



საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი



აგრორული მეცნიერებების და
ბიოსისტემების ინჟინერინგის
ფაკულტეტი



მთის მდგრადი განვითარების
ფაკულტეტი



ჰიდრომეტეოროლოგიის
ინსტიტუტი

განა მელაქა

აგრომეტეოროლოგია და აგროქლიმატოლოგია



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი 2024

უაკ (UDC): 551. 502.4 (075.8)
მ – 529

განხილული, მოწონებული და რეკომენდებულია გამოსაცემად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის აგროინჟინერიის დეპარტამენტის (ოქმი №6, 09.11.2023) და სტუ-ის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს (ოქმი №4, 27.11.2023) სხდომებზე.

სახელმძღვანელოში განხილულია აგრომეტეოროლოგიის და აგროკლიმატოლოგიის მიზნები, ამოცანები და კვლევის თანამედროვე მეთოდები. მოცემულია ამინდისა და კლიმატური ფაქტორების გავლენა სოფლის მეურნეობაზე; აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა წარმოების და აგროკლიმატური მახასიათებლების გაანგარიშების მეთოდები; სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები; სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროკლიმატური მოთხოვნილება, დარაიონება და დაკვირვებათა სახეები; აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდები. წარმოდგენილია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ძირითადი ასპექტები და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობაზე.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მიმართულების ბაკალავრებისათვის. აგრეთვე, სხვა შესაბამისი პროფილის უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის და აღნიშნული საკითხებით დაინტერესებული მკვლევართა ფართო წრისათვის.

რედაქტორი: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის
მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი **ნოდარ ჩხარტიანი**

რედაქტორები: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნ.
აკადემიის აკადემიკოსი **გოგოლა მარგველაშვილი**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი **ცობენი სამაღაშვილი**

© მაია მელაძე, 2024

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“, 2024

თბილისი, შარტავის ქ. კულუბაჩოვსკაიას №4, ☎: 5(99) 17 22 30; 5(99) 33 52 02
E-mail: universal505@ymail.com; gamomcemlobauniversal@gmail.com

ISBN 978-9941-33-682-9

შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა9

თავი I აგრომეტეოროლოგიის როლი სოფლის

მეურნეობაში 13

- 1.1. აგრომეტეოროლოგიის საგანი და მისი განვითარების ძირითადი ეტაპები 13
- 1.2. აგრომეტეოროლოგიის ამოცანები და კვლევის მეთოდები 21
- 1.3. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები 25
- 1.4. გარემო ფაქტორების ძირითადი კანონზომიერებები 28

თავი II ატმოსფერო 30

- 2.1. ატმოსფეროს შედგენილობა და აღნაგობა 30
- 2.2. ატმოსფეროს სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილების სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა 38
- 2.3. ატმოსფეროს წნევა და მისი გაზომვის მეთოდები 42
- 2.4. ადიაბატური პროცესები ატმოსფეროში 46

თავი III მზის რადიაცია 48

- 3.1. რადიაცია 48
- 3.2. წელიწადის დროთა წარმოქმნის მიზეზები 51
- 3.3. მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა 54
- 3.4. მზის რადიაციის სახეები 57
- 3.5. დედამიწისა და ატმოსფეროს გრძელტალღოვანი გამოსხივება 62
- 3.6. რადიაციული ბალანსი და მზის რადიაციის გაზომვის მეთოდები 63
- 3.7. მზის ენერჯის მნიშვნელობა ბიოსფეროსათვის და მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში 66

თავი IV ნიადაგის ბავჯარბუროლი რაჟიმი.....	71
4.1. ნიადაგის გათბობა და გაცვივება	71
4.2. რელიეფის, მცენერეული და თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის სითბურ რეჟიმზე.....	77
4.3. ნიადაგის ტემპერატურის თერმოიზოპლეტები.....	80
4.4. ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა	83
4.5. ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები.....	87
4.6. ნიადაგის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები.....	90
თავი V ჰაერის ბავჯარბუროლი რაჟიმი	94
5.1. ჰაერის გათბობის და გაცვივების პროცესები.....	94
5.2. ჰაერის ტემპერატურის დღელამური და წლიური მსვლელობა	100
5.3. ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით.....	102
5.4. თოვლის საფარის ზედაპირის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე	108
5.5. ჰაერის ტემპერატურის გავლენა სასოფლო- სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე.....	110
5.6. ტემპერატურის ჯამები და მისი მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის	115
5.7. მცენარეების მოთხოვნილება სითბოსადმი და მისი უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი	123
5.8. ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები.....	127
თავი VI ჭყლის ოროქლი	133
6.1. ჰაერის ტენიანობა, მისი განსაზღვრის მეთოდები და ხელსაწყოები.....	133
6.2. ჰაერის ტენიანობის დღელამური და წლიური მსვლელობა.....	139

6.3.	ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის მნიშვნელობა სასოფლო სამეურნეო კულტურებისათვის	141
6.4.	აორთქლება	143
6.5.	წყლის ორთქლის კონდენსაცია.	146
6.6.	ღრუბლები და მათი კლასიფიკაცია	147
თავი VII ნალექები	155
7.1.	ატმოსფეროში და დედამიწის ზედაპირზე წარმოქმნილი ნალექების ტიპები	155
7.2.	ნალექების დღეღამური და წლიური მსვლელობა.....	161
7.3.	ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობისათვის.....	164
7.4.	ნალექების ხელოვნურად გაზრდა.....	169
7.5.	თოვლის საფარის მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის	171
7.6.	ნიადაგის ტენიანობის და ნიადაგის პროდუქტიული ტენის განსაზღვრა.....	174
თავი VIII ქარი	179
8.1.	ქარი და მისი წარმოქმნის მექანიზმი	179
8.2.	ქარის სახეები და მათი დახასიათება	183
8.3.	რელიეფის, მცენარეების გავლენა ქარზე და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში	188
8.4.	ქართა სქემის აგება და ქარის გამზომი ხელსაწყოები	191
8.5.	ტორნადო	193
თავი IX სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მებაოროლოგიური მოვლენები	197
9.1.	წყინვების ტიპები და მათი წარმოქმნის პირობები.....	197
9.2.	წყინვების გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები.....	200
9.3.	მოსალოდნელი წყინვების პროგნოზები	207

9.4. გვალვა და ხორშაკი	212
9.5. სეტყვა და უხვი ნალექი.....	215
9.6. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაზიანებელი არახელსაყრელი მოვლენები ზამთრის პერიოდში	221
9.7. ამინდის გავლენა მცენარეთა მავნებლებსა და დაავადებებზე.....	226
9.8. მეცხოველეობისათვის არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობები.....	227
9.9. სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო ელქექური პროცესები.....	229
თავი X ამინდი	235
10.1. ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები	235
10.2. ამინდის პროგნოზირება	243
10.3. ამინდის წინასწარმეტყველება ადგილობრივი ნიშნებით	248
თავი XI აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები	252
11.1. აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სახეები	252
11.2. აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციები და მათი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში	259
თავი XII ჭლივაბი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში	265
12.1. კლიმატი და მისი კლასიფიკაცია	265
12.2. ოკეანისა და ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების გავლენა კლიმატის ფორმირებაზე.....	274
12.3. მიკროკლიმატის მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში და მისი შესწავლის მეთოდები	279
12.4. კლიმატის შეფასება სოფლის მეურნეობის წარმოების მიზნით	286

12.5. აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მეთოდები.....	289
12.6. აგროკლიმატური დარაიონება	293

თავი XIII ჯლიაბის ცვლილება და სოფლის

მარნაობა.....	299
13.1. კლიმატის მოსალოდნელი გლობალური ცვლილება.....	299
13.2. ბუნებრივი ეკოსისტემების მონყვლადობის შეფასება კლიმატის ცვლილების პირობებში	305
13.3. კლიმატის ცვლილების გავლენა სოფლის მეურნეობაზე.....	309

თავი XIV აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების

მეთოდების მაცნიაური საფაქტები	317
14.1. აგრომეტეოროლოგიური პირობების პროგნოზები	318
14.1.1. სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზი	318
14.1.2. ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი	319
14.2. ფენოლოგიური პროგნოზი	321
14.2.1. ხეხილოვანი კულტურების (მსხალი, ვაშლი, ატამი, გარგარი) ყვავილობის ვადების პროგნოზის მეთოდი	321
14.2.2. ვაზის სიმწიფის დანყების პროგნოზის მეთოდი	322
14.2.3. ლიმონის, ფორთოხლის და სუბტროპიკულიხურმის ყვავილობის და ნაყოფების სიმწიფის ფაზათა დადგომის ვადების პროგნოზის მეთოდები	324
14.2.4. თუთის კულტურის პირველი ფოთლების გაშლის პროგნოზის მეთოდი.....	327
14.3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის და მისი ხარისხის პროგნოზები	328

14.3.1. საქართველოში საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავლის პროგნოზის მეთოდი	328
14.3.2. სიმინდის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი.....	329
14.3.3. საქართველოში კარტოფილის კულტურის მოსავლის საშუალო აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის მეთოდი	330
14.3.4. მზესუმზირის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი	331
14.4. ზამთრის პერიოდში კულტურების გამოზამთრების პროგნოზი.....	332
14.4.1. ვაზის კულტურის გამოზამთრების პირობების პროგნოზი	332
14.5. მცენარეების დაავადებათა გამოვლენის პროგნოზი	334
14.5.1. პომიდორის კულტურის ფიტოფტორას დაავადების გამოვლენის პროგნოზი.....	334

თავი XV ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო უბებურების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნება	336
15.1. მარცვლეული კულტურები.....	336
15.2. ბოსტნეული კულტურები	340
15.3. ძირხვეწა და ტუბერა კულტურები	344
15.4. პარკოსანი კულტურები	346
15.5. ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები	347
15.6. სართავი კულტურა	348
15.7. ხილ-კენკროვანი კულტურები	349
15.8. ციტრუსოვანი კულტურები.....	354
15.9. ვაზის კულტურა.....	355
15.10. ჩაის კულტურა	356
 ლიტერატურა	 358

წინასიტყვაობა

სოფლის მეურნეობის, როგორც ქვეყნისათვის პრიორიტეტული დარგის წარმატებით განვითარებას მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს აგრომეტეოროლოგიური პირობების და აგროკლიმატური რესურსების რაციონალური გამოყენება და მისი ეფექტური მართვა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიერ გარემო ფაქტორებისადმი მოთხოვნილების თავისებურებათა მეცნიერულად დასაბუთებული შესწავლა, წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიის და აგროკლიმატოლოგიის ძირითად მიზანს. აქედან გამომდინარე, აგრომეტეოროლოგია სწავლობს კლიმატს და ამინდს სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული მოთხოვნილების გათვალისწინებით, რომელსაც არ შეისწავლის სოფლის მეურნეობის მეცნიერების არცერთი სხვა დარგი.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, 1991 წელს გამოიცა სახელმძღვანელო „აგრომეტეოროლოგია“ (ავტორები: პროფ. გ.მელაძე, ს/მ-ის დოქტორი ე.გოგლიძე), ხოლო 2008 წელს მ.მელაძის მიერ მომზადდა და გამოიცა გადაამუშავებული და განახლებული სახით „აგრომეტეოროლოგიის“ სახელმძღვანელო.

წინამდებარე სახელმძღვანელო წარმოადგენს 2008 წელს გამოცემული (ავტორი მ.მელაძე) სახელმძღვანელოს განახლებულ ვერსიას, რომელიც შედგენილია მოქმედი პროგრამის შესაბამისად. მას საფუძვლად დაედო ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში მ.მელაძის მიერ სხვადასხვა უნივერსიტეტებში (აგრარული უნივერსიტეტი, ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი) აგრომეტეოროლოგია-აგროკლიმატოლოგიისა და მომიჯნავე საგნებში წაკითხული და ადაპტირებული სალექციო კურსები.

სახელმძღვანელოში სრულყოფილადაა წარმოდგენილი აგრომეტეოროლოგიური პროცესების კვლევის თანამედროვე მეთოდები, აგრომეტეოროლოგიური ელემენტები და აგროკ-

ლიმატური მაჩვენებლები, აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდები. ასევე, განიხილება სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები (ნაყინვა, გვალვა, სეტყვა, უხვი ნალექები და ა.შ.), აგროკლიმატური დარაიონება და აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები თბილ და ცივ პერიოდებში. სახელმძღვანელოში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა კლიმატის გლობალური ცვლილების ასპექტებს და ა.შ.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ზრდა-განვითარებას და მოსავალის ხარისხს განაპირობებს კლიმატის ისეთი ძირითადი ფაქტორები, როგორებიც არის სინათლე, სითბო, წყალი. აღნიშნული ფაქტორები მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით, განსაზღვრავენ კულტურების გავრცელების გეოგრაფიას, აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების საჭიროებას და ვადებს. ეს ფაქტორები, წარმოადგენენ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში გეოგრაფიული მდებარეობით ჩამოყალიბებულ კომპლექსს.

მინათმოქმედების მაღალი კულტურის ფონზე, მნიშვნელოვანია ამინდის პირობები, რომელიც ტროპოსფეროს ქვედა ფენებში ფიზიკური პროცესების ერთობლიობას ქმნის. ამინდის ხასიათის განმსაზღვრელი ფაქტორები, ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზაში განსხვავებულ გავლენას ახდენენ მცენარეებზე, ამიტომ აუცილებელია მათი ამ ფაქტორების მიმართ დამოკიდებულების შესწავლა.

საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები: სეტყვა, ნაყინვები, გვალვები, ძლიერი ქარები და ა.შ., მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას, ამიტომ ამ მოვლენების წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდების შემუშავებისათვის საჭიროა მათი გათვალისწინება და რეკომენდაციების შემუშავება. სათანადო მეცნიერული ცოდნის და გამოცდილების საფუძველზე, შესაძლებელია გარემო ფაქტორებზე მოქმედება და მათ წინააღმდეგ შემარბილებელი ღონისძიებების გატარება, რაც გამოიხატება მიკროკლიმატური პირობების შექმნაში (კერძოდ, მორწყვითი და მელიორაციული ღონისძიებების გატარება, დაჭაო-

ბებული ნიადაგების დაშრობა, ქარსაფარი ზოლების გაშენება და სხვა). მთელი რიგი აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება, მოსავლიანობის ამაღლების მიზნით, დამოკიდებულია არსებული ტერიტორიის კლიმატზე და ამინდის პირობებზე, ამიტომ კლიმატს, მცენარეს და ნიადაგს შორის მჭიდრო კავშირი განხილული უნდა იყოს ერთ მთლიანობაში, კომპლექსურად. ამრიგად, კლიმატური და ამინდის პირობების შეფასება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ზრდის ერთერთი საშუალებაა.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლიმატის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მისი გათვალისწინების გარეშე მცენარეთა გეოგრაფიული გავრცელება ნაკლებად არის შესაძლებელი. სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის აუცილებელია ტერიტორიის აგროკლიმატური დარაიონება, აგრეთვე აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზი, რომელიც სოფლის მეურნეობის მომსახურეობის ერთერთ ძირითად სახეს წარმოადგენს. იგი საშუალებას იძლევა ეფექტურად გამოვიყენოთ ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობები, დავიცვათ სასოფლო-სამეურნეო კულტურები უკანასკნელ პერიოდში გახშირებული საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენებისაგან.

ბოლო ათწლეულებში ბუნებრივი და ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად თანამედროვე გლობალურ კლიმატურ ცვლილებებს, შეიძლება მოჰყვეს სხვადასხვა რეგიონების განედური განლაგების და საბოლოო ჯამში კლიმატის ცვლილება. აღნიშნული ცვლილება შექმნის წარმოების სრულიად განსხვავებულ სისტემას სოფლის მეურნეობაში. კლიმატის მოსალოდნელ ცვლილებასთან დაკავშირებით გარდაუვალ პირობას წარმოადგენს, ამ ცვლილების რეჟიმის გათვალისწინება. აქედან გამომდინარე, უნდა დაზუსტდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ზონები და შეტანილი იქნას სათანადო ცვლილებები. აღნიშნული ახლებური მიდგომა სოფლის მეურნეობის დარგის მიმართ, გულისხმობს მის ეფექტურად მართვას და მდგრადი განვითარების შესაძლებლობების გაზრდას

(კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა). იგი ითვალისწინებს კლიმატური პარამეტრების მოსალოდნელ ცვლილებას და ხელს უწყობს ისეთი ფერმერული მიდგომების დანერგვას, რომელიც შეესაბამება შეცვლილ პირობებს და უზრუნველყოფს მოსავლიანობის ზრდას.

წინამდებარე სახელმძღვანელო მიზნად ისახავს ამინდის პირობების და კლიმატური რესურსების ეფექტურად მართვის, მდგრადი განვითარების შესაძლებლობების მაქსიმალური გამოვლენის შესწავლას. რაც განაპირობებს აგრარულ სექტორში პრობლემების ახლებური მიდგომებით გადაჭრას (კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა). აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის საკითხების გაცნობა სოფლის მეურნეობის მომავალ სპეციალისტს ხელს შეუწყობს კლიმატისა და ამინდის პირობების რაციონალურად გამოყენებაში, უამინდობის წინააღმდეგ აქტიურ ბრძოლაში. იგი შეძლებს შეაფასოს და გაანალიზოს თანამედროვე კლიმატის ცვლილების შედეგად გამოწვეული რისკ-ფაქტორები და შეიმუშავოს საადაპტაციო და მითიგაციური ღონისძიებები.

სახელმძღვანელოს სახით წარმოდგენილი სალექციო კურსის ათვისება, სტუდენტს დაეხმარება გააცნობიეროს თანამედროვე აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის პრობლემები, რაც გამოუმუშავებს მას აღნიშნული საგნის პროფესიულ უნარ-ჩვევებს. გარდა ამისა, შესწავლილი მასალის გააზრება-გაანალიზებაში და მიღებული ცოდნის თვითშეფასებაში დახმარებას გაუწევს სახელმძღვანელოში თემების შესაბამისად მოცემული „კითხვები თვითშეფასებისათვის“.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია ბაკალავრიატისათვის, თუმცა მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს აგრარული მიმართულების იმ მაგისტრანტებს და დოქტორანტებს (სხვა სპეციალობის კურსდამთავრებულებს), რომლებსაც ბაკალავრიატში არ აქვს გავლილი აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის საფუძვლები.

აგრომეტეოროლოგიის როლი სოფლის მეურნეობაში

1.1 აგრომეტეოროლოგიის საგანი და მისი განვითარების ძირითადი ეტაპები

აგრომეტეოროლოგია ანუ სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგია არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის მეტეოროლოგიურ, კლიმატურ და ჰიდროლოგიურ პირობებს სოფლის მეურნეობის წარმოების პროცესებთან და ობიექტებთან ურთიერთობაში. იგი შეიქმნა XIX საუკუნის ბოლოს.

აგრომეტეოროლოგია გეოგრაფიული ხასიათის მეცნიერებაა, რადგან მისი შესწავლის საგანი კლიმატი და ამინდია. იგი მჭიდრო კავშირშია სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგთან. აგრომეტეოროგია სწავლობს კლიმატს და ამინდს სოფლის მეურნეობისათვის, რაც არ შეისწავლება არცერთი სხვა აგრარული მეცნიერების მიერ. მაშასადამე, აგრომეტეოროლოგია შეისწავლის კლიმატს და ამინდს სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული მოთხოვნილების გათვალისწინებით.

აგრომეტეოროლოგიის ძირითად მიზანია, ხელი შეუწყოს სოფლის მეურნეობას ამინდისა და კლიმატური პირობების რაციონალურად გამოყენებაში, მაღალი და ხარისხოვანი მოსავლის მისაღებად, აგრეთვე მაღალპროდუქტიული მეცხოველეობის განსავითარებლად.

აგრომეტეოროლოგია იძლევა კლიმატისა და ამინდის გავლენის დასაბუთებას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე და მოსავლის პროდუქტიულობაზე, ამუშავებს მეტეოროლოგიური ფაქტორების არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეცნიერულ მეთოდებს, აწარმოებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროკლიმატურ დარაიონებას, ამინდის სხვადასხვა პირობებისათვის იძლევა რეკომენდაციებს აგროტექნიკის ჩატარების უზრუნველსაყოფად და სხვა.

აგრომეტეოროლოგია კავშირშია მეტეოროლოგიასთან, კლიმატოლოგიასთან, ჰიდროლოგიასთან და სხვა საბუნების-მეტყველო მეცნიერებებთან.

მეტეოროლოგია - შეისწავლის ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებს და მოვლენებს, რომლებიც ატმოსფეროში მიმდინარეობენ, ამიტომ მას ატმოსფეროს ფიზიკასაც უწოდებენ. გამოყენებითი მეტეოროლოგიის სპეციალისტები სწავლობენ დამოკიდებულებას ამინდსა და ადამიანის საქმიანობას შორის (სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა, დასვენების ორგანიზაცია და სხვა), განსხვავებით მეტეოროლოგ-სპეციალისტებისა, რომლებიც მუშაობენ ინსტრუმენტალური მეტეოროლოგიის განხრით. ისინი დაკავებული არიან მეტეოროლოგიური ელემენტების რაოდენობრივი ხასიათის განსაზღვრით, მათი სახეცვლილების მიხედვით. კერძოდ, მათ მიერ ხდება დედამიწის ზედაპირის ერთეულზე მზის ენერგიის რაოდენობის გამოთვლა; ღრუბლებში წყლის წვეთების სიდიდისა და რაოდენობის განსაზღვრა; მანძილის დადგენა ღრუბლების ფუძიდან მის უმაღლეს მწვერვალებამდე რადიოლოკატორების გამოყენებით; ჰაერის ნწევის, ტემპერატურის, ტენიანობის და სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების განსაზღვრა.

კლიმატოლოგია - სწავლობს კლიმატწარმომქმნელ პროცესებს და ატარებს სხვადასხვა რეგიონის და ქვეყნის კლიმატური პირობების აღწერას. კლიმატოლოგიის სამუშაო პროცესი დაკავშირებულია ამინდის ყველა მონაცემის ანალიზთან და მის სისტემატიზაციასთან, რომელიც დაფიქსირდა გასული წლების პერიოდში. აღნიშნულის საფუძველზე, კლიმატოლოგი ადგენს კლიმატის სურათს, სადაც მოცემულია ყველა ის ცვლილება, რომელიც განიცადა რეგიონმა, კონტინენტმა და ა.შ. საუკუნის ან მრავალი ასეული წლების წინ.

მიკროკლიმატოლოგია (*ბერძ. mikros - პატარა, მცირე*) ანუ დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის ჰაერის ფენის ფიზიკა - სწავლობს აღნიშნული ფენის არაერთგვაროვნებით გამოწვეული მეტეოროლოგიური რეჟიმის ადგილობრივ თავისებურებებს, მიმდინარე პროცესებსა და მოვლენებს.

სინოპტიკური მეტეოროლოგია - შეისწავლის ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებს ამინდის პროგნოზების მეთოდების შემუშავების მიზნით.

დინამიური მეტეოროლოგია - ატარებს ატმოსფეროს დინამიკის თეორიულ გამოკვლევებს.

სატყეო მეტეოროლოგია - შეისწავლის ამინდისა და კლიმატის გავლენას ტყეებზე, მათ ზრდაზე, განვითარებაზე პროდუქტიულობაზე და პირიქით, ტყის გავლენას კლიმატსა და ამინდზე. სატყეო მეტეოროლოგიის ძირითად მიზანს წარმოადგენს, ხელი შეუწყოს სატყეო მეურნეობას ამინდისა და კლიმატური პირობების რაციონალურად გამოყენებაში. სატყეო მეტეოროლოგია იძლევა კლიმატისა და ამინდის გავლენის დასაბუთებას მცენარეების ზრდაზე, განვითარებაზე და მოსავლის პროდუქტიულობაზე, ამუშავებს მეტეოროლოგიური ფაქტორების არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეცნიერულ მეთოდებს, აწარმოებს ტყის კულტურების აგროკლიმატურ დარაიონებას.

ბიოკლიმატოლოგია - მეცნიერება, რომელიც სწავლობს ფიზიკურ გარემოში ყოველი ცოცხალის მთლიანობას. მისი კვლევის საგანია მცენარეებისა და ცხოველების რეაქცია და ქცევა, რაც განპირობებულია იმ ფაქტორებით, რისგანაც შედგება ამინდი და კლიმატი.

აგრომეტეოროლოგია მჭიდრო კავშირშია ფიზიკასთან, გეოგრაფიასთან, რადგან აგრომეტეოროლოგიური მოვლენები შეისწავლება გეოგრაფიულ და ფიზიკურ ასპექტებში. იგი თავის კვლევის მეთოდებთან აკავშირებს ფიზიკის, მათემატიკის, ბიოლოგიის, ასევე ნიადაგმცოდნეობა-აგროქიმიის, მელიორაციის და სოფლის მეურნეობის სხვა დარგების კვლევის მეთოდებს.

აგრომეტეოროლოგიის განვითარების ძირითადი ეტაპები. მეტეოროლოგია და აგრომეტეოროლოგია ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავშირებული, ამდენად ძირითადი ეტაპების განვითარების ისტორიაც ერთნაირი აქვთ.

ამინდით და ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენებით მეცნიერები დაინტერესებული იყვნენ ანტიკურ პერიოდში. რეგუ-

ლარული მეტეოროლოგიური დაკვირვებები მიმდინარეობდა ინდოეთში, ჩინეთში, ხმელთაშუაზღვისპირეთში.

მეტეოროლოგიის განვითარებაში ახალი ეტაპი, როგორც ინსტრუმენტალური დაკვირვებები დაიწყო XVI საუკუნიდან, როცა იტალიელმა მეცნიერ-ექსპერიმენტატორმა გალილეო გალილემ 1597 წელს გამოიგონა თერმომეტრი, რომელიც დაფუძნებული იყო გაცხელების დროს ჰაერის გაფართოებაზე. 1643 წელს ტორიჩელმა შექმნა ბარომეტრი. აღნიშნულმა ხელსაწყოებმა დახმარება გაუწიეს ადამიანს ჰიდროდინამიური ძალის ბუნების შეცნობაში. რის შემდეგაც დასაბამი მიეცა ამინდის უმთავრესი მახასიათებლების რაოდენობრივ შეფასებას - ნნევის და ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობები შეედარებინათ მათი სხვადასხვა ადგილებში დაკვირვებისას.

XVII საუკუნის შუა პერიოდში ფლორენციაში შეიქმნა ექსპერიმენტების აკადემია, სადაც ჩატარდა მრავალი მეტეოროლოგიური ხასიათის ექსპერიმენტი, რამაც საფუძველი დაუდო მეტეოროლოგიის ჩამოყალიბებას. XVIII საუკუნის პირველ ნახევარში ევროპის სხვადასხვა ნერტილში ტარდებოდა მეტეოროლოგიური დაკვირვებები. 1668 წელს გრინვიჩის ობსერვატორიაში შეიქმნა პირველი ქარების რუქა და სწორედ ამ პერიოდს უკავშირდება პირველი მეტეოროლოგიური თეორიები.

მეტეოროლოგიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მ. ლომონოსოვმა. მან მიუთითა მეტეოროლოგიური პირობების აღრიცხვისა და პროგნოზის მნიშვნელობაზე სოფლის მეურნეობაში. მისმა იდეებმა განხორციელება დაიწყო XVII საუკუნის ბოლოს და XIX საუკუნის დასაწყისში, როცა მეტეოროლოგიამ თავისი გამოყენება ჰპოვა აგრომეტეოროლოგიის და კლიმატოლოგიის სახით.

მეცნიერმა ა.ბოლოტოვმა (1738-1833) ჩაატარა აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები ამინდის გავლენის გამოსავლენად მცენარეების ზრდასა და განვითარებაზე. ი.კომოვმა (1750-1792) შეისწავლა ამინდის გავლენა სასიცოცხლო პროცესებზე, რომელიც მიმდინარეობს მცენარეთა ორგანიზმში. იგი თვლიდა, რომ აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე, თუ ის ჩატარებული იქნება გეოგრაფიულ ასპექ-

ტში, შეიძლებოდა გაკეთებულიყო აგროკლიმატური დარაიონება და ბუნების კალენდრის შედგენა, რომელიც სარგებლობას მოუტანდა სოფლის მეურნეობას.

ფრანგმა მეცნიერმა რეომიურმა (1730) შექმნა სპირტიანი თერმომეტრი. ჩაატარა დაკვირვებები მარცვლოვან კულტურებზე და ვაზზე. მან შეადარა მცენარეების განვითარების ტემპები ჰაერის ტემპერატურის მსვლელობას.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში ფრანგმა მეცნიერმა გასპერენმა დაწერა ნაშრომი - „მინათმოქმედების კავშირი კლიმატთან“.

XX საუკუნის დასაწყისში, იტალიაში სამეცნიერო სამუშაოები აგრომეტეოროლოგიაში დაიწყო ჯიროლამო აციმ, აშშ-ში ბ.ლივინგსტონმა.

დიდი გავლენა მოახდინა აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის განვითარებაზე გამოჩენილმა კლიმატოლოგ-გეოგრაფმა ა.ვოეიკოვმა (1842-1916). მან შეისწავლა და შეაფასა რუსეთის კლიმატი სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის. პირველმა მიუთითა სიმინდის ფართო წარმოების შესაძლებლობაზე სასურსათო და საფურაჟე მიზნისათვის. ა.ვოეიკოვი დიდ ყურადღებას უთმობდა მებაღეობის განვითარებას, სარწყავ მინათმოქმედებას, კლიმატური პირობების ცვლილებას დიდი ფართობების მორწყვისას. მან დაასაბუთა ჩაისა და ზოგიერთი ციტრუსოვანი კულტურების გაშენების შესაძლებლობა ამიერკავკასიაში, მათ შორის საქართველოს დაბლობ და მთისწინა ტერიტორიებზე. მან გააკეთა ანალიზი თოვლის საფარის როლზე და მიუთითა მინდვრებში თოვლის შეჩერების მნიშვნელობაზე სოფლის მეურნეობის წარმოებაში.

აგრომეტეოროლოგიის განვითარებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის მეტეოროლოგ-გეოფიზიკოსს ა.კლასოვსკის (1846-1917). მან დაადგინა, რიგი მნიშვნელოვანი საკითხები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მცენარის განვითარებაზე. კერძოდ, მცენარე თითოეული ფაზის გავლისათვის მოითხოვს მზის გარკვეულ სითბოს რაოდენობას, მისი ნაკლებობა კი მოქმედებს შემდგომი ფაზის მსვლელობაზე.

აგრომეტეოროლოგიის განვითარება და მისი მეთოდების

დანერგვა სოფლის მეურნეობის წარმოებაში განუყრელადაა დაკავშირებული გამოჩენილი აგრომეტეოროლოგის პ.ბროუნოვის სახელთან (1852-1927). მან შექმნა მეტეოროლოგიურ სადგურთა ქსელი სოფლის მეურნეობისათვის და განსაზღვრა აგრომეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანები. მეტეოროლოგიური პირობების შესწავლის საფუძველზე, დაადგინა მეტად მნიშვნელოვანი კანონზომიერება მოსავლსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს (ტემპერატურა და ნალექები) შორის. 1912 წელს პ.ბროუნოვმა გამოაქვეყნა მონოგრაფია - „მინდვრის კულტურები და ამინდი“.

აგრომეტეოროლოგიურ სადგურთა მუშაობის გამოცდილებას და დაკვირვებათა დაგროვილ მასალებს, დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა აგრომეტეოროლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

ახალი ეტაპი აგრომეტეოროლოგიის განვითარებისა დაიწყო შრომის საბჭოსა და დაცვის დეკრეტის გამოსვლიდან. შექმნა აგრომეტეოროლოგიური სამსახური (მოსავლის სამსახური), რომლის მოვალეობას წარმოადგენდა სასოფლო-სამეურნეო ორგანოების ოპერატიული მომსახურება მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციებით. 1921 წლის ბოლოს მეტეოროლოგიურ სადგურთა ქსელი, რომლებიც ატარებდნენ აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს, გაიზარდა 100-მდე. 1922 წელს პირველად გამოიცა დეკადური აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენი. 1930 წლიდან იქმნება აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების თეორიები, რომლებიც ძირითადად ატარებდნენ ოპერატიული მასალების ყოველდღიური გამოყენების ხასიათს. გასული საუკუნის სამოციან წლებში დამუშავდა მოსავლის პროგნოზების მეთოდები, საშემოდგომო კულტურების გადაზამთრების პროგნოზები, გაუმჯობესდა ნიდადაგმი ტენის მარაგის პროგნოზების მეთოდები.

გასული საუკუნის 30-იან წლებში პროფ. გ.სელიანინოვის მიერ დასაბუთებული იქნა ამიერკავკასიის შავი ზღვის სანაპიროებზე ციტრუსებისა და სხვა სითბოს მოყვარული კულტურების აგროკლიმატური დარაიონება.

გასული საუკუნის 50-იან წლებში გამოიკა აგროკლიმატური ცნობარები. ამ ცნობარებში განზოგადოებული იქნა სადგურების დაკვირვებათა აგრომეტეოროლოგიური მასალები, დაწყებული მათი დაარსებიდან.

აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა აკად. თ.დავითიამ. მას ეკუთვნის მნიშვნელოვანი ფუნდამენტალური გამოკვლევები, კაპიტალური ნაშრომი - „ვაზის კლიმატური ზონები საბჭოთა კავშირში“. მისი ხელმძღვანელობით შესრულდა სამეცნიერო ნაშრომი - „ყამირი და ნასვენის მინების ასათვისებელი რაიონების აგროკლიმატი და წყლის რესურსები“. მის მიერ იქნა დამუშავებული სავეგეტაციო პერიოდის სითბოთი უზრუნველყოფის პროგნოზის მეთოდი, რომელსაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სითბოთი უზრუნველყოფისათვის.

1830-იანი წლების დასაწყისში აკად. ა.კუპფერის ინიციატივით რუსეთის იმპერიის სხვადასხვა პუნქტებში დაიწყო მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური დაკვირვებები, რაც ცენტრალიზებულ სისტემად ჩამოყალიბდა 1939 წელს გერმანელი მეცნიერის ა.ჰუმბოლტის თაოსნობით. 1849 წელს პეტერბურგში გაიხსნა პულკოვოს ობსერვატორია, სადაც თავს იყრიდა იმპერიის ობსერვატორიებში წარმოებული დაკვირვებების შედეგები, რომელთა შორის იყო თბილისის ობსერვატორიაც. აღნიშნული ობსერვატორია (1837) მდებარეობდა სოლოლაკის ქედზე, სადაც ტარდებოდა მაგნიტურ-მეტეოროლოგიური დაკვირვებები. 1860-1861 წლებში პულკოვოს ობსერვატორიის პროექტით აგებული იქნა სპეციალური შენობა, რომელიც დღესაც არსებობს დ.აღმაშენებლის გამზირზე. ამ შენობის დამპროექტებელი იყო ცნობილი გერმანელი არქიტექტორი ო.სიმონსონი, ხოლო ობსერვატორიის პირველი დირექტორი იყო ა.მორიცი. 1924 წლიდან ამ შენობას თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორია ეწოდა, რომელსაც სხვადასხვა დროს ხელმძღვანელობდნენ ჰ.აბიხი, ი.მილბერგი და სხვები. თბილისის გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში ტარდებოდა მეტეოროლოგიური, მაგნიტური, სეისმოლოგიური, გრავიმეტრიული, ასტრონომიული დაკვირ-

ვებები, ხოლო XX საუკუნის დასაწყისში აეროლოგიური და აქტინომეტრიული დაკვირვებებიც. მიღებული მონაცემების საფუძველზე XIX საუკუნის დასასრულისათვის გამოქვეყნდა რამდენიმე მონოგრაფია.

1932-1933 წლებიდან თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიიდან აბასთუმნის ობსერვატორიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამოყოფის შემდეგ ეტაპად შეიძლება ჩაითვალოს 1953 წელი, როდესაც მის ბაზაზე დაარსდა თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი.

საქართველოში პირველი აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები აღინიშნება 1883 წლიდან. ამ პერიოდში საქარისა (ზესტაფონის რაიონი) და საგარეჯოს რაიონის სადგურებზე დაიწყეს დაკვირვებათა ჩატარება სიმინდის აღმოცენების პირობებზე, მისი თესვის ოპტიმალური ვადების დასადგენად. მოგვიანებით პერიოდულ დაკვირვებებს ატარებდნენ გორის, გარდაბნის, თიანეთის, ახალციხის და გურჯაანის სადგურებზე. აღნიშნულ სადგურებზე აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები ჩატარდა საშემოდგომო კულტურების თესვის სხვადასხვა ვადებში, მათი სითბოთი უზრუნველყოფის ხარისხის განსაზღვრისათვის.

სისტემატიური აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები იწყება 1945 წლიდან და ამ სახის დაკვირვებათა სადგურების რაოდენობა თანდათანობით იზრდება. ამჟამად აგრომეტეოროლოგიური სადგურები (ჩაქვი, ეშერა, გორი, თელავი და ბაკურიანი) აწარმოებენ სპეციალურ დაკვირვებებს.

აგრომეტეოროლოგიური მეცნიერება ეყრდნობა თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის მიღწევებს. იგი თავის გამოკვლევებში იყენებს დისტანციურ ხელსაწყოებს, ფიტოტრონებს, შვეულმფრენებს, ავიაციას, დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებს და სხვა.

აგრომეტეოროლოგიურ და აგროკლიმატურ საკითხებზე მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩაატარეს ქართველმა მკვლევარებმა: კ.კელენჯერიძემ, ე.ჯიქიამ, თ.მგელაძემ, შ.ცერცვაძემ, გ.მელაძემ, თ.თურმანიძემ, ვ.გოგიტიძემ, ე.გოგლიძემ,

მ.თუთარაშვილმა, გ.გაგუამ, ნ.ბიძინაშვილმა, ა.დემეტრაშვილ-
მა, ლ.არველაძემ, გ.შუბლაძემ, ა.ჭანუყვაძემ და სხვებმა.

1.2 აგრომეტეოროლოგიის ამოცანები და კვლევის მეთოდები

აგრომეტეოროლოგიური პირობების შესწავლისას ითვა-
ლიწინებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისადმი და მეც-
ხოველეობისადმი მოთხოვნილებას, ნიადაგის თავისებურებას,
აგროტექნიკას და ა.შ. ამ პირობების გათვალისწინება საშუა-
ლებას გვაძლევს დავადგინოთ ამა თუ იმ რეგიონის (მუნიციპა-
ლიტეტის) მეტეოროლოგიური, კლიმატური და ჰიდროლოგიუ-
რი ფაქტორები, თუ რამდენად შეესაბამებიან მითითებულ
მოთხოვნებს, აგრეთვე განვსაზღვროთ ამინდის საშიში მოვლე-
ნების მავნე მოქმედების ხირისხი სოფლის მეურნეობისათვის
(გვალვა, სეტყვა, ნაყინვები, ძლიერი ყინვები, ყინულის ქერქი,
ძლიერი ქარი და სხვა).

აგრომეტეოროლოგიური პირობების დახასიათება საშუა-
ლებას იძლევა გამოვავლინოთ ზემოქმედების ყველაზე ეფექ-
ტური მეთოდები და ღონისძიებები სითბოს რეჟიმზე, ტენზე და
სხვა, მოცემულ ტერიტორიაზე სოფლის მეურნეობის წარმოე-
ბის ხელსაყრელი პირობების შესაქმნელად.

აგრომეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანებია:

- სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის აქტიური ზემოქმე-
დების მეთოდების შემუშავება კლიმატისა და ამინდის მავნე
გავლენის შესასუსტებლად ან თავიდან ასაცილებლად, რაც
ხელს უწყობს ადამიანს შრომის ნაყოფიერების ამაღლებაში.
- სოფლის მეურნეობის წარმოების მეტეოროლოგიური და
კლიმატური პირობების ფორმირების კანონზომიერებათა
გამოკვლევა გეოგრაფიული თვალსაზრისით.
- მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის რაოდენობრივ
შეფასებათა მეთოდების დამუშავება - მცენარეების, ცხოვე-
ლების განვითარებაზე, მათ მდგომარეობასა და პროდუქტი-

ულობაზე, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაავადებათა და მავნებლებთა გავრცელებაზე.

- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რაციონალურად გაშენების დასაბუთება, კლიმატისა და ამინდის პირობების მაქსიმალურად გამოყენების მიზნით.
- კლიმატისა და ამინდის არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეთოდების დამუშავება (ნაყინვები, გვალვები და სხვა).
- დიფერენცირებული აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების აგროკლიმატური და ამინდის პირობების დასაბუთება (ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა, ნიადაგის დამუშავება, გასხვლა, სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების გამოყენება და სხვა).
- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ძირითადი ფაზების განვითარების და მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების დამუშავება.
- თანამედროვე კლიმატის ცვლილებიდან გამომდინარე, კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობის პრინციპების დანერგვა და განხორციელება.

აღნიშნული ამოცანების გადაჭრისათვის აგრომეტეოროლოგია შეისწავლის მოთხოვნილებებს მეტეოროლოგიური ფაქტორებისადმი და ამუშავებს აგრომეტეოროლოგიურ მაჩვენებლებს; ამყარებს რაოდენობრივ კავშირს მეტეოროლოგიურ ფაქტორებსა და კულტურების ბიოლოგიურ მოთხოვნილებას შორის, რაც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემები, კლიმატისა და ამინდის ხელსაყრელი პირობების ხარისხობრივი შეფასებისათვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის გაზრდისათვის. მაშასადამე, აგრომეტეოროლოგიური ამოცანები საკმაოდ მნიშვნელოვანია და განისაზღვრება სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის მოთხოვნილებების შესაბამისად.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მეტეოროლოგიური ფაქტორებისადმი მოთხოვნილების დასადგენად აგრომეტეოროლოგიაში გამოიყენება შემდეგი კვლევის მეთოდები:

1. *პარალელური ანუ ერთდროული დაკვირვების მეთოდი.* ის წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიური გამოკვლევების ერთერთ მნიშვნელოვან მეთოდს. მისი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ერთდროულად მიმდინარეობს დაკვირვებები, ერთის მხრივ მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილებებზე და მდგომარეობაზე (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები, ნიადაგის ტენიანობა, მზის რადიაცია და სხვა), მეორეს მხრივ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მათ მდგომარეობაზე. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კავშირი ამინდის პირობებსა და კულტურების ზრდა-განვითარებას და მოსავალს შორის.

2. *თესვის გეოგრაფიული მეთოდი.* იგი ითვალისწინებს ერთი და იგივე ჯიშის და სახეობის მცენარეებზე პარალელურ დაკვირვებებს (გარემო ფაქტორებზე და მცენარეებზე), მხოლოდ სხვადასხვა გეოგრაფიულ პუნქტებში. მოცემული პუნქტები უნდა განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან კლიმატური პირობებით, რათა შესასწავლი მცენარეები იმყოფებოდეს სხვადასხვა მეტეოროლოგიური პირობების გავლენის ქვეშ. აღნიშნული მეთოდის საშუალებით, შეგვიძლია მცირე დროში შევისწავლოთ ამინდის პირობების გავლენა საკვლევი კულტურების ზრდაზე, მათ განვითარებასა და მოსავალზე.

3. *თესვის ვადების გახშირებული მეთოდი.* ამ მეთოდის მიხედვით, მცენარის თესლი ითესება სხვადასხვა ვადებში და ამინდის პირობებში, ერთი და იგივე ადგილზე. ვეგეტაციის პერიოდში საკვლევი კულტურები ითესება ყოველი 5-10 დღის ინტერვალით. ასეთი მეთოდით დათესილი მცენარეები ვითარდებიან სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ ანუ ამინდის პირობებში. მაგალითად, გაზაფხულზე ადრე ვადებში ნათესებს პირველი ფაზის განვითარება უხდებათ ჰაერის და ნიადაგის დაბალი ტემპერატურების შემთხვევაში, ხოლო გვიან დათესილ ვადებში, ეს ფაზები მიმდინარეობს უფრო თბილი და მშრალი ამინდის პირობებში. ასე, რომ ერთი წლის განვითარებაში იქნება 5-10 და მეტი სხვადასხვა ამინდის ვარიანტების კომპლექსი, რომელთა მოქმედების ქვეშ ვითარდება საცდელი მცენარის სხვადასხვა ფაზა. რაც საშუალებას იძლევა, ძალზე მოკლე დროში

გამოვლინდეს მეტეოროლოგიურ ფაქტორთა კომპლექსის გავლენა მცენარეებზე, მისი განვითარების სხვადასხვა ფაზებში. ეს მეთოდი მნიშვნელოვნად აჩქარებს მცენარის მდგრადობის შესწავლას ამინდის არახელსაყრელი მოვლენებისადმი და მიაწინებს, თუ რომელ პერიოდშია მისი თესვისათვის ოპტიმალური ვადები, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს აგრარული სექტორის სპეციალისტების მიერ.

4. *საველე-ექსპერიმენტალური მეთოდი.* ამ მეთოდის გამოყენების დროს საველე ცდებში იცვლება მცენარეების ზრდა-განვითარების აგრომეტეოროლოგიური პირობები. იგი რეგულირდება ცდის პროგრამის მიხედვით (ნიადაგის ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვა).

5. *გაზომვების დისტანციური მეთოდი.* ამ მეთოდის გამოყენებისას შვეულმფრენებით, თვითმფრინავებით და თანამგზავრული დაკვირვებებით, დიდ ფართობებზე განისაზღვრება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდგომარეობა, მათი ფენოლოგიური ფაზები, მოსავლის აღების ვადები, ნიადაგის ტენიანობა, სითბური რეჟიმი და ა.შ.

6. *ფიტოტრონის მეთოდი.* ამ მეთოდის საშუალებით ხელოვნურ კლიმატკამერაში წინასწარ დასახული მიზნის მიხედვით, მეტეოროლოგიური ელემენტების სხვადასხვა შეთანაწყობით ქმნიან განსხვავებულ ამინდის პირობებს და იკვლევენ მათ გავლენას მცენარეებზე, განვითარების სხვადასხვა პერიოდში.

7. *მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდი.* მოცემული მეთოდის დახმარებით, მახასიათებლების მრავალწლიურ დაკვირვებათა მასალებს ადარებენ რიგი ხანგრძლივი წლების მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს და ამყარებენ მათ კავშირს ამინდის პირობებთან.

8. *მათემატიკური მოდელირების მეთოდი.* იგი მდგომარეობს მათემატიკური მოდელის აგებაში, რომლის აპარატის გამოყენებით, შეიძლება აღწერილი იქნას აგრომეტეოროლოგიური პირობების გავლენა მცენარეების ზრდაზე, განვითარებაზე და მათ მოსავლიანობაზე.

აღნიშნული აგრომეტეოროლოგიური მეთოდები, საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ მცენარეების მოთხოვნილება გარემო ფაქტორებისადმი და საჭიროების შემთხვევაში შევქმნათ ოპტიმალური განვითარების პირობები მათი მაღალი პროდუქტიულობისათვის.

1.3 ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები

მოცემულ პუნქტში და ცალკეულ პერიოდებში ამინდი ხასიათდება მეტეოროლოგიური ელემენტების ერთობლიობით. მეტეოროლოგიურ ელემენტებს უწოდებენ ჰაერის მდგომარეობის სხვადასხვა ხასიათს და ატმოსფეროში მიმდინარე ზოგიერთ პროცესს. ძირითად მეტეოროლოგიურ ელემენტებს მიეკუთვნება: ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურა, ატმოსფერული წნევა, ჰაერის ტენიანობა, ღრუბლები, ატმოსფერული ნალექები, მზის რადიაცია, ქარი და სხვა. მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობა დროის გარკვეულ პერიოდში ხასიათდება მეტეოროლოგიური პირობებით (ამინდის პირობებით).

მეტეოროლოგიური დაკვირვებები არის სხვადასხვა ტიპის:

- ❖ მეტეოროლოგიური დაკვირვება, რომელიც ითვალისწინებს გარკვეულ ლოკაციაზე, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ამინდის მახასიათებლების გაზომვას;
- ❖ კონკრეტული მიზნებისათვის (მედიცინა, ავიაცია) ჩატარებული დაკვირვებები, რომელსაც ოპერატიული დაკვირვებები ეწოდება, მათ შორის არის აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვება აგრარული სექტორისათვის;
- ❖ ამინდის პროგნოზისათვის ჩატარებული დაკვირვება ანუ სინოპტიკური დაკვირვება, რომელიც მთელ დედამიწაზე რამდენჯერმე ტარდება დღელამის განმავლობაში;
- ❖ კვლევითი დაკვირვებები, რომელიც გულისხმობს სხვადასხვა ტიპის დაკვირვებას, მათ შორის მიკროკლიმატურს, სპეციალური აპარატურის გამოყენებით.

აღნიშნული დაკვირვებები მიმდინარეობს მეტეოროლოგიურ სადგურებზე (მეტეომოედანზე), სადაც განლაგებულია

შესაბამისი ხელსაწყოები. მეტეომოედანზე არის ასევე, სადგურის შენობა, დამკვირვებლისათვის, სადაც დამონტაჟებულია ხელსაწყოები - ბაროგრაფი, ბარომეტრი და სხვა (სურ. 1.3.1).



სურ. 1.3.1 მეტეოროლოგიური სადგური

მეტეოროლოგიური ელემენტები სხვადასხვა მნიშვნელობის გავლენას ახდენენ მცენარეების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლიანობაზე, აგრეთვე ცხოველების მდგომარეობაზე და პროდუქტიულობაზე. აღნიშნული ელემენტები წარმოადგენენ მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს, რომლებიც მოცემულ დროში მათი ურთიერთშეთანხმანობის პროცესში აყალიბებენ გარკვეულ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს, რომელსაც აგრომეტეოროლოგია შეისწავლის. რაც შეეხება აგროკლიმატურ პირობებს, იგი არის მოცემული ადგილის აგრომეტეოროლოგიური პირობების მრავალწლიური რეჟიმის დახასიათება.

მეტეოროლოგიური ელემენტები ცვალებადია დროსა და სივრცეში, ამიტომ მათზე დაკვირვებები ტარდება რეგულარულად, დღე-ღამეში ერთი პროგრამის მიხედვით, ერთი ტიპის მქონე ხელსაწყო-იარაღების საშუალებით მრავალრიცხოვან

პუნქტებზე (სადგურები, საგუშაგოები). ასეთი პუნქტების საერთო რიცხვი, რომლებიც ეწევიან დაკვირვებებს, მთელ მსოფლიოში მრავალი ათასია. თავისი ხასიათის მიხედვით, სადგურთა ქსელი იყოფა: მეტეოროლოგიურ, ჰიდროლოგიურ, აგრომეტეოროლოგიურ, აეროლოგიურ და სხვა სადგურებად.

აგრომეტეოროლოგიური სადგურებისა და საგუშაგოების ქსელთა ძირითადი დანიშნულებაა: დაკვირვებათა ჩატარება მეტეოროლოგიურ პირობებზე, რეგულარული ინფორმაციის მიღების მიზნით და მათი გავლენა მცენარეებსა და საველე სამუშაოებზე, ფენოლოგიაზე; სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მოვლენების შესახებ ინფორმაციის შეტყობინება.

სადგურებზე, მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებები ტარდება რამდენჯერმე დღე-ღამეში. მაგალითად იქ, სადაც შეისწავლიან კლიმატს, დაკვირვება ტარდება 01, 07, 13 და 19 საათზე (ყოველ 6 საათში) ადგილობრივი დროით, ხოლო ამინდის სამსახურისათვის 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, და 21 საათზე (ყოველ 3 საათში) გრინვიჩის დროით.

