია, ზოგიერთი ბოსტნეული, სასილოსე სიმინდი) მოსავლის მიღება (იგივე სასოფლო-სამეურნეო მიწიდან), იმ რეგიონების მუნიციპალიტეტებში, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$) საშუალოდ 3400°C -ზე მეტია. აქედან 2100°C ტემპერატურამდე ხმარდება საშემოდგომო კულტურების განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებას, ხოლო 1300°C და ოდნავ მეტი სანანვერალო კულტურებს. ამიტომ მიზანშეწონილია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის საპროგნოზო მეთოდის შემუშავება, რომელიც გამოყენებული იქნება სანანვერალო კულტურების 1300°C აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) საპროგნოზოდ, გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C -ზე გადასვლის თარიღის დადგომიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ ვეგეტაციის ბოლომდე ანუ ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდე. პროგნოზი საშუალებას იძლევა წინასწარ ვიცოდეთ მიმდინარე წელს უზრუნველყოფილი იქნება თუ არა სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე სანანვერალო კულტურების განვითარებისათვის საჭირო აქტიური ტემპერატურის ჯამი (1300°C). თუ იგი ამ უკანასკნელ ტემპერატურაზე ნაკლები აღმოჩნდება, სრულფასოვანი ნაზარდები და მოსავალი არ იქნება მიღებული.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, კლიმატის გლობალური ცვლილების გათვალისწინებით, მომავლის სცენარის (2020-2049 წწ.) ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას შეიძლება ვინინასწარმეტყველოთ ერთი და იმავე სავარგულიდან მოსავლის ორჯერ მიღებისათვის აქტიური ტემპერატურის ჯამი (1300°C). ამისათვის, ქვემო ქართლის რეგიონის მაგალითზე, ბოლნისისა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტების მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით, გაანალიზებუ-

ლი და დამუშავებული იქნა აგრომეტეოროლოგიაში მიღებული მეთოდის გამოყენებით, სადაც დამყარებულია კორელაციური დამოკიდებულება ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღსა და ამ თარიღიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ ვეგეტაციის ბოლომდე ანუ ტემპერატურის 10°C-ის ქვემოთ გადასვლის თარიღამდე ტემპერატურის ჯამს შორის. ეს კავშირი ბოლნისისათვის შეადგენს $r=0.83$, ხოლო გარდაბნისათვის - $r=0.90$, რაც გამოსახულია ნახაზზე 8.2.2, შესაბამისი განტოლებებით:

$$\Sigma T = -31.42 * n + 3681.29 \quad \text{ბოლნისისათვის;}$$

$$\Sigma T = -30.235 * n + 3687.06 \quad \text{გარდაბნისათვის,}$$

ანალოგიური საპროგნოზო განტოლებები შედგენილია ყველა რეგიონის მიხედვით (ცხრილი 9.3.1).

ცხრ. 9.3.1 გაზაფხულზე ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ ვეგეტაციის ბოლომდე ტემპერატურის ჯამის 1300°C და ოდნავ მეტი საპროგნოზო განტოლებები

რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	რეგრესიის განტოლება ΣT	კორელაციის კოეფიციენტი r	განტოლების დასაშვები ცდომილება S_{\pm}
კახეთი, გურჯაანი თელავი	$= -34.82 * n + 3906.42$ $= -30.828 * n + 3576.75$	0.70 0.84	260°C 151°C
მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	$= -36.283 * n + 3926.72$	0.87	125°C
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	$= -13.261 * n + 2410.36$	0.66	107°C
შიდა ქართლი, გორი ცხინვალი	$= -30.457 * n + 3588.57$ $= -29.606 * n + 3429.90$	0.76 0.81	144°C 121°C

განტოლებებში ΣT - არის აქტიური ტემპერატურის ჯამი 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღიდან ოთხი თვის გასვლის შემდეგ ვეგეტაციის ბოლომდე; n - დღეთა რიცხვი 1 თებერვლიდან ტემპერატურის 10°C -ზე გადასვლის თარიღამდე.

განტოლებები გამოიყენება შესაბამის რეგიონში სანანვერალო კულტურების მოსავლისათვის საჭირო 1300°C და ოდნავ მეტი ტემპერატურის ჯამის საპროგნოზოდ. პროგნოზის წინასწარობა შეადგენს ოთხ თვეს.

მოვიყვანოთ მაგალითი 2020 წლისათვის და შევადგინოთ პროგნოზი ქვემო ქართლის რეგიონის ბოლნისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიისათვის. სადაც ბოლნისის მეტეოროლოგიური სადგურის ჰაერის საშუალო დღელამურ ტემპერატურაზე დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით, დადგინდება ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღი, წინამდებარე ნაშრომის შესავალში მოცემული განტოლებით. დაუშვათ ეს თარიღი აღინიშნა 5.IV, რომელიც 1 თებერვლიდან გადათვლით იქნება 64 დღეთა რიცხვი. ამ უკანასკნელის ჩასმით ბოლნისისათვის შედგენილი რეგრესიის განტოლებაში n -ის ნაცვლად და მივიღებთ 1670°C ტემპერატურის ჯამს. მაშასადამე, მიმდინარე წელს სრულად იქნება უზრუნველყოფილი სანანვერელო კულტურების ზრდა-განვითარება და გარანტირებული მოსავალი.

9.4 სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღიდან ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას მომავლის სცენარი (2020-2049 წწ.) და მათი პროგნოზირების მეთოდი

სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის და აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) პროგნოზები საინტერესო და მნიშვნელოვანია განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობის მუშაკების, ფერმერების და კერძო აგროსექტორში დასაქმებულთათვის. ასე, მაგალითად, მიმდინარე წელს თუ პროგნოზით აქტიური

ტემპერატურის ჯამი, სხვა დანარჩენი ფაქტორების (ატმოსფერული ნალექები, ჰაერის ტენიანობა და სხვა) ოპტიმალური პირობებისას მეტი აღმოჩნდება მოცემული ტერიტორიის საშუალო აქტიური ტემპერატურის ჯამთან შედარებით (300-400°C-ით), უნდა ვივარაუდოთ, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარება და მათი პროდუქტიულობა უზრუნველყოფილი იქნება და პირიქით, ე.ი. მოსავალი და მისი ხარისხი 20-30%-ით და მეტით შედარებით ნაკლები იქნება. ასევე, მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისა და მაღალი პროდუქტიულობისათვის ხელსაყრელია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა და პირიქით. აქედან გამომდინარე, კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, საქართველოსათვის შემუშავებულია კლიმატის ცვლილების სცენარი. კერძოდ, კლიმატის ლოკალური ცვლილების საპროგნოზოდ, გამოყენებულია რეგიონალური RegCM-4 და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მომავლის სცენარი A1 (ტემპერატურის 2°C-ით მატება, 2020-2049 წწ.), (The Third National Communication Climate Change of Georgia, 2015). მოცემული მოდელით გამოთვლილია 2020-2049 წწ. კლიმატური პარამეტრების საპროგნოზო მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემები (ამ შემთხვევაში ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურები). მომავლის საპროგნოზო კლიმატური პარამეტრებიდან გამოყენებულია თითოეული წლის საშუალო ტემპერატურები გარემოს ეროვნული სააგენტოს მეტეოროლოგიური დაკვირვებებიდან და განსაზღვრულია გაზაფხულზე ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით და შემოდგომაზე 10°C-ზე ქვემოთ გადასვლის თარიღების დადგომა. რომელიც წარმოებდა შესავალში მოცემული განტოლებებით (იხ. შესავალი). მიღებულ თარიღებს შორის გამოთვლილი იქნა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები მთელ სავეგეტაციო პერიოდში. ასევე, გამოთვლილია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე). აღნიშნული მახასიათებლებიდან გამოვლენილია საკმაოდ მჭიდრო კორელაციური კავშირები. კერძოდ, სავეგეტაციო პერიოდში გაზაფხულზე რაც უფრო ადრე აღინიშნება ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურის 10°C-ზე ზევით გადასვლის თარიღი, მით მეტი

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი გროვდება და პირიქით. ანალოგიური ხასიათისაა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაც (დღე). ამასთან დაკავშირებით აკად. დავითაია აღნიშნავდა (Давитая Ф.Ф., 1964), რომ ნაგვიანები გაზაფხული წარმოადგენს საერთო სითბოს დეფიციტის მომასწავლებელს. რადგან გაზაფხულის ტემპერატურის სიმცირე, ძირითადად არ კომპენსირდება ზაფხულისა და შემოდგომის ტემპერატურებით.

აღნიშნული კანონზომიერებებიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ რეგიონების თითოეული მუნიციპალიტეტის მიხედვით, შედგენილია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) და აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) მომავლის სცენარი, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას (2020-2049 წწ.), შესაბამისი საპროგნოზო რეგრესიის განტოლებებით (ცხრილი 9.4.1).

ცხრ. 9.4.1 სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) და აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) საპროგნოზო განტოლებები (მომავლის სცენარი, ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას, 2020-2049 წწ.)

რეგიონი, მუნიციპალიტეტი	სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის რეგრესიის განტოლება		
	განტოლება $\Sigma n =$	კორელაციის კოეფიციენტი $r =$	დასაშვები ცდომილება $S_{\mu} \pm$ (დღე)
კახეთი, საგარეჯო	$-0.9624 * x + 268.16$	0.86	7
მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	$-0.9429 * x + 269.77$	0.93	6
სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე	$-1.3175 * x + 286.62$	0.89	7
ქვემო ქართლი, ბოლნისი	$-1.0329 * x + 291.86$	0.71	10

ცხრილი 9.4.1-ის გაგრძელება

შიდა ქართლი, გორი	$-0.9842*x+273.02$	0.94	5
მუნიციპალიტეტი	აქტიური ტემპერატურის ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) რეგრესიის განტოლება $\Sigma T=$		
საგარეჯო	$-11.996*x+4253.14$	0.75	193°C
მცხეთა	$-12.0165*x+4377.13$	0.77	131°C
ახალციხე	$-20.46*x+4900.01$	0.75	143°C
ბოლნისი	$-18.387*x+5554.21$	0.74	173°C
გორი	$-12.272*x+4363.03$	0.77	122°C

ცხრილში 9.4.1 მოცემული საპროგნოზო განტოლებები საიმედოა. მათი გამართლება შეიძლება შეფასებული იქნას განტოლების დასაშვები ცდომილებით, რომელიც სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის პროგნოზისათვის, რეგიონების მიხედვით მერყეობს ± 5 დღიდან ± 10 დღემდე, ხოლო აქტიური ტემპერატურის ჯამის პროგნოზისათვის 122°C -დან 193°C -მდე. სადაც, მათი შედარება და შემოწმება შესაძლებელია მოცემული მუნიციპალიტეტის მეტეოსადგურზე ჩატარებული ჰაერის დღელამური თვის საშუალო ტემპერატურებზე (საბაზისო, მიმდინარე) დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით. კერძოდ, ტემპერატურის 10°C -ზე გადასვლის თარიღის დადგენა და ამ თარიღიდან დაჯამებული აქტიური ტემპერატურების შედარება საპროგნოზო მონაცემთან. ასევე, დაჯამდება სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის დღეები და შედარდება შედგენილ პროგნოზთან, მისი გამართლების შემოწმებისათვის. ასეთი ინფორმაციის არარსებობისას, უკიდურეს შემთხვევაში უნდა ვისარგებლოთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე ვიზუალური დაკვირვებებით და მიმდინარე წელს შეფასდეს კულტურის პროდუქტიულობა (კარგი, არასასურველი). თუ კარგი აღმოჩნდება შედარდება პროგნოზის დასაშვებ ცდომილებას, სადაც მიიღება შესაბამისი გამართლება.

პროგნოზის შედგენა შეიძლება გაზაფხულზე, მაისის პირველ პენტადაში, მთიან ზონაში (საგარეჯო, ახალციხე) ივ-

ნისის პირველ პენტადაში. როცა გვექნება აღნიშნული თვეების წინა ორი თვის ტემპერატურებზე შესაბამისი რეგიონის მუნიციპალიტეტების მეტეოსადგურებიდან ინფორმაცია. ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლის თარიღების განსაზღვრის განტოლებები იხილეთ ნაშრომის შესავალში. პროგნოზის წინასწარობა საკმაოდ ხანგრძლივია და შეადგენს 5-6 თვეს.

ცხრილებში (იხ. დანართი, ცხრილები 9.4.2, 9.4.3) მოყვანილია რეგიონებისათვის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) პროგნოზები ტემპერატურის 2°C -ით მატებისას (მომავლის სცენარი, 2020-2049 წწ.).

ცხრილების (9.4.2, 9.4.3) ანალიზიდან ვრწმუნდებით, რომ რეგიონების მიხედვით მოცემული სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის დღეები და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ($>10^{\circ}\text{C}$) პროგნოზები მთელი სავეგეტაციო პერიოდისათვის საყურადღებო და გასათვალისწინებელია. ამასთან დაკავშირებით აღვნიშნავთ, რომ რეგიონებში სცენარით, ტემპერატურის 2°C -ის მატებისას შედგენილი პროგნოზების მიხედვით, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ყველგან მაღალია. ამიტომ მცენარეების ნორმალური პროდუქტიულობისათვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ გარდაუვალია ნიადაგის მორწყვითი ღონისძიებების ჩატარება, განსაკუთრებით ივნის-აგვისტოს ვეგეტაციის პერიოდში.

ცხრილი 9.4.3-ის მიხედვით ადგილობრივი კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, ქვემო ქართლის რეგიონი (ბოლნისი, გარდაბანი, მარნეული) ყველაზე მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამით ხასითდება. თუმცა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალურ განვითარებას ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფის პირობებში იგი აშკარად ვერ შეაფერხებს იმ შემთხვევაში, თუ ტემპერატურა სცენარით გათვალისწინებულზე მეტს არ მოიმატებს.