მეტეოროლოგიურ სადგურთა სამუშაოს ძირითად პროგრამაში ჩართულია დაკვირვებები ჰაერის ტემპერატურაზე, ატმოსფეროს წნევაზე, მზის რადიაციაზე, ჰაერის ტენიანობაზე, ქარზე (სიჩქარე და მიმართულება), ღრუბლიანობაზე, ნალექებზე, თოვლის საბურველზე, ხილვადობაზე, ნიადაგის ზედაპირის და მისი სხვადასხვა სიღრმის ტემპერატურაზე, აგრეთვე ატმოსფეროს ზოგიერთ მოვლენებზე (თრთვილზე, ნამზე, ლიპყინულზე, სეტყვაზე, ნისლზე და სხვა). აღნიშნული დაკვირვებები ტარდება სპეციალური მეტეოროლოგიური ხელსაწყო-იარაღებით (თერმომეტრებით, ნალექმზომით, თოვლსაზომით, ფსიქრომეტრით, ჰიგრომეტრით, ბარომეტრით, აქტინომეტრით, აგრეთვე თვითმწერი და დისტანციური ხელსაწყოებით და სხვა).

მეტეოროლოგიური პირობების მდგომარეობაზე ატმოსფეროს ზედა ფენებში დაკვირვება მიმდინარეობს სპეციალურ აეროლოგიურ სადგურებზე (წნევაზე, ჰაერის ტენიანობაზე და ტემპერატურაზე, ქარის სიჩქარეზე და მის მიმართულებაზე). აეროლოგიურ დაკვირვებებს კი აწარმოებენ რადიოზონდების

გაშვებით ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, სადაც სწავლობენ მასში მიმდინარე პროცესებს და მოვლენებს.

მდინარეებზე, ტბებზე, წყალსაცავებზე, აგრეთვე მდინარის ჩამონადენზე, წყლის სხვადასხვა რესურსებზე დაკვირვებებს აწარმოებს ჰიდროლოგიური სადგურები.

1.4 გარემო ფაქტორების მოქმედების ძირითადი კანონზომიერებები

აგრომეტეოროლოგიური კვლევის მეთოდები ემყარება გარემო ფაქტორების შემდეგ ძირითად კანონზომიერებებს:

1. *სიცოცხლის ძირითადი ფაქტორების შეუცვლელობის ანუ თანაბარმნიშვნელოვნობის კანონი.* მისი არსი, იმაში მდგომარეობს, რომ არცერთი საჭირო ფაქტორი მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის (სითბო, ტენი, სინათლე) არ შეიძლება გამოთიშული ან შეცვლილი იქნას სხვა ფაქტორით. ყველა ისინი აუცილებელია მცენარეების არსებობისათვის.

2. *გარემო ფაქტორების არატოლფასოვნობის კანონი.* ამ კანონის თანახმად, გარემო ფაქტორები მცენარეებზე თავისი მოქმედების მიხედვით იყოფიან ძირითად და მეორეხარისხოვან ფაქტორებად. ძირითადი ფაქტორები ახდენენ უშუალო და ძლიერ გავლენას მათზე. სხვა დამატებითი ფაქტორები ასრულებენ მეორეხარისხოვან, არაპირდაპირ მოქმედებას. მათ კორექტივები შეაქვთ ძირითადი ფაქტორების მოქმედებაში, აძლიერებენ ან ასუსტებენ მათ მოქმედებას.

3. *მინიმუმის კანონი ანუ მალიმიტირებელი ფაქტორის კანონი.* ამ კანონის თანახმად, სხვა უცვლელი გარემო ფაქტორების შემთხვევაში მცენარის ზრდა-განვითარება და მოსავლის რაოდენობა განისაზღვრება იმ ფაქტორით, რომელიც მინიმუმს წარმოადგენს. მაგალითად, გვალვიან ზონაში ტენის რაოდენობა მოსავლიანობის მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს. ასევე, ამა თუ იმ ადგილის ზამთრის ძლიერი ყინვები, ნაკლებად ყინვაგამძლე მრავალწლიანი მცენარეების გავრცელებისათვის მალიმიტირებელი ფაქტორია და ა. შ.

4. *ოპტიმუმის კანონი (ანუ ფაქტორების ერთობლივი მოქმედება).* ამ კანონიდან გამომდინარე, მცენარეების ყველაზე მეტი პროდუქტიულობა უზრუნველყოფილია, მხოლოდ სხვადასხვა აგრომეტეოროლოგიური ფაქტორების ოპტიმალური შეთანხმებით, კულტურების მოვლა-მოყვანის სათანადო აგროტექნიკის პირობებში.

5. *კრიტიკულ პერიოდთა კანონი.* ამ კანონის შესაბამისად, მცენარის არსებობა ცალკეულ პერიოდებში ძალზე მგრძობიარეა გარკვეული გარემო ფაქტორებისადმი, განსაკუთრებით ტენის, სითბოს და მზის რაღაცისადმი.

აგრომეტეოროლოგიური კვლევის მეთოდები ეყრდნობიან ზემოაღნიშნულ კანონებს. მათი მიზანია, დაადგინოს ძირითადი და მეორეხარისხოვანი გარემო ფაქტორების რაოდენობრივი მნიშვნელობები, რომლებიც განაპირობებენ მცენარეების არსებობას და მალიმიტირებელ მნიშვნელობას, აგრეთვე ოპტიმალურ შეთანხმობას კრიტიკული პერიოდების გათვალისწინებით.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას შეისწავლის აგრომეტეოროლოგია?
2. რომელ მეცნიერებებთან და დისციპლინებთან აქვს კავშირი აგრომეტეოროლოგიას?
3. რა განსხვავებაა ამინდსა და კლიმატს შორის?
4. როგორია აგრომეტეოროლოგიის განვითარების წინაპირობები და განვითარების ეტაპები?
5. რაში მდგომარეობს აგრომეტეოროლოგიის ამოცანები?
6. რომელი მეთოდების გამოყენებით ტარდება აგრომეტეოროლოგიური კვლევები?
7. რომელია ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები?
8. როგორია მეტეოროლოგიური დაკვირვების ტიპები?
9. გარემო ფაქტორების რა კანონზომიერებებს ეფუძვნება აგრომეტეოროლოგიური კვლევის მეთოდები?

თ ა ვ ი ი

აბმოსფერო

2.1 ატმოსფეროს შედგენილობა და აღნაგობა

ატმოსფერო დედამიწიდან ასეულ კილომეტრამდე ვრცელდება, სიმაღლის მატებასთან ერთად გაიშვიათებული ჰაერი გადადის საპლანეტაშორისო სივრცეში, რაც შეუძლებელს ხდის დადგინდეს მისი საზღვარი. ატმოსფეროზე ჩატარებული ყველა კვლევა მეტყველებს იმაზე, რომ მისი შემადგენლობა ძალიან რთულია.

ატმოსფერო წარმოადგენს დედამიწის გაზობრივ გარსს, რომელიც ყველა ცოცხალი ორგანიზმის საარსებო გარემოდ ითვლება. დედამიწის ევოლუციის შედეგად, ატმოსფერომ სხვადასხვა პროცესის გავლენით, მათ შორის ფოტოსინთეზური მოქმედების გზით მიაღწია იმ შემადგენლობას, როგორც ამჟამად არსებობს. ატმოსფეროსა და ბიოსფეროს შორის დამყარებულია ბუნებრივი დინამიკური თანაფარდობა. როგორც ცოცხალი ორგანიზმები, ასევე სოფლის მეურნეობის წარმოების ობიექტები ადაპტირებული არიან ჰაერში არსებულ შემადგენლობასთან, რომელიც გამოიყენება სუნთქვითი და სხვა პროცესებისათვის, რაც მათი არსებობისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

ატმოსფეროში მიმდინარეობს ფიზიკური მოვლენები და პროცესები, რომლებიც განაპირობებენ ამინდს და ქმნიან მის მრავალფეროვნებას. პროცესებში მონაწილეობს დედამიწის ზედაპირიც, უფრო ზუსტად ნიადაგი თავისი საფარით და ნცლსაცავების ზედა ფენებით.

ატმოსფერო შედგება სხვადასხვა გაზის ნარევისაგან, რომელსაც ჰაერი ეწოდება, სადაც უმეტესად აზოტი და ჟანგბადი სჭარბობს. მშრალსა და სუფთა ჰაერში (ატმოსფეროს ქვედა ფენებში) აზოტის მოცულობითი რაოდენობა 78% და მეტია, ხოლო ჟანგბადისა 21%. დანარჩენი გაზების მინარევებზე პროცენტული შემადგენლობა ერთზე ნაკლებია (ცხრილი 2.1.1).

ცხრილი 2.1.1 მშრალი ჰაერის შემადგენლობა

გაზები (აირები)	მოლექუ- ლური წონა	მოცულობითი შემადგენლობა (%)	სიმკვრივე მშრალ ჰაერთან დამოკიდებუ- ლებით
აზოტი	28.106	78.084	0.967
ჟანგბადი	32.000	20.946	1.105
არგონი	39.944	0.934	1.379
ნახშირორჟანგი	44.010	0.033	1.529
ნეონი	20.183	$18.18 \cdot 10^{-4}$	0.695
ჰელიუმი	4.003	$5.24 \cdot 10^{-4}$	0.138
კრიპტონი	83.7	$1.14 \cdot 10^{-4}$	2.868
წყალბადი	2.016	$\approx 0.5 \cdot 10^{-4}$	0.070
ქსენონი	131.3	$0.087 \cdot 10^{-4}$	4.524
ოზონი	48.000	მეტად ცვალებადი	1.624
მშრალი ჰაერი	28.966	100	1.000

მშრალი ჰაერის გაზების პროცენტული შემადგენლობა 80-100 კმ-მდე თითქმის უცვლელია და პრაქტიკულად შეიძლება მუდმივად ჩაითვალოს. 80-100 კმ სიმაღლიდან მზის ულტრაი-ისფერი რადიაციის გავლენით ხდება ჟანგბადის მოლექულების დისოციაცია - დაყოფა ელექტრონებით დამუხტულ ატომებად. დადგენილია, რომ 120-150 კმ ზემოთ ჟანგბადის უდიდესი ნაწილი ატომურ მდგომარეობაში იმყოფება. უფრო მნიშვნელოვან სიმაღლეზე აზოტიც ნაწილობრივ ატომებად იშლება. 2000 კმ სიმაღლეზე ჰაერის შემადგენლობაში სჭარბობს მსუბუქი გაზები: ჰელიუმი, ხოლო უფრო ზევით - წყალბადი, რომლებიც ნიადაგისპირა ჰაერის ფენებში საერთოდ არ არსებობენ.

ატმოსფეროში, როგორც „რეზერვუარში“ ზედაპირული მიმოცვლის ან შიდა პროცესების გამო, მუდმივად ხდება აირების შესვლა-გამოსვლა. თუ აირი შედის და გამოდის ერთნაირი სიჩქარით, მაშინ ატმოსფეროში არსებული აირის მთლიანი რაოდენობა მუდმივად რჩება.

დენობა უცვლელია. აირის ნელი სიჩქარით მიმოცვლის დროს ამ აირის მოლეკულა, სავარაუდოდ დიდხანს რჩება ატმოსფეროში, სანამ მოხდება მისი გასვლა ატმოსფეროდან. როდესაც აირის მიმოცვლის სიჩქარე უფრო სწრაფია, ატმოსფეროში მისი დარჩენის დრო მცირდება. აღნიშნული აირები ატმოსფეროში კლასიფიცირდება მუდმივ-არსებულ და პერმანენტულ-ცვალებად აირებად, მიუხედავად იმისა სტაბილურია თუ არა მათი კონცენტრაცია.

ცვალებადი აირებიდან ატმოსფეროს ერთერთ ძირითად შემადგენელ ნაწილად ითვლება წყლის ორთქლი. მისი შემცველობა ატმოსფეროში ცვალებადია. წყლის ორთქლის მოცულობითი რაოდენობა ატმოსფეროში 0-დან 4%-მდე ცვალებადობს, რაც განსაზღვრავს ჰაერის ტენიანობის ხარისხს. წყლის ორთქლის არსებობას ატმოსფეროში დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინდისა და კლიმატისათვის. ატმოსფეროში წყლის ორთქლის კონდენსაციასთან არის დაკავშირებული ისეთი მნიშვნელოვანი ატმოსფერული მოვლენები, როგორცაა ღრუბლების და ნისლის წარმოქმნა, ნალექების მოსვლა, ჭექა-ქუხილი, ბურუსი და სხვა.

დიდ ქალაქებსა და სამრეწველო ცენტრებში, აგრეთვე ტყის დიდი ხანძრების დროს და ვულკანების ამოფრქვევის შემთხვევაში, ატმოსფეროში ხვდება გაზისა და სხვადასხვა ნაწილაკების მინარევები, რომლებიც აჭუჭყიანებენ ჰაერს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება გოგირდის, აზოტის, ამიაკის და სხვათა ჟანგეულები. ჰაერის სხვადასხვა პირობებში მათ კონცენტრაციას მნიშვნელოვნად ადიდებს ავტომობილების რაოდენობის ზრდა და მათ მიერ გამონაბოლქვი გაზები.

ვულკანების ამოფრქვევის შედეგად ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით ხვდება მტვერი, კვამლი და ფერფლი. ისინი ვრცელდებიან ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, აქ წლების განმავლობაში რჩებიან ეს მინარევები, შთანთქავენ და გააბნევენ მზის სხივებს, რითაც უფრო აძლიერებენ ცისკრის წითელ შეფერილობას.

ძლიერ გაჭუჭყიანებული ჰაერი წარმოქმნის ნახშირბადის ჟანგს, გოგირდისა და აზოტის შენაერთებს, ნახშირწყალბადს

და სხვა. ნიუ-იორკში, ტოკიოში და სხვა დიდი ქალაქების ჰაერში დღე-ღამის განმავლობაში ავტოტრანსპორტისაგან დაახლოებით 5 ათასი ტონა მავნე აირები გამოიყოფა. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება ზოგიერთ ქალაქებში ბურუსთან ერთად ნარმოქმნის სმოგს, რომელიც მკვეთრად ართულებს ადამიანთა სხვადასხვა დაავადებას და ინვესს მოსახლეობის სიკვდილიანობის ზრდას. ქალაქის სმოგი, რომელიც აეროზოლებს შეიცავს მკვეთრად აუარესებს ხილვადობას, რაც მტვრის ქარიშხალმა შესაძლებელია ნულამდე დაიყვანოს. აეროზოლები ნარმოქმნება როგორც ტექნოგენური, ისე ბუნებრივი პროცესების შედეგად. ისინი, როგორც საკონდენსაციო ბირთვები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ღრუბლების პრაქტიკულად ყველა წვეთის ნარმოქმნაში. ატმოსფეროდან აეროზოლების ყველაზე ეფექტური გამოდევნის მექანიზმია მათი დაჭერა ატმოსფერული ნალექებით. მათი არსებობის ხანგრძლივობა რამდენიმე დღიდან რამდენიმე კვირამდეა.

ჰაერის გაჭუჭყიანების ძირითად წყაროს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი, სამრეწველო საწარმოები და საცხოვრებელი ბინების გასათბობი სპეციალური დანადგარები. დიდი ქალაქების ვიწრო ქუჩებში, დღის განმავლობაში მსუთავი გაზის შემცველობამ შეიძლება მოიმატოს 94-99% ღამის პერიოდთან შედარებით, ნახშირწყალბადის შემცველობამ 76-89%, აზოტის ორჟანგმა 83-93%. ეს ყველაფერი უკავშირდება დღისით ავტომობილების ინტენსიური მოძრაობას. ერთი წლის განმავლობაში ავტომობილის გამონაბოლქვი საშუალოდ შეადგენს 297 კგ. ნახშირორჟანგს (მომწამვლელი ნივთიერება), 39კგ. ნახშირწყალბადს, 10 კგ. აზოტის ორჟანგს (მომწამვლელი ნივთიერება), 2 კგ. მტვერს, 1 კგ. გოგირდის ორჟანგს (მომწამვლელი ნივთიერება) და 0.5 კგ. ტყვიის შენაერთებს (მომწამვლელი).

XX საუკუნის დასაწყისიდან ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობა გაიზარდა დაახლოებით 15%. სამრეწველო ქალაქებიდან (ბათუმი, რუსთავი, ზესტაფონი, ქუთაისი, თბილისი) ყველაზე სუფთა ჰაერით გამოირჩევა ბათუმი, რომელსაც გარკვეულწილად ხელს უწყობს ქალაქის გამწვანება, ხში-

რი ნალექები და შავი ზღვიდან დასავლეთის ტენიანი ქარების გავლენა. ამ მხრივ შემდეგი ქალაქია რუსთავი, სადაც საკმაოდ კარგად არის განლაგებული ქალაქის საცხოვრებელი კომპლექსები და მისი სამრეწველო ობიექტები. აქ ჰაერის მასები შეუფხვებლად მოძრაობს და ასუფთავებს ქალაქს. ჰაერის გაჭუჭყიანება უფრო მაღალია ქალაქ თბილისში და ქუთაისში, რაც გამონვეულია მეტეოროლოგიური პირობებით და ურბანიზაციით, რაც ხელს უწყობს ჰაერის გაჭუჭყიანების დონის ამალღებას.

საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება ძირითადად მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს წლის თბილ პერიოდში. საერთოდ, ატმოსფეროს ყველაზე დაბალი გაჭუჭყიანების მაჩვენებელი აღინიშნება დილის საათებში - 07 საათამდე. შემდეგ იგი მატულობს და მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს 13-15 საათზე, ამის შემდეგ თანდათან ეცემა და საღამოს 21 საათზე უახლოვდება თითქმის დილის მინიმუმის მნიშვნელობის სიდიდეს. გარდა ადამიანის ჯანმრთელობისა, ისეთი ნივთიერებები და გაზები, როგორებიცაა: ტყვია, ნახშირბადის ორჟანგი, გოგირდის ორჟანგი, ნახშირწყალბადი, კადმიუმი და სხვა, უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებაზე და ნაყოფების ხარისხზე. გამონაბოლქვი გაზები სერიოზულ ზარალს აყენებს ადამიანის ჯანმრთელობას. მათი ზოგიერთი კომპონენტი, როგორიცაა აზოტისა და გოგირდის ორჟანგი უერთდება ატმოსფეროს ტენიანობას და წარმოქმნიან მჟავე სახის ატმოსფერულ ნალექებს.

გაჭუჭყიანების აღკვეთა შესაძლებელია ეკოლოგიური ნონასწორობის მდგომარეობისადმი აქტიური პოზიციის დაჭერით. კერძოდ, გაჭუჭყიანების აღკვეთა უნდა შევახამოთ რესურსების კომპლექსურ გამოყენებასთან. რაც შეეხება სხვადასხვა სახის სამრეწველო ნარჩენებს, შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, რამდენადმე შევამციროთ მათი მავნეობა და გამოინახოს მათი შემდგომი გამოყენების გზები.

დედამიწის ჰაეროვანი გარსი ერთგვაროვანი არ არის, იგი შედგება რამდენიმე ფენისაგან (ტროპოსფერო, სტრატოსფე-

რო, მეზოსფერო, თერმოსფერო, ეგზოსფერო), რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან სიმკვრივით, ტენიანობით, სითბოთი, ჰაერის ცირკულაციის ხასიათით და სხვა. აღნიშნული ფენები, რომელთა შორის არ არსებობს გამოკვეთილი გარდამავალი ზღვარი, თანდათანობით გადადიან დედამიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროს ზედა ზღვრამდე. ატმოსფეროს ფენებს შორის შუალედები აღინიშნება სიტყვის „სფეროს“ შეცვლით „პაუზით“. მაგალითად, ტროპოსფეროს ფენა სტრატოსფეროს ფენისაგან გამოიყოფა ტროპოპაუზით, სტრატოპაუზა გამოიყოფს სტრატოსფეროს მეზოსფეროსგან და ა.შ.

ატმოსფეროს ქვედა, ანუ ძირითადი ფენა იწყება დედამიწის ზედაპირიდან და 8-10 კმ-მდე ვრცელდება. იგი ტროპოსფეროს სახელწოდებითაა ცნობილი, შედარებით თხელი ფენაა და უშუალოდ ეხება დედამიწას. ამ ფენაში მიმდინარეობს ჰაერის ფენების გადაადგილება და ერთმანეთში შერევა. ტროპოსფეროს ყველაზე დაბალი ფენა მიწისპირა ფენაა, სადაც მიმდინარეობს ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი პროცესები და შეიმჩნევა ისეთი მოვლენები, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ ადამიანის ორგანიზმზე და მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე. ჰაერის ტემპერატურა მიწისპირა ფენაში დღისით მაღალია, ხოლო ღამით დაბალი. ქარის სიჩქარე ხახუნის შედეგად დაბალ ფენებში შესუსტებულია მაღალ ფენებთან შედარებით. იგი ძლიერდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად. ტროპოსფერო ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური თვისებებით და მოვლენებით:

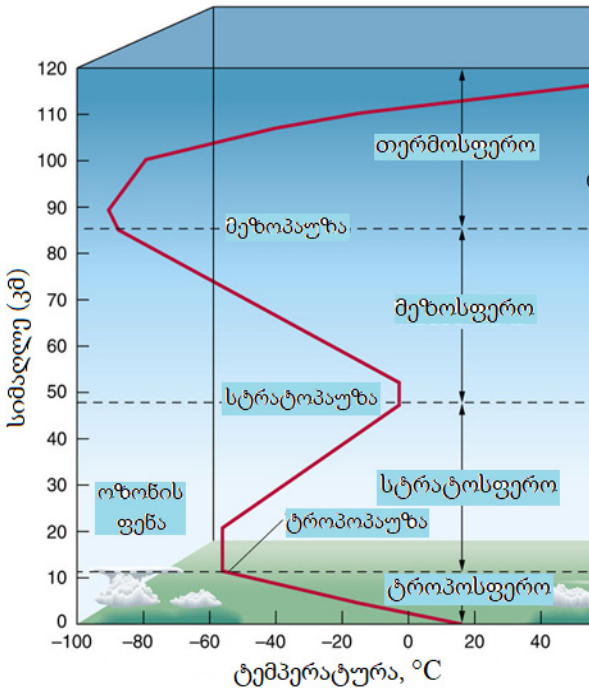
- ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დაახლოებით 0.6°C უდრის, ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა ყოველი 100 მ სიმაღლეზე 0.6°C იკლებს;
- ნყლის ორთქლის დიდი ნაწილი მოქცეულია ამ ფენაში;
- ტროპოსფეროში ჰაერი მოძრაობს, როგორც ვერტიკალურად ისე ჰორიზონტალურად.

ტროპოსფეროში წარმოიქმნება თითქმის ყველა სახის ღრუბელი. რასაც ხელს უწყობს ტენიანი ჰაერის აღმავალი დინება, რომელიც ადიაბატურად ფართოვდება, სიმაღლის მიხედვით ცივდება და აღწევს ნაჯერ მდგომარეობას. ამის შემდეგ ორთქლი კონდენსირდება, წარმოიქმნება ღრუბლები და ამ

უკანასკნელიდან გარკვეულ პირობებში გამოიყოფა ნაღვეები ნვიმისა და სხვა სახით.

ტროპოსფეროში ადგილი აქვს ჰაერის მასების ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად გადაადგილებას. ის, თუ საიდან ხდება ჰაერის მასების შემოჭრა, მაღალი თუ დაბალი განედებიდან, აპირობებს ამინდის ხასიათს.

ტროპოსფერო ის ფენაა, სადაც ფორმირდება და ვითარდება ამინდი. ამიტომ, მეტეოროლოგია ატმოსფეროს ძირითად მოვლენებს სწავლობს ტროპოსფეროში (ნახაზი 2.1.1).



ნახაზი 2.1.1 ატმოსფეროს აღნაგობა

ტროპოსფეროს ზედა საზღვარზე ჰაერის ტემპერატურა საგრძნობლად დაბალია და აღწევს $-55, -60^{\circ}\text{C}$. ტროპოსფეროს ზემოთ მდებარეობს ატმოსფეროს მეორე ფენა - სტრატოსფერო, რომელიც ტროპოსფეროსგან გამოყოფილია ტროპოპაუ-

ზით. იგი ვრცელდება 50-60 კმ-მდე და თავისი თვისებებით სრულიად განსხვავდება ტროპოსფეროსაგან. ეს ფენა უღრუბლოა. მისი დამახასიათებელი თვისებაა ის, რომ ტემპერატურა 30 კმ-მდე უცვლელი რჩება (-55°C), ხოლო 50 კმ სიმაღლეზე 0°C უტოლდება. ეს ფენა შეიცავს დიდი რაოდენობით ოზონს (O_3), რასაც უკავშირდება ტემპერატურის მატება, რადგან ოზონს აქვს უნარი დიდი რაოდენობით შთანთქოს მზის რადიაციის მოკლე ტალღების ნაწილი.

ოზონის ხვრელი დიამეტრით 1000 კმ პირველად აღმოაჩინილი იქნა 1986 წელს სამხრეთ ნახევარსფეროში, ატარქტიდაზე. იგი ჩნდებოდა ყოველთვის აგვისტოს თვეში და ქრებოდა დეკემბერში ან იანვარში. პარადოქსია, თუმცა ატმოსფეროს ზედა ფენებში, ანუ სტრატოსფეროში მისი მცირე რაოდენობა აუცილებელია დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის, რადგან იგი შთანთქავს მომაკვდინებელ ულტრაიისფერ რადიაციას. დედამიწის ზედაპირთან ახლოს იგი ჰაერის მთავარი დამაბინძურებელია, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის სასიცოცხლო ორგანოებზე და ასევე, აზიანებს მცენარეებს.

შემდეგ ფენას, რომელიც 50-60 კმ-დან 80-90 კმ-მდე ვრცელდება მეზოსფერო ეწოდება. სიტყვა „მეზოს“ ნიშნავს საშუალოს, რადგან იგი ატმოსფეროს შუა ნაწილშია. ამ ფენაში, როგორც ტროპოსფეროში, ტემპერატურა სიმაღლის ზრდასთან ერთად ეცემა და ზედა საზღვარზე -70 , -80°C უტოლდება. დაახლოებით 80 კმ სიმაღლეზე ამ ფენაში არსებობს ვერცხლისფერი ღრუბლები. სავარაუდოდ, ისინი წარმოიქმნებიან წყალბადისა და ჟანგბადის შეერთების რეაქციის შედეგად. არის მოსაზრება, რომ მისი გაჩენა დაკავშირებულია წყლის უმცირესი ორთქლის კონდენსაციასთან. ატმოსფეროში ვერცხლისფერი ღრუბლები ყველაზე მაღალ ღრუბლებად ითვლება, რომელთაც სუსტი ნათება ახასიათებთ, შედგებიან წვრილი მტვრის ნაწილაკებისაგან და აქვთ მეტეორიტული წარმოშობა.

მეზოსფეროს შემდეგ დაახლოებით 800 კმ-მდე ვრცელდება თერმოსფეროს („თერმო“ ბერძ. სიტყვაა და სითბოს ნიშნავს) ფენა. ამ ფენაში მაღალი ტემპერატურა შეიმჩნევა, დაახ-

ლოებით 2000°C. აქ ჰაერი ძალზე გაიშვიათებულია. მის ძირითად თვისებას დიდი იონიზაცია წარმოადგენს. ე.ი. მასში დიდი რაოდენობითაა დადებითად და უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკები, რის გამოც ატმოსფერო ამ ფენაში ხასიათდება მაღალი ელექტროგამტარობით. ეს ხელს უწყობს შორ მანძილზე რადიოტალღების არეკვლას და მის დედამიწაზე დაბრუნებას. მათი ინტენსივობა დღეღამის განმავლობაში ცვალებადია. მზის გააქტიურების შემთხვევაში ინტენსივობა უფრო მატულობს და შესაძლებელია გამოიწვიოს რადიოკავშირის დარღვევა. ამით აიხსნება რადიოტალღების დიდ მანძილზე გავრცელების უნარი.

შემდეგ ფენას, რომელიც 800 კმ-დან იწყება და ატმოსფეროს გარეგან გარს წარმოადგენს, ეგზოსფეროს უწოდებენ. მასში ჰაერი ძალზედ გაიშვიათებულია, ვრცელდება 2000-3000 კმ-მდე და თანდათანობით გადადის საპლანეტათაშორისო სივრცეში.

2.2 ატმოსფეროს სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილების სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა

ატმოსფეროს შემადგენელი გაზებიდან, სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, ყველაზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აზოტს, ჟანგბადს, ნახშირორჟანგს და წყლის ორთქლს.

აზოტი - მცენარის ნიადაგური კვების ერთერთი ძირითადი ელემენტი, რომელიც შედის მცენარეული და ცხოველური ცილების შემადგენლობაში. ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი დაკავშირებულია ნიადაგთან და ზოგიერთ ძირხვეწიდან კულტურასთან, რაც ამდიდრებს ნიადაგს და ადვილად შესათვისებელს ხდის მას მცენარეებისათვის.

ჟანგბადი - მეტად საჭირო ელემენტი სუნთქვისათვის, ლპობისა და წვის პროცესებისათვის. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის ბაქტერიების მოქმედებას, ფესვთა სისტემის ზრდას და მცენარის ნიადაგურ კვებას.

ატმოსფეროში ჟანგბადის შემცველობა არ არის განსაზღვრული, მალიმიტირებელი, მაგრამ იგი მიწისზედა მცხოვრები მცენარეებისათვის საკმარისია. თესლებისა და ფესვებისათვის, აგრეთვე მიკროორგანიზმებისათვის, რომლებიც იმყოფებიან ნიადაგში, ჟანგბადის რაოდენობის შემცველობა ხშირად წარმოადგენს მალიმიტირებელ ფაქტორს და მისი უკმარისობა ძლიერ გავლენას ახდენს მცენარეთა სიცოცხლეზე.

ინტენსიური და განუწყვეტელი გაზთა გაცვლა, საჭიროა ჟანგბადის კონცენტრაციის საკმარის რაოდენობით ნიადაგში შენარჩუნებისათვის, რადგან განსაკუთრებით ზაფხულის პერიოდში, ატმოსფეროდან მისი მარაგის შემოუსვლელობის გამო იგი შესაძლებელია გამოილიოს 20-100 საათის განმავლობაში.

მცენარეთა ფესვთა სისტემის განვითარება ჟანგბადის სხვადასხვა კონცენტრაციისას ძლიერ დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. მაგალითად, ჟანგბადის კონცენტრაციის 3% და ტემპერატურის 30°C შემთხვევაში მოსალოდნელია ფესვების განვითარების შეფერხება, როცა კონცენტრაცია აღწევს 10% და ტემპერატურა 18°C შეადგენს, ფესვების განვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს.

ჟანგბადს დიდი მნიშვნელობა აქვს თესლის აღმოცენებისათვის. თუ მისი რაოდენობა არასაკმარისია, თესლის სუნთქვის პროცესი ქვეითდება და აგრძელებს მოსვენებას, რაც იწვევს აღმოცენების გაჭიანურებას. ნიადაგის კარგად დამუშავება აუმჯობესებს აერაციას და უზრუნველყოფს თესლების ნორმალურად აღმოცენებას.

ნახშირორჟანგი (CO₂) - წარმოადგენს ცვალებად აირს. მისი რაოდენობის ცვალებადობას ფიზიკურად ისე არ შევიგრძნობთ, როგორც წყლის ორთქლის შემთვევაში, თუმცა მისი იგნორირება არ შეიძლება, რადგან ატმოსფეროში მისი შემცველობის ზრდამ შეიძლება სერიოზული კლიმატური ცვლილებები გამოიწვიოს. მისი რაოდენობა ატმოსფეროში ყველაზე მაღალია გაზაფხულზე და ყველაზე დაბალია ზაფხულის ბოლოს. ნახშირორჟანგი მცენარის ჰაერიდან კვების და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ფორმირების მნიშვნელოვანი ფაქტორია. მწვანე მცენარეულობა სინათლის

ენერჯის დახმარებით ახდენს ნახშირორჟანგისა და წყლის სინთეზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება. ცხოველების სუნთქვის, ორგანული ნივთიერებების წვისა და გახრწნის შედეგად ატმოსფეროში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი. ატმოსფეროში აღნიშნული გაზის მომატება განსაზღვრულ დონემდე ზრდის მოსავალის რაოდენობას.

ნახშირორჟანგი უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირზე 2-3-ჯერ მეტი რაოდენობითაა ვიდრე მცენარეულობის ზედაპირზე. აღნიშნული გაზის არსებობას ატმოსფეროში დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესებისათვის. ნახშირორჟანგი ძირითადად წარმოიქმნება ვულკანური ამოფრქვევებისა და სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების წვისა და სუნთქვის შედეგად. იგი მნიშვნელოვანი რაოდენობით მოედინება ნიადაგიდანაც. ამ გაზის შთანთქმა დიდი რაოდენობით ხდება ოკეანეებისა და მცენარის მწვანე ნაწილების მიერ. შთანთქმის შემდეგ მზის სხივების დახმარებით ნახშირორჟანგი იშლება, რის შედეგადაც მცენარეში წარმოიქმნება ნახშირწყლები და გამოიყოფა ჟანგბადი.

ტყე ხმელეთზე ნახშირორჟანგის არა მარტო ძირითადი მომხმარებელია, არამედ ნახშირბადის ბიოლოგიურად დამაკავშირებელი (მერქნის სახით) მთავარი რეზერვუარიცაა, წიაღისეული საწვავის ჩაუთვლელად.

წყლის ორთქლს - მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ატმოსფეროში. იგი განაპირობებს ღრუბლების წარმოქმნას და ნალექების მოსვლას, ეფექტურად შთანთქმავს დედამიწის ზედაპირიდან გამოსხივებულ ენერჯიას, მოქმედებს მცენარეული საფარიდან აორთქლებაზე და სხვა. წყლის ორთქლის შემცველ ჰაერს ტენიან ჰაერს უწოდებენ. მას დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ცხოველებისათვის, ისე მცენარეებისათვის და გავლენას ახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალზე. იგი არ წარმოადგენს თხევადი წყლის წვეთებს, არამედ არსებობს ცალკეული აირის მოლეკულების სახით. სხვა აირებისაგან განსხვავებით, ის ადვილად გადადის თხევადი ფაზიდან მყარში და პირიქით. ეს პროცესი ხდება როგორც დედამიწის ზედაპირზე, ისე ატმოსფეროში. გლობალური აორთქლების, კონდენსა-

ციისა და ნალექების მოსვლის სიჩქარის გამო, წყლის ორთქლის ატმოსფეროში დარჩენის დრო 10 დღეს შეადგენს. წყლის ორთქლს გააჩნია უნარი შთანთქოს დედამიწის სითბური ენერჯია, რის გამოც იგი წარმოადგენს „სათბურის ეფექტის“ გამომწვევ ერთერთ აირს. წყლის ორთქლის შემცველობის დემონსტრირება მნიშვნელოვანია სინოპტიკოსებისათვის, რომლებიც ამ გამოსახულებებს იყენებენ შუა და ზედა ატმოსფეროში ფართომასშტაბიანი ქარის რეჟიმების დასადგენად. მოცემული გამოსახულებები დახმარებას უწევს მეტეოროლოგებსაც მიმდებარე ჰაერის მასების საზღვრების დადაგენაში.

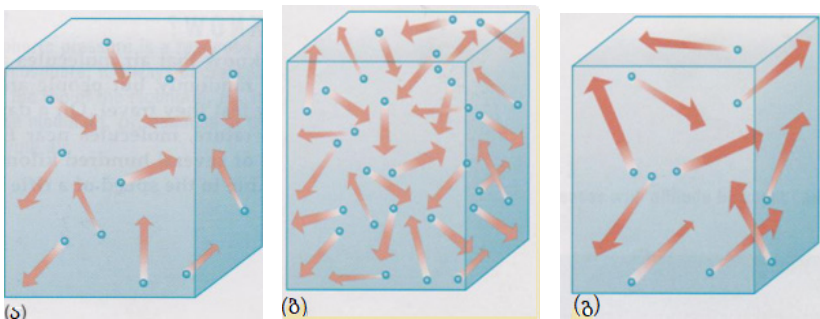
ატმოსფეროს შემადგენლობაში მუდმივ კომპონენტებთან ერთად ადგილი აქვს დროებით ცვალებად გაზებს. ისინი უპირველეს ყოვლისა კვამლის ან მრეწველობის მიერ გამოყოფილი გაზებია. კვამლის გაზების ძირითად წყაროს ქვანახშირისა და სხვა სათბობის წვა (SO_2 , F, NO_2) წარმოადგენს, რაც იწვევს მცენარეთა დაზიანებას, მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში მათ დალუპვას. ისინი შესამჩნევად ცვლიან კლიმატურ პირობებსაც, კერძოდ შეიძლება დაეცეს ჰაერის ტენიანობა და შესუსტდეს განათება, ხოლო ტემპერატურამ მოიმატოს. მათი მოქმედებით ფოტოსინთეზის პროცესი 2-ჯერ მცირდება. ტემპერატურის და სინათლის რეჟიმის მიხედვით SO_2 ტოქსიკურობა მცენარეში ძლიერ ცვალებადია. მაქსიმალური დაზიანება ვლინდება შუადღისას, როცა განათება და ტემპერატურა დიდია, ხოლო მინიმალურია ღამით. თუმცა, კვამლის გაზებისაგან მცენარეთა ზრდის დაკნინება დამოკიდებულია ჯიშების მგრძობიარობაზე. ცვალებადი აირია მეთანი (CH_4), რომლის კონცენტრაცია ასი ათასობით წლის მანძილზე ციკლურად ცვალებადობს, მატულობს ან კლებულობს. მისი მატების მიზეზად უმთავრესად ბრინჯის მოყვანა, ბიომასის წვა, წიაღისეული საწვავის (ნახშირის, ნავთობის) მოპოვებაა მიჩნეული. მეთანის ატმოსფეროში დარჩენის დრო 10 წელია. ამჟამად, მისი ატმოსფეროში მოხვედრა და გამოსვლა თითქმის დაბალენსებულია. მიუხედავად, ატმოსფეროში მეთანის მცირე კონცენტრაციისაა, იგი ეფექტურად შთანთქავს დედამიწის ზედაპირიდან გაფრქვეულ სითბურ რადიაციას, ამიტომ ატმოსფეროში

მისი დონეების მატებამ შესაძლოა თავისი როლი ითამაშოს ატმოსფეროს გათბობის პროცესში.

2.3 ატმოსფეროს წნევა და მისი გაზომვის მეთოდები

ჰაერის ძირითადი ფიზიკური მახასიათებელია - წნევა, ტემპერატურა და სიმკვრივე. ეს პარამეტრები მჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან. ჰაერის სიმკვრივე დიდდება წნევის მატებასთან ერთად და მცირდება წნევის დაცემასთან დაკავშირებით. ჰაერის სიმკვრივე დიდდება ან მცირდება, აგრეთვე მუდმივი წნევის დროს, თუ ტემპერატურის ცვლას აქვს ადგილი.

წნევის მახასიათებლებში გასარკვევად თუ განვიხილავთ დახურულ ჰაერის რეზერვუარს (ნახაზი 2.3.1), შევნიშნავთ, რომ მასში არსებული ჰაერის მოლეკულები გამუდმებით მოძრაობენ და გარკვეული წნევით შიგნიდან მოქმედებენ რეზერვუარის კედლებზე (ა). ჰაერის წნევა მოლეკულების კედლებზე დაჯახების სიჩქარის პროპორციულია. წნევის გაზრდა ხდება ორი გზით: 1. ჰაერის სიმკვრივის გაზრდით ან უფრო მეტი აირის ჩატუმბვით რეზერვუარში ან რეზერვუარის მოცულობის შემცირებით (ბ); 2. ჰაერის ტემპერატურის გაზრდით, რა დროსაც მოლეკულები უფრო მაღალი წნევით იმოქმედებენ კედლებზე, რადგან ისინი უფრო სწრაფად იმოძრავენ (გ). ამრიგად, წნევაში აისახება გაზის სიმკვრივე და ტემპერატურა.



ნახაზი 2.3.1 წნევის მახასიათებლების თავისებურება

იმ შემთხვევაში, როცა რეზერვუარში არსებული ჰაერი სხვადასხვა აირების ნარევია, როგორც ატმოსფეროს შემთხვევაში, თითოეული აირი კედლებზე იმოქმედებს თავისი წნევით (პარციალური წნევით). მთლიანი წნევის მახასიათებელი პარციალური წნევების ჯამის ტოლია. მოცემული რეზერვუარის გარშემო ატმოსფეროა, რომელიც გარედან მოქმედებს მის კედლებზე. თუ კონტეინერს თავს ავხდით და მის გარეთ არსებული წნევა შიდა წნევაზე მეტია, მაშინ ჰაერი გარედან შიგნით შეიწოვება, სანამ გარე და შიდა წნევები არ გათანაბრდება. იმ შემთხვევაში, როცა გარეთა წნევა ნაკლებია შიდა წნევაზე, მაშინ ჰაერი შიგნიდან გარეთ გაიწოვება, სანამ შიდა წნევა არ გათანაბრდება რეზერვუარის გარეთ არსებულ წნევას. ორივე შემთხვევაში, უმოკლეს დროში შიდა და გარე წნევა ერთმანეთს გაუტოლდება. აღნიშნული პროცესი მიუთითებს ჰაერის იმ თვისებაზე, რომ იგი გამუდმებით მოძრაობს, სანამ მაღალი და დაბალი წნევის არეებს შორის წონასწორობა დამყარდება.

მეტეოროლოგიაში უშუალოდ იზომება ჰაერის წნევა და ტემპერატურა. გვეცოდინება რა მათი მონაცემები, შეიძლება გამოვითვალოთ სიმკვრივეც. სიმკვრივე ეს არის რომელიმე ნივთიერების მასის შეფარდება მის მოცულობასთან, ე.ი. 1მ^3 წყლის მასა 4°C ტემპერატურაზე ტოლია 1 ტონის, ხოლო 1მ^3 ჰაერის მასა 0°C ტემპერატურაზე ნორმალური წნევის პირობებში (760 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე) შეადგენს 1.293 კგ. მაშასადამე, მოცემული პირობების დროს, წყლის სიმკვრივე ტოლი იქნება 1000 კგ/ მ^3 , ჰაერის სიმკვრივე - 1.293 კგ/ მ^3 . აქედან გამომდინარე, შეიძლება განვსაზღვროთ, რომ ჰაერის სიმკვრივე დაახლოებით 800-ჯერ მცირეა წყლის სიმკვრივეზე.

ატმოსფეროს მასის ნახევარი მოქცეულია ქვედა ფენებში დაახლოებით 5.5 კმ-მდე. 300 კმ სიმაღლეზე ატმოსფეროს სიმკვრივე ძალზე მცირეა ზღვის დონესთან შედარებით. სიმაღლის ზრდასთან ერთად იგი თანდათანობით გადადის საპლანეტათაშორისო სივრცეში.

ატმოსფეროს წნევა ის ძალაა, რომელიც მოქმედებს ფართობის გარკვეულ ერთეულზე. ყოველი გაზი, რომელიც მოთავ-

სებულია რაიმე ჭურჭელში, ახდენს დაწოლას ჭურჭლის კედლებზე თავისი მოლეკულების მოძრაობის შედეგად. ატმოსფეროში ასეთი, პირობითად გამოყოფილი ჰაერის ნებისმიერი მოცულობა დაწოლას ახდენს მის გარშემო მყოფ ჰაერზე, ეს უკანასკნელი კი - დედამიწაზე. ჰაერის ასეთი გამოყოფილი მოცულობა შეიძლება ძალიან მცირე იყოს წერტილის საზღვრებამდეც. მაშასადამე, ატმოსფეროს ყოველ წერტილში არსებობს ატმოსფერული წნევის განსაზღვრული სიდიდე.

ჰაერის წნევა იზომება ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრით, რომლის მილში ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე ზღ. დონეზე, როცა $t=0^{\circ}\text{C}$ უტოლდება 760 მმ, რადგან ამ განიკვეთის ფართობი 1 სმ². ატმოსფეროს წნევას დიდი ხნის განმავლობაში საზღვრავდნენ მილიმეტრებში (მმ) ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლის მიხედვით, რაც ბევრ უხერხულობას ქმნიდა სხვადასხვა ამოცანის გადაწყვეტის დროს. იმისათვის, რომ გაეზომათ წნევა ძალის ერთეულებში, 1930 წელს დადგენილი იქნა წნევის ახალი საერთაშორისო ერთეული - ბარი (ბერძ. ნიშნავს „სიმძიმეს“), რაც უდრის 1 მილ. დინს 1მ² ფართობზე და ექვივალენტურია ვერცხლისწყლის სვეტის 750.1 მმ. მეტეოროლოგიაში ატმოსფეროს წნევის გამოთვლისათვის იყენებენ ბარის მეათასედ ნაწილს - მილიბარს. ატმოსფერული წნევის მილიმეტრიდან მილიბარში გადაყვანისათვის საჭიროა მილიმეტრებში მიღებული წნევის სიდიდე გადავამრავლოთ $4/3$ და პირიქით, თუ გვინდა მილიბარიდან მილიმეტრში გადაყვანა, წნევის სიდიდის მილიბართა რიცხვს გავამრავლებთ. მაგალითად:

$$736 \text{ მმ} \times 4:3 = 981.3 \text{ მმ ან პირიქით } 981.3 \text{ მმ} \times 3:4 = 736 \text{ მმ.}$$

დედამიწაზე სიმძიმის ძალის აჩქარება მატულობს ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ და მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად. რომ გამოვრიცხოთ სხვადასხვა განედის სიმძიმის ძალის აჩქარების გავლენა ვერცხლისწყლის სვეტის ჩვენებაზე, საჭიროა მასში შევიტანოთ შესწორება, რათა იგი მივიყვანოთ ზღვის დონეზე და 45° -იანი სიმძიმის ძალის ჩვენებაზე. ზღვის დონეზე, 0°C -იანი ტემპერატურისა და 45° -იანი განედის პირო-

ბებში ატმოსფერული წნევა შეადგენს 760 მმ, რომელსაც ნორმალურს უწოდებენ.

ატმოსფეროს წნევის გაზომვისათვის გამოიყენება შესაბამისი ხელსაწყოები (სურ. 2.3.2).



ბაროგრაფი



ბარომეტრი



ვერცხლისწყლიანი - ფინჯნიანი ბარომეტრები

სურ. 2.3.2 ატმოსფერული წნევის საზომი ხელსაწყოები

მეტეოროლოგიურ სადგურებში გამოიყენება ვერცხლისწყლიანი - ფინჯნიანი ბარომეტრები, ხოლო ექსპედიციებში ბარომეტრი - ანეროიდი (ნიშნავს „უჰაეროს“, რაც ხელსაწყოს მუშაობის პრინციპში გამოიხატება). ატმოსფეროს წნევის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის გამოიყენება ბაროგრაფი.

რელიეფის ფერდობის ქვედა და ზედა წერტილებს შორის სიმაღლის სხვაობის გამოანგარიშებისათვის, რომელსაც დამატებით ბარომეტრულ ნიველირებას უწოდებენ გამოიყენება ბაზინეს ფორმულა:

$$h = 16000 (1 + 0.00366 \frac{t_1 + t_2}{2}) \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}$$

სადაც h - სიმაღლის სხვაობაა (მ);

p_1 და p_2 - წნევა ქვედა და ზედა წერტილებზე მმ-ში ან მბ-ში;

$t_1 - t_2$ - ჰაერის ტემპერატურა შესაბამის წერტილებზე;

0.00366 - გაზების გაფართოების კოეფიციენტი.

ბარომეტრული ნიველირება გამოიყენება ექსპედიციური გამოკვლევების პირობებში, განსაკუთრებით მთიან ადგილებში, როდესაც საჭიროა რელიეფის სხვადასხვა ფორმების შეფარდებითი სიმაღლის განსაზღვრა.

2.4 ადიაბატური პროცესები ატმოსფეროში

ჰაერის ტემპერატურის შეცვლას, გარემომცველ გარემოსთან სითბოს გაცვლის გარეშე ადიაბატურ პროცესს უწოდებენ. დადგენილია, რომ თუ ჰაერი იკუმშება, მაშინ წნევაც იზრდება და ამასთანავე მატულობს ტემპერატურაც. ხოლო თუ ჰაერი ფართოვდება, მაშინ წნევაც ეცემა და ამასთანავე კლებულობს ტემპერატურაც.

ატმოსფეროში ჰაერის შეკუმშვა და გაფართოება ძირითადად მიმდინარეობს ჰაერის აღმავალი და დაღმავალი დენების დროს. თუ ჰაერი მაღლა მიიწევს, ე.ი. წარმოიქმნება აღმავალი დენები, ჰაერი ფართოვდება, მისი წნევა ეცემა და შესაბამისად ტემპერატურა კლებულობს. ხოლო თუ დაღმავალი დენები წარმოიქმნება ჰაერი იკუმშება, წნევა მატულობს და შესაბამისად ჰაერის ტემპერატურაც იზრდება. მშრალ და ტენით გაუჯერებელ ჰაერში აღმავალი დენების დროს ტემპერატურა თითქმის 1°C -ით ეცემა ყოველ 100 მ სიმაღლეზე, ხოლო დაღმავალი დენების დროს მატულობს იმავე სიდიდით. ტენით გაჯე-

რებულ ჰაერში აღმავალი დენების დროს ტემპერატურის ადიაბატურად შემცირებასთან ერთად მიმდინარეობს წყლის ორთქლის კონდენსაცია და ფარული სითბოს გამოყოფა, რომელიც ჰაერის გათბობას ხმარდება. ამიტომ, გაჯერებულ ჰაერში აღმავალი დენების დროს ტემპერატურის დაცემა შედარებით ნაკლებია, ვიდრე გაუჯერებელ ჰაერში. აღნიშნული სიდიდე ცვალებადია. ღრუბლების დიდი ნაწილი წარმოიქმნება ჰაერის აღმავალი დენების დროს ადიაბატური გაცივების შედეგად.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. როგორია ატმოსფეროს ჰაერის შემადგენლობა?
2. ჰაერის გაჭუჭყიანების რა წყაროები არსებობს?
3. რომელ ძირითად ფენებად იყოფა ატმოსფერო და რა თვისებებით ხასიათდება თითოეული ფენა?
4. როგორია ატმოსფეროს სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილების სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა?
5. რაში მდგომარეობს წნევის მახასიათებლების თავისებურებები?
6. რა ხელსაწყოებით იზომება წნევა?
7. რას ნიშნავს ბარომეტრული ნიველირება?
8. რას ეწოდება ადიაბატური პროცესი?

თ ა 3 0 III

მზის რადიაცია

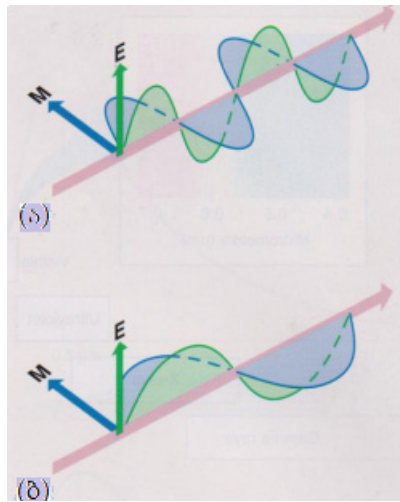
3.1 რადიაცია

ენერგია მრავალი ფორმით არსებობს, კერძოდ: სხივური, ელექტრული, ბირთვული, ქიმიური, თუმცა საერთო ჯამში, ენერგიის ყველა ფორმა შეიძლება დაიყოს ორ ზოგად კატეგორიად, კინეტიკურ ენერგიად და პოტენციურ ენერგიად. კინეტიკური ენერგია განიხილება, როგორც გამოყენებაში მყოფი ენერგია და ხშირად განმარტავენ, როგორც მოძრაობის ენერგიას. მაგალითად, წვიმის წვეთების ვარდნა, ქარის მიერ გადატანილი მტვრის ნაწილაკები და ა.შ. პოტენციური ენერგია არის ენერგია, რომელიც ჯერ არ არის გამოყენებული. ის შეიძლება სხვადასხვა ფორმით არსებობდეს, მაგალითად, მცენარეში არსებულ ნახშირწყლებს გააჩნიათ პოტენციური ენერგია, რომელიც შესაძლებელია მოხმარებული იქნას ცხოველების ან თვით ამ მცენარის მიერ და შემდეგ მეტაბოლოზმით გარდაიქმნას მცენარის ბიოლოგიური აქტივობისათვის საჭირო ენერგიად.