აღვნიშნავთ, რომ მომავლის პროგნოზის შედგენა არ არის რთული, რისთვისაც სოფლის მეურნეობის მუშაკების, სპეციალისტების, ფერმერების და დაინტერესებული პირებისათვის, რეგიონების მუნიციპალიტეტების მეტეოსადგურე-

ბის მიხედვით განისაზღვრა და გამზადდა მომავლის 2020-2025 წლების პროგნოზების შედგენის, საწყისი ჰაერის დღელამური საშუალო ტემპერატურების 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღები 1 - თებერვლიდან (იხ. დანართი, ცხრილი 9.4.3). მოცემულ წლებში პროგნოზები სასურველია შეადგინონ დაინტერესებულმა პირებმა. სხვა დანარჩენ წლებში - 2026-2049 პროგნოზის შედგენით დაინტერესებულ პირებს შეუძლიათ განსაზღვრონ ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღები. ამისათვის, უნდა მიმართონ რეგიონების მეტეოსადგურებს, რათა მიიღონ გაზაფხულზე, მარტი-აპრილის თვეების საშუალო ტემპერატურების 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღის განსაზღვრისათვის მონაცემები.

მაგალითისათვის. დაუშვათ, 2026 წელს შიდა ქართლის რეგიონის გორის მუნიციპალიტეტის მეტეოსადგურიდან მიღებული იქნა მარტისა და აპრილის თვეების საშუალო ტემპერატურების მონაცემები, რომელიც შესავალში მოცემული განტოლებით განისაზღვრება (განსაზღვრის წესი იხილეთ ტექსტში).

$$y=-2.4*x+79$$

სადაც, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი იქნება 24.III ანუ 1 - თებერვლიდან გადათვლით დღეთა რიცხვი შეადგენს - 52. ამ უკანასკნელის ჩასმით რეგიონის შესაბამის განტოლებაში n-ის ნაცვლად და მათემატიკური მოქმედებით, მიმდინარე წელს (2026 წ.) აქტიური ტემპერატურის ჯამის პროგნოზი იქნება 3725°C.

$$\Sigma T=12.272*n+4363.03$$

ანალოგიურად, განისაზღვრება იმავე თარიღიდან მოცემული რეგიონისათვის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შესაბამისი განტოლებით, სადაც მიიღება 222 დღე.

საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების მიხედვით ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების შედეგებიდან გამომდინარე, გამოყოფილ მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში სოფლის მეურნეობის მუშაკები და ფერმერები შეძლებენ რენტაბელური სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაშენება-გავრცელებას. ამავდროულად, გასათვალისწინებელია საქართველოს მთავრობის მიერ მიღებული კანონი (2016 წლის 16 ივლისი) მაღალმთიანი რეგიონების განვითარების შესახებ, რომლის მიზანია უზრუნველყოს რეგიონებში მცხოვრებთა კეთილდღეობა, ცხოვრების დონის ამაღლება, დასაქმების ხელშეწყობა, სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესება. ამ მნიშვნელოვანი კანონის შესაბამისად, წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია მთიანი რეგიონების მიხედვით, ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საყურადღებო შედეგები. ნაშრომში გამოყოფილ აგროკლიმატურ ზონებში პერსპექტიულია აგრეთვე, ბიოორგანული მეურნეობების შექმნა, სადაც ფერმერები ადგილობრივ მოსახლეობასთან ერთად თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის მეთოდების გამოყენებით შეძლებენ მიიღონ მაღალი მოსავალი და ეკოლოგიურად სუფთა, ხარისხოვანი პროდუქცია. რომელსაც ადგილობრივი მოსახლეობა გამოიყენებს, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში მოახდენს მის რეალიზაციას, რაც ხელს შეუწყობს დასაქმებას და დეპოპულაციის პროცესის შემცირებას.

ზემოაღნიშნული გამოკვლევათა ანალიზიდან გამომდინარე, გლობალური დათბობა სავეგეტაციო პერიოდში გავლენას ახდენს საკვლევი ტერიტორიის აგროკლიმატურ მახასიათებლებზე. კერძოდ, გახანგრძლივებულია სავეგეტაციო პერიოდი, ასევე, მომატებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ($>10^{\circ}\text{C}$), ხოლო ატმოსფერული ნალექები ძირითადად შემცირებულია. ამ მახასიათებლების მიხედვით მცირდება ჰიდროთერმული კოეფიციენტები, რაც მაჩვენებელია სხვადასხვა ტიპის გვალვების გახშირება-განმეორადობის. ამიტომ საჭიროა აღნიშნულის მიმართ შემუშავდეს შემარბილებელი (მითიგაციური) ღონისძიებები. მშრალ სუბტროპიკულ და ოდნავ შემადლებულ მთიან ზონებში განსაკუთრებით უნდა იქნას გათვა-

ლისწინებული ისეთი სელექტირებული მრავალწლიანი, ასევე ერთწლიანი კულტურების წარმოება, რომლებიც გამოირჩევიან შედარებით მაღალი ტემპერატურისადმი მდგრადობით და გვალვაგამძლეობით. მთის და მაღალმთის ზონებში დახრილ ფერდობებზე (10° და მეტი) რეკომენდირებულია ტერასების მოწყობა, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს წყლის ჩამონადენს და ნიადაგიდან წყლის ინტენსიურ აორთქლებას. ეფექტურია ნიადაგის ზედაპირის კულტივაცია-გაფხვიერება; ასევე, გაბატონებული ქარების საწინააღმდეგო მცენარეთა ქარსაცავი ზოლების გაშენება, რაც ქმნის კულტურებისათვის ხელსაყრელ მიკროკლიმატს. გარდა ამისა, კლიმატის თანამედროვე ცვლილებასთან დაკავშირებით, გამოყვანილი უნდა იქნას ხორბლის წარმოებაში დასაწერგად დაავადებებისა და მავნებლების მიმართ რეზისტენტული ჯიშები. ასევე, მნიშვნელოვანია სარწყავი წყლის დანვიმებით და წვეთოვანი რწყვის მეთოდების ფართოდ დანერგვა-გამოყენება.

კლიმატის თანამედროვე გლობალური ცვლილებიდან გამომდინარე, გასათვალისწინებელია სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას მოსავლის და ფენოლოგიური ფაზების დადგომის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების პრაქტიკული გამოყენება. საჭიროა აგრეთვე, საზოგადოების ცნობიერების ამაღლება მონყვლადობის შეფასების, ადაპტაციის და შემარბილებელი (მითიგაცია) ღონისძიებების შემუშავების თვალსაზრისით.

დანართი

ANNEX

ცხრ.1.1.1 კახეთის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მიმდინარე (საბაზისო) მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)

რეგიონი, ზონა	(ე) ნაშადვრ ვლახვამ-აფ 'სყნიშვილ-ანიშვილ	ყვარელი, 449	საგარეჯო, 802	ომალო (ახმეტა), 1880
	სამყად რსაშვილნი ნიგ-აბი> რს-ნიშვილ	4.XI	27.X	20.IX
	(ნიშ) იღანიშარვიღ რსნიშვილ რსნიშვილნი	216	199	114
	აბი<	4086	3440	1498
	X-ნი '(ნი) სნიღ რსნიშვილ სანიშვილნი	707	558	342
	(X-ნი) ნიღ	1.8	1.6	2.4
	ნიღ<	2131	1982	1270
	ნიღ-ნი '(ნი) სნიღ რსნიშვილ სანიშვილნი	292	223	265
	(ნიღ-ნი) ნიღ	1.4	1.1	2.2
	კახეთი, მშრალი სუბტროპიკული მთიანი	ყვარელი, 449	საგარეჯო, 802	ომალო (ახმეტა), 1880
	მაღალმთიანი			

ცხრ. 1.1.5 კახეთის მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება პერიოდების მიხედვით (1948-2017 წწ.)

რეგიონი/ზონა მუნიციპალიტეტი	(აღნიშნული) აღნიშნული	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	აბსოლუტური საშუალო	
კახეთი, მშრალი სუბტროპიკული, ყვარელი	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	3.IV 31.III	3.XI 5.XI	214 219	3997 4174	704 709	1.8 1.7	2095 2166	290 294	1.4 1.4
მთიანი, საგარეჯო	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	14.IV 9.IV	25.X 28.X	194 202	3422 3658	605 510	1.8 1.4	1948 2015	253 192	1.3 1.0
მაღალმთიანი, ომბლო (ახმეტა)	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	1.VI 27.V	18.IX 24.IX	109 120	1381 1614	353 330	2.6 2.0	1200 1339	268 261	2.2 1.9

ცხრ. 1.1.6 კახეთის რეგიონის აქტიური ტემპერატურის (>10°C), ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ცვლილება ტრენდის მიხედვით (1948-2017 წწ.)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	აქტიური ტემპერატურის ჯამი (> 10°C)				ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამი (IV-X)				ჰოკ (VI-VIII)			
	აღსრულებ	საშუალო	დღე	სტანდარტული დევიაცი	აღსრულებ	საშუალო	დღე	სტანდარტული დევიაცი	აღსრულებ	საშუალო	დღე	სტანდარტული დევიაცი
ყვარელი, მშრალი სუბტროპიკული	3937	4217	280	40.0	686	723	37	5.2	1.36	1.50	0.14	0.02
საგარეჯო, მთიანი	3364	3664	291	41.5	625	480		20.7	1.33	1.05		0.04
ომბლო (ახმეტა), მაღალმთიანი	1538	1784	246	35.2	357	326		4.4	2.29	2.01		0.04

ცხრ. 1.1.7 სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით საქართველოს აღმოსავლეთ ტერიტორიაზე

ზონა, ზღვის დონიდან სიმაღლე (მ)	აქტიური ტემპ-ის ჯამი (>10°C)		სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელება					
	საზაფხულო	სცენარი, ტემპ-ის 2°C-ით მატება	მშრალი მარჯვენა	გზ	საზღვაო აბაზმანდები	საფესვი	გავრცელებულია	გავრცელებულია
I 500 მ	3651	4211	გავრცელებულია 300-400 მ					
II 1000 მ	2917	3362	ვრცელდება 2°C-ით მატებისას 500-600 მ	გავრცელებულია საგვიანო 600-800 მ			გავრცელებულია 900-1000 მ	

ცხრილი 1.1.7-ის გაგრძელება

III 1500	2184	2512		ვრცელდება 2°C-ით მატებისას, 1100-1200, სავიანო 1300-1400, საადრეო	გაგრძელება 1400-1500 მ	ვრცელდება 2°C-ით მატებისას, 1200-1300 მ	გაგრძელება 1300-1400 მ	
IV 2000	1451	1663			ვრცელდება 2°C-ით მატებისას, 1600-1800 მ		ვრცელდება 2°C-ით მატებისას, 1500-1600 მ	გაგრძელება 1600-1700მ
V 2300 2500	1010 717	1153 814						ვრცელდება 2°C-ით მატებისას, 2300 მ

ცხრ. 2.1.1 მცხეთა-მთიანეთის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)

რეგიონი, ზონა	(IIIA-IA) წმე	0.9	1.2	2.7
	IIIA-IA '(ებ) სვრჲ ვსდწწწწწწ სწწწწწწწწწწწ	178	214	356
	IIIA-IA '(A0I<) სვრჲ წწწწწწწწწწწწ წწწწწწ	1980	1792	1288
	(X-AI) წმე	1.1	1.6	3.0
	X-AI '(ებ) სვრჲ ვსდწწწწწ სწწწწწწწწწწწ	403	509	476
	(A0I<) სვრჲ წწწწწწწწწწწწ წწწწწწ	3542	3095	1628
	(წწწ) წწწწწწწწწწწ წწწწწწწწწწწწ	201	185	124
	სწწწწწწწწწწწ წწწ-A0I> ვს-წწწწ	26.X	20.X	22.IX
	სწწწწწწწწწწწ წწწ-A0I< ვს-წწწწ	8.IV	18.IV	21.V
	(ებ) წწწწწწწ წწწწწწწწწწ 'სწწწწწწწწწწწ	მცხეთა, 460	დუშეთი, 922	ყაზბეგი, 1744
მცხეთა- მთიანეთი, მშრალი სუბ- ტროპიკული				
მთიანი				
მაღალმთიანი				

ცხრ. 2.1.5 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება პერიოდების მიხედვით (1948-2017 წწ.)

რეგიონი/ზონა მუნიციპალიტეტი	(სდსაჟ) ნდასაჟნი II-I	საბსაჟაი დასაბსაჟაი ნა-ნაჟნი	($\text{C} > 0 \text{I} <$) სიჟაჟაი ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი	($\text{X} > \text{VI}$) ოაიჟაჟაი	($\text{X} > \text{VI}$) ოაიჟაჟაი	($\text{C} > 0 \text{I} <$) სიჟაჟაი ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი	III > I > I (ოაიჟაჟაი) ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი ოაიჟაჟაი	(III > I > I) ოაიჟაჟაი
მცხეთა-მთიანეთი, მშრალი სუბტროპიკული, მცხეთა	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	25. 27.X	3477 3607	416 391	1.2 1.1	1948 2013	185 171	1.0 0.8
მთიანი, საგარეჟო	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	20. 21.X	3049 3141	522 495	1.7 1.6	1751 1832	229 198	1.3 1.0
მაღალმთიანი, ომალო (ახმეჟა)	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	18. 25.IX	1571 1684	516 435	3.2 2.9	1271 1305	363 348	2.9 2.5

ცხრ. 2.1.6 მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის აქტიური ტემპერატურის ($>10^{\circ}\text{C}$), ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ცვლილება ტრენდის მიხედვით (1948-2017 წწ.)

	აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$)				ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამი (IV-X)				ჰოკი (VI-VIII)			
	სერვისი	სამსაღი	დინდ	სტატუსი	სერვისი	სამსაღი	დინდ	სტატუსი	სერვისი	სამსაღი	დინდ	სტატუსი
მუნიციპალიტეტი, ზონა	სერვისი	სამსაღი	დინდ <td>სტატუსი</td> <td>სერვისი</td> <td>სამსაღი</td> <td>დინდ <td>სტატუსი</td> <td>სერვისი</td> <td>სამსაღი</td> <td>დინდ <td>სტატუსი</td> </td></td>	სტატუსი	სერვისი	სამსაღი	დინდ <td>სტატუსი</td> <td>სერვისი</td> <td>სამსაღი</td> <td>დინდ <td>სტატუსი</td> </td>	სტატუსი	სერვისი	სამსაღი	დინდ <td>სტატუსი</td>	სტატუსი
მცხეთა, მშრალი სუბტროპიკული	3416	3705	289	41.3	405	402	3	0.4	0.90	0.83	0.07	0.01
დუშეთი, მთიანი	2987	3203	216	30.8	514	495	19	2.7	1.32	1.11	0.21	0.03
ყაზბეგი, მაღალმთიანი	1511	1797	286	40.9	508	395	113	16.1	3.12	2.42	0.70	0.1

ცხრ. 3.1.1 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)

რეგიონი, ზონა	(ფ) ნაშადრფი ვადსუადამაგ 'საქმეზდე-ანაქსე	აბალციხე, 982	აბალქალაქი, 1716	ფარავანი (ნიონინდა), 2100
სამცხე- ჯავახეთი, მთიანი	21.IV	18.V	12.VI	
მაღალმთიანი	15.X	29.IX	4.IX	
	(ნაშ) იდამაპყდე ვადსაქმე ვადსაქმე	177	134	94
	2959	1875	1192	
	357	409	223	
	(X-ლი) წდე	1.1	2.0	1.6
	1781	1520	1050	
	IIIА-IA '(ფ) სდეჯ ვადსაქმე სამსაქმე	182	194	160
	(IIIА-IA) წდე	1.0	1.4	1.5

ცხრ. 3.1.6 სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის აქტიური ტემპერატურის ($>10^{\circ}\text{C}$), ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ცვლილება ტრენდის მიხედვით (1948-2017 წწ.)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$)				ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამი (IV-X)				ჰოკი (VI-VIII)			
	სტანდარტი	ფაქტი	საპროგნოზო	დინამიკა	სტანდარტი	ფაქტი	საპროგნოზო	დინამიკა	სტანდარტი	ფაქტი	საპროგნოზო	დინამიკა
ახალციხე, მთიანი	2897	3020	123	17.5	367	346	21	3.0	1.10	0.96	0.14	0.02
	1738	1958	220	31.4	424	421	3	0.4	1.58	1.53	0.05	0.01
ფარავანი (ბინონინდა), მაღალმთიანი	1051	1384	333	47.5	249	244	5	0.7	1.73	1.69	0.04	0.01

ცხრ. 4.1.1 ქვემო ქართლის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)

რეგიონი, ზონა	ქვემო ქართლი, მშრალი სუბტროპიკუ- ლი	მთიანი	მაღალმთიანი	(IIIА-IA) წთჲ	0.6	1.4	1.7
				IIIА-IA '(ღჲ) სღრჲ რდრწწწაღჲ საწწწწწწწწწწწ	117	234	238
				IIIА-IA '(A.0I<) სღრჲ რდრწწწწწწწწწწწ აწწწწწწ	2370	1646	1434
				(X-АI) წთჲ	0.7	1.8	2.1
				X-АI '(ღჲ) სღრჲ რდრწწწაღჲ საწწწწწწწწწწწ	278	460	524
				(A.0I<) სღრჲ რდრწწწწწწწწწწწ აწწწწწწ	4294	2599	1999
				(წწწ) რდრწწწწწწწწწწწ რდრწწწწწწწწწწწ	219	166	141
				საწწწაღჲ რდრწწწწწწწ წწწ-A.0I> რს-ღწწწწ	4.XI	13.X	30.IX
				საწწწაღჲ რდრწწწწწწწ წწწ-A.0I< რს-ღწწწწ	30.III	30.IV	12.V
				(ღ) წაწწწწწწ ღრდრწწწწწწწ 'საწწწწწწწწწწწ	ბარდბაბანი, 300	დმბნისი, 1256	წაწწკა, 1464

ცხრ. 4.1.5 ქვემო ქართლის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება პერიოდების მიხედვით (1948-2017 წწ.)

რეგიონი/ზონა მუნიციპალიტეტი	(სდწმე) მთასყენე III-I	სამყადი ფაქტორი	(წმმ) იდენტიფიკაციის ფაქტორი	III-A-I (C0I<) სეზონური მთავარი მუხარზი	(X-AI) წმე	III-A-I (C0I<) სეზონური მთავარი მუხარზი	(X-AI) (მე) სეზონური მთავარი მუხარზი	(X-AI) წმე	III-A-I (C0I<) სეზონური მთავარი მუხარზი	(X-AI) (მე) სეზონური მთავარი მუხარზი	III-A-I (C0I<) სეზონური მთავარი მუხარზი	(X-AI) წმე
ქვემო ქართლი, მშრალი სუბტროპიკული, გარდაბანი	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	1. 29.III	217 221	4237 4352	297 257	2215 2224	133 101	0.7 0.6	1609 1683	247 221	133 101	0.6 0.5
მთიანი, დმანისი	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	1. 30.IV	164 166	2534 2663	473 446	1609 1683	247 221	1.8 1.7	1609 1683	247 221	133 101	1.5 1.3
მაღალმთიანი, წალკა	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	13. 12.V	139 141	1944 2053	564 483	1404 1463	247 228	2.3 1.9	1404 1463	247 228	133 101	1.8 1.6

ცხრ. 4.1.6 ქვემო ქართლის რეგიონის აქტიური ტემპერატურის ($>10^{\circ}\text{C}$), ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების ცვლილება ტრენდის მიხედვით (1948-2017 წწ.)

მუნიციპალიტეტი, ზონა	აქტიური ტემპერატურის ჯამი ($>10^{\circ}\text{C}$)				ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამი (IV-X)				ჰოკი (VI-VIII)			
	სისხვედრად	საწყობად	დღეები	საწყობად	სისხვედრად	საწყობად	დღეები	საწყობად	სისხვედრად	საწყობად	დღეები	საწყობად
გარდაბანი, მშრალი სუბტროპიკული	4244	4299	55	7.9	301	247	54	7.7	0.63	0.50	0.13	0.02
დმანისი, მთიანი	2502	2659	157	22.4	539	502	37	4.6	1.54	1.47	0.07	0.01
ნალკა, მაღალმთიანი	1918	2030	112	16.0	577	498	79	11.2	1.77	1.70	0.07	0.01

ცხრ. 5.1.1 შიდა ქართლის მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი ზონების აგროკლიმატური მახასიათებლები (1948-2017 წწ.)

რეგიონი, ზონა	(ფ) ნაშადვყ ვადსვგაძ'აფ 'საწიწაფ-აწაწა	გორი, 568	ბაშური, 690	ჭავჭა, 1124
შიდა ქართლი, მშრალი სუბტროპიკული მთიანი	საშაა რაწაფა წა-აა> რა-აწა	25.X	20.X	12.X
	საშაა რაწაფა წა-აა< რა-აწა	11.IV	18.IV	29.IV
	(წაა) ააწაწაააააა რაწააააა რაწააააა	197	185	166
	ააწაწა წა-აა< საწაააააააააა ააწაააა	3489	3143	2593
	X-აა '(აა) ააწა რაწაწაა საწაააააააააა	335	365	473
	(X-აა) ააა	1.0	1.1	1.8
	ააწაწა წა-აა< საწაააააააააა ააწაააა	1959	1829	1635
	ააწაწა '(აა) ააწა რაწაწაა საწაააააააააა	139	152	256
	(ააწა-აა) ააა	0.7	0.8	1.6

ცხრ. 5.1.5 შიდა ქართლის რეგიონის მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება პერიოდების მიხედვით (1948-2017 წწ.)