ენერგიის გადატანა ერთი ადგილიდან მეორეზე ხდება სამი პროცესით, ეს არის: კონდუქცია, კონვექცია და რადიაცია. *კონდუქციის* შემთხვევისას ნივთიერებაში სითბოს მოძრაობისას არ ხდება მოლეკულების გადაადგილება სითბოს მოძრაობის მიმართულებით. *კონვექცია* ხდება სითხის ან გაზის მოძრაობის საშუალებით. ამ დროს ადგილი აქვს სითბოს გადაცემას და დენად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებების შერევას. *რადიაცია* ენერგიის გადაცემის ერთადერთი მექანიზმია, რომლის გავრცელება შესაძლებელია გადამცემი არის გარეშე. იგი არის სწრაფი, უეცარი სითბოს გადატანა გამოსხივების გზით. ამ პროცესის სისწრაფეს განაპირობებს ის, რომ გამოსხივების ენერგია სივრცეში ვრცელდება სინათლის სიჩქარით, რომელ-

საც არ ხვდება მატერიალური გარემო, ანუ მისი გადაცემა შეიძლება მოხდეს ცარიელ სივრცეში.

დედამინაზე არსებული პრაქტიკულად მთელი ენერგია წარმოიქმნება მზისგან. რადიაციას ასხივებს თითქმის მთელი მატერია, ვარსკვლავები, დედამინა და ა.შ. რადიაციის შემთხვევაში ტალღები შედგებიან ელექტრული და მაგნიტური რხევებისაგან, ანუ რადიაცია შედგება როგორც ელექტრული, ისე მაგნიტური ტალღისაგან, რომელთაგან თითოეულს თავისი მაქსიმუმებისა და მინიმუმების სქემა აქვს. ისინი ერთმანეთის პერპენდიკულარულია, უფრო მეტიც, ელექტრული და მაგნიტური კომპონენტები ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირიშია და უნისონში ადის მაღლა და ეშვება დაბლა (ნახაზი 3.1.1).

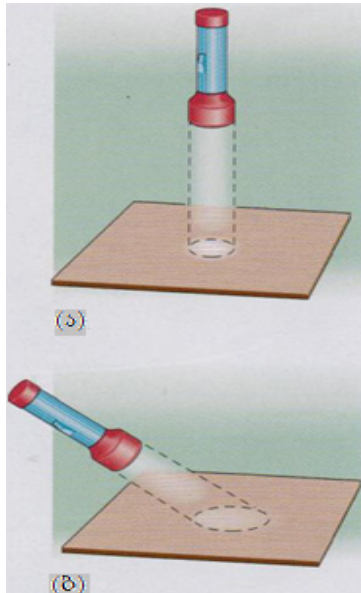


ნახაზი 3.1.1 ელექტრომაგნიტური რადიაცია

ნახაზის მიხედვით, რადიაციის მოძრაობასთან ერთად ელექტრული (E) და მაგნიტური (M) ტალღები გადაინაცვლებენ ისრის ნაჩვენები მიმართულებით. მოცემულ ტალღებს ერთნაირი ამპლიტუდა აქვთ და შესაბამისად რადიაციის ინტენსივობაც ერთნაირი ექნებათ. თუმცა, ნახაზზე (ა) შემთხვევისა

უფრო მოკლე ტალღის სიგრძეა ნაჩვენები, ამიტომ, ის თვისობრივად განსხვავდება ნახაზზე (ბ) შემთხვევისაგან.

მზის სხივების ვარდნის კუთხე. როდესაც მანძილი მზის დაშორებისა ჰორიზონტიდან უფრო ნაკლებია, მისი მცხუნვარეობაც იკლებს, ხოლო ზენიტთან მიახლოებით მისი ინტენსივობა იზრდება. სხივების გაბნევა არის იმ ზედაპირის ფართობის ზრდა, რომელზეც ვრცელდება რადიაცია სხივების ვარდნის კუთხის კლების საპასუხოდ, ანუ რაც მეტია სხივების გაშლა, მით ნაკლებია რადიაციის ინტენსივობა (ნახაზი 3.1.2).



ნახაზი 3.1.2 დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილი გამოსხივებული ენერგიის ინტენსივობის დამოკიდებულება მისი ვარდნის კუთხეზე

ნახაზის მიხედვით, რაც მეტია სხივების გაშლა, მით ნაკლებია რადიაციის ინტენსივობა. შემთხვევის (ა) ნაწილში სინათლე შემოდის 90° -იანი კუთხით, რომელიც კონცენტრირე-

ბას ახდენს მცირე ფართობზე და ზრდის ზედაპირის გათბობის უნარს. შემთხვევის (ბ) ნაწილში ზედაპირზე სხივები უფრო დაქანებულიად ეცემა და ენერგია შედარებით დიდ ფართობზე ნაწილდება, რის შედეგად განათება კლებულობს. ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ სინათლის სხივი უფრო ეფექტურად ანათებს და ათბობს ზედაპირს, როცა მისი ვარდნის კუთხე დიდია (რაც უფრო პირდაპირია განათება, მით უფრო ძლიერია გათბობა).

სხივების გაშლის სიდიდის განსხვავებები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ წელიწადის დროების ჩამოყალიბებაში. მარტისა და სექტემბრის თვეების ბუნიობას შორის 5-თვიანი პერიოდის განმავლობაში, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ნებისმიერ განედზე უფრო უშუალო ვარდნის კუთხეა, ვიდრე სამხრეთ ნახევარსფეროში. ამიტომ, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროზე არსებული ინსოლაცია სხივების უფრო ნაკლებ გაშლას ექვემდებარება, რაც ხელს უწყობს ზედაპირის უფრო მეტად გათბობას. მომდევნო 6 თვის განმავლობაში სიტუაცია საპირისპიროდ იცვლება და სამხრეთ ნახევარსფეროს მთლიანობაში მზის სხივების ვარდნის უფრო მაღალი კუთხე გააჩნია.

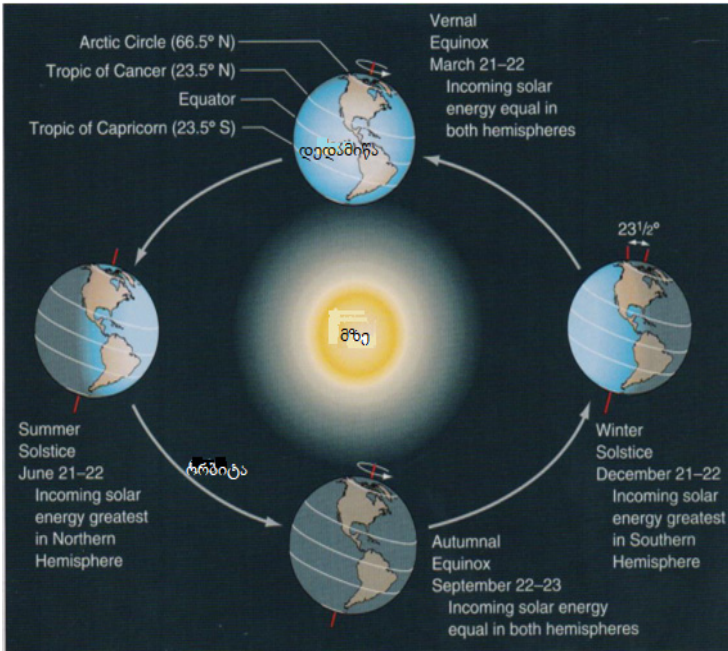
3.2 წელიწადის დროთა წარმოქმნის მიზეზები

მზე წარმოადგენს დედამიწასთან ყველაზე ახლო მდებარე ვარსკვლავს, რომლის საშუალო ტემპერატურა დაახლოებით არის 6000°C. იგი მოძრაობს თავის ღერძის გარშემო დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, რომლის ერთი შემობრუნება უახლოვდება დედამიწის 25 დღელამურ ბრუნს. დედამიწა მზესთან მიმართებაში ერთ შემობრუნებას ანდომებს დაახლოებით 24 საათს, რაც იწვევს დღელამის ცვლილებას. მისი ღერძის დახრა უცვლელია როგორც დღელამური ბრუნვისას, ისე მზის გარშემო გადაადგილების დროს. ასეთი მდებარეობა იწვევს წლის დროთა ცვლილებას, ანუ მიუხედავად იმისა, რომ მზე გამოასხივებს რადიაციის თითქმის მუდმივ რაოდენობას, დედამიწა

ნლის მანძილზე სხვადასხვა რაოდენობის რადიაციას ღებულობს, რაც გამოიხატება წელიწადის დროების არსებობაში.

დედამინა მზესთან ახლოსაა დაახლოებით 3 იანვარს, რასაც პერიპელიონი ეწოდება, ხოლო მდგომარეობას, როცა დედამინა ყველაზე შორს არის მზისგან, დაახლოებით 3 ივლისს - აფელიონი ეწოდება.

როდესაც მზის სხივები ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ყოველ კვადრატულ ერთეულში ეცემა პირდაპირ და კონცენტრირებულად, ჩრდილოეთ პოლუსი გადახრილია მზისკენ და დედამინის ჩრდილოეთ ნახევარში დგება ზაფხული, შესაბამისად სამხრეთ ნახევარში ზამთარია. მზის განსაზღვრული მდებარეობა დედამინის ეკვატორის მიმართ ნიშნავს ნაბუნობას (მზებუნობას). როდესაც დედამინა ყველაზე მეტად დაშორებულია ეკვატორიდან სამხრეთისაკენ, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში იწყება ზამთარი (ასტრონომიულად) და დგება ზამთრის ნაბუნობა (მზებუნობა). როდესაც მზე მაქსიმალურად დაშორებულია ეკვატორიდან ჩრდილოეთისაკენ სამხრეთ ნახევარსფეროში იწყება ზამთარი და დგება ზაფხულის ნაბუნობა (მზებუნობა). ზამთრის ნაბუნობა დგება 21 დეკემბერს, ზაფხულის - 21 ივნისს. რაც შეეხება ბუნობას, იგი არის დროის მომენტი, როდესაც მზე აღწევს ორ ბუნობას შორის საშუალო წერტილს. როდესაც მზე გადაკვეთს ეკვატორს ჩრდილოეთისაკენ ამ ნახევარსფეროში იწყება ზაფხული (ზაფხულის ბუნობა), ხოლო როცა მზე გაივლის ეკვატორს სამხრეთისაკენ ხილული გადაადგილებისას, შეიმჩნევა შემოდგომის ბუნობა. გაზაფხულის ბუნობა დგება 21 მარტს, ხოლო შემოდგომის ბუნობა 22 სექტემბერს. აღნიშნულმა დღეებმა შეიძლება ერთი დღით გააინაცვლოს (ნახაზი 3.2.1).



ნახაზი 3.2.1 დედამიწის ბრუნვა მზის გარშემო

ნახაზის მოცემულობით, ჩრდილოეთ ნახევარსფერო მაქსიმალურადაა დახრილი მზისკენ, რაც ხდება 21 ივნისს და წარმოადგენს ივნისის ნაბუნობას (მზებუდობას) ან ზაფხულის ნაბუნობას (მზებუდობას), რადგან ამ დროს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზაფხულია. სინამდვილეში ეს ის დროა, როდესაც ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მზის ენერგია ყველაზე დიდი რაოდენობით ხვდება და ზემოაღნიშნული თარიღი ზაფხულის პირველ დღეს აღნიშნავს. ექვსი თვის შემდეგ, დაახლოებით 21 დეკემბერს, ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ხვდება მზის ენერგიის მინიმალური რაოდენობა და ამ დროს დეკემბრის ნაბუნობა (მზებუდობა) ან ზამთრის ნაბუნობა (მზებუდობა) ეწოდება, რადგან ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ამ დროს ზამთარია. ეს არის ზამთრის პირველი დღე ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში და ზაფხულის პირველი დღე სამხრეთ ნახევარსფეროში. ამ ორ ნაბუნობას (მზებუდობას) შორის არის სწორედ ზემოაღნიშნუ-

ლი მარტის ბუნიობა (რომელსაც ხშირად ჩრდილოეთ ნახევარსფეროსთვის გაზაფხულის ბუნიობას უწოდებენ) დაახლოებით 21 მარტს და სექტემბრის ბუნიობა (ჩრდილოეთ ნახევარსფეროსათვის შემოდგომის ბუნიობა) დაახლოებით 21 სექტემბერს. გაზაფხულისა და შემოდგომის ბუნიობის დროს მთელ დედამიწაზე დღე და ღამე ერთნაირი ხანგრძლივობისაა და ორივე ნახევარსფერო თანაბარი რაოდენობის ენერგიას იღებს.

3.3 მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა

მზის რადიაცია შედგება სხვადასხვა სიგრძის ელექტრომაგნიტური ტალღებისაგან. მზის რადიაციის ტალღის სიგრძეს აქტინომეტრიაში გამოხატავენ მიკრომეტრებში (მკმ). მზის სხივური ენერგიის დაყოფას ტალღების სიგრძის მიხედვით სპექტრს უწოდებენ, რომელიც იყოფა სამ ძირითად ნაწილად:

- ❖ ულტრაიისფერ სხივებად (ტალღის სიგრძე < 0.40 მკმ);
- ❖ ხილულ სხივებად (ტალღის სიგრძე $0.40-0.76$ მკმ);
- ❖ ინფრანითელ სხივებად (ტალღის სიგრძე ≥ 0.76 მკმ).

ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე მზის ჯამური რადიაციიდან სხივური ენერგიის 46% სპექტრის ხილულ ნაწილზე მოდის, 47% ინფრანითელზე, 7% ულტრაიისფერზე. თუ მზის სხივს მინის პრიზმაში გავატარებთ, თეთრ ეკრანზე მივიღებთ სხივების 7 ფერად ზოლს: წითელს, ნარინჯისფერს, ყვითელს, მწვანეს, ცისფერს, ლურჯს და იისფერს. მსგავს მოვლენას ბუნებაშიც აქვს ადგილი, რაც ცისარტყელის სახელწოდებითაც ცნობილი. ამ შემთხვევაში მინის პრიზმის როლს წყლის წვეთები ან ყინულის კრისტალები ასრულებენ. ცისარტყელას წარმოქმნისათვის საჭიროა გარკვეული პირობები, კერძოდ:

1. ჰაერში წყლის წვეთების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, განსაკუთრებით იმ ღრუბლებიდან რომლებიდანაც მოდის თავსხმა წვიმა;

2. მზის ნათება;

3. დამკვირვებლის დგომა მზესა და წვიმის ღრუბლებს შორის. ცისარტყელა მით უფრო ნათელია, რაც უფრო მეტია წყლის წვეთები.

ზემოაღნიშნული სხივების ერთდროული მოქმედება ადამიანის თვალზე აღიქმება როგორც თეთრი ფერი. ინფრანითელი სხივები უხილავია და ქმნიან სითბურ ეფექტს. მზის სხივის ხილული ნაწილი როდესაც გაივლის ატმოსფეროში, ჰაერის უწვრილესი მინარევებისა და მოლეკულების დახმარებით გაიბნევა. გაბნეულ დღის სინათლეში სჭარბობს ლურჯი ფერი, რაც ცის ლურჯ ფერებში აღქმას განაპირობებს. ჰორიზონტზე მზის ამოსვლის ან ჩასვლის დროს მისი ფერი მონითალო ან ნარინჯისფერია, რასაც განაპირობებს მზის სინათლის სხივები, რომელიც ხვდება დამკვირვებლის თვალს. ისინი გაივლიან შორი მანძილიდან ატმოსფეროს დაბურულ მკვრივ ფენებში და სინათლეს გააბნევენ მოკლე ტალღებით. ასეთ შემთხვევაში სხივი მხოლოდ წითელი ფერის რჩება. როდესაც მზე მაღლა აინევს, სხივი გადის ატმოსფეროს ნაკლები სიმკვრივის ფენაში, რაც ასუსტებს წითელ შეფერილობას.

გარდა განუწყვეტელი სპექტრისა არსებობს გახურებული გაზებისაგან მიღებული ხაზოვანი და შთანთქმითი სპექტრები, რომლებიც წარმოადგენენ შავი ხაზებით დასერილ მთლიანი სპექტრის სახეცვლილებას. მზის სპექტრში არსებული შავი ხაზები წარმოიქმნებიან ატმოსფეროს მიერ მზის ზედაპირიდან გამოფრქვეული ზოგიერთი სხივის შეწოვით.

სინათლის სპექტრულ გავლენას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის. მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობისათვის, რომლებიც განაპირობებენ მის სიცოცხლისუნარიანობას, მნიშვნელოვანია მოკლეტალღოვანი რადიაცია, რომლის ტალღის სიგრძე 0.1-4.0 მკმ ფარგლებში იცვლება. ინფრანითელი რადიაცია (>0.76 მკმ) მცენარეთა ზრდა-განვითარებაში ახდენს მხოლოდ სითბურ ეფექტს. ულტრაიისფერი რადიაცია მოქმედებს მცენარის ზრდის პროცესზე, ხოლო ხილული რადიაცია მთლიანად განაპირობებს მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობას. ეს ის ენერგეტიკული რესურსია, რომლის შთანთქმი-

თაც მცენარე არეგულირებს მის სასიცოცხლო პროცესებს. სპექტრის ამ უბანზე ნათლად ჩანს ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) მნიშვნელობა.

რადიაციის იმ ნაწილს, რომელსაც შთანთქავს ფოთლის ქლოროფილის მარცვლები ფიზიოლოგიური რადიაცია ეწოდება. ფოტოსინთეზის პროცესისათვის გამოიყენება ჯამური რადიაციის ის ნაწილი, რომელიც მდებარეობს სხივის 0.38-0.71 მკმ ტალღის სიგრძის ინტერვალში და მას ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციას (ფარ) უწოდებენ. ფოთოლზე დაცემული მთლიანი სხივური ენერგიიდან შთანთქმება 73%, ხოლო 27% გატარდება. შთანთქმული 73%-დან ფოტოსინთეზის პროცესს ხმარდება 1-5%, დანარჩენი სითბურ ენერგიაში გადადის და იხარჯება სუნთქვასა და აორთქლებაზე.

ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციას და მისი განაწილების აღრიცხვას დროში და ტერიტორიის მიხედვით დიდი მნიშვნელობა აქვს მაღალი მოსავლის მიღებისათვის. იგი წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობის ერთერთ ძირითად ფაქტორს.

მცენარის მიერ ორგანული ნივთიერების დაგროვებისათვის საჭიროა სინათლის ენერგეტიკული მხარე, რომელიც იქმნება მზის რადიაციის დახმარებით. იგი უნდა სჭარბობდეს განსაზღვრულ მნიშვნელობას, რომელსაც კომპენსაციის ნერტილს უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ფოტოსინთეზის პროცესში მცენარის სუნთქვაზე უფრო მეტი ორგანული ნივთიერება გაიცემა (დაიხარჯება) ვიდრე შეიქმნება, რაც მცენარის დაკნინებას გამოიწვევს. ფარ-ის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ პირდაპირი, გაბნეული და ჯამური რადიაციის მონაცემები, რომელთა მიხედვით, განგარიშების საფუძველზე შედგენილია განტოლება:

$$\Sigma Q_{\text{ფარ}} = 0.43S' + 0.57D$$

სადაც ΣQ - არის ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის ჯამი (ფარ), S' - პირდაპირი რადიაციის ჯამი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, ხოლო D - გაბნეული რადიაციის ჯამი განსაზღვრულ

პერიოდში (დეკადა, თვე, სავეგეტაციო პერიოდი და ა.შ.). ფარ-ის მიახლოებითი განსაზღვრისათვის ჯამური რადიაციის - Q მონაცემების მიხედვით გადამყვანი კოეფიციენტი $C_a=0.52$

ამჟამად, შედგენილია ფარ-ის ტერიტორიული განაწილებისთვის სპეციალური რუკები, რომლებიც გამოიყენება სოფლის მეურნეობის მიზნებისათვის ბუნებრივი რესურსების შეფასების დროს.

3.4 მზის რადიაციის სახეები

ატმოსფეროში რადიაციული ნაკადები სხვადასხვა მდგენელებად წარმოჩინდება. მზის პირდაპირი რადიაცია წარმოადგენს მზის პარალელური სხივების ნაკადს, რომელიც უშუალოდ ეცემა ნიადაგის ზედაპირზე. მისი ინტენსივობა იზომება სითბოს იმ რაოდენობით კალორიებში, რომელსაც ლებულობს სხივებისადმი პერპენდიკულარულად მიმართული 1 სმ^2 შავი ზედაპირი 1 წთ-ის განმავლობაში. მისი ენერგეტიკული მხარე დამოკიდებულია მზის დგომის სიმაღლეზე, ატმოსფეროს გამჭირვალობაზე, შემადგენლობასა და წლის პერიოდზე.

დედამინის მზის გარშემო ელიფსისებურ ორბიტაზე მოძრაობა იწვევს იმას, რომ სხვადასხვა სეზონში დედამინა განსხვავებული მანძილითაა დაშორებული მზიდან. მისი ინტენსივობა იზრდება ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად. მზის რადიაციის ტალღის სიგრძე, რომელიც აღწევს დედამინამდე, მერყეობს 0.29-4.0 მკმ ფარგლებში. მისი ენერგიის დაახლოებით ნახევარი მოდის ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციაზე.

მზის პირდაპირ რადიაციას ახასითებს როგორც დღიური, ისე წლიური მსვლელობა. მზის ამოსვლისას მზის რადიაციის ინტენსივობა ძალზე მცირეა. მზის სიმაღლის ზრდასთან ერთად იგი თანდათან მატულობს და შუადღისას აღწევს მაქსიმუმს. პირდაპირი რადიაციის წლიური მსვლელობა კი მკვეთრად გამოხატულია პოლუსებზე, რადგან აქ ზამთარში პოლარული ღამეების პირობებში მზის რადიაცია საერთოდ არ შეიმჩნევა. საშუალო განედებზე პირდაპირი რადიაციის მაქსიმუმი

მოდის არა ზაფხულზე, არამედ გაზაფხულზე, რადგან ზაფხულის თვეებში წყლის ორთქლისა და მტვერის მომატების გამო ატმოსფეროს გამჭირვალობა დაქვეითებულია. საქართველოსათვის რადიაციის მაქსიმუმი აღინიშნება ივნისში, ხოლო მინიმუმი ზამთრის პერიოდში, დეკემბერის თვეში.

გაბნეული რადიაცია მზის რადიაციის ის ნაწილია, რომელიც ატმოსფეროში გავლის დროს გაიბნევა და ამ სახით აღწევს ნიადაგის ზედაპირს. სხივების გაბნევას ხელს უწყობს ატმოსფეროში არსებული გაზების მოლეკულები, მტვერი, ღრუბლები და სხვა. ღრუბლებიდან რადიაციის გაბნევის ინტენსივობა მეტად რთულია, რადგან აქ მხედველობაშია მისაღები, როგორც ღრუბლების რაოდენობა, ისე მისი ვერტიკალური სიმძლავრე, ოპტიკური თვისება და სხვა. თოვლის საბურველი, რომელიც აირეკლავს პირდაპირი რადიაციის 70-90%, ადიდებს გაბნეულ რადიაციას ატმოსფეროში. მონმენდილ ამინდში ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა კლებულობს.

გაბნევის პროცესში რადიაციის სხივი იშლება მრავალსუსტ სხივებად, რომლებიც სხვადასხვა მიმართულებას იღებენ (ნახაზი 3.4.1).



ნახაზი 3.4.1 გაბნეული რადიაცია

არსებობს გაბნევის სამი ზოგადი სახე:

1. რეილის გაბნევა, რომელსაც ახდენენ ატმოსფეროში არსებული გაზების ცალკეული მოლეკულები და ეს მოვლენა უმთავრესად მოკლე ტალღის სიგრძეებზე ვრცელდება. რეილის გაბნევა უკავშირდება ისეთი მოვლენებს, როგორცაა ლურჯი ცა უღრუბლო დღეს, კოსმოსიდან დანახული დედამიწის ატმოსფეროს ლურჯი შეფერილობა და წითელი მზის ჩასვლა-ამოსვლა;

2. სინათლის გაბნევა სფერულ ნაწილაკებზე, რომელსაც არ აქვს ტენდენცია, გააბნოს უფრო მოკლე ტალღის სიგრძის მქონე რადიაცია. აღნიშნული გაბნევის შედეგად მზის ჩასვლა უფრო წითელია, ვიდრე მხოლოდ რეილის გაბნევის დროს. დაბინძურებულ ატმოსფეროში, სადაც აეროზოლების მაღალი კონცენტრაცია აღინიშნება ცა რუხია იმ ფონზე, როდესაც სპექტრის მთელი ხილული ნაწილი ეფექტურად გაიბნევა დედამიწის ზედაპირის მიმართულებით;

3. არასელექტიურ გაბნევას ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ღრუბლებში ხდება შემომავალი რადიაციის ყველა სიგრძის ტალღის თანაბარი არეკვლა, რის გამოც ისინი თეთრი ან ნაცრისფერი შეფერილობის ჩანს. იმის გამო, რომ ამ შემთხვევაში კონკრეტულ ტალღის სიგრძეს უპირატესობა არ ენიჭება, ღრუბლისმიერ გაბნევას ზოგჯერ არასელექტიური გაბნევა ეწოდება.

გაბნეული რადიაციის დღელამური და წლიური სვლა თითქმის შეესაბამება პირდაპირი რადიაციის მსვლელობას. დილით გაბნეული რადიაცია შეიმჩნევა მზის ამოსვლამდე, ხოლო საღამოს - მზის ჩასვლის შემდეგ. საერთოდ, მზის ამოსვლის და ჩასვლის პერიოდში იგი ძლიერ სუსტია. წლიურ სვლაში გაბნეული რადიაციის მაქსიმუმი შეიმჩნევა ზაფხულობით.

გაბნეული რადიაცია, მონმენდილი ცის პირობებში, გაცილებით მდიდარია მოკლეთალღოვანი სხივებით, ვიდრე პირდაპირი სხივებით, რაც მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ გავლენას ახდენს, როგორც მცენარეთა, ისე ცხოველთა ზრდა-განვითარებაზე. განედის ზრდასთან ერთად მნიშვნელოვნად მატულობს ღრუბლიანობა, რის გამოც ჩრდილოეთით მდებარე ქვეყ-

ნებში გაბნეული რადიაციის როლი მცენარეთა და ცხოველთა განვითარებისათვის გაცილებით მეტია, ვიდრე სამხრეთ ქვეყნებში. მზის სიმაღლეზე დამოკიდებული არა მარტო პირდაპირი, არამედ გაბნეული რადიაციის ინტენსივობაც, ე.ი. მზე ჰორიზონტიდან რაც უფრო დაბლა დგას, იმდენად ნაკლებ პირდაპირ და გაბნეულ რადიაციას იძლევა.

მზის გაბნეული - D და პირდაპირი - S' რადიაციების ჯამს, რომელიც მოდის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, უწოდებენ მთლიან ანუ ჯამურ რადიაციას (Q). მთლიანი რადიაცია ნარმოადგენს რადიაციული ბალანსის ძირითად შემადგენელ ნაწილს:

$$Q = S' + D$$

მისი სპექტრული შემადგენლობა, პირდაპირ და გაბნეულ რადიაციებთან შედარებით, თითქმის მდგრადია და არ იცვლება მზის სიმაღლის შეცვლასთან ერთად. პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის თანაფარდობა ჯამურ რადიაციაში დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე, ღრუბლიანობასა და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებაზე. მზის სიმაღლის მატებასთან ერთად გაბნეული რადიაციის წილი შედარებით მცირდება. რაც უფრო გამჭირვალეა ატმოსფერო, მით უფრო მცირეა გაბნეული რადიაციის წილი მთლიან რადიაციაში. მთლიანი მოღრუბულობის დროს ჯამური რადიაცია მთლიანად შედგება გაბნეული რადიაციისაგან. ზამთრობით თოვლის საბურველიდან რადიაციის არეკვლა და მისი ატმოსფეროში ხელმეორედ გაბნევა, მნიშვნელოვნად ზრდის გაბნეული რადიაციის წილს ჯამურ რადიაციაში.

ჯამური რადიაციის ნაწილი, რომელიც მოდის დედამიწის მოქმედ ზედაპირზე და საგნებზე შთაინთქმება, ნაწილი არეკვლება მისგან. ასეთ რადიაციას არეკვლილ რადიაციას უწოდებენ. არეკვლილი რადიაციის R , შეფარდებას ჯამურ რადიაციასთან Q ალბედო ეწოდება (A), რომელიც გამოხატავს საგნის არეკვლითუნარიანობას:

$$A = \frac{R}{Q} 100\%$$

მოქმედი ზედაპირის ალბედო დამოკიდებულია მის ფერზე, ტენიანობასა და სხვა თვისებებზე (ცხრილი 3.4.1).

ცხრილი 3.4.1 სხვადასხვა ზედაპირის ალბედო

ზედაპირი	ალბედო (%)
ახალი თოვლი	80-95
ჭუჭყიანი თოვლი	40-50
მუქი ფერის ნიადაგები	5-15
მშრალი თიხნარი ნიადაგები	20-35
მშრალი სილნარი ნიადაგები	25-45
ხორბლეულის ნათესები	10-25
წიწვოვანი ტყე	10-15
ფოთლოვანი ტყე	15-20

ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველაზე მეტი არეკვლის თვისება გააჩნია ახალ მოსულ თოვლს. დიდი არეკვლის უნარი გააჩნია, აგრეთვე გროვა ღრუბლებს, რომელთა ალბედო 78% აღწევს. სველი ფოთლისა და ნიადაგის ზედაპირი მშრალთან შედარებით ნაკლებად აირეკლავს მზის სხივებს. არეკვლა ასევე, დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე და იცვლება დღის განმავლობაში. ამრეკლავი ზრდაპირიდან სინათლე იმ კუთხით აირეკლება, რა კუთხითაც ის დაეცა.

წყლის ზედაპირის ალბედო შედარებით მცირეა, ვიდრე ხმელეთის, რადგან მზის სხივი ხვდება რა წყალში, გაიბნევა და შთანთქმება მასში.

ალბედოს საშუალებით შესაძლებელია ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის რაოდენობის გამოანგარიშება. ზღვის ალბედო შესაძლებლობას იძლევა განისაზღვროს მისი ტალღის სიმაღლე. ხმელეთის ალბედო წარმოდგენას იძლევა მცენარეული საფარის მდგომარეობაზე. ხმელეთის, ზღვების და ღრუბლების ალბედოზე დაკვირვება წარმოებს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრიდან.

3.5 დედამინისა და ატმოსფეროს გრძელტალღოვანი გამოსხივება

დედამინის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის ენერჯის ურთიერთგაცვლის მუდმივ პროცესს, სხვა მექანიზმებთან ერთად თან ახლავს რადიაციის ემისია და შთანთქმა. მზის რადიაციის შთანთქმის შედეგად დედამინის ზედაპირი და ატმოსფერო გამოასხივებენ გრძელტალღოვან ენერჯიას. მზისა და გრძელტალღოვანი რადიაციის გადაცემის საბოლოო შედეგია დედამინის ზედაპირზე ჯამური გამოსხივების სიჭარბე, ხოლო ატმოსფეროში ამ სიდიდის დეფიციტი.

ნიადაგის ზედაპირიდან გამოსხივება მოდის განუწყვეტლივ. რაც მეტია გამომსხივებელი ზედაპირის ტემპერატურა, მით ინტენსიურია მისი გამოსხივება. განუწყვეტლივ მიმდინარეობს გამოსხივება ატმოსფეროდანაც (E_a), რომელიც შთანთქავს მზის რადიაციის ნაწილსა და დედამინის გამოსხივებას (E_g), შედეგად კი თავად გამოასხივებს გრძელტალღოვან რადიაციას. ამ ორი ნაკადის სხვაობა ($E_g - E_a$) წარმოადგენს გრძელტალღოვანი სხივების სითბოს იმ რაოდენობას, რომელსაც კარგავს მოქმედი ზედაპირი. ამ სხვაობას ეფექტურ გამოსხივებას უწოდებენ (E_{eff}) და გამოიხატება ფორმულით:

$$E_{eff} = E_g - E_a$$

მოქმედი ფენის ეფექტური გამოსხივება დამოკიდებულია თავისი სხეულის ტემპერატურაზე, ჰაერის ტენიანობასა და ტემპერატურაზე, აგრეთვე ღრუბლიანობაზე. დედამინის ტემპერატურის მომატება ზრდის ეფექტურ გამოსხივებას (E_{eff}), ხოლო ჰაერის ტემპერატურის და ტენიანობის გაზრდით იგი მცირდება. ეფექტურ გამოსხივებაზე განსაკუთრებით მოქმედებს ღრუბლიანობაც. უკანასკნელის მოქმედებით E_{eff} გამოსხივება მცირდება.

როგორც აღინიშნა, დედამინის ზედაპირი მზის პირდაპირი რადიაციის (მოკლელტალღოვანი) შთანთქმის შემდეგ თვითონ ხდება გამოსხივების წყარო, გრძელტალღოვანი გამოსხივების

სახით. გამოსხივებული ენერჯის ნაწილი გადის საპლანეტათა-შორისო სივრცეში, ხოლო ნაწილი ატმოსფეროს მიერ შთანთქმება. შთანთქმის პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასულებს წყლის ორთქლი, მტვრის ნაწილაკები, ოზონი და სხვადასხვა აირები. ეს პროცესი ხელს უწყობს ატმოსფეროს გათბობას და თავის მხრივ გრძელტალღოვან გამოსხივებას. ამრიგად, ატმოსფეროში წარმოიქმნება გრძელტალღოვანი რადიაციის ორი ნაკადი: ერთი ნაკადი მიმართულია ზემოთ და წარმოადგენს ქვეფენილი ზედაპირის გამოსხივებას, ხოლო მეორე ნაკადი მიმართულია ქვემოთ და წარმოადგენს ატმოსფეროს გამოსხივებას. სწორედ მათ სხვაობას უწოდებენ ქვეფენილი ზედაპირის ეფექტურ გამოსხივებას.

ეფექტური გამოსხივების დღე-ღამური სვლა ხასიათდება მაქსიმუმით 12-14 სთ-ზე და მინიმუმით მზის ჩასვლის წინ. ზღვის კლიმატის ტერიტორიებზე ეფექტური გამოსხივების წლიური სვლა სუსტად გამოიხატება, იმ ტერიტორიებთან შედარებით, რომლებიც კონტინენტის სიღრმეში მდებარეობენ.

3.6 რადიაციული ბალანსი და მზის რადიაციის გაზომვის მეთოდები

მზის რადიაცია, რომელიც აღწევს დედამიწის ზედაპირს, ნაწილობრივ აირეკლება, ხოლო ნაწილობრივ შთანთქმება ნიადაგისა და მცენარეების მიერ. ნიადაგი არა მარტო შთანთქავს რადიაციას, არამედ თავადაც გამოასხივებს გრძელტალღოვან რადიაციას მიმდებარე ატმოსფეროში. ატმოსფერო, შთანთქავს რა მზის მოკლეტალღოვან რადიაციას და ნიადაგიდან გამოსხივებულ გრძელტალღოვანი რადიაციის დიდ ნაწილს, თვითონაც გამოასხივებს გრძელტალღოვან რადიაციას. ატმოსფეროს გამოსხივების დიდი ნაწილი მიმართულია დედამიწის ზედაპირისაკენ და მას ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება ეწოდება.

მოქმედი ზედაპირის მიერ შთანთქმული მოკლეტალღოვანი რადიაციისა და მის მიერ გაცემული გრძელტალღოვანი რა-

დიაციებს შორის სხვაობას რადიაციული ბალანსი ეწოდება. იგი შედგება მოკლელტალლოვანი და გრძელტალლოვანი რადიაციისაგან, სადაც გაერთიანებულია რადიაციული ბალანსის შემადგენელი კომპონენტები: პირდაპირი, გაბნეული და არეკვლილი რადიაცია (მოკლელტალლოვანი), დედამიწის ზედაპირის გამოსხივება და ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება.

მზის ენერგიის აგრომეტეოროლოგიური შეფასება მოითხოვს ყველა სახის რადიაციის დიფერენციალურ დახასიათებას, განსაკუთრებით რადიაციული ბალანსის, რომელიც განსაზღვრავს ბიოლოგიური პროცესების სითბოთი და სინათლით უზრუნველყოფის პირობებს. რადიაციული ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = S' + D - R_s - E_g - E_s$$

სადაც B - რადიაციული ბალანსია; S' - პირდაპირი რადიაცია, მოსული ჰორიზონტალურ ზედაპირზე; D - გაბნეული რადიაცია; R_s - არეკვლილი რადიაცია; E_g - დედამიწის (ნიადაგის) ზედაპირის გამოსხივება; E_s - ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება.

დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბალანსის დადებითი ნაწილია, შემოსული: პირდაპირი (S'), გაბნეული (D), ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება (E_s), ხოლო უარყოფითი ნაწილია, გასული: არეკვლილი რადიაცია (R_s) და დედამიწის ზედაპირის ეფექტური გამოსხივება ($E_{გვ}$).

რადიაციული ბალანსის განტოლება შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახითაც:

$$B = Q - R_s - E_{გვ}$$

სადაც Q - არის მთლიანი ანუ ჯამური რადიაცია; $E_{გვ}$ - ეფექტური გამოსხივება. თუ შემოსული რადიაცია მეტია გასულზე, რადიაციული ბალანსი დადებითია და დედამიწის მოქმედი ფენა თბება. უარყოფითი რადიაციის დროს ეს ფენა ცივდება. რადიაციული ბალანსი დღისით დადებითია, ხოლო ღამით უარყოფითი.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რადიაციული ბალანსის შესწავლა შესაძლებლობას იძლევა გამოთვლილი იქ-

ნას, იმ რადიაციის რაოდენობა, რომელიც შთაინთქმება მცენარეების და ნიადაგის მიერ.

მზის რადიაციის სხვადასხვა მახასიათებლების გაზომვისათვის გამოიყენება აბსოლუტური და შეფარდებითი მეთოდები, რის შესაბამისადაც შექმნილია აქტინომეტრული ხელსაწყოები. აბსოლუტური ხელსაწყოები გამოიყენება შეფარდებითი ხელსაწყოების შესამონმებლად. შედარებითი ხელსაწყოები გამოიყენება მეტეოსადგურებზე რეგულარული დაკვირვებების დროს, აგრეთვე ექსპედიციებსა და სავლელ პირობებში (სურ. 3.6.1).



აქტინომეტრი



ალბედომეტრი



პირანომეტრი



მზის რადიაციის საზომი



ჰელიოგრაფი



ლუქსმეტრი

სურ. 3.6.1 მზის რადიაციის მახასიათებლების საზომი ხელსაწყოები

ყველაზე ფართოდ გამოიყენება თერმოელექტრული ხელსაწყოები - აქტინომეტრი (მზის პირდაპირი რადიაციის გაზომვისათვის), პირანომეტრი (გაბნეული და ჯამური რადიაციის გაზომვისათვის) და ალბედომეტრი (საველე პირობებში ჯამური და არეკვლილი რადიაციის გაზომვისათვის). უნივერსალური ჰელიოგრაფი გამოიყენება მზის ნათების ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის. თერმოელექტრული ბალანსზომი გამოიყენება ზედაპირის რადიაციული ბალანსის გაზომვისათვის. ლუქსმეტრი გამოიყენება განათების გაზომვისათვის.

3.7 მზის ენერჯიის მნიშვნელობა ბიოსფეროსათვის და მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში

მზის სხივადი ენერჯია (მზის რადიაცია) წარმოადგენს მთელი რიგი პროცესების წყაროს, რომლებიც მიმდინარეობს ბუნებაში. მათ რიცხვს უპირველეს ყოვლისა მიეკუთვნება მცენარის, ცხოველთა სამყაროს და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობა. იგი, აგრეთვე წარმოადგენს დედამიწაზე კლიმატის ფორმირების ერთერთ ძირითად ფაქტორს. მზის რადიაცია

არათანაბრად ათბობს ხმელეთსა და ოკეანეს, იწვევს სხვადასხვა თვისების ჰაერის მასების ჰორიზონტალურ შერევას, აღმავალი დენების წარმოშობასა და სხვა. მზის ენერგიის უშუალო მოქმედებით წყლის აუზებიდან, ნიადაგიდან, მცენარეებიდან ორთქლდება წყლის უდიდესი რაოდენობა, რომლებიც ქარის დახმარებით გადაიტანება კონტინენტებზე და წარმოადგენენ ნალექების მოსვლის წყაროს. ეს უკანასკნელი კი ზრდის მდინარეების წყლის მარაგს, მის ჩამონადენს, რომლის ნაწილი მიწვევებისა და ბალების მორწყვას ხმარდება.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების პროცესი მიმდინარეობს მზის სხივური ენერგიის შთანთქმისა და გარდაქმნის საშუალებით. ამიტომ, სოფლის მეურნეობის წარმოება შესაძლებელია მხოლოდ ნიადაგის ზედაპირზე მოსული მზის ენერგიის განსაზღვრული რაოდენობით. მნიშვნელოვანია მცენარის მწვანე მასის როლი ფოტოსინთეზის პროცესში. ამ პროცესის მსვლელობის დროს, მცენარე მზის ენერგიის დახმარებით, ნახშირორჟანგის გაზიდან, წყლისგან და ნიადაგის მინერალური ნივთიერებებიდან ახდენს ორგანული ნივთიერებების სინთეზს და ატმოსფეროში გამოყოფს ჟანგბადს.

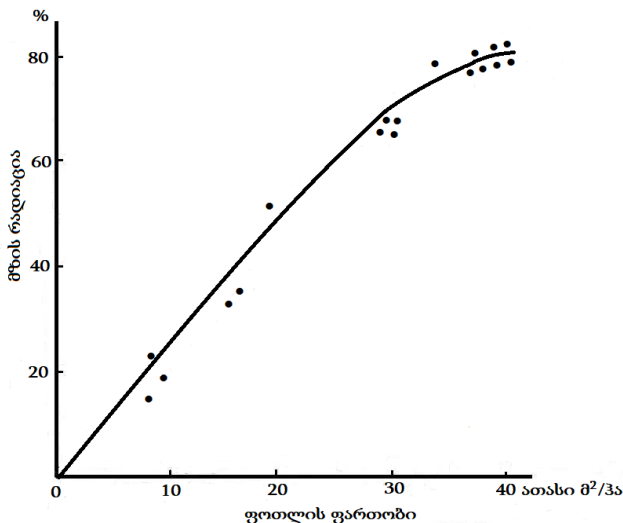
მცენარეების მიერ წლების განმავლობაში დაგროვებული ორგანული ნივთიერება, წარმოადგენს ყველა ცოცხალი ორგანიზმების კვების საფუძველს და ენერგიის მნიშვნელოვან წყაროს კაცობრიობისათვის (ქვანახშირი, ნავთობი, ტორფი და სხვა).

მზის ენერგია წარმოადგენს ძირითად პირობას ბიოსფეროს არსებობისა და კლიმატური პირობების ჩამოყალიბებისათვის. მზის ენერგიის ხარჯზე ატმოსფეროში მიმდინარე ჰაერის მასების განუწყვეტელი გადაადგილება, უზრუნველყოფს ატმოსფეროს ძირითადი შემადგენლობის მუდმივობას.

მზის სხივი შეუცვლელი ფაქტორია ცხოველთა და მცენარის ცხოვრებაში. ცოცხალი ორგანიზმები მკვეთრად რეაგირებენ განათებისა და მისი სპექტრული შემადგენლობის შეცვლის შემთხვევაში. არასაკმარისი განათებულობა განაპირობებს მცენარის უჯრედების სუსტ დიფერენციაციას. მზის რადიაცი-

ის სხვადასხვა ინტენსივობასთან დაკავშირებით მცენარეულობის ყველა ფორმები იყოფა სინათლის მოყვარულ და ჩრდილისამტან მცენარეების ჯგუფებად. მზის რადიაცია მოქმედებს, აგრეთვე მცენარის ქიმიურ შემადგენლობაზე. მაგალითად, ყურძნის და ქარხლის შაქრიანობა, ცილის შემცველობა მარცვალში დიდად არის დამოკიდებული მზიანი დღეების რაოდენობაზე. ვაშლის შაქრიანობა, ზეთის რაოდენობის შემცველობა მზესუმზირაში დაკავშირებულია მზის რადიაციის ინტენსიობაზე და სხვა. მზის რადიაციის შესუსტებით გაძნელებულია ბოსტნეული კულტურების მიერ ფოსფორისა და კალიუმის შეთვისება. მაქსიმალურად უნდა იყოს გამოყენებული სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობები, სადაც ყველაზე დიდია მზის რადიაციის გამოყენების კოეფიციენტი, განსაკუთრებით მთაგორიან ადგილებში.

განათების უკეთ გამოყენებისათვის მეხილეობაში გამოიყენება პალმეტური ჯიშები, რომელთა ვარჯი განაპირობებს რადიაციული რეჟიმის ოპტიმალურ გამოყენებას, რაც ხელს უწყობს მოსავლის გადიდებას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მზის რადიაციის განაწილება და მცენარეების მიერ მისი შთანთქმა. ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის გატარებისა და შთანთქმის ძირითად განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს, როგორც ნათესების, ისე მრავალწლიური ნარგავების, ზედაპირული ფოთლების ფართობის დამოკიდებულება მინდვრის ფართობზე. ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) შთანთქმა იზრდება ფოთლის ფართობის გადიდებასთან ერთად. ოპტიმალური შთანთქმა წარმოებს მაშინ, როცა ფოთლების ფართობი შეეფარდება 40 000 მ². აღნიშნული რიცხვის გაზრდის შემთხვევაში აქტიური რადიაციის შთანთქმა აღარ იმატებს (ნახაზი 3.7.1).



ნახაზი 3.7.1 მცენარეთა მიერ მზის რადიაციის (%) შთანთქმა ფოთლის ფართობთან მიმართებაში (ათასი მ²/ჰა)

ფარ-ის მცენარეში გატარება დამოკიდებულია მზის დგომის სიმალლეზე, და ფოთლის ორიენტაციაზე. მზის მაღალ სიმალლეზე დგომის დროს (>35°) პირდაპირი რადიაცია ძლიერად იჭრება როგორც ნათესებში, ისე ნარგაობაში, თუ ფოთლები ვერტიკალურადაა ორიენტირებული სხივებისადმი. მზის დაბალი მდგომარეობისას რადიაციის გატარება ინტენსიურია მაშინ, როდესაც ფოთლების მდებარეობა ჰორიზონტალურს უახლოვდება.

ერთწლიანი მცენარეების ნათესი, მრავალწლიან ნარგაობასთან შედარებით, წარმოადგენს რთულ ოპტიკურ სისტემას, რომელიც მზის რადიაციის ნაკადის თავისებურ გადანაწილებას ახდენს. შედარებით მაღალ და მჭიდრო ნათესებში (სიმინდი, შაქრის ლერწამი და სხვა) აირეკლება რადიაციის 20-25%, ხოლო რადიაციის დანარჩენი ან შთაინთქმება ზედაპირის ზედა იარუსის ფოთლებით, ან ფოთლები ქვევით გაატარებს, ისე როგორც ფილტრში. არახშირ ნათესებში პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია გაივლის ქვედა იარუსის ფოთლებამდე და შეიძლება ნიადაგის ზედაპირამდეც კი ჩააღწიოს. სიმინდის შემჭიდროვებულ ნათესებში ქვედა იარუსის ფოთლებზე მოდის

10-20-ჯერ ნაკლები რადიაცია, ვიდრე ზედა იარუსის ფოთლებზე. ამასთანავე, იცვლება რადიაციის სპექტრული შემადგენლობაც.

სათბურის რადიაციული რეჟიმი მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ღია გრუნტის პირობებისაგან. სათბურების უმრავლესობა მუშაობს მზის სითბურ ეფექტზე, სადაც ძირითადად მოყავთ ბოსტნეული კულტურები. სათბურის მინის სახურავი მზის რადიაციას ნაწილობრივ აირეკლავს და აკავებს დაახლოებით 30%. რადიაციის დაახლოებით 30% ის ნაწილია, რომელიც ხვდება სათბურში და ხმარდება ნიადაგისა და ჰაერის გათბობას. რადიაციის მხოლოდ 40% მონაწილეობს მცენარის მარეგულირებელ პროცესებში.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას გულისხმობს კონდუქციის, კონვექციის და რადიაციის პროცესები?
2. როგორია გამოსხივებული ენერჯის ინტენსივობის დამოკიდებულება მისი ვარდნის კუთხეზე?
3. რას ეწოდება პერიჰელიონი და აფელიონი?
4. როგორია ნელინადის დროებზე დედამიწის ლერძის დახრის გავლენა ჰიპოტეტურად?
5. როგორია მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა?
6. რას ეწოდება ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია (ფარ) და როგორია მზის სპექტრული გავლენა მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე?
7. რა არის პირდაპირი, გაბნეული, მთლიანი, არეკლილი რადიაცია და ალბედო?
8. რას ნიშნავს ეფექტური გამოსხივება?
9. როგორ განისაზღვრება რადიაციული ბალანსი?
10. რომელი ხელსაწყოებით იზომება მზის რადიაციის სხვადასხვა მაჩვენებლები?
11. როგორი დამოკიდებულებაა ფოთლის ფართობსა და ფოტოსინთეზურ რადიაციას შორის?
12. როგორ მოქმედებს განათება და დღის ხანგრძლივობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე?

თავი IV

ნიადაგის ბიოქარაბურული რეჟიმი

4.1 ნიადაგის გათბობა და გაცხეება

ნიადაგი წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითად და შეუცვლელ საშუალებას. ნიადაგის წარმოქმნის პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები, ძირითადად ტემპერატურა და ნალექები. მცენარეების ზრდა-განვითარებისა და მათი პროდუქტიულობისათვის ერთერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს წარმოადგენს ნიადაგის ტემპერატურა, რომელიც დამოკიდებულია მზის რადიაციაზე. მზის სხივებს, რომელსაც იღებს დედამიწა, პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის სახით ათბობს მას. გამთბარი დედამიწა ნაწილობრივ უბრუნებს ატმოსფეროს გრძელტალღოვანი სხივების სახით და თბება ჰაერი, ე.ი. დედამიწასა და ატმოსფეროს შორის ხდება სითბოს გაცვლა და ნაწილობრივ იკარგება საპლანეტათაშორისო სივრცეში.

ნიადაგის მიერ მზის ენერჯიის შთანთქმა დამოკიდებულია ადგილის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე, მცენარეულ საფარზე და სხვა. სამხრეთ ფერდობის ნიადაგები მზის სითბოს მეტად შთანთქავენ, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობების. ზაფხულის ცხელ პერიოდში მცენარეული საფარი აფერხებს მზის სითბოს შთანთქმას, რის შედეგად მის ქვემოთ ნიადაგი ნაკლებად თბება, მცენარეებით დაუფარავ ნიადაგებთან შედარებით.