		(სფნაჟ) ნდასაყნე II-I		სადაყნა რადანრადრ ნფ-აა0I< რა-რრნფ	სადაყნა რადანრადრ ნფ-აა0I> რა-რრნფ	(ნაა) რდანაააყრრრ რდაააყნე რააააააააა	სფა რადააააააააააააა აააააააა	III<II< სფა რადააააააააააააა აააააააა	III<II< '(რრ) სფა რადააააააააააააა აააააააააააააააააა	(III<II<) რაა			
რეგიონი/ზონა, მუნიციპალიტე- ტი	შიდა ქართლი, მშრალი სუბტროპიკული, გორი	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	13.	22.	194	3445	341	1936	140	0.7			
მთიანი, ბაშური	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	18.	19.	184	3106	368	1.1	1814	153	0.9			
მაღალმთიანი, ჯავა	I პერიოდი 1948-1982 II პერიოდი 1983-2017	30.	10.	163	2520	622	2.0	1539	257	1.6			
		28.IV	13.X	168	2666	613	2.0	1671	255	1.5			

ცხრილი 6.1.1-ის გაგრძელება

მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	I პერიოდი	9	26	6	17	5	14	0.6	1.3
	II პერიოდი	8	23	7	20	7	20		
დუშეთი	I პერიოდი	6	17	2	6	0	0		
	II პერიოდი	5	14	2	6	3	9		
II პერიოდში	მატი-კლება	2	6	1	3	5	14		
	I პერიოდი	4	11	8	23	18	51		
ქვემო ქართლი, გარდაბანი	I პერიოდი	3	9	3	9	27	77	0.5	1.2
	II პერიოდი	7	20	7	20	13	37		
ბოლნისი	I პერიოდი	6	17	8	23	19	54		
	II პერიოდი	6	17	4	11	0	0		
თეთრიწყარო	I პერიოდი	8	23	2	6	0	0		
	II პერიოდი								
II პერიოდში	მატი-კლება			6	17	15	43		
	I პერიოდი	7	20	11	31	12	34		
შიდა ქართლი, გორი	I პერიოდი	8	23	15	43	8	23	0.6	1.3
	II პერიოდი								

ცხრილი 6.1.1-ის გაგრძელება

ხაშური	I პერიოდი	11	31	3	9	6	17		
	II პერიოდი	10	28	11	31	4	11		
ცხინვალი	I პერიოდი	12	34	7	20	4	11		
	II პერიოდი	14	40	6	17	4	11		
II პერიოდში	მატე- ბა კლება	2	6	11	31	6	17		
სამცხე- ჯავახეთი, ახალციხე	I პერიოდი	9	26	1	3	3	9		
	II პერიოდი	6	17	9	26	1	3	0.7	1.3
ადიგენი	I პერიოდი	6	17	1	3	3	9		
	II პერიოდი	5	14	9	26	1	3		
ახალქალაქი	I პერიოდი	2	6	0	0	0	0		
	II პერიოდი	7	20	1	3	1	3		
II პერიოდში	მატე- ბა კლება	1	3	17	48	3	9		
სულ: რეგიონები II პერიოდში	მატე- ბა კლება	1	3	26	74	19	54		

ცხრ. 9.4.2 სავგებტაცო პერიოდის ხანგრძლივობის (დღე) მომავლის პროგნოზები
(სტენარო, ტემპერატურის 2°C-ით მატება, 2020-2049 წწ.).

წელი	კახეთი, საგარეჯო		მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა		სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე		ქვემო ქართლი, ბოლნისი		შიდა ქართლი, გორი	
	დამსახრე დსწდ 2014	(წმ) დსწდ	დსწდ 2014	(წმ) დსწდ	დსწდ 2014	(წმ) დსწდ	დსწდ 2014	(წმ) დსწდ	დსწდ 2014	(წმ) დსწდ
2020	4.IV		2.IV		11.IV		26.III		3.IV	
2021	3.IV		1.IV		6.IV		25.III		2.IV	
2022	29.III		27.III		5.IV		20.III		27.III	
2023	16.IV		6.IV		8.IV		7.IV		8.IV	
2024	5.IV		4.IV		14.IV		27.III		4.IV	
2025	3.IV		1.IV		24.III		25.III		2.IV	
2026		217		223		216		257		222
2027		223		224		197		262		228

ცხრილი 9.4.2-ის გაგრძელება

2028		207		212		193		236		212
2029		206		212		175		235		211
2030		211		217		203		241		216
2031		211		217		200		231		216
2032		198		203		195		226		203
2033		200		206		163		228		205
2034		186		197		170		217		193
2035		224		229		200		254		229
2036		210		221		217		239		220
2037		217		223		205		247		223
2038		208		217		197		238		214
2039		206		212		197		235		212
2040		210		218		184		239		217
2041		197		209		187		224		206

ცხრილი 9.4.2-ის გაგრძელება

2042		212		219		204		241		216
2043		215		222		203		244		221
2044		213		217		208		242		216
2045		219		225		190		249		225
2046		204		212		183		233		210
2047		188		198		187		218		196
2048		198		205		193		226		203
2049		191		202		171		219		201

ცხრ. 9.4.3 აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის (>10°C) მომავლის პროგნოზები
(სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება, 2020-2049 წწ.)

წელი	კახეთი, საგარეჯო		მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა		სამცხე-ჯავახეთი, ახალციხე		ქვემო ქართლი, ბოლნისი		შიდა ქართლი, გორი	
	ანაბრად 10°C დაბლა	10°C < T < 15°C	ანაბრად 10°C დაბლა	10°C < T < 15°C	ანაბრად 10°C დაბლა	10°C < T < 15°C	ანაბრად 10°C დაბლა	10°C < T < 15°C	ანაბრად 10°C დაბლა	10°C < T < 15°C
2020	4.IV		2.IV		11.IV		26.III		3.IV	
2021	3.IV		1.IV		6.IV		25.III		2.IV	
2022	29.III		27.III		5.IV		20.III		27.III	
2023	16.IV		6.IV		8.IV		7.IV		8.IV	
2024	5.IV		4.IV		14.IV		27.III		4.IV	
2025	3.IV		1.IV		24.III		25.III		2.IV	
2026		3617		3776		3795		4359		3725
2027		3678		3836		3509		5021		3798

2028		3497		3644		3447		4561		3602
2029		3485		3632		3161		4543		3590
2030		3545		3692		3591		4653		3651
2031		3545		3704		3550		4469		3663
2032		3377		3524		3468		4378		3492
2033		3401		3560		2977		4414		3516
2034		3269		3452		3079		4212		3394
2035		3701		3860		3570		4690		3811
2036		3533		3752		3734		4631		3700
2037		3617		3776		3633		4745		3737
2038		3509		3704		3488		4579		3627
2039		3485		3644		3488		4543		3602
2040		3533		3771		3304		4631		3663
2041		3565		3596		3345		4322		3541