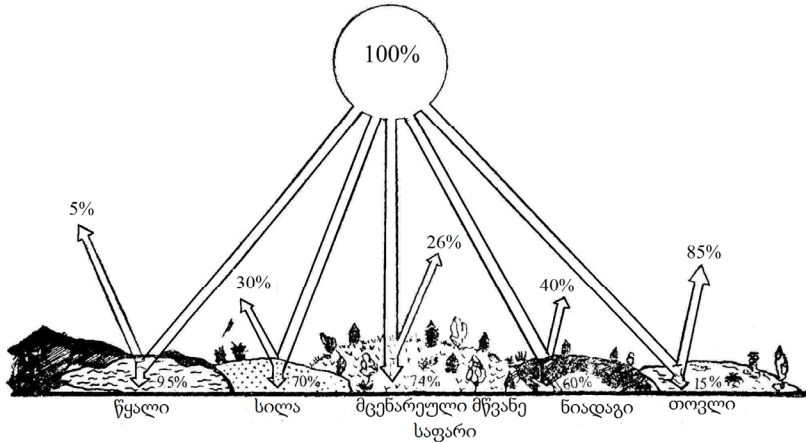
ნიადაგის მიერ სითბოს გაცემა ატმოსფეროში უმთავრესად დამოკიდებულია ნიადაგის ტენიანობაზე. ნიადაგი, რაც უფრო მეტ წყალს შეიცავს, მით მეტ სითბოს კარგავს და პირიქით. მშრალი ნიადაგი, თანაბარ პირობებში ნაკლებად ასხივებს სითბოს. ნიადაგი, რომელსაც უნარი აქვს დაიკავოს ჭარბი წყალი, როგორც არის თიხნარი ნიადაგები, ყოველთვის იქნება უფრო ცივი სხვა ნიადაგებთან შედარებით. თიხნარი ნიადაგები მცენარეული საფარის ქვეშ ნელა თბება, ვიდრე მოშიშვლებული ნიადაგები. 20 სმ სიღრმეზე აღნიშნული ნიადაგები მცე-

ნარეული საფარის ქვეშ ზაფხულის განმავლობაში 1-2°C-ით ცივია, ვიდრე ჰაერი. მსუბუქი ქვიშნარი ნიადაგების ტემპერატურა უახლოვდება ჰაერის ტემპერატურას, ხშირ შემთხვევაში ივლის-აგვისტოს თვეებში 1-1.5°C-ით ჭარბობს კიდეც მას. სითბოს გამოსხივებაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში ნემომპალის არსებობა. ასეთი ნიადაგები მდიდარია ჰუმუსით, ე.ი. სტრუქტურულია და აქვთ სითბოს შენარჩუნების მეტი უნარი, ვიდრე ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებს.

მზის სხივების შთანთქმის უნარი დამოკიდებულია, აგრეთვე ნიადაგის ფერზე. ყველაზე მეტად ეს უნარი გააჩნია მუქი ფერის ნიადაგებს, ვიდრე ღია ფერისას, რადგან ღია ფერის ნიადაგები მეტად აირეკლავენ მზის სხივებს, ვიდრე მუქი ფერის. ძლიერად თბება მზის სხივებით ქვიშნარი ნიადაგები, ბევრად სუსტად ტყით და ბუჩქებით დაფარული ნიადაგები. ფერის გავლენა ნიადაგის გათბობაზე განსაკუთრებით ვლინდება მზიან ამინდში. მოღრუბლულ ამინდში, მხოლოდ გაბნეული რადიაციის დროს ნიადაგის ფერს ნაკლები გავლენა აქვს.

ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურული რეჟიმი ძირითადად განპირობებულია რადიაციული ბალანსით, ე.ი. დამოკიდებულია შემოსულ რადიაციაზე, ალბედოს სიდიდეზე და ეფექტურ გამოსხივებაზე. დადებითი რადიაციული ბალანსის დროს ნიადაგის ზედა ფენა თბება. ამ დროს სითბოს ნაწილი შთანთქმება ნიადაგის ფენის მიერ და გადაეცემა მის სიღრმეს, ნაწილი კი აირეკვლება ატმოსფეროში. ნიადაგში ტემპერატურის, ასეთ განაწილებას ინსოლაციას უწოდებენ.

გარკვეულ წარმოდგენას იძლევა წყლის, ნიადაგის, ქვიშის, მცენარეული საფარის და თოვლის საბურველის მიერ შთანთქმული და არეკვლილი მზის სხივადი ენერჯიის განაწილება (ნახაზი 4.1.1).



ნახაზი 4.1.1 სხვადასხვა ზედაპირის შთანთქმის და არეკვლის უნარი

სხვადასხვა ზედაპირს განსხვავებული შთანთქმისა და არეკვლის უნარი გააჩნიათ. თუ ნიადაგი შთანთქავს მზის ენერჯიის დაახლოებით 60%, ხოლო ატმოსფეროს უბრუნებს 40% რადიაციული ბალანსი დადებითია. უარყოფითი რადიაციული ბალანსის შემთხვევაში, ნიადაგის ზედა ფენა ცივდება და სითბო ნიადაგის სიღრმიდან ამოდის მის ზედაპირზე, რაც იწვევს ნიადაგის სიღრმის გაცივებას. ნიადაგში ტემპერატურის ასეთ განაწილებას გამოსხივებას უწოდებენ.

ნიადაგის გათბობისა და გაცივების პროცესებისათვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აორთქლებას და წყლის ორთქლის კონდენსაციას მის ზედაპირზე. კონდენსაციის დროს გამოიყოფა სითბო, რის შედეგადაც თბება ნიადაგი, ხოლო აორთქლებაზე იხარჯება სითბო, ამიტომ ასეთ პირობებში მიმდინარეობს ნიადაგის გაცივება.

ნიადაგის თბოტევადობა. სითბოს საზომი ერთეული კაგ-შირშია ტემპერატურასთან. მეტეოროლოგიაში მის ძირითად ერთეულს წარმოადგენს გრამ-კალორია, ანუ სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 გრ. წყლის გასათბობათ 1°C-ით.

არჩევენ ნიადაგის მოცულობით და წონით თბოტევადობას. მოცულობით თბოტევადობას უწოდებენ სითბოს იმ რაოდენო-

ბას (კალორიებში), რომელიც საჭიროა 1მ^3 ნიადაგის გასათბობად 1°C -ით, ხოლო წონითი თბოტევადობას უწოდებენ სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1გრ . ნიადაგის გათბობისათვის 1°C -ით. ნიადაგის თბოტევადობა იმდენად არის დამოკიდებული მასში არსებულ მინერალებზე, რამდენადაც ნიადაგის ფორებში წყლისა და ჰაერის შემცველობაზე, ე.ი. ნიადაგის თბოტევადობა მით მეტია, რაც უფრო სავსეა ფორები წყლით. ასეთი ნიადაგები სითბოს მეტად ინარჩუნებენ და ზამთრობით მათი ზედაპირი ნაკლებად იყინება.

ცნობილია, რომ ქვიშნარი ნიადაგები თბილია თიხნარებზე, რადგან მათ გათბობაზე საჭიროა ნაკლები სითბო, ხოლო ცუდი აორთქლების უნარის გამო ისინი ნაკლებადაც ცივდებიან. გაზაფხულზე, მიზანშეწონილია ასეთი ნიადაგების 2-3 კვირით ადრე დამუშავება, თიხნარ ნიადაგებთან შედარებით. მძიმე უსტრუქტურო ნიადაგებზე საჭიროა განსაკუთრებული აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება - ნიადაგის მოხვნა, მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა და სხვა, რაც ხელს შეუწყობს კარგ წყალგამტარიანობას და ნიადაგიდან აორთქლების შემცირებას.

ნიადაგის თბოგამტარობა. ნიადაგის უნარს გაატაროს სითბო, გამთბარი ფენიდან უფრო ცივისაკენ უწოდებენ თბოგამტარობას. თბოგამტარობის საზომს თბოგამტარობის კოეფიციენტი წარმოადგენს. იგი რიცხობრივად უდრის სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც გადის 1მ^2 -ში ტემპერატურის 1°C -ით სხვაობისას 1სმ^3 სისქის ნიადაგის ფენის საზღვრებში. ნიადაგის თბოგამტარობა დამოკიდებულია მის მინერალურ შედგენილობაზე, ტენიანობასა და ნიადაგის ფორებში ჰაერის შემცველობაზე.

მცენარეებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის თბოგამტარობას, რადგან ნიადაგის ზედაპირმა შეიძლება მიიღოს დიდი რაოდენობით სითბო, მაგრამ იგი ვერ გაატაროს მის ქვედა ფენებში. ამ დროს იქმნება ნიადაგის ზედა და ქვედა ფენებს შორის ტემპერატურის დიდი მერყეობა, რაც არანორმალურ პირობებს უქმნის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებას.

ცნობილია, ნიადაგის გარეგანი და შინაგანი თბოგამტარობა. გარეგანი თბოგამტარობის დროს ნიადაგის მიერ სითბოს გადაცემა მიმდინარეობს გარემოსათვის, ხოლო შინაგანი სითბოს გადაცემა წარმოებს ნიადაგის შიგნით. შინაგანი სითბოს გადაცემის პროცესი მეტად მნიშვნელოვანია, მისი სიდიდის განსაზღვრის დროს იგულისხმება სითბოს მცირე რაოდენობა კალორიებში, ნიადაგის ყოველ ერთ კვადრატულ სანტიმეტრში ერთ სანტიმეტრ სიღრმეზე, თუ ორივე მოსაზღვრე შრის ტემპერატურა განსხვავდება ერთმანეთისაგან 1°C -ით. ამ პროცესს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებისათვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის შემთხვევაში თბოგამტარობა მეტი იქნება, ეს კი მცენარეების ფესვთა სისტემას უზრუნველყოფს სითბოთი, ხოლო ნაკლები ტენიანობისას პირიქით. ამიტომ ყურადღება უნდა გამახვილდეს ნიადაგის ტემპერატურის რეჟიმის შესწავლაზე, რათა დადგინდეს, აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების ოპტიმალური პირობები.

ნიადაგის სიღრმეში სითბოს ნაკადი განისაზღვრება ორი ფაქტორით: ტემპერატურის გრადიენტით და ნიადაგის თბოგამტარობით. რაც უფრო დიდია ნიადაგის ზედაპირის და მისი სიღრმის ტემპერატურათა შორის სხვაობა, ე.ი. გრადიენტი, მით უფრო მეტი სითბოს მიიღებს ნიადაგი და პირიქით.

ნიადაგის სიღრმეში სითბოს გადაცემის განსაზღვრისათვის იყენებენ ფორმულას:

$$T = \lambda \frac{t_2 - t_1}{Z_2 - Z_1} \cdot \tau \text{ კალ./სმ}^2$$

სადაც T - არის სითბოს დინება კალ/სმ² წამში, λ - თბოგამტარობის კოეფიციენტი, $\frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1}$ ტემპერატურის ვერტიკალური

გრადიენტი, ე.ი. სხვაობა ტემპერატურის $t_2 - t_1$ ორ სიღრმეში ($z_2 - z_1$), საშუალოდ დროის ზოგიერთი შუალედისათვის, τ - პერიოდი.

ფორმულიდან ჩანს, რომ ნიადაგში სითბოს გადატანა მიმდინარეობს ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტით. ხო-

ლო, მის სიღრმეში თბოგამტარობით სითბოს გადაცემა წარმოებს არა მარტო ნიადაგის ნაწილაკების მიერ, არამედ ნიადაგის ფორებში მოთავსებული ჰაერისა და წყლის მოქმედებით, ე.ი. ამ შემთხვევაში იცვლება ნიადაგის თბოგამტარობა.

წლის თბილ პერიოდში - ზაფხულში, ნიადაგის სიღრმეში სითბო გავრცელებას იწყებს დილიდან და მაქსიმუმს აღწევს შუადღის საათებში, ხოლო შემდეგ ნიადაგიდან იწყება დაგროვილი სითბოს ხარჯვა დილამდე, მზის ამოსვლამდე. ნიადაგის ზედაპირისა და მისი სიღრმის ტემპერატურის სვლა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მის საფარზე, რომელსაც ზაფხულში წარმოადგენს მცენარეულობა, ხოლო ზამთარში - თოვლი. ცნობილია, რომ ნიადაგის ყოველგვარ საფარს შეუძლია შეამციროს ტემპერატურის ამპლიტუდა (ცხრილი 4.1.1).

ცხრილი 4.1.1 მოშიშვლებული და დამულჩული ნიადაგების ტემპერატურები (ანასეული, ოზურგეთი)

ნიადაგის სიღრმე (სმ)	21 ივნისი			
	ნიადაგის ტემპერატურა, 9 სთ		ნიადაგის ტემპერატურა, 16 სთ	
	მოშიშვლებული	დამულჩული	მოშიშვლებული	დამულჩული
5	22.3	21.0	32.3	24.2
10	22.6	20.7	27.2	23.1
15	22.0	20.7	23.5	21.9
20	22.2	20.2	23.3	20.0
ნიადაგის სიღრმე (სმ)	22 ივნისი			
5	24.0	21.9	31.0	24.5
10	23.5	21.4	27.6	23.6
15	22.5	21.3	24.2	22.6
20	22.7	20.7	24.0	21.3

ცხრილში მოტანილი დაკვირვებათა მასალებიდან ჩანს, რომ მზიან ამინდში მოშიშვლებულ ნიადაგში, დამულჩულ ნიადაგთან შედარებით ტემპერატურა ყოველთვის მაღალია (მულ-

ჩად გამოყენებულია ხმელი ბალახი), განსაკუთრებით მაქსიმუმს აღწევს 16 საათისათვის, ხოლო დილით მინიმუმია.

ნიადაგის ზედაპირი შთანთქმული მზის სხივებით თბება და ამ სითბოს გადასცემს მის ღრმა ფენებს. ეს უკანასკნელი სითბოს ინარჩუნებს გარკვეულ მომენტამდე, შემდეგ თანდათან ცივდება იმ დრომდე, სანამ მორიგი მზის სხივებს არ შთანთქავს ნიადაგის ზედაპირი. ცხრილში 4.1.1 მოყვანილი მონაცემების მიხედვით, დილით ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს ტემპერატურა უფრო ცივია, ვიდრე მის სიღრმეში, ხოლო ნაშუადღევს იგი პირიქითაა.

სითბოს უფრო სწრაფად მიღება და გაცივება წარმოებს მოშიშვლებულ ნიადაგებზე, ვიდრე დამულჩულზე. ასეთი პროცესი დამულჩულ ნიადაგებზე შედარებით თანმიმდევრულად წარმოებს. ნიადაგის სიღრმეების თანდათანობით გათბობას და გაცივებას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თესვისა და ზრდა-განვითარებისათვის.

4.2 რელიეფის, მცენარეული და თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის სითბურ რეჟიმზე

ნიადაგის გათბობა და გაცივება დამოკიდებულია რელიეფის ფორმაზე, თუ როგორია რელიეფის ექსპოზიცია, დაქანება და სხვა. სამხრეთ ფერდობები 3-4°C-ით უფრო თბილია, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობები. მათ შორის შუალედური ადგილი უკავია დასავლეთ და აღმოსავლეთ ფერდობებს. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაადგილების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას ფერდობების ექსპოზიცია. სამხრეთ ფერდობებზე უნდა გაშენდეს შედარებით სითბოს მოყვარული კულტურები.

მცენარეების საფარი იჭერს დედამიწის ზედაპირზე შემოსული მზის პირდაპირ სხივებს და ამით ცვლის ნიადაგის სითბურ რეჟიმს. გაბნეული რადიაცია იჭრება სხვადასხვა მიმართულებიდან, ღრმად აღწევს მცენარეებში და უფრო მეტი რაოდენობით - დედამიწის ზედაპირზე.

მზის ენერჯიის შემოსვლის შედეგად სითბო, ნიადაგის ზედაპირზე, რომელიც მცენარეებით არის დაჩრდილული შეადგენს 20-30%-ით ნაკლებს, ვიდრე მცენარეებისაგან დაუჩრდილავი ნიადაგის ზედაპირზე. ნიადაგის საშუალო წლიური ტემპერატურა ტყეში 2°C-ით დაბალია, ვიდრე ველზე, ხოლო ზაფხულში ნიადაგი ტყეში 20 სმ სიღრმეზე შეიძლება 6°C-მდე ცივი აღმოჩნდეს, ვიდრე ტყით დაუფარავი ადგილი.

ზამთრის პერიოდში თოვლის საფარი წარმოადგენს ნიადაგში წყლის დაგროვების ერთერთ მთავარ წყაროს. იგი ნიადაგს უნარჩუნებს სითბოს და იცავს გაყინვისაგან მის ღრმა ფენას, აგრეთვე მცენარეებს. გავლენას ახდენს კლიმატზე, ინარჩუნებს სითბოს ბალანს და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგისა და ჰაერის ტენიანობის რეჟიმზე. იგი გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურის მერყეობის მარეგულირებელ ფაქტორს წარმოადგენს. უთოვლო ზამთარი გვევლინება ანომალურად თბილ ზამთრად და პირიქით. თოვლის საფარის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ზვავები.

ახალმოსული თოვლის სიმკვრივე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე თოვის დროს. რაც უფრო მაღალია ჰაერის ტემპერატურა, მით მეტია თოვლის სიმკვრივე. ცხრილში 4.2.1 მოცემულია ახალმოსული თოვლის სიმკვრივის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე.

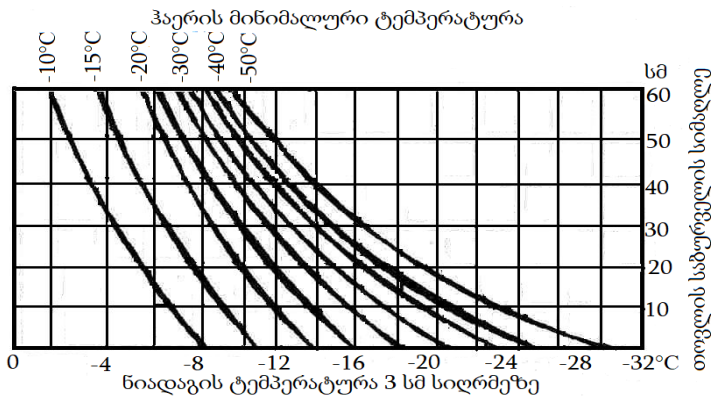
ცხრილი 4.2.1 ახალმოსული თოვლის სიმკვრივის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე

ჰაერის ტემპერატურა	თოვლის სიმკვრივე გრ/სმ ²	
	საშუალო	მინიმალური
-10°C-ზე დაბალი	0.07	0.01
-10°C -5°C	0.09	0.02
-5°C 0°C	0.11	0.04
0°C 2°C	0.18	0.07
2°C-ზე მეტი	0.20	0.16

ცხრილიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის მატებასთან ერთად თოვლის სიმკვრივე მატულობს. ბ.ვეინბეგის მიხედვით, თოვლის საფარის სიმკვრივე მატულობს საშუალოდ 10%-ით თვის განმავლობაში.

თოვლის საფარი განსაკუთრებულ როლს ასრულებს მკაცრი ზამთრის პირობებში. იგი ყინვებისაგან იცავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. 0°C-ის ზევით ჰაერის ტემპერატურის სწრაფად მატების შემთხვევაში, ნიადაგი, რომელზედაც თოვლის საფარი არ არის, სწრაფად თბება, ვიდრე თოვლიანი ნიადაგი. ზომიერი თოვლის საფარველის ქვეშ ნიადაგის ტემპერატურა თითქმის მუდმივია, ამიტომ ასეთ პირობებში მცენარეს იშვიათად დააზიანებს მკაცრი ზამთარი. მაშასადამე, თოვლის საფარს შეუძლია დაიცვას მცენარე, როგორც ყინვებისაგან, ისე ტემპერატურის მკვეთრი მერყეობისაგან.

ა. შულგინის მიერ ჩატარებული დაკვირვებათა მასალების საფუძველზე შედგენილია ნომოგრამა (ნახაზი 4.2.1), რომლის მიხედვით, შესაძლებელია განისაზღვროს 3 სმ სიღრმეზე თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე.



ნახაზი 4.2.1 თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე (3 სმ სიღრმეზე)

მოცემულ ნახაზზე, მარჯვენა ვერტიკალზე აღნიშნულია თოვლის საფარი (სმ), ზემო ჰორიზონტალზე მრუდეების ხაზის

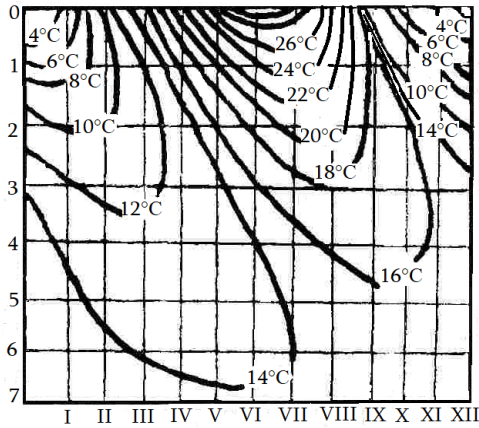
ბოლოებთან ჰაერის მინიმალური ტემპერატურები, ხოლო ქვე-
მოთ განლაგებული მრუდეების ბოლოები ქვედა ჰორიზონტზე
უჩვენებენ ნიადაგის მინიმალურ ტემპერატურას 3 სმ სიღრმე-
ში. ნახაზის მიხედვით, რაც უფრო დაბალია ჰაერის ტემპერა-
ტურა, მით უფრო მარჯვნივ მიდის მრუდი, ე.ი. მით უფრო და-
ბალია თოვლის საფარის დაცვითი მოქმედება.

დაუშვათ, რომ მოცემულ ნახაზზე ჰაერის ტემპერატურა
უდრის -15°C , თოვლის საფარველი - 30 სმ, მათი გადაკვეთის
ხაზზე გავიგებთ ნიადაგის მინიმალურ ტემპერატურას 3 სმ
სიღრმეზე -7°C , ე.ი. სხვაობა ჰაერის ტემპერატურას (-15°C) და
ნიადაგის 3 სმ სიღრმეს (-7°C) შორის შეადგენს -8°C .

აღნიშნული ნომოგრამის პრაქტიკული დანიშნულებაა გან-
ვსაზღვროთ ამა თუ იმ მცენარის დაზიანების ხარისხი, თუ ვი-
ცით მისი კრიტიკული დაზიანების მაჩვენებლები, როდესაც
ზამთარში გვეცოდინება ჰაერის ტემპერატურა და თოვლის სა-
ფარის სიმაღლე.

4.3 ნიადაგის თერმოიზოპლეტები

ნიადაგის ტემპერატურაზე ხანგრძლივი დაკვირვებების
საფუძველზე, შეიძლება შევადგინოთ ნიადაგის სიღრმეში ტემ-
პერატურის განაწილების გრაფიკი (ნახაზი 4.3.1), რომელზე-
დაც საშუალო თვის ნიადაგის ტემპერატურა დაიტანება სხვა-
დასხვა სიღრმეებზე. ერთნაირი ტემპერატურების წერტილები
შეერთდება თანაბარი ხაზებით, რასაც თერმოიზოპლეტებს
უნოდებენ.



ნახაზი 4.3.1 ნიადაგის თერმოიზოპლეტები (თბილისის მიხედვით)

თერმოიზოპლეტები ნათელ წარმოდგენას იძლევიან, ნიადაგის აქტიური ფენის ტემპერატურის შესახებ ნებისმიერ სიღრმეზე, ყოველ თვეში, რასაც პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით. კერძოდ, კრიტიკული ტემპერატურის ნიადაგის სიღრმეში შეღწევის განსაზღვრისათვის, რომელსაც შეუძლია დააზიანოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფესვთა სისტემა.

აღნიშნული გრაფიკი გამოიყენება მრეწველობასა და საგზაო მშენებლობაში, სამელიორაციო საქმიანობაში და სხვა. მაგალითად, ნიადაგში წყალსადენი მილების გამოსაყენებლად საჭიროა ზამთრის პერიოდში მოცემული ადგილის ნიადაგის გაყინვის სიღრმის ცოდნა.

გრაფიკზე ნიადაგის ტემპერატურის განსაზღვრის ნესი. ნებისმიერი ჰორიზონტალური ხაზებიდან, სადაც სიღრმეებია ნაჩვენები, შეგვიძლია გავიგოთ ჩვენთვის საჭირო ნიადაგის ტემპერატურების განაწილება, თუ რომელ თვეში იქნება ის ამა თუ იმ სიღრმეზე. ასევე, ნებისმიერი ვერტიკალური ხაზებიდან, სადაც თვეებშია მითითებული შეიძლება განვსაზღვროთ ნიადაგის ტემპერატურების განაწილება, ჩვენთვის საინტერესო სიღრმეზე. გრაფიკი ასევე, პასუხს იძლევა თუ მოცემულ სიღრმეზე როდის მოიმატა ნიადაგის ტემპერატურამ, მაგალითად

0°C ზევით, რომლის დროსაც იწყება ნიადაგის გაღვრა; როდის დადგება ფესვთა სისტემისათვის აქტიური ტემპერატურა 10, 15 თუ 20°C, რამდენხანს იქნება ეს ტემპერატურები შენარჩუნებული ნიადაგში და ა.შ. თუ ცნობილია მცენარეების მოთხოვნილება ნიადაგის ტემპერატურის მიმართ, აღნიშნული გრაფიკის გამოყენებით გავიგებთ, თუ რამდენად ხელსაყრელი იქნება მოცემული ადგილის ნიადაგის ტემპერატურები ერთნაირი და მრავალნაირი კულტურების ნარმოებისათვის.

ნიადაგის გაყინვა და გაღვრა. ზამთრის თვეებში ნიადაგის ფენის ზედაპირი იყინება. გაყინვა და გაღვრა ძირითადად დამოკიდებულია მის ტენიანობაზე. ნიადაგი, რომელიც ტენითაა გაჯერებული, ახლოსაა მისი გაყინვის ტემპერატურა 0°C. ნიადაგის ტენი ძირითადად სხვადასხვა მარილების სახით შეიცავს მინერალებს, ამიტომ იგი შეიძლება გაიყინოს ზუსტად არა 0°C ტემპერატურაზე, არამედ -0.5, -1.5°C. ნიადაგის გაყინვა იწყება ზედა ფენებიდან და ვრცელდება მის ღრმა ფენებში. ნიადაგის გაყინვის სიღრმე დამოკიდებულია ზამთრის სიმკაცრესა და მის ხანგრძლივობაზე, აგრეთვე თოვლის საბურველის სიმაღლეზე. საქართველოში, როცა ზამთარი მკაცრი და უთოვლოა, მის აღმოსავლეთში ნიადაგი შეიძლება გაიყინოს 30-40 სმ სიღრმემდე, ხოლო დასავლეთში 5-7 სმ სიღრმემდე.

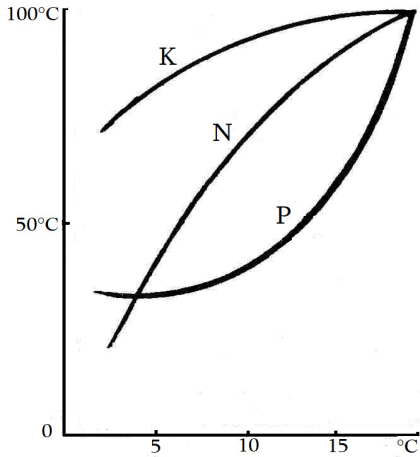
სველი ნიადაგი შედარებით ნაკლებად იყინება, რადგან წყლის გაყინვის პროცესში ფარული სითბო გამოიყოფა, რაც აფერხებს გაყინვას. ასევე, შეიძლება არ გაიყინოს ნიადაგი, თუ გრუნტის წყალი ახლოს იმყოფება მის ზედაპირთან. ძლიერ იყინება ქვიშნარი ნიადაგები, ხოლო შედარებით ნაკლებად - თიხნარი ნიადაგები. ნიადაგის გაყინული ზედაპირის გაღვრა იწყება სითბოს დადგომისას (გაზაფხულზე), ძირითადად მზის რადიაციული ენერჯის მოქმედებისას, ნაწილობრივ ნიადაგის სიღრმეში არსებული ტემპერატურის გავლენით, რომელსაც თანდათანობით იღებს ნიადაგის ზედა ფენა. თიხნარ და ტორფიან ნიადაგებს აქვს ცუდი თბოგამტარობის უნარი, ამიტომ გაღვრა მიმდინარეობს ნელა და გვიან, ხოლო სიღნარ და ქვიშნარ ნიადაგებზე - სწრაფად და ღრმად.

მცენარის გამოზამთრების პირობების შეფასებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის გაყინვის სიღრმეს. ამიტომ, ნიადაგის სიღრმის გაყინვისა და გაღობის განსაზღვრისათვის იყენებენ გაყინულმზომს (დანილინის), რომელიც იდგმება მეტეოროლოგიურ სადგურზე და საშემოდგომო კულტურების ნათესებში. გაყინულმზომი შედგება რეზინის მილისაგან, რომლის სიგრძე შეადგენს 150-300 სმ და შედგება წყალგაუმტარი დამცავი მილისაგან, მასზე დატანილია დანაყოფები სანტიმეტრებში, რომლის ქვედა ნაწილი დახურულია. თოვლის საბურველის სიმაღლის განსაზღვრისათვის ზედა ნაწილს, რომელიც ნიადაგის ზემოთ რჩება, აქვს დანაყოფები სანტიმეტრებში. რეზინის მილი ივსება გამოხდილი წყლით და ორივე მხრიდან ეცობა საცობი. გაყინულმზომზე ათვლები იწყება უარყოფითი ტემპერატურების დადგომიდან და გრძელდება ნიადაგის სრულ გაღობამდე. ნიადაგის გაყინვის სიღრმის გაზომვისას ხდება რეზინის მილის ამოწევა დამცავი მილიდან და ორი თით თავიდან ბოლომდე ყინულის სვეტის ზღვარის მოსინჯვა. მილზე არსებული დანაყოფების მიხედვით, განისაზღვრება გაყინვის სიღრმე სანტიმეტრებში. პარალელურად იზომება აგრეთვე, თოვლის სიმაღლე.

4.4 ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა

ნიადაგის ტემპერატურას აქვს როგორც პირდაპირი გავლენა მცენარის მოქმედ ფესვთა სისტემაზე, ასევე დიდ როლს ასრულებს ბიოლოგიურ და ქიმიურ პროცესებში - ნიადაგში განსაზღვრავს საკვები ნივთიერებების გარდაქმნის სიჩქარეს; უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია მცენარეების ცხოველქმედებისა და ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმებისათვის. ამ უკანასკნელთა ცხოველმოქმედების გაძლიერება, აზოტისა და ფოსფორის გამოყენების ინტენსივობა იზრდება ნიადაგის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. ნიადაგის ტემპერატურის 5°C დროს მცენარეში აზოტისა და ფოსფორის შეღწევა თითქმის 3-

ჯერ მცირეა, ვიდრე 20°C ტემპერატურის შემთხვევაში (ნახაზი 4.4.1).



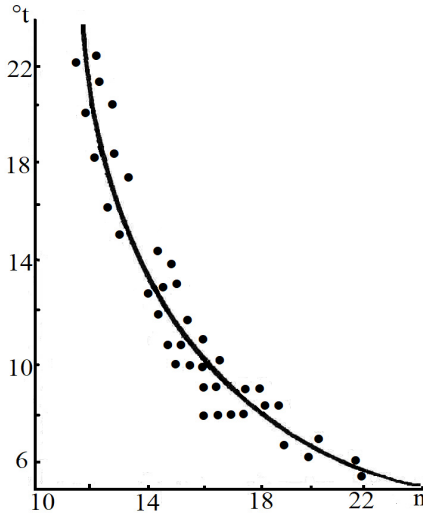
ნახაზი 4.4.1 ნიადაგის ტემპერატურის გავლენა მცენარეების მიერ საკვები ელემენტების (%) შთანთქმვაზე

ნიადაგის ტემპერატურის 20-24°C-მდე მომატების შემთხვევაში სიცივისამტანი კულტურების მოსავალი 2-ჯერ მატულობს, სითბოსმოყვარულის კი 2-3-ჯერ. ტემპერატურის 6-10°C-მდე გაცივებული ნიადაგი 2-3-ჯერ ამცირებს სიცივისამტანი კულტურების მოსავალს.

სასუქების გამოყენების დროს, მცენარეთა დაავადებების და მათ მავნებლებთან ბრძოლის საშუალებების მეტი ეფექტურობისათვის, საჭიროა ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის გათვალისწინება. მცენარეთა ბევრი დაავადება ჩნდება ნიადაგის გარკვეულ ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ ნიადაგის მაღალი ტემპერატურა იწვევს კარტოფილის გადაგვარებას, რაც გამოიხატება ტუბერების უხარისხობაში (დანვრილებაში). ტუბერების ფორმირების პერიოდში (ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობისას) ნორმალურად ითვლება 17-18°C ნიადაგის ტემპერატურა.

მცენარის თესლი ტენის ოპტიმალური პირობებში, ნიადაგიდან აღმოცენდება მაშინ, როცა ნიადაგში სითბო იმ ზღვრამ-

დე მიაღწევს, რამდენიც საჭიროა მოცემული სახეობის კულტურისათვის. თესლის აღმოცენების პერიოდი დაკავშირებულია ნიადაგის ტემპერატურასთან. ამ უკანასკნელის მატებასთან ერთად აღმოცენება ჩქარდება და პირიქით (ნახაზი 4.4.2).



ნახაზი 4.4.2 სიმინდის 4 სმ სიღრმეზე ჩათესვიდან აღმოცენებამდე პერიოდის ხანგრძლივობის (n) დამოკიდებულება ნიადაგის საშუალო ტემპერატურაზე (t)

ნიადაგის ტემპერატურის მდორედ მატება იწვევს თესლის აღმოცენების პერიოდის გახანგრძლივებას და პირიქით. მცენარის ფესვები ნიადაგიდან ნორმალურად ითვისებენ ტენს და საკვებ ელემენტებს, როდესაც სითბოს საკმარისი რაოდენობაა. ტემპერატურის კლებისას მცენარის ფესვები ვერ ითვისებს საკვებს, განსაკუთრებით აზოტს, რაც იწვევს მათ დაკნინებას და მოსავლის მკვეთრ შემცირებას.

მცენარეების აღმოცენება და მათი შემდგომი განვითარება მიმდინარეობს განსაზღვრულ ტემპერატურაზე. ეს ტემპერატურები ყველა მცენარისათვის განსხვავებულია.

მცენარის ბიოლოგიური მინიმუმის ცოდნა განსაზღვრავს თესვის ვადების დადგენის შესაძლებლობას. არასაკმარისად გამთბარ ნიადაგში ჩათესვისას სითბოსმოყვარულ მცენარეთა

თესლები (სიმინდი, სოია, ლობიო და სხვა) დიდხანს იმყოფება ნიადაგში. ამ დროს თუ დაემთხვა ნალექებისა და ნიადაგის მაღალი ტენიანობა, იწყება მათი ლპობა და საბოლოოდ იგი არ აღმოცენდება. ტემპერატურის შემცირება ბიოლოგიურ მინიმუმზე დაბლა იწვევს ზრდისა და განვითარების პროცესების შეჩერებას, თუმცა მცენარე შეიძლება არ დაიღუპოს. სითბოს-მოყვარული მცენარეების ზრდა 5-10°C ტემპერატურის დროს ჩერდება, ხოლო შემდეგ ტემპერატურის მატებისას იგი ისევ აგრძელებს ზრდა-განვითარებას. ნიადაგის ტემპერატურის ასეთი მერყეობა ხელს უშლის მცენარის ნორმალურ განვითარებას და საბოლოოდ გავლენას ახდენს მის მოსავალზე.

თითოეული მცენარისათვის არსებობს მინიმალური, მაქსიმალური და ოპტიმალური ტემპერატურები, რომელთა საზღვრების მიღმა მცენარეს არ შეუძლია განვითარება ან წყვეტს მას და იღუპება (ცხრილი 4.4.1).

ცხრილი 4.4.1 ნიადაგიდან თესლის აღმოცენებისათვის საჭირო ტემპერატურები (გაბერლანდის მიხედვით)

კულტურა	ტემპერატურა, °C		
	მინიმუმი	ოპტიმუმი	მაქსიმუმი
ხორბალი	3	25	30
ჭვავი	1	25	30
ქერი	4	20	28
შვრია	4	25	30
სიმინდი	8-10	22-25	40-44
ცერცვი	3	-	30
ბარდა	1	30	35
ბრინჯი	10-12	30-32	36-38
შაქრის ჭარხალი	4	25	-
წითელი სამყურა	1	30	37

ცხრილის მიხედვით, სხვადასხვა მცენარეს ნიადაგიდან თესლის აღმოცენებისათვის განსხვავებული ტემპერატურა

ესაჭიროება. მათი ოპტიმუმი ძირითადად იმყოფება 20-30°C საზღვრებში. ხორბლის, ქერის, და შვრიის თესვებს აქვთ უნარი აღმოცენდნენ 1-3°C ტემპერატურის დროს, მაგრამ აღნიშნულ ტემპერატურაზე აღმოცენება გრძელდება 15-20 დღე. ტემპერატურის 5-6°C-მდე მომატებისას აღმოცენების პერიოდი მცირდება 6-8 დღემდე, ხოლო 9-10°C-ის დროს 5 დღემდე.

ნიადაგის ტემპერატურა ასევე, დიდ გავლენას ახდენს მერქნიანი მცენარეების თესლის აღმოცენებაზე. გარდა ხელსაყრელი ტემპერატურული პირობებისა, თითოეული მერქნიანი მცენარის აღმოცენება დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე, კლიმატურ პირობებზე, თესლის ასაკზე და სხვა. ფიჭვის თესლის აღმოცენებისათვის ყველაზე ხელსაყრელია 25°C ტემპერატურა, ნაძვისათვის 20°C. იქ, სადაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აღმოცენება მიმდინარეობს შედარებით ცივ ნიადაგებზე, ისინი ჩამორჩებიან ზრდა-განვითარებაში. ნიადაგის 20 სმ სიღრმეზე 20-25°C ტემპერატურის პირობებში უფრო აქტიურად მიმდინარეობს ჩაის კულტურის როგორც ვეგეტაცია, ისე დუყების ზრდის პროცესი. ჩაის ფესვთა სისიტემის განვითარებისათვის ნიადაგის მინიმალური ტემპერატურაა 10°C, ხოლო მაქსიმალური ტემპერატურა 25°C. ანალოგიურად შეიძლება ჩაითვალოს ზოგიერთი მერქნიანი კულტურული მცენარეებისათვის აღნიშნული ტემპერატურები.

4.5 ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები

ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის გაუმჯობესება შესაძლებელია შემდეგი მეთოდებით: ნიადაგსა და ჰაერს შორის სითბოს გაცვლისას სხვადასხვა თერმოიზოლატორების გამოყენებით, ნიადაგის მოხვნით და ზედაპირის გაფხვიერებით, რითაც მკვეთრად იზრდება ჰაერის შემცველობა. ასევე, ტემპერატურული რეჟიმის გაუმჯობესება შესაძლებელია ნიადაგის ზედაპირის ფერის შეცვლით, ნიადაგის ამოშრობით და დატენია-

ნებით, რომლის შედეგად იცვლება სითბოს ხარჯვა აორთქლებზე და ნიადაგიც სათანადოდ თბება ან ცივდება.

სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში ნიადაგის ტემპერატურის რეჟიმის რეგულირებას ახდენენ სხვადასხვა მიზნებისათვის. ჩრდილოეთ რაიონებში მიზანშეწონილია აინიოს ნიადაგის ტემპერატურა განსაკუთრებით გაზაფხულზე, რათა ადრე დაინყოს თესვა, ნერგების გადარგვა, რათა მცენარეებს შეექმნათ ფესვთა სისტემის და ზრდა-განვითარების ხელსაყრელი პირობები. ნიადაგის გაფხვიერება 2-4 სმ სიღრმეზე ამცირებს ტემპერატურას 3-5 სმ ფენაში 1-3°C-ით (იგი ზაფხულში მეტია, ვიდრე გაზაფხულზე), ხოლო ნიადაგის დატკეპნა ადიდებს ტემპერატურას 1-2°C-ით. მოფარცხვით შეიძლება ავნიოთ ნიადაგის ტემპერატურა 2-3°C-ით.

სარწყავ ნიადაგებზე მორწყვის შედეგად ზედაპირის ტემპერატურამ შეიძლება დაიკლოს 16-19°C-მდე ურწყავ ნიადაგთან შედარებით. 10 სმ სიღრმეზე შესაძლებელია შემცირდეს 5-7°C-ით, ხოლო 20 სმ სიღრმეზე 2-3°C-ით.

ზაფხულის პერიოდში ჭაობიან ფართობებზე დრენაჟის მოწყობით, შეიძლება აინიოს ნიადაგის სახნავი ფენის ტემპერატურა. ნიადაგის ტემპერატურა შეიძლება ვარეგულიროდ, სხვადასხვა მულჩის (ტორფი, თივა, ნაკელი და სხვა) გამოყენებით. ისინი დიდ ეფექტს იძლევიან ნიადაგის თერმული ტენიანობის რეჟიმის მოსაწესრიგებლად, არეგულირებენ ნიადაგში ტენს და ამით აპირობებენ მოსავლის გადიდებას. დამულჩვა ამცირებს ნიადაგის ტემპერატურის ამპლიტუდას, რაც გარკვეულ როლს ასრულებს მოსავლიანობის ზრდაში. მულჩის გამოყენება ტემპერატურის რეგულირებასთან ერთად გარკვეული დროით ინარჩუნებს ტენიანობას, რაც დადებითად უნდა ჩაითვალოს გვალვიან პერიოდში. სხვადასხვა სახის მულჩი გარდა იმისა, რომ გავლენას ახდენს ნიადაგის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, თავის მხრივ მოქმედებს მცენარეების ვეგეტაციის დანყებასა და დამთავრებაზე.

ცხრილში 4.5.1 მოყვანილია დაკვირვებათა შედეგები ფორთოხლის კულტურის ნაზარდების მეორე ვეგეტაციის დანყებიდან დაუმულჩავ და დამულჩულ ნიადაგებზე. მულჩად გამოყე-

ნებული იყო 5 სმ სისქის ხმელი ბალახი. იგი მცენარეების ქვეშ, ნიადაგზე მოფენილი იქნა პირველი ვეგეტაციის დამთავრების შემდეგ (8.VI). მცენარეების ნაზარდების ბიომეტრული გაზომვა წარმოებდა ერთხელ ყოველ 4 დღეში.

ცხრილი 4.5.1 ფორთოხლის კულტურის ნაზარდები (სმ) მეორე ვეგეტაციის დაწყებიდან დაუმულჩავ და დამულჩულ ნიადაგებზე (ანასეული, ოზურგეთი)

ნიადაგის ვარიანტი	24.VI	28.VI	1.VII	5.VII	9.VII	13.VII	17.VII	საერთო ნაზარდი (სმ)
დაუმულჩავი	16	7	5	5	3	-	-	36
დამულჩული	15	6	6	10	7	6	5	55

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ფორთოხლის კულტურა დაუმულჩულ ნიადაგზე მეტი ზრდით ხასიათდება, ვიდრე დაუმულჩავზე. დამულჩულმა ფორთოხალმა ვეგეტაცია გააგრძელა დიდი ნაზარდით. რაც აიხსნება იმით, რომ მულჩმა შეუნარჩუნა ნიადაგს საკმაო ტენი და სითბოს რაოდენობა, რასაც მოკლებულია დაუმულჩავი ნიადაგი. მესამე ვეგეტაცია დამულჩულმა ფორთოხლის კულტურამ, დაუმულჩავთან შედარებით გვიან დაიწყო. დამულჩულ ფორთოხალს გაუხანგრძლივდა ზრდის პერიოდი და მესამე ვეგეტაცია დაამთავრა დაუმულჩავი ფორთოხლის მეოთხე ვეგეტაციის დამთავრების დროს. მეოთხე ვეგეტაცია დამულჩულმა ფორთოხლებმა დაიწყო დაგვიანებით და დაასრულა მისთვის არახელსაყრელ პირობებში (შემოდგომის წაყინვების დასაწყისში). ვეგეტაცია გახანგრძლივდა იმ მიზეზით, რომ დამულჩულ ნიადაგში საკმაო ტენის და სითბოს რაოდენობა იყო. დაუმულჩავმა ფორთოხალმა მეოთხე ვეგეტაცია დაამთავრა შედარებით ადრე, აღნიშნული ფაქტორების შემცირების გამო და ადრე შევიდა ზამთრის მოსვენებით მდგომარეობაში.

მულჩი იწვევს ზრდის პერიოდის გახანგრძლივებას და ზამთრისათვის მოუმზადებელს ტოვებს მცენარეს, რაც საფრთხეს უქმნის მის ზამთრისადმი ყინვაგამძლეობას. ეს განსაკუთრე-

ბით ეხება ციტრუსოვან კულტურებს. ამიტომ, მულჩი განსაზღვრულ დრომდე უნდა იქნას გამოყენებული (შემოდგომამდე). მულჩი მცენარეებში იწვევს ინტენსიურ ზრდას, დიდ დახმარებას უწევს მცენარეებს წყლით უზრუნველყოფაში, განსაკუთრებით გვალვიან ამინდში, აგრეთვე ნიადაგის ტემპერატურის რეგულირებაში. იგი ასევე, სიცოცხლეს უსპობს მცენარის ერთერთ კონკურენტს - სარეველა ბალახებს, რომელთა წინააღმდეგ ბრძოლა სერიოზული პრობლემაა.

4.6 ნიადაგის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები

ნიადაგის ტემპერატურა მნიშვნელოვანი ფაქტორია მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის. ნიადაგში მცენარის თესლის გაღვივება, აღმოცენება, ფესვთა სისტემის განვითარება და სხვა, დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. აღნიშნული პროცესები კარგად მიმდინარეობს ოპტიმალურ ტემპერატურაზე.

ნიადაგის ტემპერატურის გასაზომად იყენებენ სხვადასხვა ტიპის თერმომეტრებს (სურ. 4.6.1).





სურ. 4.6.1 ნიადაგის ტემპერატურის გასაზომი თერმომეტრები

ნიადაგის ტემპერატურის გასაზომად იყენებენ ვადიან (ჩვეულებრივი) თერმომეტრს, რომლითაც განისაზღვრება ტემპერატურა დაკვირვების გარკვეულ ვადაში. იგი წარმოადგენს მარტივ ვერცხლისწყლიან თერმომეტრს, რომლის სკალის თვითეული მცირე დანაყოფი უდრის 0.2 ან 0.5°C.

მაქსიმალური თერმომეტრი - გვიჩვენებს დაკვირვებათა ვადებს შორის მაქსიმუმს, მის მიმღებ ნაწილში (რეზერვუარში) მოთავსებულია ვერცხლისწყალი (სინდიყი), სკალის დანაყოფი უდრის 0.5°C. რეზერვუარის ძირში მიკალულია შუშის ღერაკი, რომლის ბოლო შედის კაპილარის დასაწყისში, სადაც ქმნის სივინროვეს. ტემპერატურის აწევისას რეზერვუარში მოთავსებული სინდიყი ფართოვდება, დაძლევს სივინროვეს და შედის კაპილარში. ტემპერატურა, როგორც კი მიაღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას, იწყებს დაქვეითებას. სინდიყი რეზერვუარში იკუმშება, მაგრამ უკან ვეღარ ბრუნდება, არ შეუძლია სივინროვის გავლა. იგი ადგილზე წყდება და სინდიყის ის ნაწილი, რომელმაც მაქსიმალური ტემპერატურა გვიჩვენა, კაპილარში რჩება. მისი უკან დაბრუნებისათვის საჭიროა თერმომეტრი დაიბერტყოს, რათა მივიყვანოთ მისი ჩვენება ატმოსფეროს ჰაერის ტემპერატურასთან დაკვირვების მომენტში.

მინიმალური თერმომეტრი - დაკვირვებათა ვადებს შორის განსაზღვრავს მინიმალურ ტემპერატურას, რომლის რეზერვუარში და კაპილარში იმყოფება სპირტი, ხოლო ამ უკანასკნელში მოთავსებულია მუქი ფერის მინის ღერაკი, რომლის ბოლოები მომრგვალებულია. სკალის დანაყოფი 0.5°C შეადგენს. ტემპერატურის შემცირებისას სპირტი იკუმშება და მისი ზედაპირული აპკი შეეხება რა ღერაკის მომრგვალებულ ბოლოს, მას წაიღებს რეზერვუარისაკენ, მანამდე ვიდრე სპირტი მინიმუმამდე არ შეიკუმშება. როდესაც ტემპერატურა აინევს, სპირტი ისევ კაპილარისაკენ წავა, ღერაკი კი ადგილზე რჩება.

თერმომეტრის ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ყოფნის დროს უნდა აითვალოს რეზერვუარის მოპირდაპირე ღერაკის ბოლო, რომელიც იქნება ყველაზე უფრო მინიმალური ტემპერატურა უკანასკნელი დაკვირვების დროს. ახალი მინიმალური ტემპერატურის განსაზღვრისათვის თერმომეტრის რეზერვუარი უნდა დავიჭიროთ ზევით, მანამდე ვიდრე ღერაკი არ შეეხება სპირტის ზედაპირს. ამის შემდეგ თერმომეტრს ვათავსებთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.

ნიადაგის ტემპერატურის განსაზღვრა 5, 10, 15 და 20 სმ სიღრმეზე წარმოებს მუხლებიანი თერმომეტრებით. იგი რეზერვუარის მახლობლად მოხრილია 135° -ით. სკალის დანაყოფი 0.5°C შეადგენს. თერმომეტრები ისე უნდა განვალაგოთ, რომ რეზერვუარი ნიადაგში ჰორიზონტალურად მოთავსდეს, ხოლო მილი, რომელშიც სკალაა მოთავსებული 45° -ით იქნება დახრილი ნიადაგის ზევით (აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ). მუხლებიანი თერმომეტრებით დაკვირვებას ახდენენ მხოლოდ წლის თბილ პეროდში. უფრო მეტი სიღრმეების (40, 80, 160, 340 სმ) ტემპერატურის განსაზღვრისას იყენებენ სიღრმის თერმომეტრებს, რომელიც ჩაშვებულია ნიადაგში ებონიტის მილების საშუალებით. დისტანციური ელექტრონული თერმომეტრებით გაზომვა ხდება უშუალოდ სამომსახურეო ობიექტებიდან.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა პირობები განსაზღვრავს ნიადაგის ზედაპირზე მზის სხივების შთანთქმის უნარს?
2. რა პროცესები განაპირობებენ ნიადაგის ტემპერატურულ რეჟიმს (გათბობა - ინსოლაცია, გაციება - გამოსხივება)?
3. რას ეწოდება ნიადაგის თბოტევადობა და თბოგამტარობა?
4. როგორია ნიადაგის ტემპერატურულ რეჟიმზე რელიეფის, მცენარეული და თოვლის საფარის გავლენა?
5. რა არის თერმოიზოპლეტები და რაში მდგომარეობს მისი პრაქტიკული გამოყენების პრინციპი?
6. როგორია ნიადაგის გაყინვის და სიღრმის მიხედვით გაღლობის მექანიზმი?
7. როგორია ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა?
8. რას ითვალისწინებს ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები?
9. რომელი ტიპის თერმომეტრებით ხდება ნიადაგის ტემპერატურის გაზომვა?