ცხრილი 9.4.3-ის გაგრძელება

2042		3557		3628		3611		4653		3676
2043		3593		3764		3591		4708		3713
2044		3569		3704		3693		4671		3676
2045		3641		3800		3386		4782		3762
2046		3461		3644		3284		4506		3578
2047		3281		3464		3345		4230		3406
2048		3377		3548		3447		4378		3492
2049		3293		3512		3100		4249		3467

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ალექსიძე გ., ყანჩაველი შ., (2014). კლიმატის ცვლილების როლი მცენარეთა პათოგენების პროცესში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
2. ალექსიძე გ., ჯაფარიძე გ., გოგიტიძე ვ., ეპიტაშვილი თ., (2014). კლიმატის ცვლილება და მევენახეობა-მეღვინეობის აგროეკოლოგიური პოტენციალი შიგნიკახეთში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი
3. ბასილაშვილი ც. (2014). მდ.ალაზნის წყლის სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენის პროგნოზირება მისი რაციონალური გამოყენებისა და უსაფრთხოებისათვის. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
4. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ერისთავი დ. (2016). კლიმატის ცვლილება და გეოინჟინერია. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი.
5. გუგავა ე., მელაძე გ. (2015). გლობალური დათბობის შედეგად მოსალოდნელი კლიმატური ცვლილებების დროს ხორბლის კულტურის ადაპტაცია საქართველოში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
6. გუგავა ე., მელაძე გ. (2007). კლიმატური პირობების მოსალოდნელი ცვლილებების დროს ხორბლის კულტურის ადაპტაციის შეფასება და შემარბილებელი ღონისძიებანი. აგრარული მეცნიერებების პრობლემები, ტ. XXXVIII, თბილისი.
7. გუგავა ე., მელაძე მ. (2007). სიმინდის კულტურის ადაპტაციის შეფასება და შემარბილებელი ღონისძიებები. აგრარული მეცნიერებების პრობლემები, ტ. XXXVIII, თბილისი.
8. დიდებულიძე ა. (2014). საქართველოში აგრობიტექნოლოგიების განვითარებაზე კლიმატის ცვლილებების გავლენა. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.

9. გუნია გ. (2005). ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები, თბილისი.
10. გუნია გ. (2019). ეკოლოგიური მონიტორინგი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი.
11. გაბრიჩიძე ზ., ბასილია ი., გუნთაძე ნ. (2019). გლობალური კლიმატური ცვლილებები ბევრ სიურპრიზს გვიმზადებს. სამეცნიერო-საინფორმაციო ჟურნალი 9(97).
12. ელიზბარაშვილი ნ., მეესენი ჰ., ხოეციანი ა., მელაძე გ., კოლერი თ. (2018). მთიანი ტერიტორიების მდგრადი განვითარება და რესურსების მართვა, თბილისი.
13. ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ. (2013). საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. გამომცემლობა „ნიგნის სახელოსნო“, თბილისი.
14. თავართქილაძე კ., ელიზბარაშვილი ე., მუმლაძე დ., ვაჩნაძე ჯ. (1999). საქართველოს მინისპირა ტემპერატურის ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი, თბილისი.
15. თურმანიძე თ. (2002). გვალვის შეფასების კრიტერიუმები ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით. გვალვის და მასთან ბრძოლის პრობლემები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.107.
16. კაჭარავა თ., ნიკლაური ნ., გეგიძე ფ. (2014). სამკურნალო, არომატული, თაფლოვანი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეების გენეტიკური რესურსი განსხვავებული ეკოსისტემის პირობებში და მდგრადი განვითარება. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
17. კელენჯერიძე კ., ჯიქია ე., მგელაძე თ. (1964). სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომცემლობა „ცოდნა“, თბილისი.
18. მარგველაშვილი გ., ორმოცაძე გ., (2014). კლიმატი, ამინდი, ადაპტაცია და მოსავალი. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.

19. მელაძე გ., გოგლიძე ე. (1991). აგრომეტეოროლოგია. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი.
20. მელაძე მ. (2008). აბიოტური ფაქტორის გავლენა კულტურათა ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. 1, 1(42).
21. მელაძე გ., მელაძე მ. (2016). გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით სხვადასხვა ტიპის გვალვების განმეორადობა და მათი აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზირება (დედოფლისწყაროს მაგალითზე). ჰმი-ის შრომები, ტ. 123
22. მელაძე გ., მელაძე მ. (2015). გლობალური დათბობით გამოწვეული აგროკლიმატური მაჩვენებლების ცვლილება ქვემო ქართლის რეგიონში. თსუ, გეოგრაფიული საზოგადოება, გეოგრაფიის ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები.
23. მელაძე გ., მელაძე მ. (2010). საქართველოს აღმოსავლეთ რეგონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.
24. მელაძე გ., მელაძე მ. (2013). გლობალური დათბობის გავლენებით ვაზის სხვადასხვა ჯიშის აგროკლიმატური ზონების სცენარები. საერთაშორისო კონფერენციის შრომების კრებული. ვ.ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი, თსუ, 5(84).
25. მელაძე გ., მელაძე მ. თუთარაშვილი მ. (2008). კლიმატის გლობალური დათბობის გავლენა აგროკლიმატური ზონების ცვლილებაზე. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 115.
26. მელაძე გ., მელაძე მ. (2011). გლობალური დათბობის პირობებში აგროკულტურების გავრცელების ზონების და ორი მოსავლის მიღების სცენარები (2020-2050 წწ.) დედოფლისწყაროს მაგალითზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, ტ. 117.
27. მელაძე გ., მელაძე მ. (2015). გლობალური დათბობით გამოწვეული აგროკლიმატური მაჩვენებლების ცვლილება ქვემო

- ქართლის რეგიონში. თსუ, გეოგრაფიული საზოგადოება, გეოგრაფიის ინსტიტუტის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
28. მელაძე გ., მელაძე მ. (2014). კლიმატის ცვლილების გავლენებით ძირითადი სასურსათო კულტურების მონაცვლადობის სცენარები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ის შრომები, ტ. 120.
 29. მელაძე გ., მელაძე მ. (2016). გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით სხვადასხვა ტიპის გვალვების განმეორადობა და მათი აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზირება (დედოფლისწყაროს მაგალითზე). საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰმი-ის შრომები, ტ. 123.
 30. მელაძე მ., მელაძე გ. (2015). გლობალური დათბობა და აგროკულტურების განვითარების ძირითადი მაჩვენებლების და გვალვიანობის მატების ტენდენციები კახეთში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
 31. მელაძე გ., თუთარაშვილი მ., ცერცვაძე შ., მელაძე მ., 2003). სამცხე - ჯავახეთის მაღალმთიან აგროკლიმატურ პირობებში პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელების შესაძლებლობა. საქართველოს გეოგრაფია, 2, თსუ-ის გამომცემლობა.
 32. სამადაშვილი ც. (2014). აღმოსავლეთ საქართველოს გვალვიანი რეგიონებისათვის მარცვლეული კულტურების მაღალი მოსავლის მიღების ღონისძიებები. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
 33. შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტულუში ნ. (2014). ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციის საკითხები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.
 34. შაფაქიძე ე., ქვარცხავა მ. (2014). კლიმატის ცვლილება და ნიადაგის დამუშავების თანამედროვე რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეც-

- ნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
35. ჩანქსელიანი ზ., კენჭიაშვილი ნ. (2016). ნიტრატების შემცველობა ბუნებრივ წყლებში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
 36. ჩხარტიშვილი ნ. (2015). ქართული ვაზის გენეტიკური რესურსი. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
 37. ცაგურიშვილი გ. (2010). შუალედური კულტურები და მათი როლი წლის განმავლობაში ორი და მეტი მოსავლის მისაღებად. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი.
 38. ცანავა ვ. მამულაიშვილი ი., გაბუნია ც. (2015). ნიადაგის როლი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისა და აღდგენის საქმეში. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ. აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციის მასალები, თბილისი.
 39. ხარაძე კ. (2019). მარნეულის მუნიციპალიტეტი. ბუნება, წარსული, აწმყო. გამომცემლობა შპს „სვეტი“, თბილისი.
 40. Bruce J.P. (1990). *The Atmosphere of the Living Planet*. Earth. Geneva: WMO, 705.
 41. *Climate Change - II Assessment report of the IPCC (1996)*. vol. I, Cambridge university press, UK.
 42. *Climate Change and Food Security: a Framework document* FAO (2007). Rome, Italy.
 43. *Climate Change: Impact Assessment in Agriculture (2008)*. Prepared by E.Rivero Vega. Camaguey meteorological center.
 44. Gachokidze R. (2018). *Bio-organic Green Revolution*. „Zumran Group“, Zambia, Africa.
 45. Harpal S. Mavi, Graeme I. Tupper (2004). *Agrometeorology. Principles and Applications of Climate States in Agriculture*. Haworth Press Ins., Austria.
 46. Hefling G.I. (1990). *Anxiety 2000*. Ed., Moscow.

47. Hubbard G. (2007). Agriculture Climatology. Vol.1, №2, Climate Center the University of Nebraska.
48. Human Development Report (2007-2008). Fighting Climate Change: Human Solidarity Divided World. Published for the United Nations Development Program (UNDP).
49. Meladze G., Meladze M., Elizbarashvili N., Meladze G. (2016). Global warming: changes of agroclimatic zones in humid subtropical, mountainous and high mountainous regions of Georgia. International Journal of Current Research, 8(7), India.
50. Meladze M., Meladze G. (2015). Impact of global warming on the vegetation durable and distribution area of crops in the humid subtropical and mountainou regions of Georgia. American Journal of Environmental protection, vol.4. No.3-1, USA.
51. Meladze G., Meladze M. (2009). Agroclimatic zone scenarios of the distribution of crops with account of global warming. Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, vol. 3, №1, 2009.
52. Meladze G., Meladze M. (2005). Production of ecological pure vegetable cultures under conditions of organic agriculture in alpine zone of Georgia. Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, 172, № 1.
53. Meladze G., Meladze M. (2005). Perspective vine propagation zones in Georgia considering expected global climate change. Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, 172, № 2, 2005.
54. Meladze G., Meladze M. (2016). Influence of global warming on agroclimatic indices of agriculture and intensity of droughts in Kakheti Region, East Georgia. Bulletin of The Georgian National Academy of Sciences, vol.10, №1.
55. Meladze G., Meladze M. (2017). Climate change: a trend of increasingly frequent droughts in Kakheti region (East Georgia). Jurnal of Annals of Agrarian Science, vol.15, 1, Copyright© Elsevier B.V.
56. Meladze G., Meladze M. (2013). Estimation of agroclimatic potential of Mtsheta-Mtianeti region. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University vol.119.

57. Meladze G., Meladze M. (2006). Agroclimatic zones of Kvemo Kartli region (Georgia). Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 174, №3.
58. Meladze G., Meladze M. (2006). Perspectives of ecologically pure yield of some agricultural products in Samtskhe-Javakheti's region of Georgia. Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, 173, №2.
59. Meladze M., Meladze G. (2013). Distribution of winter wheat with account of global warming. Transactions of the Institute of Hydrometeorology at the Georgian Technical University, vol.119.
60. Meladze G., Meladze M. (2013). Distribution of different varieties of vine with account of global warming on the territory of Georgia. Bulletin of The Georgian National Academy of Sciences, vol.7, №1.
61. Meladze M., Meladze G., Trapaidze V. (2016). Evaluation of the agroclimatic potential of the high mountainous areas in South Georgia to develop ecological agriculture. Transactions of international multidisciplinary scientific Geo conference, SGEM Albena, Bulgaria.
62. Tavartkiladze K., Begalishvili N., Tsintsadze T., Kikava A. (2012). Influence of global warming on the near surface air temperature field in Georgia. Bulletin of The Georgian National Academy of Sciences, vol.6(3).
63. Togonidze N. (2015). Climate change and anthropogenic impact on subalpine birch forest. Modern problems of geography and anthropology. Proceedings of international conference.
64. The Second National Communication Climate Change of Georgia (2009). UNDP.
65. The Third National Communication Climate Change of Georgia (2015). UNDP.
66. WMO statement on the Status of the Global Climate in 2004, WMO - 983 (2005). World Meteorological Organization.
65. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР (1978). Под. ред. Турманидзе Т. Гидрометеиздат, Ленинград.
67. Бериташвили В., Гуния Г., Инцкирвели Л., Кучава Г. (2002). Динамика эмиссии парниковых газов с территории Грузии. В

- книге Проблемы физики пограничного слоя атмосферы и загрязнения воздуха. Гидрометеоиздат, Москва.
68. Будико М. (1980). Климат в прошлом и будущем. Гидрометеоиздат, Ленинград (Санкт-Петербург).
 69. Давитая Ф.Ф. (1964). Прогноз обеспеченности теплом и некоторые проблемы сезонного развития природы. Гидрометеоиздат, Москва.
 70. Меладзе Г.Г. (1991). Экологические факторы и производство сельскохозяйственных культур. Гидрометеоиздат, Ленинград.
 71. Справочник по климату СССР (1967). Температура воздуха и почвы. Вып. 14, Гидрометеоиздат, Ленинград.
 72. Уланова Е.С. (1964). Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связей. Гидрометеоиздат, Москва.

გიორგი მელაძე, მაია მელაძე

კლიმატის ცვლილება:

**აგროკლიმატური გამოწვევები და
პერსპექტივები აღმოსავლეთ
საქართველოში**

Giorgi Meladze, Maia Meladze

CLIMATE CHANGE:

**AGROCLIMATIC CHALLENGES AND
PROSPECTS IN EASTERN GEORGIA**



გამომცემლობა „**უნივერსალი**“
Publishing House “**UNIVERSAL**”

თბილისი, 0186, ა. პოლიტკოვსკაიას №4. ☎: 5(99) 33 52 02, 5(99) 17 22 30
4, A. Politkovskaia st., 0186, Tbilisi, Georgia ☎: 5(99) 33 52 02, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal505@ymail.com; gamomcemlobauniversali@gmail.com