თავი V

ჰაერის ბიოჰარაბურული რეჟიმი

5.1 ჰაერის გათბობის და გაცივების პროცესები

ტემპერატურა არის სხეულის გახურების საზომი, ანუ მოცემულ მომენტში სხეულის მოლეკულების საშუალო მოძრაობის საზომი. რაც შეეხება სითბოს, იგი მოცემული სხეულის ყველა მოძრავი მოლეკულების ენერგიის საერთო ჯამს წარმოადგენს. სხეულს შეიძლება ჰქონდეს სითბოს მაღალი შემცველობა, ანუ დიდი მასა და ბევრი მოლეკულები, თუმცა იყოს დაბალი ტემპერატურის მატარებელი, როცა ცალკე აღებული მოლეკულების საშუალო ენერგია მცირეა. ამის მაგალითია აიზბერგი, ანდა პირიქით შემთხვევასაც შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, როდესაც სხეულს აქვს სითბოს დაბალი შემცველობა, მაგრამ იყოს მაღალი ტემპერატურის მატარებელი, მაგალითად ანთებული ასანთის ღერი და ა.შ.

დედამიწის სისტემის მიერ მიღებული ენერგიის რაოდენობა ყველა განედზე განსხვავებულია. ეკვატორის მახლობლად მდებარე ტერიტორიები იღებენ ჭარბ ენერგიას, ხოლო პოლუსების მიმდებარე ტერიტორიებზე ენერგიის დეფიციტია. ენერგიის ასეთი არათანაბარი განაწილება კომპენსირდება სითბოს ჰორიზონტალური გადაცემით, ქარის მოძრაობებით და ოკეანური დინებებით. ადგილობრივი ტემპერატურის თავისებურებებს განაპირობებს გეოგრაფიული ფაქტორები, კერძოდ, განედი, აბსოლუტური სიმაღლე, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები, ხმელეთისა და წყლის კონტრასტი, ოკეანის თბილი და ცივი დინებები და ადგილობრივი პირობები.

მოკლე განმარტება მივცეთ ზემოჩამოთვლილ ტემპერატურაზე მოქმედ ფაქტორებს.

განედი - გავლენას ახდენს როგორც საშუალო წლიურ ტემპერატურაზე, ისე სეზონურ ცვლილებებზე. დედამიწის ღერძის დახრილობა გავლენას ახდენს ნებისმიერ განედზე, ნებისმიერ კონკრეტულ დღეს არსებული მზის რადიაციის რაოდენობაზე.

აბსოლუტური სიმაღლე - ატმოსფეროში ნებისმიერ წერტილს გააჩნია თავისი აბსოლუტური სიმაღლე ზღვის საშუალო დონიდან (altitude). აღნიშნული პარამეტრი განსხვავდება გეოგრაფიული ანუ შეფარდებითი სიმაღლისაგან (elevation), რომელიც აღნიშნავს დედამიწის ზედაპირის ვერტიკალურ დაშორებას ზღვის დონიდან. მაგალითად, თუ ქალაქის მდებარეობის შეფარდებითი სიმაღლე არის 1000 მ ზღვის დონიდან, ქალაქის თავზე 1000 მ მდებარე ჰაერის აბსოლუტური სიმაღლე იქნება 2000 მ. აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლეები აღნიშნავენ პოზიციას ზღვის დონესთან მიმართებაში, მაგრამ აბსოლუტური სიმაღლე გამოიყენება ატმოსფეროსთან კავშირში, ხოლო შეფარდებითი სიმაღლე - ხმელეთთან მიმართებაში.

ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები - დედამიწაზე საშუალო ატმოსფერული წნევისა და ჰაერის ნაკადის მოძრაობის ორგანიზებული პროცესები დიდ გავლენას ახდენს თბილი და ცივი ჰაერის მოძრაობაზე, რაც პირდაპირ აისახება ჰაერის ტემპერატურაზე. ისინი გავლენას ახდენენ ასევე, ღრუბლების წარმოქმნაზე, რაც ირიბად მოქმედებს ტემპერატურაზე. მაგალითად, სუბტროპიკული რეგიონები მინიმალური ღრუბლიანობით ხასიათდებიან და ინსოლაცია, რომელიც დედამიწის ზედაპირამდე ატმოსფეროში გაივლის, უფრო ნაკლებ შესუსტებას ექვემდებარება. ეკვატორულ რეგიონებში პირიქით, ღრუბლიანობა ხშირია დღისით და შემომავალი მზის რადიაცია უფრო მეტ შესუსტებას განიცდის. შედეგად, დედამიწაზე ყველაზე მაღალი ტემპერატურები აღინიშნება არა ეკვატორზე, არამედ სუბტროპიკებში.

ხმელეთისა და წყლის კონტრასტი - გამომდინარე იქედან, რომ ატმოსფერო უმთავრესად ქვევიდან ზევით თბება, დედამიწის ზედაპირი გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმზე. უდიდესი გავლენა აქვს ხმელეთისა და წყლის კონტრასტს. ტემპერატურის თვალსაზრისით, წყლის მასივები ბევრად უფრო „კონსერვატორულია“, ვიდრე ხმელეთისა, რადგან ენერჯის ანალოგიური „მიღება-დაკარგვის“ პირობებში, წყალი უფრო დიდ დროს ანდომებს გათბობა-გაგრილებას.

ოკეანის თბილი და ცივი დინებები - როგორც წესი, საშუალო განედებზე, კონტინენტების აღმოსავლეთ ნაწილში ოკეანის თბილი დინებები მიემართებიან პოლუსებისაკენ და დიდი რაოდენობის ენერგია გადააქვთ. ანალოგიურად, ოკეანეების აღმოსავლეთ საზღვრებთან საშუალო განედებზე ჭარბობს ცივი დინებები. სადაც, წყლის ტემპერატურა მაღალია, სითბო გადაეცემა ატმოსფეროს, რაც ხელს უწყობს ტემპერატურის მატებას. ამრიგად, თბილი ოკეანური დინების არსებობამ კონტინენტის აღმოსავლეთ სანაპიროზე შეიძლება უფრო მაღალი ტემპერატურა განაპირობოს, ვიდრე ცივმა დინებამ კონტინენტის დასავლეთ სანაპიროზე.

ადგილობრივი პირობების თავისებურება - სამხრეთი ფერდობები უფრო მეტ ენერგიას იღებენ და უფრო მაღალი ზედაპირის ტემპერატურა აღენიშნებათ. მისმა გათბობამ ხშირად შეიძლება უფრო მეტი სიმშრალე გამოიწვიოს ჩრდილოეთის ფერდობებზე. მიკროკლიმატურ ცვლილებებს მცენარეული საფარიც ადექვატურად ეხმაურება. ხშირი ტყეებით დაფარული ტერიტორიებისთვის სხვა ტემპერატურული რეჟიმებია დამახასიათებელი, ვიდრე მცენარეულ საფარს მოკლებული რეგიონებისთვის. მაღალი, ხშირი მცენარეული საფარი დღის მანძილზე ამცირებს დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილი მზის სინათლის რაოდენობას, რის შედეგადაც ფოთლებიდან მნიშვნელოვანი რაოდენობის წყალი ორთქლდება. ღამით მცენარეების საფარი ამცირებს გრძელტალღოვანი რადიაციის დანაკარგებს. ამ ფაქტორების გავლენით დღის ტემპერატურები უფრო დაბალია, თუმცა საღამოობით უფრო თბილა.

დედამიწის ზედაპირი დიდი რაოდენობით შთანთქავს მზის პირდაპირ და გაბნეულ რადიაციას. დღის საათებში, როცა ნიადაგის მოქმედი ზედაპირის რადიაციული ბალანსი დადებითია, იგი თბება და ეს უკანასკნელი მასთან შემხებ ჰაერს გადასცემს სითბოს. ე.ი. ჯერ თბება დედამიწის ზედაპირი და მასზე მოთავსებული საგნები, შემდეგ - მათ მიერ ჰაერი. დედამიწის ატმოსფერული ჰაერი მზის სხივებისაგან თბება უმნიშვნელოდ. ჰაერი იმყოფება ხმელეთის, წყლის, ყინულის, თოვლის და სხვა ზედაპირების სითბოს უშუალო ზემოქმედების ქვეშ. სითბოს

გადაცემის ქვეშ იგულისხმება ის ხერხები, რომელთა დახმარებითაც სიტბო გადაიტანება ერთი ადგილიდან მეორეზე, რაც მნიშველოვანი პირობაა ამინდის ჩამოყალიბების პროცესში. სიტბოს გადაცემას მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის განაპირობებენ შემდეგი პროცესები:

სიტბური კონვენცია. ჰაერის მაღალ ფენებში სიტბოს გადაცემის მნიშველოვან ფაქტორს სიტბური კონვექცია წარმოადგენს. წლის თბილ პერიოდში, მზის რადიაციის შედეგად დედამიწის სხვადასხვა ადგილის არათანაბარი გათბობა იწვევს აღმავალ დენებს - კონვექციას. იგი წარმოიქმნება ჰაერის მნიშველოვანი გათბობისას ქვემოდან - ძლიერ გამთბარი დედამიწის ზედაპირისაგან. მაგალითად, მზის სხივებით უფრო მეტად თბება ველი, მთის სამხრეთი და ბორცვის ფერდობები. შედარებით ნაკლებად თბება მდინარის, ტბისა და ზღვის ზედაპირები, ასევე ტყე, ამიტომ ჰაერიც მეტად თბება იქ, სადაც შედარებით გამთბარი ადგილებია. გამთბარ ჰაერს ახასიათებს ნაკლები სიმკვრივე, რის შედეგად იგი იწყებს ვერტიკალური მიმართულებით მოძრაობას. ცივი ჰაერი კი იჭერს მის ადგილს, რომელიც თავის მხრივ თბება და ადის მაღლა, ე.ი წარმოიქმნება აღმავალი და დაღმავალი მოძრაობის დენები. აღმავალ დენებს გადააქვს სიტბო ატმოსფეროში დედამიწის ფენის ზედაპირიდან. ამ პროცესს უწოდებენ სიტბოს კონვექციას. იგი ხმელეთზე წარმოიქმნება დღისით, ხოლო ღამით - ზღვაზე. ცალკეულ შემთხვევებში აღმასვლის დროს თბილ ჰაერს ხვდება გარკვეული წინააღმდეგობები მთებისა და გორაკების სახით, რასაც მექანიკურ კონვექციას უწოდებენ.

ტურბულენტობა - არის ჰაერის მცირე მოცულობის გრიგალისებური, ქაოტური მოძრაობა ქარის საერთო ნაკადში, რომელიც იწვევს ტურბულენტური სიტბოს გაცვლას ნიადაგის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის. რაც დიდია ქარის სიჩქარე, რაც ძლიერია კონვექცია და დიდია უსწორმასწორო დედამიწის ზედაპირი, მით ძლიერია ჰაერის ტურბულენტობა და მისი სიტბოს გაცვლა. ძლიერი ტურბულენტობის შემთხვევაში წარმოიქმნება სხვადასხვა სიძლიერის ქარი და გრიგალი. ამ შემთხვევაში ჰაერის გადაადგილება ხდება ჰორიზონტალური და ვერ-

ტიკალური მიმართულებით, რომლის დროს ინტენსიურად მიმდინარეობს სითბოს გადატანა.

დღის საათებში ჰაერის ნაკადი მიმართულია გამთბარი ნიჟარის ზედაპირიდან უფრო ცივი ატმოსფეროსაკენ. ღამის საათებში ტურბულენტური სითბოს გაცვლა შესუსტებულია და მისი სიდიდე ძალზე მცირეა. ტურბულენტური სითბოს გაცვლა დედამიწასა და ატმოსფეროს შორის ათასჯერ ინტენსიურია მოლეკულურ სითბოს გაცვლაზე.

მოლეკულურ სითბოს გაცვლა. დედამიწის მოქმედი ზედაპირიდან ატმოსფეროს მოსაზღვრე ფენას მოლეკულური თბოგამტარობით გადაეცემა სითბოს უმნიშვნელო რაოდენობა, რასაც მოლეკულური სითბოს გაცვლა ეწოდება. ეს შეიძლება მოხდეს იქ, სადაც ჰაერი თითქმის უმოძრაოა (ხშირ მცენარეულ საფარში, დახურულ ადგილებში და სხვა). ჰაერის მოლეკულური თბოგამტარობის კოეფიციენტი ძალიან მცირეა $\lambda=0.00005$ და სითბოს გაცვლაც უმნიშვნელოა.

რადიაციული თბოგამტარობა. დედამიწის მიერ გამოსხივებულ გრძელტალღოვან რადიაციას პირველ რიგში შთანთქავს მიწისპირა ჰაერის ფენა და შემდეგ ჰაერში შემცველი წყლის ორთქლი, რომლის დროს მიმდინარეობს სითბოს გადატანა ჰაერში. ეს პროცესი ვლინდება ატმოსფეროს ქვედა ფენებში, უმეტესად ღამით, როცა მზის რადიაცია არ შემოდის, ტურბულენტობა შესუსტებულია და სითბურ კონვექციას ადგილი არა აქვს.

კონდენსაცია (სუბლიმაცია). დედამიწის ზედაპირიდან, მცენარეულობიდან და წყლიდან აორთქლებისას ფარული ფორმით სითბო გადადის ატმოსფეროში. ამ დროს 1 გრ წყლის ორთქლი გამოყოფს დაახლოებით 600 კალ. სითბოს, რომელიც ფარულ ფორმაშია. ამ სითბოს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწისპირა ჰაერის გათბობისათვის, განსაკუთრებით ატმოსფეროს მაღალი ფენებისათვის, რომლებშიც წარმოიქმნება ღრუბლები.

ადვექცია. სითბოს გადატანაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერის დინებას. სითბო შეიძლება გადატანილი იქნას ჰაერის მასებთან ერთად ჰორიზონტალური მიმართულებით, ერთი ად-

გილიდან მეორეში. სითბოს ასეთ გადატანას ადვექციას უწოდებენ. იგი განსხვავდება კონვექციისაგან, სადაც სითბოს გადატანა ძირითადად წარმოებს ვერტიკალური მიმართულებით.

ადვექცია ატმოსფეროში სითბოს გადაცემის მთავარი ფაქტორია. არსებობს თბილი (თბილი ჰაერის მასების შემოჭრისას) და ცივი (ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისას) ადვექცია. თუ მიმდინარეობს ჰაერის ისეთი მასების შემოჭრა, რომლებსაც უფრო მაღალი ტემპერატურა აქვთ, ვიდრე იმ ჰაერს, რომელიც ადრე იმყოფებოდა იმ ადგილას, მაშინ მიმდინარეობს თბილი ადვექცია. თუ შემოიჭრება ჰაერის უფრო ცივი მასები, იქნება ცივი ადვექცია. ცივი ადვექცია საშიშია გაზაფხულსა და შემოდგომაზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, რადგან უეცარმა აცივებამ შეიძლება მათი დაზიანება გამოიწვიოს, რაც დაბალი ტემპერატურებით ხასიათდება. მაშასადამე, ჰაერის გათბობა ძირითადად მიმდინარეობს თერმული კონვექციით, ტურბულენტობით, ორთქლის კონდენსაციით და ადვექციით. ჰაერის გათბობა დღისით უმთავრესად წარმოებს კონვექციით და ტურბულენტური მოძრაობით.

ჰაერის გათბობა ან გაცივება უმეტესწილად დამოკიდებულია დედამიწის მოქმედი ფენის თვისებებზე, თუმცა ამ ფენის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე სიღრმის მიხედვით მცირდება. ხმელეთის ზედაპირზე დღისით ჰაერი თბილია, ხოლო ღამით უფრო ცივი, ვიდრე ტბების, ზღვების და ოკეანეების ზედაპირზე. ტბები, ზღვები და ოკეანეები განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში დიდი რაოდენობით იღებენ და აგროვებენ მზის სითბურ ენერგიას, რომელიც მხოლოდ გვიან შემოდგომით და ზამთრობით იხარჯება, მათთან მოსაზღვრე ატმოსფეროს ჰაერის და მისი მაღალი ფენების გასათბობად.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონა, სადაც გაშენებულია სითბოსმოყვარული კულტურები - ციტრუსები, ჩაი და სხვა, უმთავრესად თბილი ზამთრით ხასიათდება, რაც ძირითადად შავი ზღვის სითბური გავლენით აიხსნება. განსაკუთრებით თბილია სანაპიროს ის ნაწილი, სადაც მაღალი მთის კალთებია ზღვის სანაპირო ზოლთან (ჩაქვი, გაგრა, ათონი და

სხვა), ხოლო ზღვიდან 70-80 კმ დაშორებული ტერიტორია შედარებით ცივია.

5.2 ჰაერის ტემპერატურის დღელამური და წლიური მსვლელობა

მიწისპირა ჰაერის ფენის ტემპერატურის ცვლილება დღელამის განმავლობაში განპირობებულია, როგორც მოქმედი ზედაპირის ტემპერატურის სვლით, ასევე მზის დღელამური სვლით. ჰაერის დღელამური და წლიური ტემპერატურების მერყეობა მკვეთრად გამოხატულია დაბალ ფენებში. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში დღელამური და წლიური ჰაერის ტემპერატურების მსვლელობა განისაზღვრება ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე. ტემპერატურის დღელამურ სვლას აქვს ერთი მაქსიმუმი და ერთი მინიმუმი (ექსტრემუმი), რომელთა შორის სხვაობას ამპლიტუდა ეწოდება. ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა ემთხვევა მზის ამოსვლას, ხოლო მაქსიმუმი აღინიშნება შუადღიდან 2-3 საათის შემდეგ, რასაც მოყვება ტემპერატურის კლება მზის ამოსვლამდე. ზღვის სანაპირო ზოლში ჰაერის ტემპერატურის მაქსიმუმი იწყება შუადღიდან ერთი საათის შემდეგ. განედის მატებასთან ერთად მცირდება მზის საშუალო სიმაღლე, რომლის შედეგად მაღალი განედების მიხედვით, ტემპერატურის დღელამური მერყეობის ამპლიტუდაც მცირდება. ყველაზე მაღალი ამპლიტუდა ფიქსირდება ტროპიკულ და სუბტროპიკულ უდაბნოებში. მაგალითად, საჰარის უდაბნოში შეიძლება ტემპერატურა დაეცეს ღამით, შუადღისას კი შეიძლება ტემპერატურამ აინიოს 45°C-მდე და მეტიც. ამიტომ, ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა ხშირად აჭარბებს 20°C. ყველაზე მცირე ტემპერატურის ამპლიტუდით (1-2°C) ხასიათდება პოლარული ქვეყნები სადაც 24 საათის განმავლობაში პოლარული ღამე ან დღეა. ზომიერ და მაღალ განედებში ყველაზე მნიშვნელოვანი ამპლიტუდა (6-9°C) გაზაფხულსა და შემოდგომაზე აღინიშნება.

ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს რელიეფი. ამოზნექილ ზედაპირზე (გორაკი, ქედი) ამპლიტუდა მცირეა, ვიდრე ჩაზნექილზე, რაც განპირობებულია დღისით ჩაზნექილ ადგილებში ჰაერის დაგროვებით და გათბობით, ხოლო ღამით გაცივებული ჰაერის ფერდობიდან დაშვებით. ღამით, ტემპერატურის სხვაობამ ველსა და ფერდობს შორის შეიძლება მიაღწიოს 10°C და მეტს. ჰაერის ტემპერატურის დღელამური მსვლელობის თავისებურება გასათვალისწინებელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაადგილებისას. სითბოსმოყვარული კულტურებისათვის უნდა შეირჩეს რელიეფის ისეთი ფორმები, სადაც ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურის მსვლელობის ამპლიტუდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა მეტია სიღრმის ნიადაგების ზედაპირზე, შავი ფერის, დამუშავებულ ფხვიერ ნიადაგებზე, ვიდრე თიხნარ, ღია ფერის და ყამირ ნიადაგებზე. რაც შეეხება მცენარეულ საფარს, იგი ამცირებს ჰაერის ტემპერატურის დღელამურ ამპლიტუდას, რადგან დღისით აკავებს მზის რადიაციას, ხოლო ღამით ნიადაგის გამოსხივებას. ჰაერის ტემპერატურის ამპლიტუდის ცვლილებაში არანაკლები მნიშვნელობა გააჩნია ამინდის პირობებს. მოწმენდილ მზიან ამინდში ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა დიდია, ვიდრე მოლრუბლულში. ამ უკანასკნელში არ ხდება ჰაერის ტემპერატურის არსებითი ცვლილება დღელამის განმავლობაში. რაც გამოწვეულია დღისით ღრუბლების მიერ რადიაციის შეკავებით, ხოლო ღამით ადგილი აქვს გამოსხივებას, სითბოს დაკარგვას, რაც გამოწვეულია ნიადაგის ზედაპირის სითბოს დაკარგვის შემცირებით. ამპლიტუდას ასევე, ამცირებს ჰაერის ტენიანობა. მშრალ ამინდში ამპლიტუდა დიდია, რადგან ჰაერის გამჭირვალეობა მატულობს, დღისით იზრდება მზის რადიაციის შემოსვლა, ხოლო ღამით კი გამოსხივების შედეგად ინტენსიურად მიმდინარეობს სითბოს ხარჯვა. ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა მცირდება დედამიწის ზედაპირიდან სიმაღლის მატების შესაბამისად. ტროპოსფეროში იგი სწრაფად ეცემა სიმაღლესთან ერთად და 2-3 კმ აღინიშნება მეთავედ გრადუსებში, რაც

გამონვეულია დედამიწის ზედაპირის მოქმედების შესუსტებით. ტროპოსფეროში ტემპერატურის მინიმუმი აღინიშნება ღამით, მაქსიმუმი - დღისით. ზამთარში ამპლიტუდა ზაფხულთან შედარებით უფრო მცირდება, რაც გამონვეულია ზაფხულში მზის ინტენსიური რადიაციისა და ტურბულენტური გაცვლით. ჰაერის ქვედა ფენებში ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა, ზამთართან შედარებით თითქმის ორჯერ მეტია.

5.3 ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით

ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ტემპერატურის ვერტიკალურ გრადიენტს უწოდებენ და გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$T = \frac{t_B - t_A}{Z_A - Z_B} 100$$

სადაც $t_B - t_A$ არის ჰაერის ტემპერატურის სხვაობა ქვედა და ზედა სიმაღლეებს შორის, $Z_A - Z_B$ არის სიმაღლეთა სხვაობა მეტრებში. განვიხილავთ ჰაერის ტემპერატურის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების სამ პოზიციას:

1. როცა $t_A < t_B$ ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სიმაღლესთან ერთად, მაშინ ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე (T) დადებითია. ტემპერატურის ასეთი განაწილება სიმაღლის მიხედვით ყველაზე მეტად დამახასიათებელია ტროპოსფეროსთვის;

2. როცა $t_A > t_B$ ადგილი აქვს ტემპერატურულ ინვერსიას (ტემპერატურა იზრდება სიმაღლის მიხედვით), მაშინ ტემპერატურული გრადიენტი (T) უარყოფითია;

3. როცა $t_A = t_B$ ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი $T=0^\circ\text{C}/100$ მ. ტემპერატურის ასეთ განაწილებას, როცა იგი ჰაერის ფენაში არ იცვლება სიმაღლის მიხედვით ადგილი აქვს იზოთერმიას.

ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დამოკიდებულია წლის დროზე (ზამთარში ის მცირეა, ზაფხულში დიდია), დღელამურ დროზე (ღამით მცირეა, დღისით დიდია). ატმოსფეროში ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი (T) ყოველ 100 მ სიმაღლის ცვლილებისას შეადგენს საშუალოდ 0.6°C. ხშირია შემთხვევა, განსაკუთრებით ზაფხულში, როდესაც ნიადაგის ზედაპირის ძლიერი გადახურებისას მინისპირა ჰაერის ფენებში ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი აჭარბებს გრადიენტის საშუალო მნიშვნელობას. იგი ძლიერ იცვლება დროში ატმოსფეროს მინისპირა ფენაში. ზაფხულში შუადღისას ნათელ ამინდში ჰაერის ტემპერატურამ ნიადაგის ზედაპირზე შეიძლება 10°C-ით და მეტით გადააჭარბოს 2 მ სიმაღლეზე ტემპერატურას.

ცხრილში 5.3.1. მოცემულია ზაფხულში შუა დღის საათებში (14 საათი), მოღრუბლულ და მზიან, ნათელ დღეებში ჩატარებული გრადიენტული დაკვირვებები.

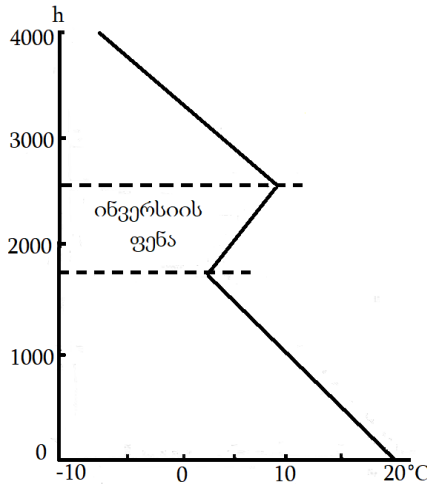
ცხრილი 5.3.1 ჰაერის ტემპერატურის გრადიენტი ღრუბლიან და მზიან ამინდში (14 სთ; ანასეული, ოზურგეთი)

ამინდი	დაკვირვების თარიღი	სიმაღლე ნიადაგის ზედაპირზე (სმ)									
		0	2	5	10	20	40	60	80	120	140
ღრუბლიანი	4.VIII	31.5	28.1	28.4	28.5	25.6	25.5	25.4	25.2	25.0	24.9
მზიანი, ნათელი	19.VIII	43.7	33.9	32.3	31.8	29.0	28.4	27.6	27.5	26.4	26.4

ცხრილიდან ჩანს, რომ ღრუბლიან ამინდში, ნიადაგის ზედაპირიდან 2 სმ სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურა შეადგენს 27.1°C. იგი თანდათანობით იკლებს და 140 სმ სიმაღლეზე აღინიშნება 24.9°C, ე. ი. სხვაობა შეადგენს 3.2. მზიან, ნათელ ამინდში სხვაობა გაცილებით მეტია (7.5°C). ტემპერატურის ვერტიკალურ გრადიენტს ამცირებს ქარი, ღრუბლიანობა, ნალექები და ნიადაგის ტენიანობა.

ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტების მონაცემებს იყენებენ სინოპტიკურ მეცნიერებაში, ამინდის პროგნოზების შესადგენად, რეაქტიული თვითმფრინავების მეტეოროლოგიური მომსახურებისას, თანამგზავრების ორბიტაზე გაყვანისას, გამონაბოლქვის პირობების განსაზღვრისას და ა.შ.

ატმოსფეროში ტემპერატურის განაწილებას სიმაღლეების მიხედვით ატმოსფეროს სტრატოფიკაციას უწოდებენ. იგი გრაფიკულად გამოსახულია ნახაზზე 5.3.1.



ნახაზი 5.3.1 ატმოსფეროს სტრატოფიკაციის მრუდი

ნახაზიდან ჩანს, რომ ატმოსფეროში სხვადასხვა სიმაღლეზე ტემპერატურის სტრატოფიკაცია ერთნაირი არ არის და დამოკიდებულია ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის სი-

დიდესა და ნიშანზე. მაგალითად, ქვედა ფენებში ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დადებითია 1500 მეტრზე ზემოთ და ტემპერატურის ნორმალურ დაცემას აქვს ადგილი. ამ ზონიდან 2500 მეტრზე ზევით ტემპერატურა ეცემა და ვერტიკალური გრადიენტი უარყოფითი ნიშნით გვევლინება, ტემპერატურა კი სიმაღლის მიხედვით მატულობს, ე.ი. ადგილი აქვს ტემპერატურის ინვერსიას. ინვერსიის ფენის დამთავრების შემდეგ ტემპერატურის გრადიენტი ისევ დადებითში გადადის და ა.შ. როგორც ვხედავთ, ატმოსფეროში ვერტიკალური მიმართულებით ტემპერატურა სხვადასხვანაირად არის განაწილებული. იგი ძირითადად დამოკიდებულია დედამიწის გათბობა-გაცივების პროცესებზე, ჰაერის მასების ცვლილებაზე, ფრონტალურ და ციკლონურ პროცესებზე და სხვა.

ვერტიკალურ ატმოსფეროში ტემპერატურის ცვლილება, განსხვავდება მშრალი და ტენადიაბატური პროცესებით გამონვეული ტემპერატურის ცვლილებებისაგან. მშრალი ადიაბატური პროცესის მექანიზმი იმაში მდგომარეობს, რომ მშრალი ჰაერი ნიადაგის ზედაპირიდან აღმავალი დინებისას ადიაბატურად ცივდება ყოველ 100 მ სიმაღლეზე დაახლოებით 1°C -ით. ამ პროცესს ადიაბატურს უწოდებენ, ხოლო ტემპერატურის გრადიენტს, რომელიც მოცემულ მომენტში უდრის 1°C ყოველ 100 მ სიმაღლეზე, მშრალ ადიაბატურ გრადიენტს. იმ შემთხვევაში, თუ ჰაერი წყლის ორთქლითაა გაჯერებული, მაშინ ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურა ეცემა და გრადიენტის სიდიდე მცირდება მშრალ ადიაბატურ გრადიენტთან შედარებით 0.5°C -ით. ცივდება რა ჰაერში მყოფი ორთქლი, ეს უკანასკნელი აღწევს მაქსიმალურ გაჯერებას და იწყებს კონდენსირებას, ე.ი. ორთქლი გადადის სითხისებრ მდგომარეობაში და ატმოსფეროს მაღალ ფენებში წარმოიქმნება ღრუბლები. წყლის ორთქლის კონდენსირებისას გამონთავისუფლდება ფარული სითბო, რომელსაც შეუძლია ნაწილობრივ შეავსოს სითბოს დანახარჯი ჰაერის ადიაბატურად გაფართოებისას. ამიტომ ჰაერის ტემპერატურა ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ეცემა 0.5°C -ით. აღნიშნულ პროცესს ტენადიაბატურ გრადიენტს უწოდებენ.

ჰაერის ტემპერატურის ინვერსია. ტროპოსფეროში ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სიმაღლის მატების მიხედვით, მაგრამ ზოგჯერ ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას - ინვერსიას, ე.ი. ტემპერატურის მატებას. მიწისპირა ჰაერის ფენის ინვერსიაში გაერთიანებულია რადიაციული და ადვექციური ინვერსია.

რადიაციული ინვერსია. იგი წარმოიქმნება უმნიშვნელო მოღრუბლულობისას, უქარო ამინდში, ე.ი. დედამიწის ზედაპირის რადიაციული გადაცივების შედეგად. ასეთი ინვერსიები წარმოიქმნება წლის თბილ პერიოდში, ღამით და ძლიერდება დილით, მისმა სიმძლავრემ შეიძლება მიაღწიოს 500-1000 მ-მდე და ზოგჯერ მეტსაც. მზის ამოსვლიდან ინვერსია ქრება ქვემოდან ზემოთ. ნიადაგის ზედაპირის გათბობის გამო, მისი დაშლა შეიძლება დააჩქაროს ჰაერის ძლიერმა ტურბულენტობამაც.

ინვერსია ზამთარში დღისითაც გვხვდება, როცა ნიადაგის ზედაპირის გადაცივება განუწყვეტლივ მატულობს ყოველდღიურად, ამიტომ ინვერსიის ფენის სიმაღლემ შეიძლება 2 კმ-მდე მიაღწიოს. ამის გამო ყოფენ ღამის (ზაფხულის) და ზამთრის რადიაციულ ინვერსიებს.

ადვექციური ინვერსია. იგი წარმოიქმნება თბილი ადვექციის დროს ცივ ზედაპირზე, რომელიც აცივებს მის მოსაზღვრე ნელა მოძრავ ჰაერს. ასეთ ინვერსიას მიეკუთვნება თოვლის ინვერსია, რომელსაც ადგილი აქვს მდნობარე თოვლის ზედაპირზე თბილი ჰაერის გადაადგილების პროცესში. ამ დროს ჰაერის მიმდებარე ფენების სითბო იხარჯება თოვლის დნობაზე, რომლის შედეგად ქვედა ფენებში ჰაერი ძლიერ ცივდება, ხოლო ზედა ფენებში კი ტემპერატურა თითქმის უცვლელი რჩება.

ჰაერის ტემპერატურის აღმასვლის ოთხი სტადია. ჰაერის ტემპერატურა აღმასვლის დროს გაივლის ოთხ სტადიას:

1. *მშრალი სტადია.* ამ სტადიაში, სიმაღლის მიხედვით ატმოსფერული წნევის შემცირების გამო, ჰაერი ფართოვდება ადიაბატურად და ტემპერატურა მცირდება 1°C-მდე, ყოველ 100 მ სიმაღლეზე. შეფარდებითი ტენიანობა კი მატულობს და გარკვეულ სიმაღლეზე 100% აღწევს. ჰაერი

წყლის ორთქლით გაჯერდება და მისი დრეკადობაც მაქსიმალური გახდება. მშრალი სტადია მთავრდება დაახლოებით 1400 მ სიმაღლეზე.

2. *წვიმის სტადია.* ამ სტადიაზე კონდენსაციის პროცესი იწყება 1400 მ სიმაღლიდან და მთავრდება დაახლოებით 4800 მ სიმაღლეზე. ამ სტადიაში წყლის ორთქლი გაზისებრი მდგომარეობიდან გადადის თხევადში და წარმოიქმნება ღრუბლები. წვიმის სტადიის დროს ნაჯერი ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ ეცემა 0.5°C -ით ყოველ 100 მ სიმაღლეზე.
3. *სეტყვის სტადია.* აღნიშნული სტადიის დროს ორთქლით ნაჯერი ჰაერის ტემპერატურა 0°C აღწევს, ხოლო ღრუბლებში არსებული წყლის წვეთები იწყებენ გაყინვას. წყლის გადაცივებული მცირე წვეთები ერთმანეთს ეჯახებიან, მსხვილდებიან და იძენენ სეტყვის ფორმას. სეტყვის სტადიის ჰაერის ფენის სისქე ამ დროს აღწევს დაახლოებით 200 მეტრს, რომელიც მდებარეობს წინა ორი სტადიის ზემოთ 5000 მ სიმაღლეზე.
4. *თოვლის სტადია.* ამ სტადიის დროს ადგილი აქვს წყლის ორთქლის სუბლიმაციას. ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი შეადგენს 0.7°C ყოველ 100 მ სიმაღლეზე. ამ სტადიის დროს ტემპერატურა 0°C დაბლა ეცემა და მთავრდება იქ, სადაც აღმავალი დენი დაახლოებით ზღ. დონიდან 8500 მ სიმაღლეს მიაღწევს. თოვლის სტადია მთავრდება მაშინ, როცა ჰაერში წყლის ორთქლი გამოილევა. თოვლი შეიძლება მოვიდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც დედამიწის ზედაპირის მახლობელ ფენაში ტემპერატურა დაახლოებით 0°C შეადგენს. თოვლის ფიფქი შედგება რთული კრისტალებისაგან, აქვს ვარსკვლავისებური ფორმა, რომლის რადიუსი 4-6 მმ და მეტსაც აღწევს.

5.4 თოვლის საფარის ზედაპირის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე

თოვლს გააჩნია არეკვლის დიდი უნარი. თუ ნიადაგი ირეკლავს მის ზედაპირზე დაცემული მზის ენერჯიის 20-30%, ახალმოსული თოვლი აირეკლავს 70-90%, ხოლო თოვლი, რომელიც შედარებით დიდხანს დევს ნიადაგის ზედაპირზე აირეკლავს 30-50%. თოვლის ზედაპირიდან ინტენსიური გამოსხივება განაპირობებს სითბოს დიდ დანაკარგს და მინისპირა ჰაერის ტემპერატურის დაცემას, ამიტომ თოვლის საბურველის წარმოქმნისას ჰაერის ტემპერატურა მცირდება, განსაკუთრებით მონმენდილ ამინდში. თოვლის გავლენით ტემპერატურის დაწევა უფრო ძლიერდება, რადგან მას აქვს ცუდი თბოგამტარობა, შეფერხებულია სითბოს შეღწევა ნიადაგიდან ჰაერში, ეს მით უფრო გაძნელებულია, რაც მეტია თოვლის საბურველის სიმაღლე. გაზაფხულზე თოვლის დნობა აფერხებს ჰაერის გათბობას. ჰაერის ტემპერატურის მატება იწყება მხოლოდ თოვლის გადნობის შემდეგ. უთოვლო ზამთარი შედარებით თბილია, ხოლო ხანგრძლივად თოვლიანი ხასიათდება მკაცრი სიცივით.

თოვლის ზედაპირის ტემპერატურა უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჰაერის ქვედა ფენებისა, რაც აიხსნება თოვლის არეკვლის უნარით - ალბედოთი. თოვლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურათა მნიშვნელოვანი სხვაობა აღინიშნება წყნარ, მონმენდილ ამინდში, როდესაც გამოსხივების შესაფერისი პირობებია. ღრუბლიან ან ნისლიან ამინდში, მაღალი ტენიანობის პირობებში თოვლის ზედაპირის ტემპერატურა შეიძლება მიუახლოვდეს ჰაერის ტემპერატურას.

ცხრილში 5.4.1 მოცემულია თოვლის ზედაპირისა და ნიადაგისპირა ჰაერის ფენების ტემპერატურის დაკვირვებათა მონაცემები.

ცხრილი 5.4.1 თოვლის ზედაპირისა და მასთან მიმდებარე ჰაერის ფენის ტემპერატურები (ბ.კოროლის მიხედვით)

ჰაერის ფენის სიმაღლე თოვლის ზედაპირიდან (სმ)	ტემპერატურა (C°)
0	-22.9
10	-22.4
20	-20.6
50	-18.7
150	-18.0
200	-17.8

ცხრილიდან ჩანს, რომ უშუალოდ თოვლის ზედაპირის ტემპერატურა შედარებით ნაკლებია, ვიდრე მის ზედაპირზე მყოფი ჰაერის ფენის ტემპერატურა. იგი თოვლის ზედაპირიდან თანდათანობით მალა მატულობს. საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური ჰაერის ტემპერატურები თოვლის საბურველის დროს ყოველთვის დაბალია, ვიდრე უთოვლობის შემთხვევაში. განსაკუთრებით ძლიერად ცივდება ჰაერი, როდესაც თოვლი დევს ჩალრმავებულ, ქვაბურ ადგილებში, რომელსაც აკრავს მთები. ასეთ პირობებში სუსტი ქარის შედეგად გაცივებული ჰაერი ჩანვება მიწის ზედაპირზე, ამას ემატება გარშემორტყმული მთებიდან ჩამოდენილი ცივი ჰაერის მასები.

გაცივებული თოვლის ზედაპირი განსაკუთრებით უღრუბლო წყნარ ამინდში უფრო მეტად ცივდება და აცივებს მასთან მიმდებარე ჰაერის ფენას, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ტემპერატურის ინვერსია. ამ უკანასკნელს უწოდებენ ჰაერის ტემპერატურის ისეთ განაწილებას, როცა ტემპერატურა ნიადაგისპირა ფენაში უფრო დაბალია, ვიდრე იმ ფენაში, რომელიც იმყოფება მაღლა.

ძლიერ ქარიან ამინდში შესაძლებელია თოვლის ზედაპირის ტემპერატურის რამდენადმე მომატება, მაგალითად, გაზაფხულზე თოვლის დნობისას. ამ დროს თოვლის საბურველი შთანთქავს მასთან მიმდებარე ჰაერის ფენის სითბოს, რაც იწვევს თოვლის ზედაპირის ტემპერატურის მომატებას, მის ზე-

დაპირთან მდებარე ჰაერთან შედარებით ან გათანაბრდება ჰაერის ტემპერატურასთან.

5.5 ჰაერის ტემპერატურის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე

მცენარეებს ევოლუციის პერიოდში გამომუშავებული აქვთ ადაპტაციის უნარი დაბალი და მაღალი ტემპერატურების ზემოქმედებისათვის, თუმცა არც თუ ისე სრულყოფილად. ამიტომ ზოგჯერ ადგილი აქვს უკიდურეს ექსტრემალური ტემპერატურების შემთხვევაში მათ დაზიანებას და დაღუპვასაც. ტემპერატურის შემცირება განსაზღვრულ მინიმუმზე დაბლა, მცენარეებში იწვევს მოსვენებითი მდგომარეობის დარღვევას, ამ შემთხვევაში სუნთქვა და სხვა სასიცოცხლო ფუნქციები არსებითად შეზღუდულია, მაგრამ იგი ნელა გრძელდება. ზომიერ, მაგრამ ხანგრძლივ სიცხეს ($26-28^{\circ}\text{C}$) შეუძლია გამოიწვიოს მცენარეთა ძლიერი გადახურება, რომლის დროს არ არის გამორიცხული მათი დაზიანება.

დაბალი და მაღალი ტემპერატურები, რომელიც დამახასიათებელია მცენარეთა სხვადასხვა სახეობისათვის, არ არის მუდმივი და შეიძლება გადაინაცვლოს გარემო პირობებისადმი შეგუების შედეგად გენეტიკურად დაფიქსირებული რეაქციის ნორმის საზღვრებში. მიწისზედა ფოთოლღეროვანი მცენარეები იზრდებიან ძლიერ ცვალებადი ტემპერატურის დიაპაზონში, ასეთებია ევროთერმიულები. მათი სასიცოცხლო ინტერვალი ფართოდ ვრცელდება -5°C -დან 55°C -მდე. ასეთი მცენარეები 5°C -დან 40°C ტემპერატურამდე პროდუქტიულებია. მცენარეები, რომლებიც შეგუებული არიან ექსტრემალურ ტემპერატურებიან ზონებს, როგორცაა სტენოთერმიულები, მათი ზრდა შეუფერხებლად მიმდინარეობს გაყინვის წერტილთან ახლოს ($2-4^{\circ}\text{C}$). მცენარის სიცოცხლის ტემპერატურული საზღვრებია, როცა იგი უძლებს ყველაზე დაბალ და მაღალ ტემპერატურას.

რებს. ამ საზღვრების გადალახვის შემდეგ მცენარეში წარმოიქმნება შეუქცევადი დაზიანება და სიცოცხლე წყდება.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოება შეუძლებელია არასაკმარისი თბილი დღეების რაოდენობის გამო. რაც უფრო ხანგრძლივია წლის თბილი პერიოდი და რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა ამ პერიოდის განმავლობაში (სხვა დანარჩენი პირობების უზრუნველყოფისას), მით უფრო მაღალია მოსავალი და მისი ხარისხი.

მცენარეებში ყველა ფიზიოლოგიური პროცესი გარკვეულ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს. აღნიშნება მცენარის სუნთქვის ქვედა ზღვარი (0°C), ინტენსიური სუნთქვა ($36-40^{\circ}\text{C}$) და სუნთქვის ტემპერატურის მაქსიმუმი (50°C), რომლის ზევით მცენარე წყვეტს სასიცოცხლო პროცესს. აღნიშნულ საზღვრებს უწოდებენ კარდინალურ წერტილებს, რომლებიც მაშინ არის გამართლებული, როცა მცენარე ნორმალურად არის უზრუნველყოფილი ტენით და საკვები ნივთიერებებით. ტემპერატურის გავლენა, სასიცოცხლო პროცესების ინტენსივობაზე ძირითადად ემორჩილება ვანტ-ჰოფის წესს, რომლის თანახმად ქიმიური რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის მატების დროს, ყოველ 10°C -ზე ორმაგდება. მაგალითად, 5°C ტემპერატურის დროს ქიმიური რეაქციის შედეგად პროდუქტიულობის რაოდენობას თუ მივიღებთ 100%-ად, მაშინ აღნიშნული წესის მიხედვით 15°C ტემპერატურისას იგი იქნება 200; 25°C ტემპერატურაზე - 400 და ა.შ. ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცენარის სასიცოცხლო პროცესები დასაწყისში ინტენსიურად მიმდინარეობს და განუწყვეტლივ იზრდება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე, მაგრამ როცა იგი თავის ზედა ზღვარს მიაღწევს, მკვეთრად მცირდება, ე.ი. აღნიშნული წესი მისაღებია გარკვეული ტემპერატურის ფარგლებში. ტემპერატურის მატებისას მცენარე სწრაფად იზრდება და ნაყოფი ადრე მწიფდება.

ტემპერატურის ზრდის ტემპზე, სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვანაირად რეაგირებს, რაც აიხსნება ისტორიულად ჩამოყალიბებული თითოეული მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებით. მაგალითად, სითბოსმოყვარულ მცენარეებში ძალზე დაბალი ფოტოსინთეზი აღნიშნება 3-დან 5°C -მდე ტემპერა-

ტურის პირობებში. ფოტოსინთეზისათვის ყველაზე ხელსაყრელია 25°C-მდე ტემპერატურა.

ჰაერის ტემპერატურაზე ტყის გავლენა დამოკიდებულია ტყის ხნოვანობაზე, მის ჯიშობრივ შემადგენლობაზე, სიხშირეზე და სხვა. მუხნარში მაქსიმალური ტემპერატურა მყარდება ვარჯის ზევით, სადაც ის ძლიერ ცვალებადობს. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ვარჯში ტემპერატურა მცირდება. თბილ პერიოდში, განსაკუთრებით ზაფხულში, ველთან შედარებით, დღისით ტემპერატურათა შორის დიდი სხვაობაა. დღისით ტემპერატურა დაბალია, მზის ჩასვლის შემდეგ შედარებით მაღალი. ცივ პერიოდში, ტყის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე მეტად საგრძნობია. ტყე მინიმალურ ტემპერატურას ადიდებს, მაქსიმალურას ამცირებს, ამის შედეგად ტემპერატურის წლიური ცვალებადობაც მცირდება საშუალოდ 5-10°C-ით.

ხშირი ტყე ითვისებს მზის რადიაციის 99%, რაც დიდ გავლენას ახდენს ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურაზე. ტყესა და ტყის გარეთ ზღვრული ტემპერატურა ძალიან განსხვავებულია. წლის თბილ პერიოდში ღია ადგილზე მაქსიმუმი მაღალია, მინიმუმი შედარებით დაბალი, ტყის თაღის ქვეშ პირიქით. ტყე ამცირებს ცივი მასების მოქმედებას, რის გამოც, ღია ადგილთან შედარებით, ტყეში მინიმალური ტემპერატურა უმნიშვნელოა. ტყეში ჰაერის ტემპერატურა სწრაფად არ ეცემა. ტყის მასივში, თუ რაიმე შემთხვევითი პროცესი არ ხდება, 163-247 მ სიმაღლეზე ადგილის ტოპოგრაფიის შესაბამისად ტემპერატურა 1°C-ით ეცემა (თავისუფალი ატმოსფეროსაგან განსხვავებით, სადაც ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი 100 მ სიმაღლეზე 1°C უდრის). ეს მოვლენა ტყის გავლენით აიხსნება.

ტემპერატურას არსებითი გავლენა აქვს ორგანული ნივთიერების დაგროვებაზე, რაც მცენარეთა ორგანიზმში წარმოადგენს ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის ურთიერთმოქმედების შედეგს. ორგანული მასის დაგროვება მცენარეში უმთავრესად მიმდინარეობს ფოტოსინთეზის დროს, ხოლო მისი ხარჯვა - სუნთქვისას:

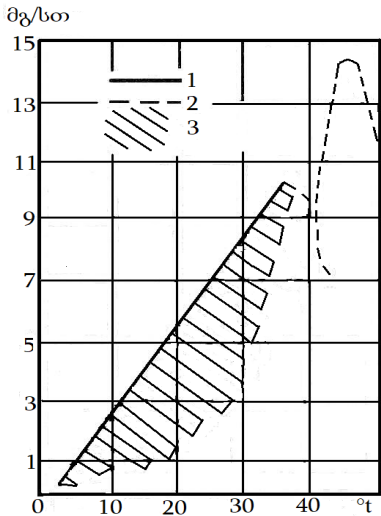
$$m = a - b$$

სადაც m - დროის გარკვეულ მონაკვეთში დაგროვილი ორგანულ ნივთიერებათა ჯამია;

a - ფოტოსინთეზის პროცესში ორგანული ნივთიერების დაგროვება;

b - მცენარის სუნთქვის პროცესში ნივთიერების ხარჯვა.

ამ სიდიდეების - ასიმილაციისა და დისიმილაციის სხვაობის ცვლილება ტემპერატურის მსვლელობასთან დაკავშირებით ნაჩვენებია ნახაზზე 5.5.1.



1. ასიმილაცია; 2. დისიმილაცია;
3. ორგანული ნივთიერებების დაგროვება.

ნახაზი 5.5.1 ასიმილაციისა და დისიმილაციის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ნახაზზე ნათლად ჩანს, ტემპერატურის გავლენა მცენარეში ორგანული მასის დაგროვებაზე, მხოლოდ ტემპერატურის გარკვეულ ფარგლებში. შედარებით მეტი ორგანული ნივთიერება გროვდება ასიმილაციის შედეგად $20-30^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის ფარგლებში, ვიდრე იხარჯება დისიმილაციის დროს. მაგალითად, ნახაზის 5.5.1 მიხედვით 20°C ტემპერატურაზე მცენარე

გაცილებით მეტ ორგანულ ნივთიერებას აგროვებს, ვიდრე იხარჯება დისიმილაციის გამო. აღნიშნულ ტემპერატურაზე 1 სთ-ის განმავლობაში მცენარე ასიმილაციის შედეგად საშუალოდ აგროვებს დაახლოებით 5.5 მგ ორგანულ ნივთიერებას. ე.ი. ზემოაღნიშნული განტოლებიდან გამომდინარე, $a=5.5$ მგ/სთ; მოცემულ დროში მცენარე სუნთქვაზე საშუალოდ ხარჯავს დაახლოებით 1.5 მგ ორგანულ ნივთიერებას, ე.ი. $b=1.5$ მგ/სთ. მაშასადამე, 1 სთ-ში ფოტოსინთეზის შედეგად დაგროვდება:

$$m = a - b = 5.5 \text{ მგ/სთ} - 1.5 \text{ მგ/სთ} = 4.0 \text{ მგ/სთ.}$$

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს 30°C ჰაერის ტემპერატურაზე მცენარის მიერ დაგროვილი ორგანული ნივთიერება. მცენარეებისათვის ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვების ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 20-30°C.

ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცენარეების განვითარების სიჩქარე პროპორციულად მატულობს, მხოლოდ გარკვეულ საზღვრამდე. კარდინალური წერტილის (30-32°C) ზემოთ მცენარის შემდგომი განვითარების სიჩქარე სწრაფად ნელდება და იწყება მისი დეპრესია. ასევე, ნელდება მცენარის ზრდა-განვითარების სიჩქარე მისი ბიოლოგიური მინიმუმის ქვემოთ ტემპერატურის დაწვეისას და იგი საბოლოოდ წყვეტს განვითარებას.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ტემპერატურის ბიოლოგიური მინიმუმი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. სხვადასხვა მათი ფაზებისა და სანაყოფე ორგანოების ფორმირების ტემპერატურები. მაგალითად, საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, შვრიის, წინიზურასა და ცერცველას სანაყოფე ორგანოების ფორმირების მინიმალური ტემპერატურაა 10-12°C, ბარდის 8-10°C, სიმინდის და მზესუმზირის 12-15°C, ლობოს და სოიოს 15-18°C, ბრინჯისა და ბამბის 15-20°C. ჩაის კულტურა დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში კვირტის გაშლას იწყებს ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ზე; დუყების ზრდა იწყება 12-14°C-ზე, ხოლო აქტიურად

მიმდინარეობს 18-20°C-ზე, უფრო ინტენსიურია 24-26°C ტემპერატურის პირობებში, ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის შემთხვევაში.

ვაზის წვენთა მოძრაობა („ტირილი“) იწყება ჰაერის ტემპერატურის 8°C; კვირტის გაშლა 10-11°C; ყვავილობა იწყება 16-17°C-ზე, ხოლო 20-22°C ტემპერატურა ოპტიმალურია ვაზის ყვავილობისათვის. ვაზის ნაყოფის სიმწიფე იწყება 19-20°C ტემპერატურაზე.

კულტურების ახალი ჯიშებისა და ჰიბრიდების გაადგილებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ, მათი ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის ფორმირების ოპტიმალური ტემპერატურები.

5.6 ტემპერატურის ჯამები და მისი მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის

საშუალო დღელამური ტემპერატურა წარმოადგენს მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურებს შორის საშუალოს, რომელიც დარეგისტრირებულია 24 საათის განმავლობაში (ანათვალი აიღება ჩრდილში). ამ მეთოდით საშუალო დღელამური ტემპერატურის განსაზღვრის უპირატესობა ის არის, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია ისეთ მეტეოსადგურებზეც, რომლებიც მხოლოდ უმარტივესი ხელსაწყოებით (მინიმალური და მაქსიმალური თერმომეტრები) არიან აღჭურვილნი. ცალკეულ შემთხვევებში დღელამურ ტემპერატურას ადგენენ დღელამის ყოველი საათის ჩვენებიდან. საშუალო დღელამური ტემპერატურის მისაღებად რომ ავიღოთ დღელამის განმავლობაში 24-ჯერ თითო საათის ინტერვალით გაზომილი ტემპერატურების ჯამი და გავყოთ 24-ზე, მივიღებთ იმაზე ნაკლებ სიდიდეს, ვიდრე მხოლოდ მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურების გასაშუალოებით. მიუხედავად ამ ცდომილებისა, სწორედ ეს უკანასკნელი მეთოდი გამოიყენება ხშირ შემთხვევაში. თუმცა, არსებობს სხვა მეთოდებიც, კერძოდ, სხვადასხვა ვადებში ჩვენებების კომბინაციით, რაც დამოკიდებულია სიხშირეზე. ამ მე-

თოდებით მიღებული მნიშვნელობებით შეიძლება არ იქნას მიღებული ერთი და იგივე შედეგები.

დღელამური ტემპერატურის ამპლიტუდა მიიღება დღელამის მაქსიმალური ტემპერატურიდან მინიმალური ტემპერატურის გამოკლებით.

ყოველი დღელამის საშუალო ტემპერატურის სიდიდეების შეკრებით და მიღებული ჯამის თვის დღეების რიცხვზე გაყოფით მიიღება თვის საშუალო ტემპერატურა. რაც შეეხება საშუალო წლიური ტემპერატურის განსაზღვრას, საჭიროა შეიკრიბოს თვის საშუალო ტემპერატურები და მიღებული ჯამი გაიყოს 12-ზე. ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა იანგარიშება წლის მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურებს შორის სხვაობის გამოანგარიშებით.

საშუალო ტემპერატურების გამოსაყვანად რაც უფრო ხანგრძლივი პერიოდის მონაცემები გვექნება, მით უფრო მეტად საიმედო მონაცემებს მივიღებთ.

სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურათა ჯამს, რომელიც საჭიროა მცენარის ცალკეული ფენოლოგიური ფაზების (კვირტების დაბერვა, გახსნა, ყვავილობა, სიმწიფე და სხვა) დაწყება-დამთავრებისათვის.

ტემპერატურის ჯამები, როგორც მცენარეების მიერ ჯამური მოთხოვნილების მაჩვენებელი, პირველად გამოიყენა რეომიურმა (1734 წ), შემდგომში გაბერლანტმა. წარსულში მის გამოყენებას გააჩნდა გარკვეული ნაკლი. კერძოდ, აწარმოებდნენ დღელამური საშუალო ჰაერის ტემპერატურების შეკრებას მცენარის ვეგეტაციის მთელი პერიოდისათვის. მაგალითად, აღმოცენებიდან სრულ სიმწიფემდე აჯამებდნენ ტემპერატურებს 0°C-ის ზევით (წყლის გაყინვის წერტილიდან), რომელთა ჯამში შედიოდა არა აქტიური ტემპერატურებიც (არა აქტიურია ტემპერატურები, რომლებიც არ მოქმედებენ მცენარის სასიცოცხლო პროცესების დაწყებაზე). მაგალითად, გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა თუ იქნება 5-7°C ფარგლებში, სიტბოს მოყვარული კულტურები - ჩაი, ციტრუსები, ვაზი და ზოგიერთი ეთერზეთოვანი ვერ დაიწყებენ ვეგეტაცი-

ას, კვირტები არ გაეშლებათ, რადგან მოცემული ტემპერატურები აღნიშნული კულტურებისათვის არა აქტიურია. ჩაის, ციტრუსების და ეთერზეთოვანი ტექნიკური კულტურები, გაზაფხულზე ვეგეტაციის დაწყებისათვის მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღელამურ ტემპერატურას 10°C , ხოლო ვაზის წვენთა მოძრაობისათვის საჭიროა 8°C ტემპერატურა. ამიტომ აღნიშნული ტემპერატურები, მოცემული კულტურებისათვის ითვლება, როგორც სასიცოცხლო ნული, ე.ი. ის არის ქვედა ზღვრული ტემპერატურა, რომლის დაბლა ზემოხსენებული კულტურების ზრდა წყდება.

გ.სელიანინოვის მიერ პირველად იქნა გამოყენებული ტემპერატურის ჯამები 10°C -ის ზევით (აქტიური ტემპერატურა), კლიმატის თერმული რესურსების შეფასებისთვის, რომელიც წარმოადგენს სითბოს უზრუნველყოფის მაჩვენებელს მცენარეების აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში. მისი არსი მდგომარეობს შემდეგში, რომ საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან იწყებენ ტემპერატურების დაჯამებას, რომელიც შეადგენს აქტიური ტემპერატურების ჯამს. მცენარეების სითბოსადმი მოთხოვნილება შეიძლება გამოვხატოთ, ეფექტური ტემპერატურის ჯამებით. რაც არის საშუალო დღელამური ტემპერატურები ათვლილი მცენარის ბიოლოგიური მინიმუმიდან, რომელზედაც მოცემული კულტურა იწყებს განვითარებას. საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ზე ზევით მდგრადი გადასვლიდან ტემპერატურების ჯამის დაანგარიშებისას, ყოველდღიურად აკლდება 10°C ტემპერატურა და დარჩენილი ტემპერატურები დაჯამდება, რომელსაც ეფექტურ ტემპერატურას უწოდებენ.

ცხრილში 5.6.1 მოცემულია ჰაერის ტემპერატურის აქტიური და ეფექტური ჯამების გაანგარიშების მაგალითი.

ცხრილი 5.6.1 ჰაერის ტემპერატურის აქტიური და ეფექტური ჯამების გაანგარიშება

ტემპერატურა	აპრილი																
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ჯამი
დღე-ღამური	14.1	15.0	18.2	12.5	10.3	11.6	8.7	9.6	12.5	9.1	14.8	13.2	16.1	16.4	15.8	17.3	215.2
აქტიური	14.1	15.0	18.2	12.5	10.3	11.6	0.0	0.0	12.5	0.0	14.8	13.2	16.1	16.4	15.8	17.3	187.8
ეფექტური 10°-ს ზევით	4.1	5.0	8.2	2.5	0.3	1.6	0.0	0.0	2.5	0.0	4.8	3.2	6.1	6.4	5.8	7.3	67.8
ეფექტური 5°-ს ზევით	9.1	10.0	13.2	7.0	5.3	6.6	3.7	4.6	7.5	4.1	0.8	8.2	11.1	11.4	10.8	12.3	135.7

თერმული რესურსების შეფასებისათვის, გარდა აქტიური და ეფექტური ტემპერატურების ჯამებისა, გამოიყენება გრადუს-დღე, რომელიც პირობითი განზომილების ერთეულია. იგი გვიჩვენებს საშუალოდ დღეღამური ტემპერატურის გადახრას მოცემულ მინიმალურ „საბაზისო ტემპერატურასთან“ მიმართებაში. გრადუს-დღე გამოითვლება, როგორც საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის ჯამის გადახრა საბაზისო ტემპერატურიდან, მოცემულ დროში. გრადუს-დღეების სტანდარტული განმარტება განსხვავებულია მთელ მსოფლიოში, თუმცა არსებითად იგი წარმოადგენს გარე და საბაზისო ტემპერატურების სხვაობის ჯამს.

მაგალითისათვის. თუ მოცემული საბაზისო ტემპერატურა შეადგენს 10°C და 30 დღის განმავლობაში საშუალო დღეღამური ტემპერატურა შეადგენდა 20°C, მაშინ ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე მივიღებთ:

$$30 \text{ დღე} \times (20^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}) = 300 \text{ გრადუს-დღე}$$

აკად. თ.დავითაია მიუთითებდა, რომ გვიან გაზაფხულზე, ორი თვის განმავლობაში ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ტემპერატურათა ჯამი 200-300°C-ით მეტი გროვდება, ვიდრე

ადრე გაზაფხულზე იმავე ორ თვეში. სხვაობამ ცალკეულ ნლებში შეიძლება 400°C გადააჭარბოს. ამიტომ, სხვადასხვა რაიონში ჩაის, ციტრუსების, ვაზის თუ სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სხვადასხვა ფაზის განვითარება არ იქნება ერთნაირი.

დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში ჩაის კულტურა ვეგეტაციას იწყებს ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან და შემოდგომაზე წყვეტს იმავე ტემპერატურის დაბლა გადასვლის შემთხვევაში. სავეგეტაციო პერიოდში ჩაის კულტურის მოთხოვნილება სითბოზე განისაზღვრება ტემპერატურის ჯამით, რომელიც საჭიროა ნორმალური ზრდისა და მოსავლის ფორმირებისათვის. ჩაის წარმოებისათვის საჭიროა 3200°C და მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. რაც მეტია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, მით მეტია ბუჩქებიდან პროდუქტიული დუყების წარმოქმნა.

ცხრილებში 5.6.2 და 5.6.3 მოცემულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ჩაის და ტუნგის კულტურის სხვადასხვა ჯიშების ძირითადი ფაზებისათვის, მათი წარმოების რეგიონებში.

ცხრილი 5.6.2 აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ჩაის კულტურის ძირითად ფაზებს შორის

რაიონი	კვირტის გახსნიდან I რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნამდე	I რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნიდან II რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნამდე	II რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნიდან III რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნამდე
გალი	290	950	830
დურიფში	390	760	1060
ზუგდიდი	450	900	1220
ლანჩხუთი	300	830	890
ოზურგეთი	480	860	1070
ტყიბული	290	970	890
ხონი	330	1200	1210
ქობულეთი	470	1080	910

აღნიშნული მონაცემებიდან (ცხრილი 5.6.2) ირკვევა, რომ ჩაის კულტურის კვირტების გახსნასა და I რიგის პროდუქტიული დუყების პერიოდს შორის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი რაიონების მიხედვით საშუალოდ შეადგენს 380°C, I რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნისა და II რიგის პროდუქტიულ დუყებს შორის საშუალოდ 900°C შეადგენს, ხოლო II რიგისა და III რიგის დუყებს შორის 1020°C.

ცხრილი 5.6.3 აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ტუნგის კულტურის ძირითად ფაზებს შორის

მუნიციპალი- ტეტი	ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან კვირტების გაშლამდე	ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან ნაყოფის სიმწიფემდე
ტუნგი - ფორდა		
ზუგდიდი	190	4100
ლანჩხუთი	170	4000
ოზურგეთი	160	4140
ოჩამჩირე	170	4090
ქობულეთი	140	4000
ფოთი	110	4070
ჩხოროწყუ	200	4080
ტუნგი - კორდატა		
ოზურგეთი	250	3400
ლანჩხუთი	250	3540
ბათუმი	150	3520
ქობულეთი	240	3380

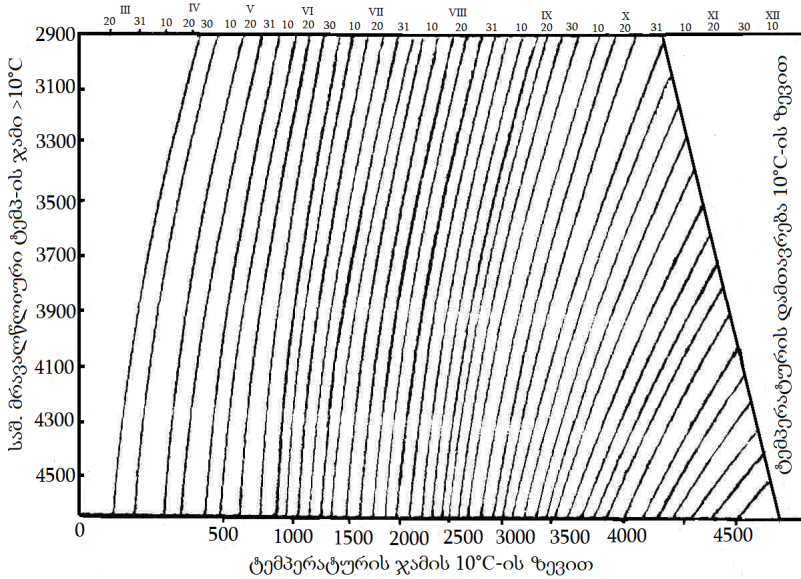
როგორც ცხრილიდან 5.6.3 ჩანს, ტუნგის კულტურის ჯიშები - ფორდა და კორდატა, ფაზებს შორის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მოთხოვნილების მიხედვით, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. განსაკუთრებით მეტ ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს ტუნგი - ფორდა ნაყოფების სიმწიფისათვის, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს სხვადასხვა რაიონებში მისი გაშენების დროს.

ცხრილში 5.6.4 მოცემულია ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის საჭირო ტემპერატურათა ჯამები 10°C-ის ზევით, ზრდის დანყებიდან სიმწიფემდე.

ცხრილი 5.6.4 სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები

კულტურა	10°C-იან პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, ნაყოფების მომწიფების ან ტექნიკური სიმწიფისათვის
საშემოდგომო ხორბალი	2200
საგაზაფხულო ხორბალი	1300
ქერი	1500
ჭვავი	2600
შვრია	1300
ფეტვი	1800
სიმინდი – საადრეო ჯიში	1700
სიმინდი - საშუალო მწიფადი	2200
სიმინდი - საგვიანო ჯიში	2800
სოია	3000
მზესუმზირა	3100
ბრინჯი	3800
წინიბურა	1100
ევგენოლის რეჰანი	3600
გერანი - პირველი მოსავალი	2300
გერანი - მეორე მოსავალი	1400
კარტოფილი	2000
სუფრის ჭარხალი	2300
სტაფილო	1200
ვაზი - საადრეო ჯიში	2500
ვაზი - საშუალო მწიფადი ჯიში	2900
ვაზი - საგვიანო ჯიში	3500
ჩაი - I ფოთლის კრეფისათვის	500
ჩაი - II, III, IV და ა.შ. კრეფისათვის	200
ლიმონი	3900
მანდარინი	4200
ფორთოხალი	4300
სუბტროპიკული ხურმა	4000

ნახაზზე 5.6.1 მოცემულია ნომოგრამა, რომელზედაც შეიძლება განვსაზღვროთ სხვადასხვა ტემპერატურის ჯამის დაგროვება ნებისმიერ თარიღში და პირიქით, თუ ვიცით თარიღი განვსაზღვრავთ ტემპერატურის ჯამს, რომლის სიზუსტე შეადგენს 50°C (იშვიათად 100°C).



ნახაზი 5.6.1 ტემპერატურის ჯამის დაგროვება დამოკიდებული ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიურ ჯამზე

მოცემული ნომოგრამა შედგენილია მშრალი და ტენიანი სუბტროპიკული ზონებისათვის, ზღვის დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე. მაგალითად, თუ გვავინტერესებს როდის დაგროვდება 4200°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, რომელიც საჭიროა მანდარინის კულტურის სრული მომწიფებისათვის, უნდა ვიცოდეთ მოცემული კულტურის წარმოების რაიონში საშუალოდ რამდენს შეადგენს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით. წარმოდგენილ ნახაზზე, ორდინატის ღერძიდან, სადაც აღნიშნულია 4200°C , გავავლებთ სწორ ხაზს აბსცისთა ღერძიდან აღმართულ 4200°C -იანი ხაზის გადაკვეთამდე და

გადაკვეთის წერტილიდან ზემოთ ვპოულობთ თარიღს. მაშასადამე, მანდარინი მოცემულ რაიონში, გაანგარიშებულ თარიღში მიაღწევს სრულ სიმწიფეს. აღნიშნული ნომოგრამით შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე, სხვა კულტურების ფაზებისათვის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის დაგროვება სხვადასხვა თარიღში.

5.7 მცენარეების მოთხოვნილება სითბოსადმი და მისი უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი

სითბოს განაწილებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეების გეოგრაფიულ გავრცელებაში. იგი შეადგენს კლიმატური პირობების არსებით ნაწილს და განსაზღვრავს ჩრდილოეთი და სამხრეთი არეალის საზღვრებს, ასევე მცენარეული საფარის ზონალურ სტრუქტურას. „ტემპერატურა“ წარმოადგენს სხეულის გათბობის ხარისხს, ე.ი. ხარისხობრივია, „სითბო“ - რაოდენობრივი მაჩვენებელია.

სასოფლო - სამეურნეო კულტურები თესლის აღმოცენებისათვის საჭირო სითბოს მოთხოვნილების თვალსაზრისით, შეიძლება დაიყოს 5 ჯგუფად:

- სითბოს მცირედ მომთხოვნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 1-3°C ტემპერატურის დროს: ხორბალი, ქერი, შვრია, ბარდა, ცერცველა, მდოგვი და ა.შ.
- სითბოს ნაკლებად მომთხოვნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 3-5°C ტემპერატურის დროს: მზესუმზირა, სელი, უგრეხელი და ა.შ.
- სითბოს მომეტებულად მომთხოვნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 6°C ტემპერატურის ზევით: ხონჭკოლა, სოია და ა.შ.
- სითბოს მოყვარულნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 9-10°C ტემპერატურის დროს: სიმინდი, ფეტვი, აბუსალათინი და ა.შ.

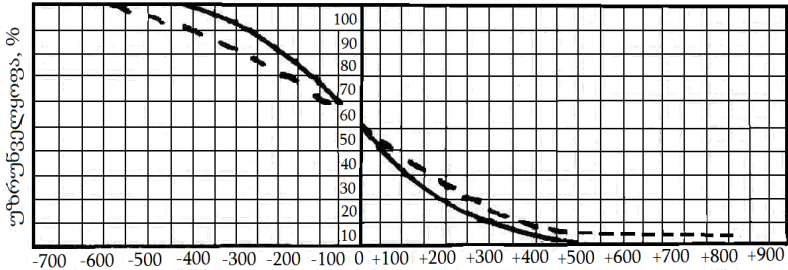
- სითბოს მეტად მოყვარულნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 10°C და მეტი ტემპერატურის დროს: ლობიო, სორგო, კუნ-ჟუტი და ა.შ.

აღნიშნული კულტურების მოთხოვნილება სითბოსადმი გათვალისწინებული უნდა იყოს სხვადასხვა რაიონში, მათი წარმოებისას.

მაღალმთიან ზონაში პროცესების განვითარება და ფოტოსინთეზი უმეტესად განისაზღვრება მცენარის ქსოვილის ზედაპირის ტემპერატურით, რომელიც იმყოფება უშუალოდ მზის რადიაციის გავლენის ქვეშ. ტემპერატურის შემცირება (თ.და-ვითაიას მიხედვით) სიმაღლის მიხედვით კომპენსირდება მზის პირდაპირი რადიაციის გადიდების ხარჯზე. მცენარეები რამდენადაც მაღლა არიან ზღვის დონიდან, მით უფრო მეტად თბებიან რადიაციისაგან, ცხადია გარკვეულ სიმაღლემდე. სწორედ ამით აიხსნება რომ სიმაღლის მიხედვით მცირდება საჭირო ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა თამბაქოს საყვავილეების წარმოქმნის დროს, ყვავილობისას და მისი ფოთლების შეტეხვისას. თამბაქოს საყვავილეების ფაზის წარმოქმნისათვის ჰაერის საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურა მცირდება 37%, ყვავილობისათვის 35%, ხოლო პირველი ფოთლების შეტეხვისათვის 46%.

სითბოთი უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი. სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის სავეგეტაციო პერიოდში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სითბოს რაოდენობით უზრუნველყოფას. ამ უკანასკნელის ნაკლებობის შემთხვევაში მკვეთრად ეცემა მათი მოსავალი და ნაყოფის ხარისხი.

ნახაზზე 5.7.1 აბსცისთა ღერძზე მოცემულია ტემპერატურათა ჯამის საშუალო სიდიდიდან გადახრა (0 პირობითადაა მიღებული), ხოლო ორდინატთა ღერძზე - ტემპერატურით უზრუნველყოფა პროცენტებში.



- სუბტროპიკული ზონა
- ზომიერი კლიმატური ზონა

ნახაზი 5.7.1 ტემპერატურათა ჯამის უზრუნველყოფის მრუდი

ნახაზზე მოცემული მრუდები ორი ტიპისაა და ახასიათებენ სუბტროპიკულ და ზომიერ კლიმატურ ზონებს, რომლითაც შეიძლება განვსაზღვროთ სითბოთი უზრუნველყოფა სავსე პერიოდში, სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის. ამისათვის უნდა ვიცოდეთ მოცემული რაიონისათვის მრავალწლიური საშუალო ტემპერატურის ჯამი 10°C -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან.

მაგალითისათვის განვსაზღვროთ ყვარლის მუნიციპალიტეტში, თუ რამდენჯერ მომნიშვნება სუბტროპიკული ხურმის (ხიაკუმე) ნაყოფები. მოცემულ რაიონში ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან შეადგენს 3900°C , ხოლო სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების მომნიშვნების საუკეთესო ტემპერატურის ჯამს წარმოადგენს 4000°C , სხვაობა მათ შორის შეადგენს $+100^{\circ}\text{C}$.

ნახაზზე 5.7.1 აბსცისთა ღერძის იმ წერტილიდან, სადაც მოცემულია ტემპერატურათა სხვაობა $+100$ აღვმართავთ ორდინატის პარალელურს, რომელიც სუბტროპიკული ტიპის მრუდიან გადაკვეთის წერტილში გვაძლევს ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფის 40%. მაშასადამე, სუბტროპიკული ხურმის (ხიაკუმე) ნაყოფები ნორმალურად დამნიშვნება, ე.ი. სითბოთი უზრუნველყოფილი იქნება ათ წელიწადში ოთხჯერ. ანალოგიურად შეიძლება განვსაზღვროთ სხვა დანარჩენი

ჩვენთვის საინტერესო სასოფლო-სამეურნეო კულტურები-სათვის სითბოს უზრუნველყოფა ამა თუ იმ რაიონში.

ცხრილში 5.7.1 მოყვანილია ვაზის სხვადასხვა ჯიშების (რქაწითელი, საფერავი, მწვანე) ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფა პროცენტებში მევენახეობის რაიონებისათვის.

ცხრილი 5.7.1 ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფა 10°C-ის ზევით ვაზის კულტურისათვის

მუნიციპალიტეტი	უზრუნველყოფა, %		
	რქაწითელი	საფერავი	მწვანე
თელავი	100	100	100
ყვარელი	100	100	100
ნაფარეული (თელავი)	100	100	100
საგარეჯო	98	94	100
გურჯაანი	100	100	100
წნორი (სიღნაღი)	100	100	100
შირაქი (დედოფლისწყარო)	88	89	100
ლაგოდეხი	100	100	100
ჯოყოლო (ახმეტა)	98	98	100
ახმეტა	100	100	100
სიღნაღი	82	88	100
ალაზანი (დედოფლისწყარო)	100	100	100
დედოფლისწყარო	60	61	84
იორმულანლო (საგარეჯო)	100	100	100

ცხრილი 5.7.1 ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს ვაზის (რქაწითელი, საფერავი, მწვანე) სითბოთი უზრუნველყოფის შესახებ. ვაზის სითბოთი უზრუნველყოფად ითვლება 80-90%, რადგან წარმოების რისკი არ აღემატება 10-15%. აღნიშნული ჯიშებიდან კახეთის ტერიტორიაზე ვაზის ჯიში - „მწვანე“ ყველაზე მეტადაა უზრუნველყოფილი სითბოთი.

5.8 ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები

მეტეოროლოგიაში ტემპერატურის გაზომვისათვის გამოიყენება სამი სახის სკალა: ასგრადუსიანი - ცელსიუსის სკალა ($^{\circ}\text{C}$), ფარენგეიტის ($^{\circ}\text{F}$) და აბსოლუტური, კელვინის სკალა ($^{\circ}\text{K}$). ინგლისსა და ამერიკაში მიღებულია ფარენგეიტის სკალა, რომელზეც ნულოვან ტემპერატურად მიღებულია ის წერტილი, რომელიც მკაცრი ზამთრის ერთ დღეს (ქ.დანციგში) გერმანელმა მეცნიერმა, ფარენგეიტმა თერმომეტრში ტემპერატურის მაქსიმუმამდე დაწევა დააფიქსირა. მეორე უმაღლეს წერტილად მან აიღო ადამიანის სხეულის ტემპერატურა. ამ სისტემით ზღვის დონეზე წყლის გაყინვის ტემპერატურამ შეადგინა $+32^{\circ}\text{C}$, ხოლო წყლის დუღილის ტემპერატურა იყო $+212^{\circ}\text{C}$. აღნიშნული სკალის გამოყენება შეიძლება თბილ და ტროპიკულ ზონებში, სადაც ტემპერატურის ცვლილების ამპლიტუდა ნაკლებია, თუმცა მეცნიერული კვლევებისათვის მისი გამოყენება არ არის მოხერხებული.

შვედი მეცნიერის ცელსიუსის მიერ 1742 წელს შემოთავაზებული სკალა ნულ წერტილად ითვალისწინებდა წყლისა და ყინულის შენარევს, ხოლო წყლის დუღილის წერტილად 100°C . ცელსიუსის სკალა ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში და ყოფაცხოვრებაში.

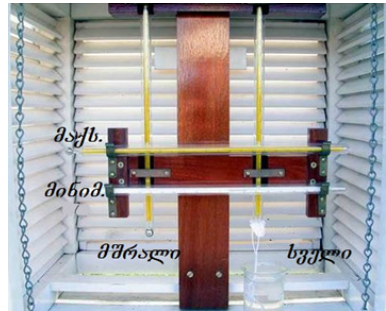
ინგლისელი მეცნიერის ლორდ კელვინის მიერ შემოთავაზებულმა აბსოლუტურმა სკალამ ფართო გამოყენება ჰპოვა. რომლის მიხედვით ნულოვანი წერტილი, ანუ აბსოლუტური ნული ყველაზე დაბალ ტემპერატურას წარმოადგენს, რომლის დროსაც ნივთიერების მოლეკულები მთლიანად წყვეტენ მოძრაობას. ასგრადუსიანი სკალით აბსოლუტური ნული შეესაბამება -273.15°C , რაც 0°C უტოლდება.

ცელსიუსის სკალის ჩვენების გადაანგარიშება ფარენგეიტის სკალის ჩვენებაზე. აღნიშნული გადაანგარიშება ხორციელდება შემდეგი გზით: ცელსიუსის სკალის ჩვენების მნიშვნელობა უნდა გადამრავლდეს 1.8 და მიღებულ რიცხვს უნდა დაემატოს 32°C . მაგალითად, $100^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{C}$, ანუ $F = 1.8 + 32 = 212$. შებრუნებული გადაანგარიშებისათვის უნდა გა-

მოირიცხოს ფარენგეიტის ჩვენება და მიღებული რიცხვი გაიყოს 1.8. მაგალითად, $212^{\circ}\text{F}-32^{\circ}\text{C}=180^{\circ}\text{C}/1.8=100^{\circ}\text{C}$.

ტემპერატურის ოფიციალურ ჩვენებად მიღებულია ის მონაცემები, რომლებიც აღებულია სპეციალური მოწყობილობებიდან, სადაც განთავსებულია სხვადასხვა სახის თერმომეტრები.

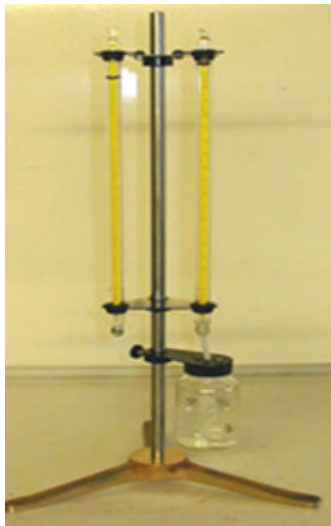
ჰაერის ტემპერატურის გაზომვისათვის იყენებენ ვადიან, მაქსიმალურ და მინიმალურ თერმომეტრებს. ყველა ამ თერმომეტრს ათავსებენ სპეციალურ ჟალუზებიან მეტეოროლოგიურ ჯიხურში, რომელიც დაცულია მზის სხივების უშუალო მოქმედებისაგან, ატმოსფერული ნალექებისაგან, ქარისაგან და სხვა (სურ. 5.8.1).



სურ. 5.8.1 მეტეოროლოგიური ჯიხური (ბუდრუგანა)

ჯიხურში მოთავსებული თერმომეტრების რეზერვუარები ნიადაგის ზედაპირიდან დაშორებულია 2 მ სიმაღლეზე. ჯიხურის კარი ჩრდილოეთის მხარეს უნდა იღებოდეს, რადგან მასში მზის სხივებმა არ შეაღწიოს. მეტალის შტატივზე ვერტიკალურად დგავენ ორ ერთნაირ თერმომეტრს. მარცხენას უწოდებენ „მშრალს“ და ზომავენ ჰაერის ტემპერატურას, ხოლო მარჯვენას უწოდებენ „სველს“, რომლის რეზერვუარზე შემოხვეულია ბატისტის ნაჭერი და მისი ბოლო ჩაშვებულია წყლიან ჭიქაში, საიდანც იწოვს წყალს. აორთქლება რეზერვუარიდან მით უფრო სწრაფია, რაც მშრალია ჰაერი. ამიტომ, სველი თერმომეტრის ჩვენება იქნება ნაკლები, ვიდრე მშრალის. თერმომეტრების ჩვენებათა შესაბამისად ფსიქრომეტრული ცხრილების

დახმარებით, სათანადო ემპირიული ფორმულით განისაზღვრება ჰაერის სხვადასხვა ტენიანობა (აბსოლუტური, შეფარდებითი, ტენიანობის დეფიციტი, ნამის წერტილი). აღნიშნულ ხელსაწყოს უწოდებენ ავგუსტის ფსიქრომეტრს (სურ. 5.8.2).



სურ. 5.8.2 ავგუსტის ფსიქრომეტრი

ჰაერის ტემპერატურის -20°C -ზე დაბლა დაწვევისას მშრალი ფსიქრომეტრული თერმომეტრის გვერდით ათავსებენ სპირტიან თერმომეტრს, რადგან ვერცხლისწყალი იყინება -38.9°C , ამიტომ, როცა ტემპერატურა დაინევს -36°C -მდე, ათვლა უნდა ვანარმოოთ სპირტიანი თერმომეტრით.

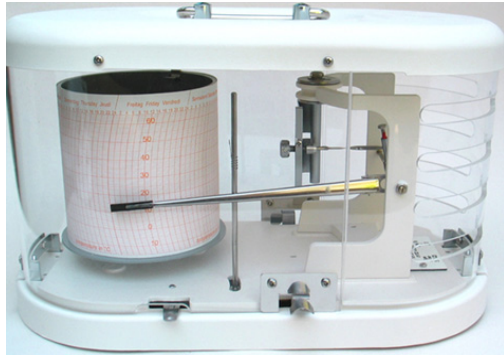
ჰაერის ტემპერატურის და ტენის განსაზღვრისათვის საველე პირობებში იყენებენ ასმანის ასპირაციულ ფსიქრომეტრს (სურ. 5.8.3).



სურ. 5.8.3 ასმანის ფსიქრომეტრი

ასმანის ასპირაციულ ფსიქრომეტრი პრაქტიკული ხელსაწყოა სხვადასხვა ტერიტორიის მიკროკლიმატის შესწავლისათვის. მისი მუშაობის პრინციპი იგივეა, როგორც ავგუსტის ფსიქრომეტრის. შედგება ორი თერმომეტრისაგან (მშრალი და სველი). თერმომეტრებზე ათვლის წინ უნდა მოიმართოს ასპირატორი, რომლის საშუალებით მილში, სადაც თერმომეტრების რეზერვუარებია მოთავსებული, შეინოვება ჰაერი, დაახლოებით ორი მეტრის სისწრაფით წამში, რის შემდეგ თერმომეტრზე აითვლება ტემპერატურა.

ჰაერის ტემპერატურის განუწყვეტლივ ჩასაწერად იხმარება თვითმწერი - თერმოგრაფი, რომელსაც ათავსებენ მეტეოროლოგიურ ჯიხურში. ერთდროულად ჰაერისა და მცენარის ფოთლის ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება ელექტრო-თერმომეტრი (სურ. 5.8.4).



თერმოგრაფი



ლაზერული დისტანციური
თერმომეტრი



ელექტროთერმომეტრი

სურ. 5.8.4 ჰაერის ტემპერატურის გასაზომი ხელსაწყოები

ტემპერატურა აუცილებლად უნდა გაიზომოს ჩრდილში, რადგან რადიაციის შთანთქმის შედეგად მზეზე თერმომეტრი თბება და ანათვალზე გვიჩვენებს ცდომილებას. საზომი ხელსაწყოები თავსდება სპეციალურ ჯიხურში (ბუდრუგანაში), სადაც დაცული იქნებიან შემომავალი მზის სხივებისგან. ჯიხური უნდა იყოს თეთრი ფერის, რათა მასიმალურად გაიზარდოს მისი ალბედო და შემცირდეს მის მიერ რადიაციის აბსორბირება. ასევე, მას უნდა ჰქონდეს არა მთლიანი, არამედ თამასებიანი

პანელები, რომელშიც ჰაერის თავისუფალი მოძრაობით მოხდება მისი განიავება. ჯიხურს კარი აუცილებლად ჩრდილოეთის მხარეს უნდა ჰქონდეს, რათა მასში განთავსებულ ხელსაწყოებს მზის პირდაპირი სხივები არ მოხვდეს.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რომელი გეოგრაფიული ფაქტორები განსაზღვრავენ ადგილობრივი ტემპერატურის თავისებურებებს?
2. რა პროცესები განაპირობებენ სითბოს გადაცემას მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის?
3. როგორია ჰაერის ტემპერატურის დღეღამური და წლიური მსვლელობის დინამიკა?
4. რას ნიშნავს ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი და ატმოსფეროს სტრათიფიკაცია?
5. რა არის ტემპერატურის ინვერსია (რადიაციული, ადვექციური)?
6. რომელ სტადიებს გადის ჰაერის ტემპერატურა აღმასვლის დროს?
7. როგორია თოვლის საფარის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე?
8. რა გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე?
9. როგორ გამოითვლება აქტიური, ეფექტური ტემპერატურათა ჯამები და გრადუს-დღე?
10. რაში მდგომარეობს სითბოთი უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი?
11. რომელი ხელსაწყოებით და მეთოდებით ხდება ჰაერის ტემპერატურის განსაზღვრა?

თავი VI

წყლის ორთქლი

6.1 ჰაერის ტენიანობა, მისი განსაზღვრის მეთოდები და ხელსაწყოები

წყალი ყოველთვის არ არის თხევად მდგომარეობაში, იგი ხშირად მყარ ნივთიერებად გადაიქცევა და ყინულის სახით გვევლინება. წყალს, რომელიც გაზობრივ მდგომარეობაშია და უხილავია წყლის ორთქლს უწოდებენ. შეიძლება ითქვას, რომ როდესაც სითხე გადადის გაზობრივ მდგომარეობაში ადგილი აქვს ორთქლის წარმოქმნას და სწორედ ამ პროცესის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტია ორთქლი.

წყლის მიმოქცევა მუდმივად მიმდინარეობს, რაც საშუალებას იძლევა ზღვები და ნიადაგი სისტემატურად ივსებოდეს წყლის მარაგით. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს სამ ეტაპად. პირველ ეტაპზე ოკეანეებიდან, ზღვებიდან, ტყეებიდან და სხვა ზედაპირებიდან წყლის ორთქლი მიედინება ჰაერში, რაც აორთქლების პროცესს წარმოადგენს. შემდგომ ეტაპზე სიმაღლის მატებასთან ერთად წყლის ორთქლი ცივდება და გარდაიქცევა ღრუბლებად ან ნისლად, ანუ ადგილი აქვს კონდენსაციის პროცესს. ბოლო ეტაპზე წყლის ორთქლი ბრუნდება დედამიწაზე და ზღვებში მყარი ან თხევადი სახით.

წყლის ორთქლი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ატმოსფეროში მიმდინარე სხვადასხვა რთულ ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებში. მისი რაოდენობა მეტად ცვალებადია, რაც დამოკიდებულია ამინდსა და გარემოს მრავალ ფაქტორზე.

წყლის ორთქლის უმთავრეს წყაროდ ითვლება: ოკეანეების, ზღვების, ტბების, მდინარეების, ჭაობების, მცენარეების, ნიადაგისა და სხვა ზედაპირებიდან აორთქლება. იქ, სადაც ჰაერის ტემპერატურა მაღალია და ამაორთქლებელი ზედაპირი საკმარისი, ატმოსფერო გაჟღენთილია წყლის ორთქლით. დასავლეთ საქართველოს ატმოსფერულ ჰაერში წყლის ორთქლი

გაცილებით მეტია, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. ეს ფაქტი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჰავაზე. ასეთი დიდი სხვაობა გამოწვეულია დასავლეთ საქართველოში არსებული შედარებით მაღალი ტემპერატურებისა და შავი ზღვის ამაორთქლებელი ზედაპირის შედეგად. ამიტომ, შავი ზღვის სანაპირო ზოლში წყლის ორთქლი ჰაერში მაქსიმალური რაოდენობითაა.

ჰაერი ატმოსფეროს ქვედა ფენებში თითქმის არასოდეს არ არის მშრალი. იგი ყოველთვის ცვალებადი რაოდენობით შეიცავს წყლის ორთქლს, ე.ი. წყალი გაზობრივ მდგომარეობაშია. სწორედ ასეთ ჰაერს უწოდებენ ტენიან ჰაერს. როგორც ყველა გაზს, წყლის ორთქლსაც ახასიათებს დრეკადობა და რამდენადმე განაპირობებს ატმოსფერულ წნევასაც.

წყლის ორთქლი, რომელიც წარმოიქმნება ამაორთქლებელი ზედაპირიდან წარმოქმნის წნევას, რომელსაც გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობას უწოდებენ და გამოსახვენ მილიმეტრებში ან მილიბარებში. ატმოსფეროს ტენიანობის ცვლილება დამოკიდებულია ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე, წლის დროზე და სხვა. იგი დიდად არის დამოკიდებული ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობაზეც. ეს უკანასკნელი განაპირობებს გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობის მაქსიმალურ სიდიდეს. რაც მეტია ჰაერის ტემპერატურა, მით დიდია გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობა. მაგალითად, 20°C ტემპერატურის დროს იგი შეადგენს 23.4 მზ, ხოლო 20°C დროს - 1.3 მზ.

ტენიანობა წარმოადგენს წყლის ორთქლის საზომს ჰაერში და იგი ამ ორთქლის რაოდენობის გამოხატვის ხერხია. ტენის იმ რაოდენობას, რომელსაც შეუძლია მოცემული ჰაერის მოცულობის შენარჩუნება, ტენტევადობას უწოდებენ.

ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლის ანუ ჰაერის ტენიანობის დასახასიათებლად გამოიყენება შემდეგი სიდიდეები: აბსოლუტური ტენიანობა, შეფარდებითი ტენიანობა, ტენიანობის დეფიციტი და ნამის წერტილი.

ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა (e) - არის წყლის ორთქლის ის რაოდენობა გრამებში, რომელიც მოთავსებულია 1მ^3

მოცულობის ჰაერში და გამოისახება გრ/მ³. წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობა გამოიანგარიშება ფსიქრომეტრული ფორმულით და გამოისახება მმ-ში ან მმ-ში:

$$e = E' - A (t - t') P$$

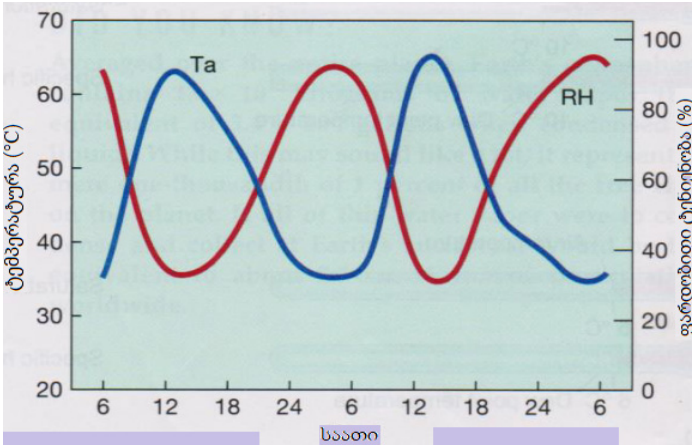
სადაც E' - არის გამჟღენთი წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა სველი თერმომეტრის ჩვენების მიხედვით, p - ატმოსფეროს წნევა, $t - t'$ - მშრალი და სველი თერმომეტრების ჩვენება, A - ფსიქრომეტრული კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს სველი თერმომეტრის რეზერვუარის სიახლოვეს. სადგურის ფსიქრომეტრისათვის იგი ტოლია $A=0.0008$ მ/წმ, ხოლო ასპირაციული ფსიქრომეტრისათვის ტოლია $A=0.0006$ მ/წმ.

ჰაერის ფარდობითი (შეფარდებითი) ტენიანობა (r) - წარმოადგენს წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის შეფარდებას, გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობასთან მოცემულ ტემპერატურაზე, გამოსახულს პროცენტებში:

$$r = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

სადაც e - არის წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობა, E - გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობა მშრალი თერმომეტრის ჩვენების მიხედვით, 100% - პროცენტებში გადამყვანი მნიშვნელი (E' და E გამოითვლება სპეციალური ცხრილებით, რომელიც მოცემულია აგრომეტეოროლოგიის პრაქტიკულ სახელმძღვანელოში). შეიძლება ითქვას, რომ ფარდობითი (შეფარდებითი) ტენიანობა არის დამოკიდებულება არსებული წყლის ორთქლის ფაქტიური რაოდენობის (გარკვეულ ტემპერატურაზე) იმ რაოდენობასთან, იმავე ტემპერატურაზე, რომელიც შეიძლება არსებობდეს გაჯერებულ ჰაერში. როდესაც ტემპერატურა მატულობს, ხოლო წყლის ორთქლის რაოდენობა იგივე რჩება, ფარდობითი (შეფარდებითი) ტენიანობა მცირ-

დება. იგი მატულობს, როდესაც ტემპერატურა მცირდება, ჰაერში წყლის ორთქლის უცვლელი რაოდენობის დროს (ნახაზი 6.1.1).



ნახაზი 6.1.1 ტემპერატურის და ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეების დამოკიდებულების დღელამური ცვლილება

როგორც ნახაზიდან ჩანს, დღის განმავლობაში სითბოს მატებასთან ერთად ფარდობითი ტენიანობა, როგორც წესი იკლებს. იგი ყველაზე მაღალია დღის საათებში, რაც განპირობებულია ამ პერიოდში დაბალი ტემპერატურით. საყურადღებოა, რომ დღის განმავლობაში ფარდობითი ტენიანობა მ-ჯერ იცვლება. თითქმის ყველა ეს ცვლილება ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას უკავშირდება.

ჰაერის ტენიანობის დეფიციტი ანუ გაჟღენთვის უკმარისობა (d) - არის სხვაობა ორთქლის გამჟღენთ დრეკადობასა და აბსოლუტურ ტენიანობას შორის, რომელიც გამოისახება მმ-ში ან მბ-ში ფორმულით:

$$d = E - e$$

სადაც E - არის წყლის ორთქლის გამჟღენთი დრეკადობა, e - წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობა.

შეფარდებითი ტენიანობის გადიდების დროს ტენიანობის დეფიციტი მცირდება, 100%-ზე კი ნულს უტოლდება. ტენიანობის დეფიციტი წარმოადგენს კომპლექსურ მახასიათებელს, რომელიც ჰაერის სიმშრალის ხარისხს გამოხატავს. ეს საშუალებას იძლევა აღნიშნული სიდიდე გამოვიყენოთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარების პირობების შეფასებისათვის.

ნამის წერტილი (t_d) - არის ტემპერატურა, რომლის დროსაც ჰაერში არსებული წყლის ორთქლი მოცემულ წნევაზე იწყებს გაჯერებას. ამ დროს მიმდინარეობს ცივი ჰაერის გაჯერება. როდესაც აღნიშნული ტემპერატურა მიიღწევა, წყლის ორთქლი გადადის ტენის მდგომარეობაში, ანუ ადგილი აქვს კონდენსაციას. ჰაერი უფრო მშრალია და კონდენსაციის პროცესი ნაკლებად სავარაუდოა, რაც უფრო დიდია სხვაობა ჰაერის ტემპერატურას და ნამის წერტილს შორის. იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა ემთხვევა ნამის წერტილის ტემპერატურას წარმოიქმნება ნისლი და ღრუბლები. ნამის წერტილი დაახლოებით 15°C-ის ზევით ნიშნავს ტენიან ჰაერს, ხოლო მისი წარმოქმნის წერტილები 20°C-ის ზევით ქმნის არაკომფორტულ პირობებს.

ნამის წერტილს განსაზღვრავენ წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობის ცხრილით. ნამი წარმოიქმნება 0°C ტემპერატურის ზევით, ხოლო 0°C-ზე იგი იღებს თრთვილის სახეს. ნამს გარკვეული ადგილი უჭირავს მცენარეთა ნორმალურ განვითარებაში.

ტენიანი ჰაერი ატმოსფეროში გადაადგილდება, როგორც ჰორიზონტალურად ისე ვერტიკალურად. ჰორიზონტალური გადაადგილების დროს ტენიანი ჰაერი მნიშვნელოვან ცვლილებას არ განიცდის, ხოლო ვერტიკალური მოძრაობის დროს მიმდინარეობს მეტად რთული ფიზიკური პროცესები, რაც გამოიხატება ტენიანი ჰაერის სტადიურობაში (მშრალი, წვიმის, სეტყვის და თოვლის სტადიები).

მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჰაერის ტენიანობის გასაზომად უმეტესად გამოიყენება ფსიქრომეტრული და ჰიგრომეტრული მეთოდები.

ფსიქრომეტრი წარმოადგენს ხელსაწყოს, რომელიც გამოიყენება ნამის წერტილის და სხვა სახის ტენიანობის დამახასიათებელი სიდიდეების გასაზომად. იგი 1825 წელს შექმნილი იქნა რიხარდ ასმანის მიერ.

ფსიქრომეტრული („ფსიქრო“ ნიშნავს გაცივებას) მეთოდით ტენიანობის გაზომვა დამყარებულია ერთერთი თერმომეტრის გაცივებაზე. ეს მეთოდი საფუძვლად უდევს სადგურისა და ასპირაციული ფსიქრომეტრების მუშაობას ჰაერის ტენიანობის გაზომვისათვის. ფსიქრომეტრული მეთოდის შემთხვევაში, გამოიყენება სადგურის ფსიქრომეტრი (ანუ ავგუსტის) და ასპირაციული (ანუ ასმანის) ფსიქრომეტრი, რომელიც სავსე პირობებში გამოიყენება (იხ. თავი V, ქვეთავი 5.8).

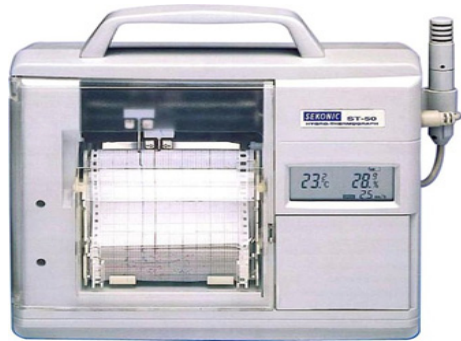
ჰიგრომეტრული მეთოდით ჰაერის ტენიანობის გაზომვა დაფუძვნიებულია სხეულის ჰიგროსკოპულობაზე. ამ თვისებაზეა დამყარებული თმისანი ჰიგრომეტრის მუშაობის პრინციპიც (სურ. 6.1.1).



ჰიგრომეტრი



თმიანი ჰიგრომეტრი



ჰიგროგრაფი

სურ. 6.1.1 ჰაერის ტენიანობის საზომი ხელსაწყოები

თმიანი ჰიგრომეტრი გამოიყენება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრისათვის 10°C-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს. იგი წარმოადგენს ძირითად ხელსაწყოს ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად.

ჰიგროგრაფი - გამოიყენება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვალებადობის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის.

6.2 ჰაერის ტენიანობის დღელამური და წლიური მსვლელობა

წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის დღელამური მსვლელობა მჭიდრო კავშირშია ტემპერატურის სვლასთან. ოკეანეებზე, ზღვებსა და სანაპირო ზოლში მისი დღელამური ცვლილება ჰაერის ტემპერატურის სვლის ანალოგიურია, ე.ი. მაქსიმუმს აღწევს შუადღეზე 14-15 საათზე, ხოლო მინიმუმს - მზის ამოსვლის დროს. ანალოგიური მსვლელობა აღინიშნება ხმელეთზე, ზამთრის პერიოდში. პროცესების ასეთი მსვლე-

ლობა აიხსნება იმით, რომ ტემპერატურის მატებასთან ერთად ძლიერდება აორთქლება და ჰაერი მდიდრდება წყლის ორთქლით. ღამით, ტემპერატურის დაცემასთან ერთად იწყება წყლის ორთქლის კონდენსაცია და აბსოლუტური ტენიანობა ეცემა მინიმუმამდე. მაშასადამე, ზამთარში წყლის ზედაპირზე და ხმელეთზე წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის დღელამური სვლა ხასიათდება ერთი მაქსიმუმით და ერთი მინიმუმით.

წლის თბილ პერიოდში ხმელეთზე წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის დღელამური სვლის დროს იგი ხასიათდება ორი მინიმუმით და ორი მაქსიმუმით. მინიმუმი აღინიშნება დილით ადრე მზის ამოსვლამდე 15-16 საათზე, ხოლო მაქსიმუმი - დილის 8-10 საათისათვის და საღამოს - 20-21 საათზე. აბსოლუტური ტენიანობის მსვლელობის აღნიშნული დინამიკა ხმელეთზე წლის თბილ პერიოდში დაკავშირებულია ატმოსფერული პროცესების მიმდინარეობასთან. როგორც ცნობილია, მზის ამოსვლის შემდეგ მოქმედი ზედაპირის (ამ შემთხვევაში ხმელეთის) ტემპერატურა მატულობს. აღნიშნულის პარალელურად მატულობს აორთქლებაც, რის გამოც იზრდება აბსოლუტური ტენიანობის სიდიდე. ეს მდგომარეობა გრძელდება დილის 8-10 საათამდე, სანამ აორთქლების ინტენსივობა სჭარბობს ორთქლის ზედა ფენებში გადატანას. 8-10 საათის შემდეგ ძლიერდება ტურბულენტობა, მატულობას წყლის ორთქლის გადატანის ინტენსივობა ზედა ფენებში, რის გამოც ვერ ხერხდება დაკარგული წყლის კომპენსაცია და იკლებს ნიადაგის მიმდებარე ფენაში აბსოლუტური ტენიანობა, ე.ი. 15-16 საათისათვის აღწევს მეორე მინიმუმს. ამის შემდეგ ეცემა ტურბულენტური პროცესები, ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურა მაინც იზარჩუნებს საკმარის სითბოს, რაც განაპირობებს წყლის ორთქლის ინტენსიურ მიწოდებას ატმოსფეროში. წყლის ორთქლის დრეკადობა იწყებს ზრდას და 20-21 საათისათვის აღწევს მეორე მაქსიმუმს. ღამის საათებში აორთქლება თითქმის შეწყვეტილია, მაგრამ წყლის ორთქლის გადაადგილება ატმოსფეროს ქვედა ფენებიდან ზევით მაინც შეიმჩნევა (შედარებით სუსტად) მოლეკულური დიფუზიის და ტურბულენტური შერე-

ვის გზით, რაც იწვევს წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის კლებას მზის ამოსვლის წინ.

წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის წლიური სვლის დროს, მისი მაქსიმუმი აღინიშნება ივლისის თვეში, ხოლო მინიმუმი - იანვარში. თბილისის პირობებში მისი უდიდესი რაოდენობა შეიმჩნევა ივნისსა და ივლისში, ხოლო უმცირესი - იანვრის თვეში.

ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის დღელამური მსვლელობა ჰაერის ტემპერატურის მსვლელობის სანინაალმდეგოა. რაც აიხსნება იმით, რომ ჰაერის ტემპერატურის აწევით უფრო სწრაფად მატულობს წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა (E), არსებული წყლის ორთქლის დრეკადობის ზრდასთან შედარებით. მაშასადამე, უფრო სწრაფად მატულობს წყლის ორთქლის გამყდენთი დრეკადობა, ვიდრე აბსოლუტური წნევა. აქედან გამომდინარე, ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის დღელამური მინიმუმი მოდის 14-15 საათზე, ხოლო მაქსიმუმი შეიმჩნევა ღამით ან დილით მზის ამოსვლის წინ, როცა ჰაერის ტემპერატურა უმცირესია.

ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის წლიური სვლა დღელამური მსვლელობის ანალოგიურია. ზაფხულის თვეებში ადგილი აქვს მისი მინიმუმის დადგომას, ხოლო ზამთრის თვეებში - მაქსიმუმის.

6.3 ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის

დედამიწის სხვადასხვა სახის მწვანე საფარი მნიშვნელოვნად ცვლის ტენიანობის სვლის ხასიათს. მცენარეულობა დიდი რაოდენობით აორთქლებს წყალს, რის შედეგადაც ტენით მდიდრდება ატმოსფეროს ქვედა ფენები. ისინი ხელს უწყობენ აგრეთვე, ქარის სიჩქარის შემცირებას. ამის შესაბამისად, ანელებენ წყლის ორთქლის გადაადგილებასაც. მცენარეულ საფარში წყლის ორთქლი გაცილებით მეტია, ვიდრე მოშიშვლებულ ნიადაგზე. ამიტომ ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა უშუ-

ალოდ მცენარეულ საფარში უფრო მეტია, ვიდრე მის გარშემო, განსაკუთრებით დღის საათებში. მრავალწლიან მცენარეთა მასივებში წყლის ორთქლი ზაფხულობით რამდენადმე მეტია, ვიდრე მინდორში. ზამთარში ეს სხვაობა არ შეიმჩნევა. მრავალწლიური ნარგაობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის სვლაზე.

შეფარდებითი ტენიანობა განსაზღვრავს ტრანსპირაციის ინტენსივობას და მცენარის მოთხოვნილებას წყლის მიმართ. გადიდებული ჰაერის ტენიანობა აფერხებს მცენარის ყვავილობას და უარყოფითად მოქმედებს დამტვერვაზე. თავთავიანი კულტურების ალების დროს ჰაერის გაზრდილი ტენიანობა აფერხებს სრული სიმწიფის დადგომას, ადიდებს ტენს მარცვალში, რომელიც არადამაკმაყოფილებლად მოქმედებს მოსავლის ამღებ მანქანებზე და მარცვლის შენახვაზე.

წლის თბილ პერიოდში ჭარბი შეფარდებითი ტენიანობა ხელს უწყობს მცენარის სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებების გავრცელებას, აგრეთვე ისეთი მავნებლების გაჩენას, როგორცაა: კარტოფილისა და პომიდორის ფიტოფტორა, ვაზის ჭრაქი, თეთრი სიდამპლე და სხვა.

ჭარბი ტენიანობის დროს მცენარის ნაყოფები, თესლები, ფესვები და ძირხვენები გამოირჩევიან ნახშირწყლების მომატებული შემცველობით. მშრალი და ცხელი ამინდის პირობებში კი მცენარის ორგანიზმში უფრო მეტად გროვდება ცილოვანი ნივთიერებები. ტენიანობის გაზრდილი დეფიციტის შემთხვევაში მკვეთრად მატულობს აორთქლება ნიადაგიდან და ძლიერდება ტრანსპირაცია. მაგალითად, ტენიანობის დეფიციტის 40 მმ-ის დროს 1 ჰა ნიადაგის ზედაპირიდან დღეღამის განმავლობაში 80 ტონა წყალი ორთქლდება, რაც ინვესს ნიადაგის გამოშრობას. თუ მცენარეს დიდხანს მოუწია ყოფნა ისეთ ჰაერში, სადაც შეფარდებითი ტენიანობა 30%-ზე ნაკლებია, გამოიწვევს მისი ფოთლების ნაადრევად ჭკნობას და მოსავლის მკვეთრ შემცირებას. მინდვრის კულტურათა უმეტესობა ვეგეტაციის ისეთ ფაზაში, რომლის დროსაც ინტენსიურად მიმდინარეობს ბიომასის მომატება, საჭიროებს ტენის ჭარბ რაოდენობას, მაშინ როდესაც მსგავსი მდგომარეობა სხვა ფაზაში

უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეზე. მარცვლეული კულტურების მოსავლის აღება მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც ჰაერის ფარდებითი ტენიანობა შედარებით დაბალია. ჰაერის შეფარდებით ტენიანობასა და ტემპერატურაზე დიდად არის დამოკიდებული მრავალი სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოს ჩატარების ნორმალური მიმდინარეობა, როგორცაა, მაგალითად: სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა, მარცვლეული კულტურების აღება, საკვები ბალახის დამზადება სასილოსედ, სასაწყობო სათავსოების განთავსება, მარცვლის შრობა და სხვა.

მონაცემები ჰაერის შეფარდებით ტენიანობაზე საჭიროა წარმოების ისეთი დარგებისათვის, როგორცაა - საფეიქრო, ქიმიური, რადიოტექნიკური და სხვა, რადგან მათ მიერ გამოყენებული ტექნოლოგიური პროცესების ჩატარება ბევრად არის დამოკიდებული ჰაერის ტენიანობაზე. შეფარდებითი ტენიანობის მონაცემები, ტემპერატურის გათვალისწინებით, ფართოდ გამოიყენება გათბობის, სავენტილაციო და საკონდიციონერო სისტემებში. აღნიშნულ სიდიდეთა რეჟიმის გამოყენება საშუალებას იძლევა სწორად დავახასიათოდ ამა თუ იმ ადგილის კლიმატური თავისებურებანი, ვარეგულიროთ სათბურის მიკროკლიმატი და სხვა.

6.4 აორთქლება

თხევადი ნივთიერების გადასვლას გაზობრივ მდგომარეობაში აორთქლებას უწოდებენ. 1 გრ წყლის აორთქლებისათვის საჭიროა დაიხარჯოს 600 კალორია, ხოლო დედამიწის ამაორთქლებელი ზედაპირიდან ამ პროცესს კოლოსალური ენერჯია სჭირდება, რასაც მზის რადიაცია უზრუნველყოფს. აორთქლების პროცესი მდგომარეობს შემდეგში: წყლის ზოგიერთ მოლეკულებს სწრაფი მოძრაობის უნარი გააჩნიათ, რის გამოც გამოდიან სხვა მოლეკულების შეჭიდულობის ძალიდან წყლისპირა ჰაერის ფენაში. ტემპერატურის მატების შედეგად მოლეკულების მოძრაობა მატულობს და აორთქლებაც უფრო ინტენსიური ხდება. აორთქლებას ძირითადად განაპირობებს ამაორთქლე-

ბელი ზედაპირის ტემპერატურა, ჰაერის ტენიანობა და ქარი. აორთქლების რაოდენობა ხასიათდება აორთქლების სიჩქარით. ეს არის წყლის მასა, რომელიც აორთქლდება დროის გარკვეულ მონაკვეთში, მოცემული ზედაპირიდან. აორთქლების სიჩქარე გამოიხატება იმ წყლის სვეტის სიმაღლით (მმ), რომელიც აორთქლდება დროის ერთეულში. აორთქლების პროცესი, არსებითად გაცივების პროცესია, რადგან წყლის ორთქლის მოლეკულების ატყორცნის შედეგად მცირდება სითხეში სითბოს შენარჩუნება.

ატმოსფერო ტენს უმთავრესად წყლის ზედაპირიდან იღებს, შემდეგ კი ნიადაგისა და მცენარის ზედაპირიდან. წლის ციკვ პერიოდში წყლის ორთქლი წარმოიქმნება თოვლისა და ყინულის ზედაპირებიდანაც, თუმცა მცირე რაოდენობით.

აორთქლება მცენარის ზედაპირიდან. მცენარე წყალს დიდი რაოდენობით აორთქლებს, ამ პროცესში უშუალოდ თვითონ მონაწილეობს და აწესრიგებს მას სპეციალური ორგანოებით. მცენარეში წყალი სხვადასხვა მიწერალური მარელებით შეინოვება ნიადაგიდან, რომელიც ხმარდება მის კვებასა და ზრდა-განვითარებას. ხოლო, როდესაც მცენარე აორთქლებს წყალს, ამით დაბლა სწევს თავის ტემპერატურას და თავს იცავს გადახურებისაგან. მცენარეებიდან წყლის აორთქლება ფიზიკურ-ბიოლოგიური პროცესია, რომელსაც ტრანსპირაცია ეწოდება. მცენარე მშრალი ნივთიერების შექმნაზე ხარჯავს წყლის გარკვეულ რაოდენობას, გამოხატულს წონის ერთეულებში, რომელსაც ტრანსპირაციის კოეფიციენტი ეწოდება. ვეგეტაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში კულტურულ მცენარეთა უმრავლესობისათვის ტრანსპირაციის კოეფიციენტი სხვადასხვაა და მერყეობს 300-დან 800-მდე. ტრანსპირაციის ინტენსიობაზე გავლენას ახდენს გარემოს ტემპერატურა, ჰაერში ტენის რაოდენობა, ქარი, სინათლე. მცენარეს ტრანსპირაციის წარმოება შეუძლია 40°C ტემპერატურამდე. თუ გარემოს ტემპერატურამ 40°C-ზე მაღლა აინია და ეს მდგომარეობა დიდხანს გაგრძელდა, მცენარე ზიანდება და ჭკნება. ჰაერში ტენის საკმაო რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში ტრანსპირაცია ნელდება. ქარი, განსაკუთრებით მშრალი და თბილი,

ძლიერ უწყობს ხელს ტრანსპირაციას. ქარის სიჩქარეს 3 მ/წმ-ში შეუძლია 2-3-ჯერ გაზარდოს აორთქლება. მას შორ მანძილზე გადააქვს აორთქლებული მასა. სინათლის გავლენა ტრანსპირაციაზე შემდეგში მდგომარეობს - პირდაპირი რადიაციის შემთხვევაში ის მეტია, ხოლო გაბნეული რადიაციის დროს ნაკლები.

აორთქლება ნიადაგის ზედაპირიდან. ეს პროცესი რთულ ფორმებში მიმდინარეობს. ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება დიდად არის დამოკიდებული მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ნიადაგის ტიპზე, ნიადაგის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე, ტენიანობაზე, გრუნტის წყლის სიახლოვეზე. რამდენადაც ეს უკანასკნელი ახლოსაა ნიადაგის ზედაპირთან, მით უფრო მეტი რაოდენობით აორთქლდება წყალი.

გაფხვიერებული ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება სუსტად მიმდინარეობს. ის ნიადაგი, რომელიც დაფარულია წმინდა სილით, გაცილებით მეტ წყალს აორთქლებს, ვიდრე ის ნიადაგი, რომელიც დაფარულია მსხვილი ქვიშით. ამგვარად ნიადაგის კაპილარობა დიდ გავლენას ახდენს აორთქლებაზე. აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების დროს მნიშვნელოვანია მცენარის რიგთაშორისებში ნიადაგის გაფხვიერება, კულტივაცია, დაფარცხვა, დამულჩვა და სხვა. ეს ყველაფერი კაპილარული სისტემის დაშლის საშუალებას იძლევა. დამუშავებული ნიადაგის ზედაპირზე ძლიერი წვიმის შედეგად წარმოიქმნება ქერქი, საიდანაც სწრაფად მიმდინარეობს აორთქლება და მისი შემცირებისათვის საჭიროა ნიადაგის გაფხვიერება.

აორთქლებაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ფერიც. რამდენადაც მუქია ნიადაგი, მით უფრო მეტი წყალი აორთქლდება. ასეთი დიდი სხვაობა აიხსნება ნიადაგის მიერ სხვადასხვა რაოდენობით მზის სხივური ენერჯიის შთანთქმით.

აორთქლების პროცესში გარკვეულ როლს ასრულებს რელიეფი. დაბლობ და ჩავარდნილ ადგილებში, მაღლობებთან შედარებით აორთქლება ნაკლებია.

აორთქლების ინტენსიობაზე მოქმედებს ასევე, ექსპოზიცია. სამხრეთ დაქანება უფრო თბება, ვიდრე ჩრდილოეთი, ამი-

ტომ პირველ შემთხვევაში გაცილებით მეტ აორთქლებას აქვს ადგილი, ვიდრე მეორე შემთხვევაში.

აორთქლება წყლის ზედაპირიდან. აორთქლების სიჩქარე წყლის ზედაპირიდან მატულობს მისი ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის გაზრდასთან ერთად. ქარის გავლენა მდგომარეობს შემდეგში, რომ იგი იტაცებს წყლის ზედაპირიდან აორთქლებულ მასას, ხოლო მის ადგილს იკავებს შედარებით მშრალი ჰაერი. აორთქლების სიჩქარეზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე მზის რადიაცია, რომელიც წყლის ფენებს ათბობს საშუალოდ 15 მ სიღრმემდე.

არსებობს აორთქლების გაზომვის რამდენიმე მეთოდი, სპეციალური ამაორთქლებელი ხელსაწყოების დახმარებით და სპეციალური ემპირიული და თეორიული ფორმულების გამოყენებით.

6.5 წყლის ორთქლის კონდენსაცია

კონდენსაცია ეწოდება პროცესს, როცა წყლის ორთქლი გადადის თხევად მდგომარეობაში. კონდენსაციის დროს გამოთავისუფლებული სითბო გადაეცემა გარემომცველ ჰაერს, ანუ სითბოს შენარჩუნება მასში მატულობს წყლის მოლეკულების დამატების შედეგად. ბუნებაში არის გარკვეული პირობები, როცა წყლის ორთქლი გაზობრივი მდგომარეობიდან პირდაპირ ყინულის მდგომარეობაში გადადის (თხევადი გაზის გვერდის ავლით), რასაც სუბლიმაციას უწოდებენ. წყლის ორთქლის სუბლიმაციას და კონდენსაციას ადგილი აქვს როგორც ატმოსფეროში, ასევე დედამიწის ზედაპირზე, საგნებზე, მცენარეებზე. 1 გრ წყლის კონდენსაციის დროს გამოიყოფა 600 კალ/გრ სითბო, ხოლო სითხის მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას (სუბლიმაციის დროს) გამოყოფილი სითბო შეადგენს 680 კალ/გრ. კონდენსაციის დაწყების ერთ-ერთ პირობას წარმოადგენს ჰაერის გაცივება. მისი ტემპერატურის ნამის წერტილამდე დაწვევისას ჰაერში არსებული ორთქლი იწყებს გაჯერებას. თუ ტემპერატურის დაქვეითება კვლავ გრძელდება, მაშინ

ზედმეტი ორთქლი გადააჭარბებს გამჟღენთ დრეკადობას და კონდენსირდება. კონდენსაციის მეორე, მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს ატმოსფეროში არსებული ისეთი მყარი ნაწილაკების არსებობა, რომლებსაც ახასიათებთ მაღალი ჰიგროსკოპულობა, ე.ი. რომლებზედაც წყლის ორთქლს შეუძლია შემოჭიდება, ესენია: ბაქტერიები, სპორები, აზოტოვანი და გოგირდოვანი შენაერთები, ზღვის მარილის ნაწილაკები, რომლებიც ჰაერში მოხვედილია ოკეანეებიდან, ინდუსტრიული პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ქიმიური პროდუქტები და სხვა მიკროსკოპული ნაწილაკები. იმ ნაწილაკებს, რომლებზედაც მიმდინარეობს წყლის ორთქლის კონდენსაცია, საკონდენსაციო ბირთვებს უწოდებენ. მაშასადამე, წყლის ორთქლის კონდენსაციისათვის საჭიროა შემდეგი პირობები: 1. ჰაერის გაცივება ნამის წერტილამდე; 2. ჰაერში საკონდენსაციო ბირთვების არსებობა.

ატმოსფეროში წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად წარმოიქმნება ნისლი და ღრუბლები, რომლებსაც ჰიდრომეტეორებს უწოდებენ. ჰიდრომეტეორები შეიძლება წარმოიქმნას ნიადაგის ან სხვადასხვა საგნების ზედაპირზე, როგორცაა: ნამი, თრთვილი, ჭირხლი და ლიპყინული.

6.6 ღრუბლები და მათი კლასიფიკაცია

წყლის ორთქლის კონდენსაციის ან სუბლიმაციის პროდუქტს, რომელიც წარმოიქმნება ატმოსფეროში გარკვეულ სიმაღლეებზე, ღრუბლებს უწოდებენ. ღრუბლების წარმოქმნის ძირითად მიზეზს ჰაერის თბილი მასების ნამის წერტილამდე გაცივება და ასევე, ის პროცესები წარმოადგენს, რომლებიც ჰაერის მასებს აიძულებენ იმოძრაონ სულ უფრო ზევით და ზევით. ხშირ შემთხვევაში თბილი ჰაერის მასები მოძრაობენ შედარებით ცივ ფერდობებზე, ამ პერიოდში იგი ფართოვდება და გამოცივდება. საბოლოოდ, მისმა ტემპერატურამ შეიძლება მიაღწიოს ნამის წერტილს და შედეგად წარმოიქმნას ინტენსიური ღრუბლიანობა.

ღრუბლებს ყოფენ ჯგუფებად კლასიფიკაციის სამი ძირითადი პრინციპის თანახმად. კერძოდ, გარეგნული ფორმის მიხედვით, სტრუქტურით და სიმაღლით დედამიწის ზედაპირიდან ღრუბლის ფუძემდე (მის გასაზომად გამოიყენება ღრუბელმზომები, ჰაეროვანი ბურთები, რადიოლოკატორები და სხვ.):

- ❖ ნვიმის ღრუბლები - შედგებიან წყლის ნვეთებისაგან;
- ❖ ცინულოვანი ღრუბლები - შედგებიან ცინულის კრისტალებისაგან;
- ❖ შერეული ღრუბლები - შედგებიან როგორც წყლის, ისე ცინულის კრისტალებისაგან.

ღრუბლები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ატმოსფერულ პროცესებზე. ძირითადად კი ღრუბლებიდან გამოიყოფა ატმოსფერული ნალექები. დღისით იგი ამცირებს სხივური ენერჯიის შემოდინებას მზიდან, ხოლო ღამით ანელებს გამოსხივებას და იცავს ნიადაგის ზედაპირს გაცივებისაგან, რაც აფერხებს რადიაციული წაყინვების და ნისლის წარმოქმნას. ღრუბლების წარმოქმნის ძირითად მიზეზს, წარმოადგენს ჰაერის ადიაბატური გაცივება მისი აღმადინების დროს. წარმოშობით და ფორმით ღრუბლები მრავალფეროვანია, მიუხედავად ამისა შეიძლება გამოვყოთ ერთმანეთის მსგავსი ფორმები.

ღრუბლების საერთაშორისო მორფოლოგიურ კლასიფიკაციაში შედის ღრუბლების ათი ძირითადი ფორმა:

- I. ზედა იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 6 კმ და მეტი)
 - 1. ფრთა ღრუბლები - Cirus (Ci);
 - 2. ფრთაგროვა - Cirrocumulus (Cc);
 - 3. ფრთაფენა - Cirrostratus (Cs);
- II. საშუალო იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2-6 კმ)
 - 4. მაღალგროვა - Altocumulus (Ac);
 - 5. მაღალფენა - Altostratus (As);
- III. ქვედა იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2 კმ და ნაკლები)
 - 6. ფენა - Stratus (St);

7. ფენაგროვა - Stratocumulus (Sc);
 8. წვიმაფენა - Nimbostratus (Ns);
- IV. ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 500-1500 მ)
9. გროვა - Cumulus (Cu);
 10. გროვანვიმა - Cumulonimbus (Cb)

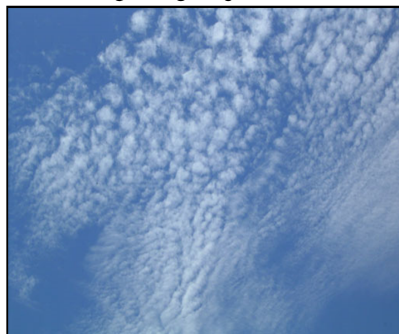
ზედა იარუსის ღრუბლები შედგებიან მიკროსკოპული ყინულის კრისტალებისაგან, მათგან ნალექი არ წარმოიქმნება. ჰაერის ტემპერატურა აქ -50 , -51°C შეადგენს.

ფრთა ღრუბლები (Ci), რომლებიც ზედა იარუსის ღრუბლებს მიეკუთვნება არის გაჭირვალე, ბოჭკოსებრი, ზოგჯერ ფრთისმაგვარი ფორმის, თოვლივით თეთრია და აქვთ არამკაფიო ბუნდოვანი მოხაზულობა. ისინი ირეკლავენ მზის სხივს, რომლის დროსაც მკვეთრ ფერებად იღებებიან. ფრთაგროვა ღრუბლები (Cc) არის მომრგვალებული, დაფლეთილი წარმონაქმნების სახით, რომლებიც ჯგუფ-ჯგუფად დაცურავენ ჰაერში. ისინი შედგებიან წვრილი, ყინულოვანი კრისტალებისაგან. ფრთაფენა ღრუბლები (Cs) ხშირად ცის მთელ თაღს ფარავენ და წარმოადგენენ თეთრი ზეწრისმაგვარ ფენას. იგი შედგება გამჭირვალე, ნემსისებრი ყინულის კრისტალებისაგან. მათი წარმოქმნის დროს ადგილი აქვს მზისა და მთვარის გარშემო რგოლების წარმოქმნას (სურ. 6.6.1).

ფრთა ღრუბელი (Ci)



ფრთაგროვა (Cc)



ფრთაფენა (Cs)



სურ. 6.6.1 ზედა იარუსის ღრუბლები

საშუალო და ქვედა იარუსის ღრუბლები წვეთოვანი ან შერეული ღრუბლებია, რომლებიც იძლევიან ნალექს. ამ ჯგუფში შემავალი მაღალგროვა ღრუბლებს (Ac) აქვთ მსხვილი კრისტალის სახე. შედგებიან მომრგვალო ნაწილებისაგან, რომლებიც ზოგჯერ ნაწილობრივ, ზოგჯერ კი მთელ თაღს ფარავენ. მაღალგროვა ღრუბლებიდან შეიძლება წვიმისა და თოვლის სახით უმნიშვნელო ნალექი მოვიდეს. მაღალფენა ღრუბელი (As) ფრთაფენა ღრუბლის მსგავსია. იგი რუხი ან მოლურჯო ფერისაა და დედამიწიდან ბუნდოვნად მოჩანს. ეს ღრუბელი ზოგჯერ თხელია, ზოგჯერ ბნელი და მკვრივი. ისინი იძლევიან დიდი რაოდენობით ნალექს თოვლის სახით (სურ. 6.6.2).

მაღალგროვა (Ac)



მაღალფენა (As)



სურ. 6.6.2 საშუალო იარუსის ღრუბლები

ქვედა იარუსის ღრუბლების ჯგუფში შემავალი ფენა ღრუბლები (St) წარმოადგენენ ზევით ასული ჯანლის სახით ერთგვაროვან ფენას, რომელსაც ზოგჯერ ქარი ფანტავს და წყვეტილ სახეს ღებულობს. იგი ადგილობრივი წარმოშობისაა და ცის თაღს ერთსახოვან ფერს აძლევს. აღნიშნული ღრუბლები წლის თბილ პერიოდში იძლევა თქორის მსგავს წვიმას და ზოგჯერ შეიძლება აირიოს ფენაწვიმის ღრუბელთან. ფენაგროვა ღრუბლები (Sc) ბურთისებრი, მომრგვალო ფორმისაა, ხშირ შემთხვევაში ცის მთელ თაღს ფარავს და ტალღისებურ სახეს ღებულობს. იგი ნალექს არ იძლევა და ზოგჯერ გადადის ფენა ღრუბლის ფორმაში. წვიმაფენა ღრუბლები (Ns) წარმოადგენენ დაბალ, ძლიერ, მოშავო-მონაცრისფერო საშიშ ღრუბელთა მასას. ეს ღრუბლები თითქმის მსგავსია მაღალფენა ღრუბლების და შედგებიან ყინულის კრისტალებისა წყლის წვეთების შენარევეებისაგან. აღნიშნული ღრუბლებიდან მიიღება ხანგრძლივი წვიმები და თოვლი (სურ. 6.6.3).

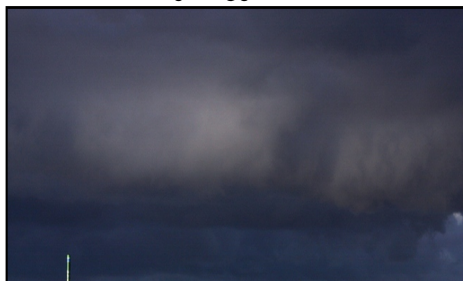
ფენა ღრუბლები (St)



ფენაგროვა (Sc)



წვიმაფენა (Ns)



სურ. 6.6.3 ქვედა იარუსის ღრუბლები

ვერტიკალური განვითარების ღრუბელთა ოჯახში შემავალ გროვა ღრუბლებს (Cu) ქულა ღრუბლებსაც უწოდებენ, რომელთა განაპირა ნაწილი თეთრია, ხოლო შიგა ნაწილები მუქი. მზის დგომასთან მიმართებაში ამ ღრუბლების ერთი მხარე შეიძლება თვალისმომჭრელად თეთრი იყოს, მეორე მხარე კი მუქი-ნაცრისფერი. კარგი ამინდის გროვა ღრუბლები შედგებიან წყლის განუვითარებელი წვეთებისაგან, ამიტომ მათგან ნალექები არ მოდის. რაც შეეხება, ძლიერი გროვა ღრუბლებს მათი ძირი ბრტყელია, ხოლო ნაპირები მომრგვალებული და გამობერილი. ისინი უმეტესად შედგებიან წყლის წვეთებისაგან, საიდანაც მიიღება ნალექები თქეში წვიმის სახით. გროვანვიმა ღრუბლებს (Cb) თქეშის, სეტყვის, ელჭექის და ქარიშხლის ღრუბლებსაც უწოდებენ, რადგან ერთი და იმავე დროს შესაძლებელია წარმოიქმნას ყველა აღნიშნული მოვლენა. მოცემული ღრუბლების ზედა ნაწილი გრდემლის ფორმისაა, ხოლო ფუძე ფენანვიმის ღრუბელს წააგავს (სურ. 6.6.4).

გროვა (Cu)



გროვანვიმა (Cb)



სურ. 6.6.4 ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები

ყველაზე მნიშვნელოვანი ნალექი მოდის წვიმაფენა ღრუბლებიდან. ვერტიკალური წარმოშობის ღრუბლები წარმოიქმნებიან ჰაერის აღმავალი დინების დროს, განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში, გროვა ღრუბლებიდან თქეშის სახით, ძირითადად წარმოიქმნება ინტენსიური ნალექები.

ღრუბლებზე დაკვირვების დროს განისაზღვრება მათი რაოდენობა, ფორმა და სიმაღლე. განსაზღვრა ხდება ათ ბალიანი სისტემით, ხოლო ფორმებისა და სახეების განსაზღვრის დროს

გამოიყენება სპეციალური ღრუბლების ატლასი. მათი სიმაღლე გაიზომება თვალზომით (ვიზუალურად) ან ინსტრუმენტალურად სპეციალური შუქ-ლოკატორების დახმარებით. დაკვირვება ღრუბლებზე ხდება დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებიდანაც. მათგან სისტემატიურად გადმოიცემა დედამიწაზე ღრუბლების ფოტოსურათები, რომლებიც წარმოდგენას იძლევიან ღრუბლების რაოდენობაზე, სტრუქტურაზე, მოძრაობაზე და ა.შ. ღრუბლიანობის მინიშნებისას გამოიყენება შემდეგი ტერმინები: „მოლრუბლული“, „მოლრუბლულ მოწმენდილი“, „მოწმენდილი“ და ა.შ. აღნიშნული ტერმინები შესაბამისობაშია სკალასთან, რომლის მიხედვით გამოიხატება ცის დაფარვა ბალებში 0-დან 10 ბალამდე. ვიზუალური შეფასება ხდება შემდეგნაირად: როდესაც ცა მთლიანად დაფარულია ღრუბლებით, ასეთ შემთხვევაში იგი 10 ბალით ფასდება, თუ სანახევროდ არის დაფარული - 5 ბალით და ა.შ. ტერმინი - „მოწმენდილია“ ნიშნავს, რომ ცა მთლიანად მოწმენდილია, მაგრამ თუ ღრუბლები ოდნავ არის, ის ცის თაღს 3/10 უნდა ფარავდეს. იმ შემთხვევაში, თუ ცის თაღის 5/10 დაფარულია ღრუბლებით და დროდადრო მოწმენდილია, ეს ნიშნავს „მოლრუბლულ-მოწმენდილ“ შემთხვევას. როდესაც ღრუბლიანობა 5 ბალის ფარგლებშია და არა უმეტესად 9 ბალისა, ნიშნავს „ცა განათდა“. ტერმინი „მოლრუბლული“ გამოიყენება მაშინ, როცა ცის თაღის 9/10 დაფარულია ღრუბლებით.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რომელი სიდიდეები გამოიყენება ჰაერის ტენიანობის განსაზღვრისათვის?
2. რომელი ხელსაწყოები გამოიყენება ჰაერის ტენიანობის განსაზღვრისათვის და როგორია მათი მუშაობის პრინციპი?
3. როგორია ჰაერის ტენიანობის დღელამური და წლიური მსვლელობის დინამიკა?
4. რა მნიშვნელობა აქვს შეფარდებით ტენიანობას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის?

5. რას ეწოდება აორთქლება და როგორია აორთქლების პრინციპი მცენარიდან, ნიადაგიდან და წყლის ზედაპირიდან?
6. რას ეწოდება კონდენსაცია და რა პირობებში წარმოიქმნება იგი?
7. რას უწოდებენ ჰიდრომეტეორებს?
8. რა პროცესები განაპირობებენ ღრუბლების წარმოქმნას?
9. როგორია ღრუბლების საერთაშორისო მორფოლოგიური კლასიფიკაცია?

თავი VII

ნალექები

7.1 ატმოსფეროში და დედამიწის ზედაპირზე წარმოქმნილი ნალექის ტიპები

ნალექი არის პროცესის „პროდუქტი“, რომელიც დედამიწაზე წარმოიქმნება წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად ნვიმის, თოვლის, სეტყვის და სხვა სახით.

ნალექები ძირითადად იყოფა ორ ტიპად:

I - ტიპს მიეკუთვნება ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება ჰაერში სხვადასხვა სიმაღლეზე და მოდის ღრუბლებიდან დედამიწაზე. ამ ტიპის ნალექებს მიეკუთვნება: ნვიმა, თოვლი, ხორხომელა, სეტყვა (სურ. 7.1.1).



ნვიმა



თოვლი



ხორხომელა



სეტყვა

სურ. 7.1.1 ატმოსფეროში წარმოქმნილი ნალექები

II - ტიპს მიეკუთვნება ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება უშუალოდ მიწის ზედაპირზე, მასზე არსებულ საგნებზე ან მცენარეული ზედაპირის საფარზე წყლის ორთქლის კონდენსაციით ან სუბლიმაციით ისინი ილექებიან აღნიშნულ ზედაპირებზე სითხის ან მკვრივი ფორმის სახით. ამ ტიპის ნალექებს მიეკუთვნება: ლიპყინული ნამი, ჭირხლი, თრთვილი (სურ. 7.1.2).



ლიპყინული



ნამი



ჭირხლი



თრთვილი

სურ. 7.1.2 სხვადასხვა ზედაპირებზე წარმოქმნილი მყარი ნალექები

წვიმის ინტენსივობა განისაზღვრება დროის მონაკვეთში მოსული ნალექების რაოდენობით. ტერმინი „სუსტი წვიმა“ გულისხმობს, რომ ნალექების რაოდენობა მერყეობს 0.25 სმ/სთ. მისი ხილვადობის სიხშირე 1000 მ მეტია. ნალექების რაოდენობა ზომიერი წვიმების დროს შეადგენს 0.25 სმ-0.75 სმ/სთ, ხილ-

ვადობის სიხშირე 500 მ-დან 1000 მ-მდეა. ტერმინი „ძლიერი წვიმა“ გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნალექების რაოდენობა აღემატება 0.75 სმ/სთ. მისი ხილვადობის სიხშირე 500 მ ნაკლებია. უწვრილესი წყლის წვეთები, რომლებიც „ცრის“ (ჟინჟლავს) სახელწოდებით გვესმის, დიამეტრით 0.05 სმ მცირეა და შესაბამისად ეს წვეთები გაცილებით მცირეა წყლის წვეთებთან შედარებით. როდესაც ეს წვეთები დიდი რაოდენობით გროვდებიან, იგი წაგავს ნისლს, თუმცა იმ განსხვავებით, რომ ნიადაგზე ტოვებს კვალს.

ღრუბლებიდან ნალექები გამოიყოფა, როცა მათი ზომა 0.1-0.2 მმ და მეტს მიაღწევს. ატმოსფეროს ნალექები ფაზების მდგომარეობის მიხედვით 3 სახეობისაა: თხიერი, მყარი და შერეული. თხიერ ნალექებს მიეკუთვნება გაბმული წვიმა, თქეში (კოკისპირული), წვიმა და ჟინჟლლი (თქორი) წვიმა.

გაბმული წვიმა - მოდის ძირითადად წვიმაფენა (Ns) ღრუბლებიდან ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და მოიცავს დიდ ტერიტორიას.

თქეში (კოკისპირული) წვიმა - მოდის გროვა და წვიმაგროვა (Cb) ღრუბლებიდან შედარებით ხანმოკლე პერიოდით. მისთვის დამახასიათებელია ჰაერის ძლიერი ვერტიკალური გადაადგილება. თქეში (კოკისპირული) წვიმის ინტენსივობა ხანმოკლე პერიოდში შეიძლება შეიცვალოს სუსტიდან ძლიერამდე. მისი წარმოქმნა ცივი ფრონტის გავლასთან არის დაკავშირებული. იგი მოიცავს შედარებით მცირე ტერიტორიას და შეიძლება თანახლდეს ძლიერი ქარი. წვიმის წვეთების დიამეტრი ზოგჯერ 5-7 მმ აღწევს.

ჟინჟლლი (თქორი) - წვიმა გვევლინება ფენა (St) ღრუბლებიდან. გამოირჩევა მცირე ვერტიკალური სიმძლავრით, რაც წვეთს არ აძლევს დამსხვილების საშუალებას და მისი წვეთების დიამეტრი 0.5 მმ ნაკლებს შეადგენს.

სეტყვა - წყლის ორთქლის კონდენსაციის პროდუქტია, რომელიც წარმოიქმნება ელჭექის ხასიათის ღრუბლებიდან. სველი წვეთები გაივლიან ჰაერის ფენას, რომლის ტემპერატურაც გაყინვის წერტილზე დაბალია, ისინი იყინებიან და გადაიქცევიან ყინულის მცირე ნატეხებად. მისი მთავარი მახასია-

თებელი მარცვლის ზომაა. სეტყვის მარცვალი გამჭირვალე ყინულის ბურთულაა, რომლის დიამეტრი შეადგენს 4-5 მმ, ზოგჯერ მეტს. ცალკეულ შემთხვევაში სეტყვის წონამ შეიძლება მიაღწიოს 200-300 გრ და მეტს. სეტყვის მოსვლის საშუალო ხანგრძლივობა 5 წთ და მეტს აღწევს. ნაკლებად მოდის დაბლობ-ვაკე ადგილებში.

ხორხოშელა - თეთრი, სფეროსებური გაუმჭირვალე ან ნახევრად გაჭირვალე ყინულის პატარა, მაგარი ნამცეცებია უსწორმასწორო ფორმით. რომლის დიამეტრი 2-5 მმ აღწევს. იგი წარმოიქმნება შერეულ ღრუბლებში, დაბალ ტემპერატურაზე (0°C -თან ახლოს), სადაც ხდება ფიფქებისა და გადაცივებული წყლის წვეთების შეხვედრა.

თოვლი - რთული სიმეტრიული ყინულის კრისტალებისაგან შედგება. იგი წარმოიქმნება, როცა დედამიწიდან შედარებით ახლოს (2-3 კმ) გარკვეულ ჰაერის ფენაში ტემპერატურა 0°C უტოლდება. თუ ტემპერატურა დედამიწის ზედაპირთან ახლოს 0°C აღემატება, მაშინ ნალექები შეიძლება მოვიდეს შერეული სახით (მდნობარე თოვლის ფიფქი და წვიმა), რომელსაც სველ თოვლს უწოდებენ. თოვლის საბურველის სიმაღლე იზომება დანაყოფებიანი ლარტყით. მისი გაზომვა ხდება წინასწარ შერჩეულ სამ ადგილზე, სადაც იგი მოვიდა. სამი განზომილებიდან გამოიყოფა საშუალო. გარდა აღნიშნულისა, გამოიყენება წონითი თოვლსაზომი, რომელიც წონის თოვლს და ავტომატურად არეგისტრირებს მისი ფენის სისქეს.

II - ტიპის ნალექები (ნამი, თრთვილი, ჭირხლი, ლიპყინული) წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია.

ნამი - წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგისა და მცენარეული საფარის ზედაპირზე, წყლის წვრილი წვეთების სახით, ჰაერის ტემპერატურის 0°C მაღლა. გვიანი ზაფხულის, ან ადრეული შემოდგომისას თბილი და მოწმენდილი ღამის განმავლობაში, ნიადაგი გამოასხივებს სითბოს, რომელიც დღის განმავლობაში დააგროვა, რის გამოც იგი ცივდება. თუ ჰაერი თბილი და ტენიანია, გაცივებული ნიადაგის ზედაპირთან შეხებისას განიცდის წყლის ორთქლის კონდენსაციას, რაც იწვევს წყლის წვეთების წარმოქ-

მნას ბალახზე, ფოთლებზე, ყვავილებზე და სხვა ჰორიზონტალურ ზედაპირებზე.

ნამი მცენარისათვის სასარგებლო მოვლენაა, როგორც ნიადაგისთვის დამატებითი ტენის რესურსი, განსაკუთრებით გვალვიან რეგიონებში. ნამის წარმოქმნის დროს გამოყოფილმა სითბომ, შეიძლება ხელი შეუშალოს წაყინვების წარმოქმნას.

თრთვილი - თეთრი ფერის ყინულის კრისტალებია. მისი წარმოქმნის პირობები იდენტურია ნამის წარმოქმნისა, თუმცა ნამისგან განსხვავებით იგი შეიძლება წარმოიქმნას იმ საგნების ზედაპირებზე, რომელთა ტემპერატურები გაყინვის ნერტილის ტოლია, ან უფრო დაბალია. მისი წარმოქმნა წყლის ორთქლის უშუალო სუბლიმაციის შედეგია, მოწმენდილ ღამეში 0°C და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. ჩვეულებრივ, ჯერ წარმოიქმნება ნამი, შემდეგ მისი წვეთები იყინება და გადაიქცევა თრთვილად. სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, თრთვილი მეტად საზიანოა ადრე შემოდგომაზე და გვიან გაზაფხულზე (წაყინვა), რადგან იგი აზიანებს მცენარეებს და ამცირებს მოსავალს. მისი ინტენსიობა განისაზღვრება მცენარეთა დაზიანების ხარისხის მიხედვით და შეიძლება იყოს სუსტი, ძლიერი და დამღუპველი.

ჭირბლი - თეთრი ფხვიერი (თოვლის მსგავსი) ყინულის კრისტალებია, რომლებიც წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც უწვრილესი წყლის წვეთები იყინებიან სწრაფად და მთლიანად. იგი გვხვდება ხის ტოტებზე, მავთულებსა და სხვა. მისმა სისქემ შეიძლება 30-50 მმ მიაღწიოს.

ლიპყინული - გლუვი, გამჭირვალე ან მღვრიე ფერის მკვრივი ყინულის ფენაა. იგი წარმოიქმნება გადაცივებული წვიმის წვეთების 0°C დაბალი ტემპერატურის მქონე დედამიწის ზედაპირზე და სხვა საგნებზე შეყინვისას. საგნები შეიძლება დაიფაროს 2-3 სმ სისქის ყინულის ფენით, რაც საშიშროებას უქმნის ხეხილოვან კულტურებს (ინვევს ტოტების მტვრევას).

ნისლი - არის ჰაერის მინისპირა ფენებში წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროდუქტი, რომელიც შედგება უწვრილესი წყლის წვეთებისაგან. თუმცა, იგი შეიძლება შედგებოდეს ყინულის კრისტალებისაგან, რომელიც სუბლიმა-

ციის შედეგია და ყინულოვან ნისლად არის ცნობილი. მისი წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია ჰაერის თბილი მასის შედარებით დაბალი ტემპერატურის მქონე ამა თუ იმ საგნების ზედაპირთან შეხება. ნისლის ძირითადი ტიპებია: რადიაციული, რომელიც წარმოიქმნება უმეტესად გაზაფხულსა და შემოდგომაზე და ადვექციური ნისლი, რომელიც წარმოიქმნება თბილი ჰაერის მასების გადაადგილებისას, როდესაც ის მოძრაობის დროს ეხება ცივი საგნების ზედაპირს. ღრუბლიან ამინდში ნისლი არ წარმოიქმნება. ხშირად ნისლის კლასიფიკაცია ადგილის მიხედვით ხდება, მაგალითად, კალიფორნიის ნისლი, ლონდონის ნისლი და ა.შ. ზოგჯერ მათ კლასიფიკაციას საფუძვლად ედება მეტეოროლოგიური ტერმინები: ზღვის ნისლი, მუსონის ნისლი, ზაფხულის ნისლი და ა.შ. კლასიფიკაციის საუკეთესო მეთოდია მეცნიერულად დასაბუთებული სახელწოდებები, რომელიც მათი წარმოქმნის პროცესებს ეფუძვნება, როგორცაა: რადიაციული ნისლი, ადვექციური და აორთქლების ნისლი. რადიაციული ნისლის წარმოქმნის პირობებია: 1. ჰაერში ტენის მნიშვნელოვანი რაოდენობის არსებობა; 2. მოწმენდილი ღამეები, როდესაც ნიადაგი გამოასხივებს დღის განმავლობაში დაგროვილ სითბოს; 3. ქარის სიჩქარე 1.5-3 მ/წმ; 4. ზედაპირის საფარი, რომელსაც გააჩნია ჰაერის ცივი მასების დაგროვების უნარი. ადვექციური ნისლი წლის ნებისმიერ დროს წარმოიქმნება და ვრცელდება ვერტიკალური სიმაღლით დიდ მანძილზე. აორთქლების ნისლი წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც ჰაერში წყლის ორთქლის სიჭარბეა და არსებული ჰაერის მოცულობას აღარ შეუძლია დაიტიოს ორთქლი. ასეთი ტიპის ნისლი ხშირად არის შესამჩნევი მდინარეებზე და ტბებზე გვიან შემოდგომით, როდესაც ჰაერი გაცივებულია, ხოლო წყალმა ჯერ კიდევ ვერ მოასწრო შთანთქმული სითბოს გაცემა. წყლის ორთქლი აინევის მდინარისა და ტბის ზედაპირიდან შეუერთდება მიმდებარე ჰაერს, მოხდება გაჯერება და შედეგად წარმოიქმნება ნისლი. ნისლის გაფანტვა ხდება იმ პირობების საწინააღმდეგოდ, რამაც გამოიწვია მათი წარმოქმნა. მათი ტიპის უმრავლესობა წარმოიქმნება კონდენსაციამდე ჰაერის გაცივებით, ხოლო სითბოს მატებასთან ერთად იგი გაიფანტება.

ჯანლი - ნისლისგან თითქმის არ განსხვავდება. იგი აღწევს 1 კმ-მდე სიმაღლეს და მოსალოდნელია ზამთარსა და შემოდგომაზე, ღამით და დილის საათებში. მზის ამოსვლის შემდეგ იგი სწრაფად იფანტება.

7.2 ნალექების დღელამური და წლიური მსვლელობა

ატმოსფერული ნალექების დღელამური მსვლელობა ღრუბლების ხასიათით განისაზღვრება. იგი რთული პროცესია და ძირითადად დამოკიდებულია რელიეფზე, გეოგრაფიულ განედზე, მცენარეულ საფარზე და სხვა. ზომიერ განედებში, ხმელეთზე დღელამის განმავლობაში ნალექების ორ მაქსიმუმს და ორ მინიმუმს აქვს ადგილი. დღის მეორე ნახევარში, როდესაც კონვექციური პროცესები გაძლიერებულია აღინიშნება მთავარი მაქსიმუმი, ხოლო მთავარი მინიმუმი აღინიშნება შუალამით. მეორადი მაქსიმუმი ფიქსირდება დილის საათებში, რაც დაკავშირებულია რადიაციული გადაცივებით წარმოშობილ ფენა ღრუბლების განვითარებასთან. მეორადი მინიმუმი აღინიშნება შუადღის პერიოდში. ზღვის ტიპის (სანაპირო) კლიმატისათვის ნალექების მაქსიმუმი დამახასიათებელია ღამით, ხოლო მინიმუმი - დღისით. ნალექების მოსვლა უმეტესად აღინიშნება საღამოს და ღამით. მათ დღელამურ მსვლელობასთან ერთად მნიშვნელოვანია წლიური მსვლელობის თავისებურება, რომელიც დამოკიდებულია ადგილის კლიმატურ პირობებზე. ნალექების წლიურ მსვლელობაში გამოიყოფა ოთხი ძირითადი ტიპი: ეკვატორული, ტროპიკული, სუბტროპიკული და ზომიერი განედის ტიპი.

მოსული ნალექების რაოდენობა გამოისახება მილიმეტრებში (მმ). მეტეოსადგურებზე ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობის რეგისტრაციისათვის გამოიყენება პლუვიოგრაფი, ხოლო ნალექების რაოდენობის გასაზომად ტრეტიაკოვის ნალექმზომი. მისი კომპლექსი შედგება ორი მეტალის ჭურჭლისაგან, ნალექების შეგროვებისა და შენახვისათვის და ორი გამზომი ჭიქისაგან (სურ. 7.2.1).



პლუვიოგრაფი



ტრეტიაკოვის ნალექზომი

სურ. 7.2.1 ნალექზომები

ეკვატორულ სარტყელში ნალექები უხვად მოდის. წლიური ნალექების რაოდენობა საშუალოდ 2000 მმ შეადგენს, წყნარი ოკეანის კუნძულების ზომიერ ადგილებში - 5000-6000 მმ. აღნიშნულ სარტყელში ადგილი აქვს ნალექების ორ მაქსიმუმს და ორ მინიმუმს. მაქსიმუმები აღინიშნება გაზაფხულისა და შემოდგომის ბუნიობის შემდეგ, ხოლო მინიმუმები - ზაფხულისა და ზამთრის ბუნიობის შემდეგ.

ტროპიკულ სარტყელში, როგორც ჩრდილოეთში, ისე სამხრეთ ნახევარსფეროებში ადგილი აქვს წვიმების ერთ პერიოდს. ზაფხულში იგი გრძელდება ოთხი თვის განმავლობაში, დანარჩენ თვეებში ნალექი თითქმის არ აღინიშნება. ხელსაყრელი რელიეფის პირობებში, მაგალითად, ჰიმალაის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, ზღვის დონიდან 1300 მ სიმაღლეზე ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა შეადგენს 12000 მმ, ცალკეულ შემთხვევაში მოსულა 23000 მმ. ჰავაის კუნძულების მთიან ზონებში ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 9000-12000 მმ აღწევს.

სუბტროპიკულ სარტყელში ნალექების მაქსიმუმი ზამთარში აღინიშნება, ხოლო მინიმუმი - ზაფხულში. აღნიშნულ სარტყელში ნალექების წლიური ჯამი მხოლოდ 500 მმ შეადგენს. მათი უმეტესი რაოდენობა გაზაფხულზე მოდის, ზაფხული უფრო მშრალია ვიდრე ზამთარი. ნალექების სიმცირე გამომწვეულია გაბატონებულ სუბტროპიკულ ანტიციკლონებში ჰაერის დაღმავალი დინებებით და დიდი წნევით, რაც აფერხებს ნალექების წარმოქმნას. მოცემული სარტყელი მოიცავს უდაბნოებს და ნახევრადუდაბნოებს, სადაც ნალექები წლის განმავლობაში იშვიათობას წარმოადგენს (საჰარა).

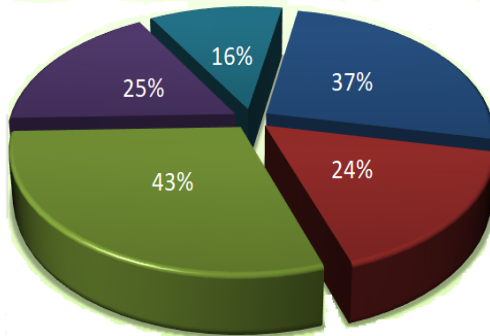
ზომიერ განედებში, კონტინენტებზე ნალექების მაქსიმუმი უმეტესად ზაფხულში აღინიშნება, მინიმუმი - ზამთარში. რაც გამომწვეულია ევრაზიის კონტინენტის აღმოსავლეთ სანაპიროზე მუსონური ცირკულაციით. აქ კონტინენტის სიღრმეში წლის განმავლობაში მოდის 300-500 მმ ნალექი, ხოლო ოკეანეებზე - 800-1000 მმ. ნალექების რაოდენობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს გაბატონებული დინებების მიმართ მთის ფერდობების ექსპოზიცია. ასეთ შემთხვევაში, მთის ერთ ფერდობზე შეიძლება მეტი ნალექი მოვიდეს, ვიდრე მეორე ფერდობზე.

წლის განმავლობაში მთავარი კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე აჩიშხოში 3000 მმ-მდე, ცისკარაში 3900 მმ-მდე ნალექები მოდის. ასევე, დიდი რაოდენობით ნალექი მოდის შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში, კერძოდ, ბათუმსა და ქობულეთში (2600-2700 მმ), ხოლო ყველაზე ნაკლები - ყარაყუმში (75 მმ). ნალექების სიმცირეა შუა აზიაში, აღმოსავლეთ ციმბირსა და ტუნდრაში (200-250 მმ). ცალკეული თვის ნალექების რაოდენობა ყველაზე მეტია ჩერაპუნჯში (ინდოეთი) - 2850 მმ (ივლისი). ერთი დღის განმავლობაში აქ შეიძლება მოვიდეს 1040 მმ-მდე ნალექი.

7.3 ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობისათვის

ნიადაგის ტენიანობის ძირითად წყაროს ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენენ. ამიტომ მათი განაწილება რეგიონების მიხედვით, განაპირობებს მცენარის ტენით უზრუნველყოფის ხარისხს. მცენარის ტენით უზრუნველყოფა დამოკიდებულია არა მარტო ნალექების რაოდენობაზე, არამედ ზედაპირის საფარზე და თვისებებზე, რომელზეც იგი მოდის. მცენარეული საფარი საკმაო რაოდენობით აკავებს მოსული წვიმის სახით ატმოსფერულ ნალექებს, რომელიც იცვლება მისი სიხშირის მიხედვით. ძალიან ხშირი ნარგავები აკავებენ მეტი რაოდენობით ნალექებს.

ნახაზზე 7.3.1 მოცემულია ზოგიერთი ტყის მცენარეების მიერ დაკავებული ნალექების რაოდენობა.



ნაძვი - სოჭი - 37%; ფიჭვი - 24%; ნეკერჩხალი - ნიფელი - 43%; ნეკერჩხალი - 25%; ვერხვი - 16%

ნახაზი 7.3.1 ტყის მცენარეების მიერ დაკავებული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა

მოსული ნალექების საერთო ჯამი, კულტურების ტენით უზრუნველყოფის შეფასებისას არ იძლევა სწორ წარმოდგენას. ნალექები განსაკუთრებით დიდ ეფექტს იძლევა, მაშინ როცა მცენარე ძლიერ განიცდის ტენის ნაკლებობას, რის შედაგადაც

მოსალოდნელია მოსავლის მკვეთრი შემცირება. ასეთი პერიოდი მცენარისათვის კრიტიკულად ითვლება. ტენიანობის პირობების სწორი აგრომეტეოროლოგიური შეფასებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ მცენარის ტენით უზრუნველყოფა მისი ფაზების განვითარების თითოეულ პერიოდში, რადგან მცენარე ნორმალური განვითარების და მაღალი მოსავლის მიღებისათვის უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ტენით.

ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში ნალექების საერთო რაოდენობა საკმარისია, მაგრამ მათი განაწილება არათანაბარია. იმ რაიონებში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში ნალექების რაოდენობა შეადგენს 700-1000 მმ, ძნელია ვივარაუდოთ მაღალი მოსავლის მიღება, განსაკუთრებით ჩაის, ციტრუსების და სხვა ტექნიკური კულტურებისა, რომლებსაც გარკვეული მიდრეკილება ახასიათებთ ტენისადმი. დაკვირვებები აჩვენებს, რომ ჩაის მოსავალი მშრალი პერიოდის შედეგად მცირდება. რაც შეეხება ვაზს, სიმინდს, თამბაქოს და ზოგიერთ სხვა კულტურებს, ზრდა-განვითარებისათვის გარკვეულ ტენიანობას მოითხოვენ. იმ რაიონებში, სადაც გაშენებულია აღნიშნული კულტურები, სავეგეტაციო პერიოდში ნალექები ზოგჯერ არათანაბრად მოდის. ამიტომ დიდი და მაღალხარისხიანი მოსავლის მისაღებად ივლისს-აგვისტოს თვეებში საჭიროა მათი ტენით უზრუნველყოფა.

ატმოსფერული ნალექების განაწილების ხასიათს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მარცვლელის და სხვა სახის კულტურებისათვის. საშემოდგომო ხორბლის ნორმალური გადაზამთრების შემდეგ გაზაფხულზე, ვეგეტაციის განახლებისას, ნალექების ზომიერად განაწილება ხელს უწყობს მაღალი მოსავლის მიღებას და პირიქით. კარტოფილის სარეკორდო მოსავალი მიიღება (ა.ლორხი) ღრმად გაკულტურებულ ნიადაგებზე, დაახლოებით 300 მმ ატმოსფერული ნალექების დროს, თუ ზაფხულის განმავლობაში ისე განაწილდა, რომ მეტი მოდიოდეს ყვავილობის პერიოდში (ივლისში).

ცხრილში 7.3.1 მოცემულია მეკარტოფილეობის რაიონებისათვის ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა ივნის-ივლისის თვეებში.

ცხრილი 7.3.1 ატმოსფერული ნალექების (მმ) უზრუნველყოფა (%) იენისს-ივლისის განმავლობაში მეკარტოფილეობის წარმოების ძირითად მუნიციპალიტეტებში

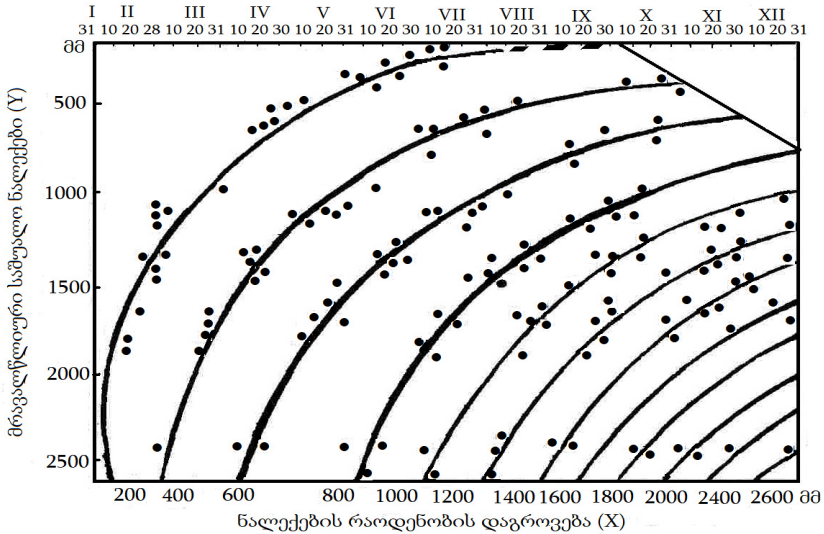
მუნიციპალიტეტი	უზრუნველყოფა, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ახალციხე	190	170	150	140	130	130	120	110	100	80	40
ასპინძა	180	170	150	140	130	120	110	100	90	80	50
ნინოწმინდა	330	300	240	220	200	180	170	150	130	110	90
დმანისი	290	250	220	200	180	170	150	130	110	100	80
დუშეთი	250	240	210	190	180	160	140	130	110	90	70
მესტია	330	280	220	200	180	170	150	140	120	110	80
თეთრი-წყარო	340	310	260	210	180	160	140	130	120	100	40
თიანეთი	360	330	290	260	230	200	170	150	130	110	70
ხაშური	200	150	140	130	120	110	100	90	80	70	40
დედოფლისწყარო	290	260	220	190	170	150	140	120	110	80	40
ჯავა	300	280	240	220	200	190	170	160	140	110	80
წალკა	270	250	230	210	190	170	160	150	130	100	60

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 50%-ით ნალექების ჯამის უზრუნველყოფა რაიონების მიხედვით მერყეობს 110-200 მმ ფარგლებში.

კახეთის ტერიტორიაზე ვაზის კულტურა ტენით უზრუნველყოფილია ვეგეტაციის პირველ პერიოდში (კვირტების გახსნიდან ყვავილობის დასასრულამდე). ამ ფაზებს შორის საშუალოდ მშრალ და ტენიან წლებში ვაზი არ მოითხოვს მორწყვას, მხოლოდ განსაკუთრებული უნალექობის შემთხვევაში შეიძლება ჩატარდეს მორწყვა ერთხელ. ვაზის მეორე პერიოდის ვეგეტაცია ემთხვევა გვალვების პერიოდს. ამიტომ საჭიროა ჩატარდეს 3-4-ჯერ მორწყვა. ვაზისათვის მეორე პერიოდი წარმოადგენს გადამწყვეტს. მაშასადამე, რაც მეტია ტენით უზ-

რუნველყოფა, მით მეტი მოსავალი უნდა ვივარაუდოთ და პირიქით.

სავეგეტაციო პერიოდში მცენარის ნებისმიერი ფაზის განვითარებისათვის, მრავალწლიური საშუალო ნალექების ჯამის მიხედვით, შედგენილია ნალექების ჯამის დაგროვების უზრუნველყოფის ნომოგრამა (ნახაზი 7.3.2).



ნახაზი 7.3.2 მრავალწლიური ნალექების ჯამზე (y) დამოკიდებული ნალექების დაგროვება (x)

მოცემული ნომოგრამის მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს, თუ რომელ კალენდარულ ვადაში დაგროვდება ჩვენთვის საინტერესო ნალექების ჯამი (მმ), საიდანაც გავიგებთ, თუ რამდენად იქნება უზრუნველყოფილი ტენით მცენარე.

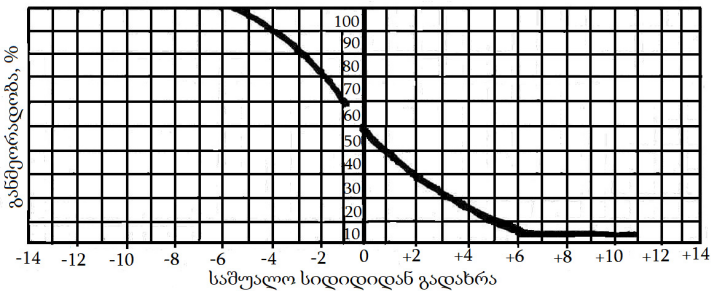
ნომოგრამაზე (ნახ. 7.3.2) მაგალითისათვის განვსაზღვროთ, თუ რომელ რიცხვში დაგროვდება საშუალოდ 800 მმ ნალექი, სხვადასხვა მუნიციპალიტეტში. ამისათვის, ორდინატის ღერძიდან, სადაც აღნიშნულია მრავალწლიური ნალექების ჯამი მოცემული მუნიციპალიტეტისათვის, გავავლებთ აბსცისთა ღერძის პარალელურ ხაზს 800 მმ ნალექების რაოდენობის დაგროვების მრუდამდე და გადაკვეთის წერტილთან

ვპოულობთ შესაბამის თარიღს. ცხრილში 7.3.2 მოცემულია ნომოგრამის მიხედვით განსაზღვრის შედეგები ზოგიერთი მუნიციპალიტეტისათვის.

ცხრილი 7.3.2 საშუალო მრავალწლიური ნალექების ჯამი და 800 მმ ნალექების დაგროვების თარიღები

მუნიციპალიტეტი	ნალექი (მმ)	800 მმ ნალექის დაგროვების თარიღი
ოზურგეთი	2115	13.VI
ზუგდიდი	1616	12.VII
ლაგოდეხი	1004	8.VIII
სოხუმი	1478	3.VIII
ზესტაფონი	1190	15.IX
ტყიბული	1890	26.VI
ქედა	1558	10.VIII
ხონი	1646	15.VII
ხულო	1177	15.IX

ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფის მიზნით, მრავალწლიური მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მასალების დამუშავების საფუძველზე, ადგენენ სავეგეტაციო პერიოდში 20 მმ და მეტ ნალექიან დღეთა რიცხვის უზრუნველყოფის მრუდს (ნახაზი 7.3.3).



ნახაზი 7.3.3 >10°C-ზე ტემპერატურის პერიოდში >20 მმ ნალექიან დღეთა რიცხვის უზრუნველყოფის მრუდი

მრუდის მიხედვით, შეიძლება განვსაზღვროთ, თუ რამდენჯერ იქნება ჩვენთვის საინტერესო სასოფლო-სამეურნეო

კულტურები 20 მმ და მეტი ნალექიან ღღეთა რიცხვით ყოველ 10 და მეტ წელიწადში უზრუნველყოფილი. განსაზღვრისათვის, უნდა ვიცოდეთ 20 მმ და მეტი ნალექიან საშუალო ღღეთა რიცხვი 10°C-იანი ტემპერატურის პირობებში. ოზურგეთში იგი შეადგენს - 21, ლაგოდეხში და ზესტაფონში - 10, ქედაში - 12, ზუგდიდში - 17, ტყიბულში - 22, თელავში და საგარეჯოში - 9, თბილისში - 5, ხარაგაულში - 8.

მაგალითისათვის. განვსაზღვროთ, ლაგოდეხის რაიონში, თუ რამდენჯერ იქნება უზრუნველყოფილი 20 მმ და მეტი ნალექიან ღღეთა რიცხვი, დაუშვათ 14. ვპოულობთ სხვაობას ლაგოდეხის რაიონის საშუალო ნალექიან ღღეთა რიცხვსა და 14 შორის, რომელიც შეადგენს 4. აბსცისთა ღერძიდან მარჯვნივ, სადაც ციფრი ოთხია აღნიშნული, აღვმართავთ ვერტიკალურ ხაზს მრუდის გადაკვეთამდე და ვპოულობთ შესაბამის 20%. მაშასადამე, 20 მმ და მეტი ნალექიან ღღეთა რიცხვი 14, მოცემულ რაიონში უზრუნველყოფილი იქნება 10 წელიწადში 2-ჯერ.

7.4 ნალექების ხელოვნურად გაზრდა

ნალექების ხელოვნურად გაზრდა დამატებითი წყლის რესურსების მიღების საშუალებაა, რომელიც ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებით ხორციელდება. ამ პროცესის ხელოვნურ რეგულირებას მაღალი ეკონომიკური ეფექტის მოცემა შეუძლია. ნაკლებად ტენიან რეგიონებში ნალექების ხელოვნურად გაზრდა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან იგი დამატებით ტენის რესურს წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის.

ნალექწარმომქმნელი პროცესების მეცნიერულად დასაბუთებული პირველი გამოკვლევები ტ.ბერჟერონისა და ვ.ფინდაიზენის მიერ ჩატარებული იქნა 1930-იანი წლების შუა პერიოდში.

მშრალი ყინულის და იოდოვანი ვერცხლისწყლის (AgI) ნალექწარმომქმნელ პროცესებზე ეფექტური ზემოქმედების დადგენის შედეგად 1948 წლიდან ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების სამუშაოები დაიწყო აშშ-ში, იტალიაში, საფრანგეთში, კანადაში, ავსტრალიაში და სხვა.

საქართველოში გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან ჰიდრომეტეოროლოგიაში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი ნალექნარმომქმნელი პროცესების შესწავლისადმი. 1953 წელს გეოფიზიკის ინსტიტუტმა დაიწყო ალაზნის ველზე კონვექციური ღრუბლების შესწავლა, რამაც საფუძველი დაუდო სეტყვასთან ბრძოლის სამსახურის შექმნას. ქვემო ქართლის ტერიტორიაზე ანალოგიური სამუშაოები დაიწყო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობით.

ზემოაღნიშნული ოპერატიული ქვედანაყოფები ემსახურებოდა სეტყვასთან ბრძოლის ამოცანას. 1970-იანი წლების დასაწყისში კახეთში ძლიერი გვალვის დროს მათი პოტენციური ნალექთა ხელოვნური გამონვევის საქმეში ეპიზოდურად იქნა გამოყენებული.

გასული საუკუნის 80-იან წლებში მნიშვნელოვანი სამუშაოები ტარდებოდა სიონის წყალსაცავის აუზში. კერძოდ, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებით ხელოვნურად ინვეგენდნენ ნალექებს წყალსაცავში, რათა წყალი საგარეჯოს რაიონში არსებული სარწყავი სისტემებისათვის მიეწოდებინათ. ფენა (St) და გროვანვიმის (Sc) ღრუბლებში შეტანილი იქნა სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებები - რეაგენტები. ნალექების ხელოვნურად გაზრდის მიზნით, უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში, გადაცივებულ ღრუბლებზე (ნისლზე) ზემოქმედება ხორციელდება მყარი ნახშირმჟავას და ყველა იმ ნივთიერებების გამოყენებით, რომელთა კრისტალების სერუქტურა ყინულის კრისტალთა სტრუქტურის მსგავსია (იზომორფულია). კერძოდ, ეს არის იოდიანი ვერცხლი (AgI) და იოდიანი ტყვია (PbI₂). თბილ ღრუბლებზე (ნისლზე) დადებითი ტემპერატურის პირობებში ზემოქმედება ხორციელდება ღრუბლებში ჰიგროსკოპული ნივთიერებების ან წყლის მსხვილი წვეთების შეტანით. ეს პროცესი აჩქარებს ღრუბლებისა და და ნისლის წვეთების ზრდას, რაც ინვევს ნალექების გამოყოფას. ჰიგროსკოპული ნაწილაკებით ჰაერში ნალექების გაჩენა ხდება მაშინ, როცა ფარდობითი ტენიანობა 100% ნაკლები არ არის. ნალექების წარმომქმნელი პროცესების განვითარება შეფერხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ღრუბლები წვრილ წვეთებს დიდი რაოდენობით შეიცავენ.

ბუნებრივ პირობებში ნალექების გამოყოფა ყველა ღრუბ-ლიდან არ ხდება. მათში დამატებითი ნაწილაკების შეტანა ინ-ვევს კრისტალური ფაზის ზრდას, რაც ღრუბლების კოლოი-დური მდგომარეობის რღვევის და მასში ნალექთა ელემენტე-ბის წარმოქმნის საფუძველი ხდება, საიდანაც გამოიყოფა ნა-ლექების გარკვეული რაოდენობა. ღრუბლებში მშრალი ყინუ-ლის შეტანის შედეგად ტემპერატურა იკლებს, ხოლო ძლიერ გადაცივებისას წყლის ორთქლი გადაჯერდება და წარმოქ-მნება ყინულის კრისტალები. აღნიშნულ კრისტალებზე ხდება გადაცივებული წყლის წვეთების შეყინვა და დამსხვილება. ღრუბლების დაშლის პროცესი კი იწყება მათი ნალექის სახით გამოყოფის შემდეგ.

იოდოვანი ვერცხლის (AgI) შეტანა ღრუბლებში ეფექტუ-რია -6°C ტემპერატურის პირობებში. ღრუბლებში სხვა ეფექ-ტური ნივთიერებების შეტანისას მნიშვნელოვანია მათი ოპტი-მალური დოზის დაცვა. ნალექების ხელოვნურად ზრდა საშუა-ლოდ 10-15% შეადგენს. ღრუბლებში რეაგენტების შეტანა ხორციელდება დედამინის ზედაპირიდან თვითმფრინავების და სხვა საშუალებების გამოყენებით. ზემოაღნიშნული საშუ-შაოები წარმატებით მიმდინარეობს აშშ-ში, ისრაელში, ავ-სტრალიაში, მექსიკაში და სხვა ქვეყნებში. მიუხედავად მიღე-ბული დადებითი შედეგებისა, ზოგიერთი საკითხი დამატებით კვლევებს მოითხოვს. მხედველობაშია მისაღები ისეთი გარე-მოებები, რომლებიც ბადებს კითხვებს. კერძოდ, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებით, ნალექების ხელოვნური გაზრდა მო-ცემულ ტერიტორიაზე, ხომ არ გამოიწვევს მომიჯნავე ტერი-ტორიებზე ნალექების შემცირებას და ა.შ.

7.5 თოვლის საფარის მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის

თოვლის საფარი წარმოადგენს ნიადაგისათვის პროდუქ-ტიული ტენის მარაგს და იქცევა მცენარეების წყლით მომარა-გების წყაროდ. კლიმატურ პირობებზე დამოკიდებულებით და ჩანოლის ხასიათით, თოვლის საფარის გავლენა შეიძლება იყოს დადებითიც და უარყოფითიც. იგი იცავს ნიადაგს გადაცივები-

საგან და ღრმა გაყინვისაგან, ასევე იცავს მცენარეებს, რომლებიც იმყოფებიან თოვლის ქვემოთ. ამავე დროს ხელს უწყობს მიწისპირა ჰაერის ფენის გაცივებას. თოვლს აქვს უნარი აირეკლოს მზის რადიაციის 70-80% მეტი, ამიტომ მისი ზედაპირი ნიადაგის ზედაპირთან შედარებით ცივია. თოვლის ქვემოთ ნიადაგის ტემპერატურის მერყეობა მცირეა.

ცხრილში 7.5.1 მოცემულია მონაცემები თოვლის საფარის სხვადასხვა სიღრმის ქვეშ ტემპერატურის ცვლილების შესახებ.

ცხრილი 7.5.1 ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის დამოკიდებულება თოვლის საფარის სიმაღლეზე

ტემპერატურა	თოვლის საფარის სიმაღლე (სმ)				
	2	7	15	18	65
თოვლის საფარის ზედაპირზე	-12	-17	-20	-22	-26
ნიადაგის ზედაპირზე	-8	-11	-5	-4	-2
სხვაობა	4	6	15	18	24

ცხრილიდან ჩანს, რომ თოვლის საფარის სიმაღლის მატებასთან ერთად მატულობს სხვაობა მოცემულ ტემპერატურებს შორის.

თოვლი არის მცენარის ყინვისაგან დამცველი ერთერთი საშუალება, ამიტომ არ არის საშიში, როდესაც მაგალითად, საშემოდგომო ხორბალი საკმაო სისქის თოვლის ფენით არის დაფარული. თოვლს ყინვების დროს დაცვითი მნიშვნელობა აქვს განსაკუთრებით საშემოდგომო, მრავალწლიანი ბალახების და კენკროვან-ნაყოფიანი კულტურებისათვის.

ცხრილში 7.5.2 წარმოდგენილია თოვლის საფარის სიმაღლის (სმ) განმეორადობა (%) საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ ზოგიერთ რაიონებში, ხოლო ცხრილში 7.5.3 დღეთა რიცხვი თოვლის საფარველით, დეკადების მიხედვით.

ცხრილი 7.5.2 თოვლის საფარის სიმაღლის (სმ) განმეორადობა (%)
საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ ზოგიერთ რაიონში

რაიონი	თოვლის საბურველის სიმაღლე (სმ)										
	0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90
ახმეტა	5	30	16	25	11	8	5				
ახალციხე		18	27	19	11	14	3	5		3	
ახალქალაქი		7	8	35	27	17		2	2		
გორი	2	11	34	27	18	4	4				
ლაგოდეხი	6	29	12	35	9	6					
თელავი	2	23	31	26	16	2					
საგარეჯო		25	28	23	10	8	3				
ხაშური		7	7	24	24	11	11	4	4	4	4

ცხრილი 7.5.3 საშემოდგომო ხორბლის ზოგიერთ მწარმოებელ
რაიონში დღეთა რიცხვი თოვლის საფარით
(დეკადების მიხედვით)

რაიონი	XI	XII	I	II	III	IV
	3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2
ახმეტა			3 5	4 3 2	3 2	
ახალციხე		3 4 5	6 6 7	6 6 4	5 1	
ახალქალაქი	4	5 7 8	10 9 10	9 8 7	8 6 5	2 1
გორი		3	4 5 6	6 4 3		
ლაგოდეხი			2 4	2 2 2	1	
თელავი		3	3 4 6	5 3 2	2 1	
საგარეჯო		3 4	4 5 5	3 3 4	2	
ხაშური		3 5	5 5 7	7 5 4	5 3 2	

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები მიუთითებენ ზამთარში სა-
შემოდგომო მარცვლეული კულტურების თოვლის საფარით
უზრუნველყოფაზე და მათ დამაკმაყოფილებლად გამოზამ-
თრებაზე, მაშინ როცა ტემპერატურა დაინევს -20, -22°C-მდე
და უფრო დაბლა.

7.6 ნიადაგის ტენიანობის და ნიადაგის პროდუქტიული ტენის განსაზღვრა

მცენარეები სიცოცხლისათვის შეუცვლელ ფაქტორს, ტენს ძირითადად ნიადაგიდან იღებენ. წყლის ორთქლის ის ნაწილი, რომელიც გადაიტანება ჰაერის დინების საშუალებით კონტინენტის სიღრმეში, მოხვდება შესაბამის პირობებში, განიცდის კონდენსაციას და მოდის ნიადაგის ზედაპირზე წვიმის ან თოვლის სახით. ამ პროცესს წყლის მცირე ბრუნვას უწოდებენ.

წვიმის გარკვეული ნაწილი ჩაედინება ნიადაგის სიღრმეში, იგი უერთდება გრუნტის წყლებს, ხოლო მათი საშუალებით ხვდება მდინარეებსა და ნაკადულებში, რომლებიც საბოლოოდ უერთდებიან ოკეანეებს, ტბებს, ზღვებსა და სხვა. ამ პროცესს წყლის დიდი ბრუნვა ეწოდება. მაშასადამე, ბუნებაში რა რაოდენობითაც არ უნდა აორთქლდეს წყალი ასაორთქლებელი ობიექტების ზედაპირიდან, თითქმის იმავე რაოდენობით უბრუნდება დედამიწას წვიმის, თოვლისა და სხვა ნალექის სახით.

ნიადაგში ტენიანობის ნაკლებობა ან სიჭარბე უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეებზე, ამიტომ საჭიროა მისი ნორმის დადგენა. ნიადაგში ტენის მარაგი დამოკიდებულია ნიადაგის სტრუქტურაზე, ტენის შეთვისებასა და გამტარიანობაზე, აერაციაზე, ტენტევადობაზე. ტენი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს მცენარის ვეგეტაციის პირველ პერიოდში. ნიადაგის ტენიანობის პირობებზეა დამოკიდებული ნიადაგის სითბური რეჟიმი, რომელიც თავის მხრივ გავლენას ახდენს ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებზე.

ნიადაგში ტენი ცვალებადია დროსა და სივრცეში და განსხვავდება კლიმატური ზონების მიხედვით. მოსავლის ფორმირების დამოკიდებულების დადგენას ნიადაგის ტენის მარაგზე, მნიშვნელობა აქვს ნათესებისა და ნარგავების მდგომარეობის შეფასებისათვის, აგრეთვე აგროტექნიკური ღონისძიებების ეფექტურობის განსაზღვრისათვის.

ნიადაგის ტენის განსაზღვრისათვის იყენებენ თერმოსტატულ მეთოდს. კერძოდ, ნიადაგის ნიმუშს იღებენ ყოველ 10 სმ ფენაში საჭირო სიღრმეზე, რომელიც თავსდება ალუმინის საშ-

რობ ჭიქებში და იწონება 0.1 გრ-მდე სიზუსტით. შემდეგ ათავსებენ თერმოსტატში 100-150°C ტემპერატურის პირობებში. ნიადაგის ნიმუშებს აშრობენ მანამდე, სანამ ჭიქების წონა მორიგი აწონის შემდეგ არ აღემატება 0.1 გრ. სილნარი ნიადაგების გამოშრობას ჭირდება 6-7 საათი, ხოლო თიხნარს 7-8 საათი. სველი და მშრალი წონათა სხვაობების მიხედვით, გამოიანგარიშება ნიადაგის ტენიანობა მშრალ წონასთან შედარებით, შემდეგი ფორმულით:

$$W = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} 100\%$$

სადაც, W - ნიადაგის ტენიანობაა (%), p₁ - ტენიანი ნიადაგის წონა, p₂ - ნიადაგის ნიმუშის წონა გამოშრობის შემდეგ.

მაგალითისათვის. როცა p₁=40 გრ., p₂=30 გრ., მაშინ p₁=40-30=10 გრ., ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$W = \frac{10 \cdot 100}{30} = \frac{1000}{30} = 33.3\%$$

აღნიშნული მეთოდი რამდენადმე რთული და შრომატევადია. ამიტომ, აგრომეტეოროლოგიურ სადგურებზე გამოიყენება ტენზომომები - რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენებით.

ნიადაგის პროდუქტიული ტენი. სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის ძირითადი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტენის იმ ნაწილს, რომელიც მისაწვდომია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის და უზრუნველყოფს მოსავლის ფორმირებას, რომელსაც პროდუქტიულ ტენს უწოდებენ. მცენარეებისათვის ნიადაგში არსებული ტენის მარაგი ზოგჯერ არ არის მისაწვდომი. ამ დროს გარკვეული ნაწილი შეკავებულია ნიადაგის ნაწილაკების მიერ, ისე რომ იგი აღემატება მცენარის მიერ ფესვთა შეწოვის ძალას და ამიტომ მცენარისათვის შეუთვისებელია. ნიადაგის იმ ტენიანობას, რომლის დროსაც ტენიანობის დეფიციტი მცენარეთა უჯრედებში ვერ აღსდგება მინიმალური ტრანსპირაციის პირობებში, ჭკნობის ტენიანობა - „ჭკნობის

კოეფიციენტი” ეწოდება. თუ ნიადაგის ტენის მარაგი ტოლია ჭკნობის კოეფიციენტისა, მაშინ მცენარეს არ შეუძლია ნორმალურად აწარმოოს ზრდა-განვითარება და მოსავლის ფორმირება. ჭკნობის ტენიანობა (ჭკნობის კოეფიციენტი) სიღნარის ნიადაგებისათვის შეადგენს დაახლოებით 1-3%, თიხნარისათვის 20%.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წყლის მარაგის პირობების შეფასება, რომელთა ზრდა-განვითარება მიმდინარეობს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, შეიძლება მოვახდინოთ მხოლოდ პროდუქტიული ტენის მარაგის მიხედვით. პროდუქტიულ ტენს, წყლის ფენის სიმაღლით გამოსახავენ მილიმეტრებში, რაც საშუალებას იძლევა მისი მარაგი ერთის მხრივ შევადაროთ წყლის ხარჯვასთან (აორთქლებას), მეორეს მხრივ ატმოსფერულ ნალექებთან, რომელიც ასევე მმ-ში იზომება. პროდუქტიული ტენის რაოდენობის გამომანგარიშებისათვის უნდა ვიცოდეთ ნიადაგის მოცულობითი წონა. იგი არის ნიადაგის 1სმ³ წონა, მისი ბუნებრივი აგებულებით (დაუშლელად). ნიადაგის მოცულობითი წონა იცვლება 1.3-1.8 გ/სმ³ ფარგლებში. ნიადაგი, რაც უფრო მდიდარია ნეშომპალით და ფხვიერია, მით მეტია მათში ფორები და მით ნაკლებია მათი მოცულობითი წონა. ასეთი ნიადაგების მოცულობითი წონა შეიძლება შეადგენდეს 1.0 სმ³.

ნიადაგის ტენიანობის პროცენტებში გამოსახული მაჩვენებლის გადასაყვანად პროდუქტიული ტენის მმ-ში, გამოიყენება ფორმულა:

$$W_{პრ} = 0.1dh (W - k)$$

- სადაც $W_{პრ}$ - პროდუქტიული ტენის მარაგია (მმ);
- d - ნიადაგის მოცულობითი წონა (გ/სმ³);
- h - ნიადაგის ფენის სისქე (სმ);
- W - ნიადაგის ტენიანობა (ნიადაგის აბსოლუტური მშრალი წონიდან %);
- k - ჭკნობის ტენიანობა (%);

0.1 - კოეფიციენტი წყლის ფენის სიმაღლის გადაყვანისათვის სმ-დან მმ-ში.

მაგალითისათვის. გორის აგრომეტეოროლოგიური სადგურის ნიადაგი საშუალო თიხნარია, მისი მოცულობითი წონაა $d=1.25$ გ/სმ³, ჭკნობის ტენიანობა $k=8.2\%$, ნიადაგის ტენიანობა (W) განისაზღვრა 10 სმ სისქის h ფენაში და შეადგინა 15.6%. ამ მნიშვნელობების ფორმულაში ჩასმით მიიღება:

$$W = 0.1 \times 1.25 \times 10 (15.6 - 8.2) = 9.2 \text{ მმ}$$

თუ განვსაზღვრავთ ნიადაგის პროდუქტიულ ტენიანობას ყოველ 10 სმ ფენაში, შეიძლება გავიგოთ ნიადაგის პროდუქტიული ტენის მარაგი სახნავ ფენაში (0-20 სმ, 0-30 სმ, 0-40 სმ და ა.შ.). ამისათვის უნდა შეიკრიბოს ტენის მარაგის რაოდენობა ცალკეული 10 სმ-იანი ფენების მიხედვით (ცხრილი 7.6.1).

ცხრილი 7.6.1 ნიადაგის სხვადასხვა ფენისათვის განსაზღვრული პროდუქტიული ტენის სიდიდეები

სიღრმის ფენა (სმ)	პროდუქტიული ტენი (მმ)
0-10	18.2
10-20	18.6
20-30	18.9
30-40	19.7
40-50	20.5
50-60	21.8
60-70	22.6
70-80	23.4
80-90	23.8
90-100	24.1

მაგალითისათვის. თუ განსაზღვრული გვაქვს პროდუქტიული ტენის მარაგი ყოველ 10 სმ ფენაში, შეგვიძლია შევკრიბოთ ტენის რაოდენობები 0-დან 10 სმ-მდე და 10 სმ-დან 20 სმ-მდე სიღრმის ფენებში. მივიღებთ სახნავ ფენაში (0-20 სმ) ნია-

დაგის პროდუქტიული ტენის მარაგს 36.8 მმ ($18.2+18.6=36.8$). ანალოგიურად შეიკრიბება და მივიღებთ პროდუქტიული ტენის მარაგს 0-30 სმ, 0-40 სმ და ა.შ. სიღრმის ფენებში (ცხრილი 7.6.1). აგრომეტეოროლოგიაში გამოყენებული მეთოდის თანახმად, ტენის მარაგის შეფასება, სასოფლო-სამეურნეო ფართობებზე განისაზღვრება მილიმეტრებში (მმ).

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა და რა სახის ნალექები წარმოიქმნება ატმოსფეროში?
2. რომელი ნალექები წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირზე?
3. როგორია ნალექების დღელამური და წლიური მსვლელობა?
4. რა ერთეულებში იზომება მოსული ნალექების რაოდენობა და რომელ ხელსაწყოებს იყენებენ გაზომვებისათვის?
5. როგორია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნილება ნალექებით უზრუნველყოფის მიმართ?
6. როგორ განისაზღვრება ნალექებით უზრუნველყოფა ნომოგრამის მიხედვით?
7. მრუდის მიხედვით, როგორ განისაზღვრება თუ რამდენჯერ იქნება სასოფლო-სამეურნეო კულტურა 20 მმ და მეტი ნალექიან ღღეთა რიცხვით ყოველ 10 და მეტ წელიწადში უზრუნველყოფილი?
8. რატომ და როგორ ხდება ნალექების ხელოვნურად გაზრდა?
9. რა მნიშვნელობა აქვს თოვლის საფარს მცენარეებისათვის?
10. როგორ განისაზღვრება ნიადაგის ტენიანობა და პროდუქტიული ტენის მარაგი?
11. რას ეწოდება „ჭკნობის კოეფიციენტი“ და „პროდუქტიული ტენი“?

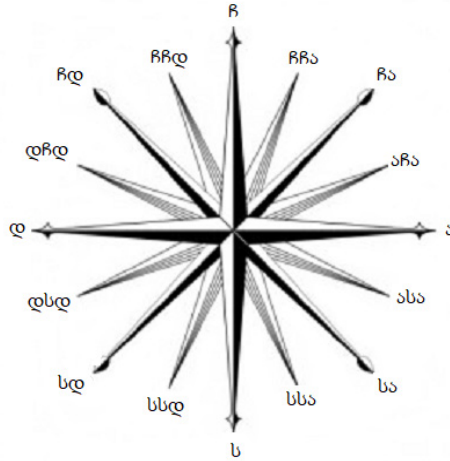
თავი VIII

ქარი

8.1 ქარი და მისი წარმოქმნის მექანიზმი

ჰაერის მასების აჩქარებულ მოძრაობას ჰორიზონტალური ან ნახევრად ჰორიზონტალური მიმართულებით ქარს უწოდებენ. ტემპერატურათა სხვაობა ეკვატორსა და პოლუსებს შორის, რომელიც ამ მხარეებში აპირობებს ატმოსფერულ წნევებს, სახელდობრ, პოლუსებზე უდიდესს, ხოლო ეკვატორზე უმცირესს, ძირითადი მიზეზია ატმოსფეროს დიდი მასშტაბით ცირკულაციისა. ატმოსფეროში წნევა ცვალებადობს არა მხოლოდ ჰორიზონტალური მიმართულებით, არამედ ვერტიკალური მიმართულებითაც. ჰაერის მასების გადაადგილება შეიძლება მოხდეს ვერტიკალურად, როგორც აღმავალი, ისე დაღმავალი მიმართულებით და მათ კონვექტურ დენებს უწოდებენ. ჰაერის მასები მოძრაობენ, მაღალი წნევის არედან დაბალი წნევის არესაკენ და იგი მიმდინარეობს მანამდე, სანამ მათ შორის თანაბარი ატმოსფერული წნევა არ დამყარდება. ატმოსფერული წნევის არათანაბრობა დედამიწის ზედაპირზე ორ წერტილს შორის, წარმოქმნის ბარომეტრული გრადიენტის ძალას, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ჰაერი. ატმოსფერული წნევის ცვლილებას, მერიდიანის 1°C -ის მანძილზე, ბარომეტრულ გრადიენტს უწოდებენ. რამდენადაც მეტია ბარომეტრული გრადიენტი, მით მეტია ქარის სიჩქარე. ქარი ხასიათდება მიმართულებით და სიჩქარით. ქარის მიმართულება ჰორიზონტის ის მხარეა, საიდანაც ჰაერის მასა მოძრაობს. თუ ჰაერის მასა აღმოსავლეთიდან მოძრაობს, მას აღმოსავლეთის ქარს უწოდებენ, თუ დასავლეთიდან დასავლეთის ქარს და ა.შ.

ქარის მიმართულება განისაზღვრება ჰორიზონტის 16 რუმბის მიხედვით (ნახაზი 8.1.1).



ნახაზი 8.1.1 ჰორიზონტის რუმბების განაწილება

ქარის სიჩქარე არის ის მანძილი, რომელსაც ჰაერის მასა დროის ერთეულში გაივლის. იგი იზომება მ/წმ-ში ან კმ/სთ-ში.

ქარის მოძრაობის დაწყების მომენტში აღიძვრება ახალი ძალები, რომლებიც საგრძნობ გავლენას ახდენენ მოძრავი ჰაერის მასების ხასიათზე, როგორც სიჩქარის, ისე მიმართულების მიხედვით. ქარის მოძრაობის დაწყების მომენტში აღიძვრება შემდეგი ძალები:

- ბარომეტრული გრადიენტის ძალა;
- დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა;
- ხახუნის ძალა;
- ცენტრიდანული ძალა.

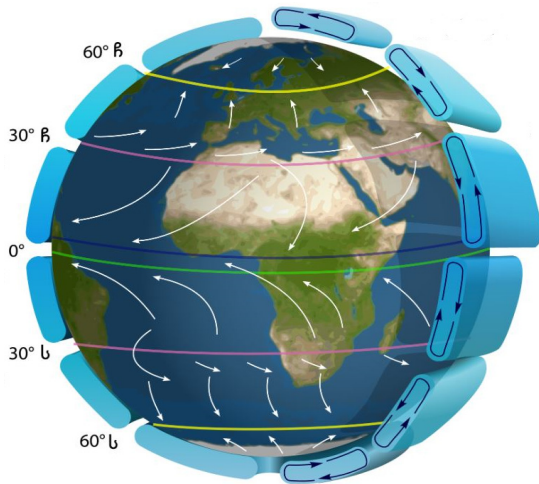
დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული გადამხრელი ძალა დამოკიდებულია, ღერძის გარშემო დედამიწის ბრუნვის სიჩქარეზე, იგი მუდმივმოქმედი ფაქტორია. ამ ძალის მოქმედებით მდინარეები იხრებიან მარჯვნივ ან მარცხნივ, რის გამოც აშკარად შეიმჩნევა მათი ნაპირის მუდმივი გამორეცხვის ნიშნებიც.

ხახუნის ძალა მოქმედებს ქარის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით და მისი სიდიდე ქარის სიჩქარის პირდაპირპროპორციულია. ეს ძალა წარმოადგენს გარეგანი და შინა-

განი ხახუნის ძალების ჯამს. ჰაერის მოძრავი მასების ხახუნის დედამიწის ზედაპირზე აღძრავს გარეგანი ხახუნის ძალას, ხოლო მოძრავი ჰაერის მასების ურთიერთშეხება იწვევს შინაგანი ხახუნის ძალას. ხახუნის ძალა გაცილებით მეტია მთიან დასერილ ადგილებში, ვიდრე ბარის პირობებში. ზღვის ზედაპირზე ხახუნის ძალა ხმელეთის ზედაპირთან შედარებით, დაახლოებით 4-ჯერ მცირეა.

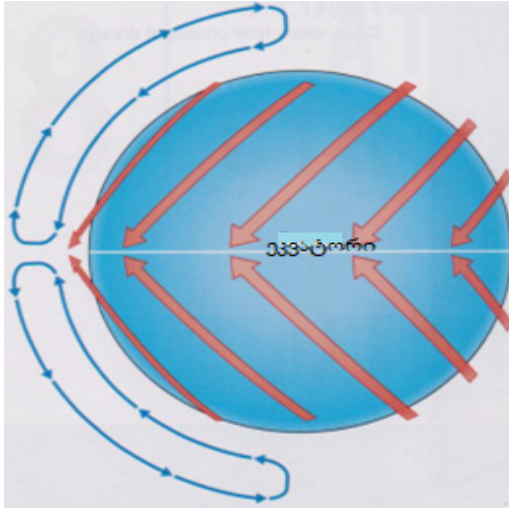
ცენტრიდანული ძალა დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული ძალის მსგავსია და აძლიერებს მას, რის გამოც ქარის გრადიენტიდან გადახრის კუთხეს ადიდებს. იგი ჰაერის მასების გადაადგილების მრუდხაზოვანი ტრაექტორიის მიმართულების შემთხვევაში, მოქმედებას იწყებს ჰაერის ნაწილებზე. ცენტრიდანული ძალა მიმართულია ბრუნვის რადიუსის მიმართულებით ცენტრიდან გარეთ.

დახასიათებული ქარის მამოძრავებელი ძალები, საბოლოო ჯამში აპირობებენ დედამიწის ზედაპირზე ჰაეროვანი გარსის, როგორც მთლიანი მოძრავი სისტემის რთულ ცირკულაციას (ნახაზი 8.1.2).



ნახაზი 8.1.2 ატმოსფეროს რთული ცირკულაცია

თუ დაუშვებთ, რომ დედამიწა თავის ღერძის გარშემო არ ბრუნავს, მაშინ ატმოსფეროს ცირკულაცია სრულიად მარტივ სახეს მიიღებს (ნახაზი 8.1.3).



ნახაზი 8.1.3 ატმოსფეროს მარტივი ცირკულაცია

დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში ადგილი ექნება ცივი ჰაერის მასების დინებას პოლუსებიდან ეკვატორისაკენ, ხოლო ატმოსფეროს მაღალ ფენებში თბილი ჰაერის მასების მოძრაობას ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ.

ქარის სიჩქარის არათანაბარი რხევა ძირითად ნაკადებში, ანუ მისი ხანმოკლედ, რამოდენიმე წამით გაძლიერება ცნობილია, როგორც ქარის დაქროლვა. იგი წარმოიქმნება უეცრად, ქარის გაძლიერებით და შემდეგ სუსტდება, რაც გამონვეული მისი უსწორმასწორო ზედაპირის გადალახვით. ასეთი ეფექტი სუსტად არის გამოხატული ზღვებზე და დაბლობ ადგილებში. აღნიშნული პროცესი განსხვავდება გრიგალისაგან (შკვალი), რომლის დროსაც ადგილი აქვს ქარის სიჩქარის უეცარ გადიდებას, რაც რამოდენიმე წუთის განმავლობაში გრძელდება. ქარის დაქროლვისგან განსხვავებით მისი წარმოქმნის მიზეზი არ შექმნაში, არის რაიმე მექანიკური მოქმედების შედეგი, როგო-

რიც მაგალითად, ოროგრაფიული ეფექტია. იგი ძირითადად დაკვირებულია ცივი ფრონტის ზონაში ძლიერ ჭექა-ქუხილთან.

უნდა აღინიშნოს, რომ ქარის ნაკადებს მნიშვნელოვანი როლი აქვს ისეთი ატმოსფერულ მოვლენებში, როგორცაა ციკლონები და ანტიციკლონები. ასევე, აქტიურია მათი როლი ატმოსფერული ფრონტების გადაადგილებასა და გააქტიურებაში.

8.2 ქარის სახეები და მათი დახასიათება

ქარები დიდი მასშტაბებით ძირითადად ქრიან ზღვებსა და ოკეანეებზე, მაგრამ ვრცელდებიან როგორც სანაპირო ზოლში, ასევე ღრმად ხმელეთზე. ამ ქარებს უმთავრესად ეკუთვნიან პასატები და მუსონები.

პასატები - წარმოიქმნებიან დედამიწის ეკვატორულ ნაწილში, მზის რადიაციის თანაბარი მოქმედების შედეგად, აქვთ მუდმივი მიმართულება. პასატების არეში უმეტესად მოწმენდილი ამინდია, მისი საშუალო სიჩქარეა 6-8 მ/წმ.

მუსონები - სიტყვა „მუსონი“ არაბული წარმოშობისაა და ნიშნავს „სეზონს“. ტიპური მუსონები ინდოეთის და სამხრეთ აზიურია, ხოლო ნაკლებად გამოხატული დამახასიათებელია ჩრ. ავსტრალიაში, აღმოსავლეთ, დასავლეთ და სამხრეთ აფრიკაში, ასევე ჩრ. და სამხრეთ ამერიკაში. ის სეზონური, მდგრადი და ერთი მიმართულებით მქროლავი ქარია და წარმოიქმნება ხმელეთისა და ზღვის (ან ოკეანის) არათანაბარი გათბობის გამო. ზღვის ზედაპირთან შედარებით, ზაფხულობით ხმელეთი უფრო მეტად თბება, რაც ხმელეთზე ამცირებს ატმოსფერულ ნნევას. ამის შედეგად აღიძვრება ბარომეტრული გრადიენტი, მიმართული ზღვიდან ხმელეთისაკენ და მუსონი ზღვიდან ხმელეთისაკენ ქრის. ზამთარში შებრუნებულ პროცესს აქვს ადგილი. ხმელეთი ზღვაზე მეტად ცივდება, ამიტომ ბარომეტრული გრადიენტი მიმართულია ხმელეთიდან ზღვისაკენ. ასეთ შემთხვევაში მუსონი ხმელეთიდან ზღვისაკენ ქრის. მუსონები პერიოდულად იცვლიან მიმართულებას, ზაფხულობით ქრიან

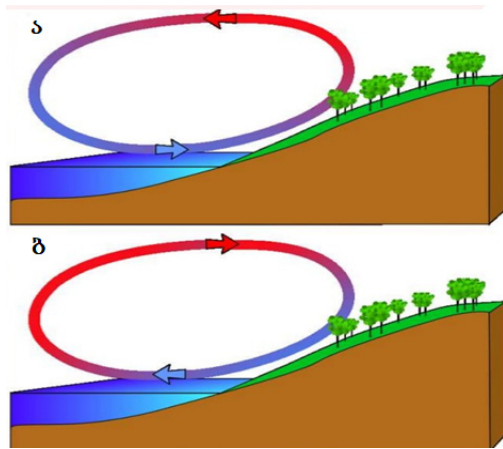
ზღვიდან ხმელეთისაკენ და მათ ზაფხულის მუსონს უწოდებენ, ხოლო ზამთრობით ხმელეთიდან ზღვისაკენ და მათ ზამთრის მუსონებს უწოდებენ.

ადგილობრივი ქარები - ისეთი ქარებია, რომლებიც ადგილობრივად წარმოიქმნებიან და იძენენ დამახასიათებელ ტიპიურ თვისებებს, ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ზეგავლენით.

ადგილობრივ ქარებს ეკუთვნის: 1. ბრიზები; 2. მთა-ბარის; 3. ტყე-ველის; 4. ფიონი; 5. ბორა; 6. ბაქოს ნორდი და ა.შ. ისინი იყოფიან ორ ტიპად: პერიოდული და არაპერიოდული. პერიოდული ქარებია: ბრიზები, მთა-ბარის, ტყე-ველის და სხვა, ისინი კანონზომიერად იცვიან თავის მიმართულებას. არაპერიოდული ქარებია: ფიონი, ბორა, ბაქოს ნორდი და ა.შ.

პერიოდული ქარების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია თერმული ცირკულაცია, რომელიც გამონვეულია მზის სხივებისაგან დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობით. დღისით ხმელეთი მზის სხივებისაგან უფრო მეტად თბება, ვიდრე ზღვა. ამის ძირითადი მიზეზია ზღვისა და ხმელეთის თბოტევადობათა დიდი სხვაობა. როგორც ცნობილია, წყლის თბოტევადობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ხმელეთის. დღისით, ხმელეთზე ჰაერის ტემპერატურა მეტია, ვიდრე ზღვაზე. ამის გამო, ჰაერი ხმელეთზე გათბობის შედეგად ფართოვდება, ზევით იწევს და ქარი დღისით ქროლას იწყებს წყლიდან ხმელეთისაკენ, რასაც ზღვის ბრიზი ეწოდება.

ღამის სანაპირო ქარი, ე.ი. ბრიზი, პირიქით - ხმელეთიდან ზღვისაკენ ქრის. ამის მიზეზი, ის არის, რომ ღამით ხმელეთი უფრო მეტად ცივდება, ვიდრე ზღვა. ეს იწვევს სანაპირომდე გრადიენტის გაჩენას, რომელიც მიმართულია ხმელეთიდან ზღვისაკენ. ამის გამო, დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში აღიძვრება ქარი, რომელიც ღამით ქრის ხმელეთიდან ზღვისაკენ. მას ხმელეთის ბრიზი ეწოდება. შეიძლება ითქვას, რომ ბრიზები არის დღელამური და არა სეზონური ქარები, რომლებიც ვრცელდება მხოლოდ გრძელ სანაპირო ზოლზე (სურ. 8.2.1).

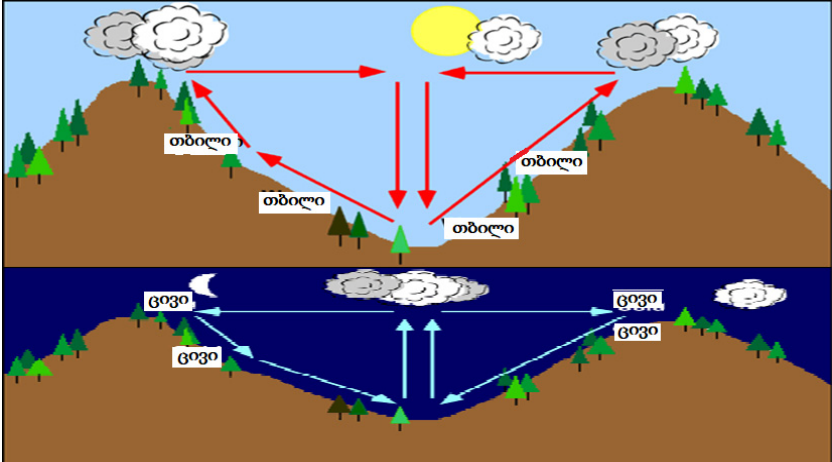


ა - დღისით გამთბარი სანაპიროსკენ ქრის - დღის ანუ ზღვის ბრიზი;
 ბ - ღამით გაგრილებული სანაპიროდან ქრის ზღვისკენ - ღამის ანუ ხმელეთის ბრიზი

სურ. 8.2.1 ბრიზები

ბრიზების ცირკულაციაში ჩართულია 600 მ-მდე სისქის ატმოსფეროს ფენა. იგი ჰორიზონტალურად შეიძლება გავრცელდეს სანაპირო ზოლის 25-30 კმ-მდე, ხოლო ხოლო ხმელეთის სიღრმეში 3-5 კმ-მდე. ბრიზები ინტენსიურად შეიმჩნევა მაისს-ივნისის თვეებში, როდესაც ზღვა შედარებით ცივია, ხოლო ხმელეთი ძლიერ ხურდება. მისი სიჩქარეა 6-7მ/წმ, ცალკეულ შემთხვევებში 11 მ/წმ.

მთა-ბარის ქარებს ახასიათებს დღელამის პერიოდი დღისით ქრიან ბარიდან მთებისაკენ, ხოლო ღამით პირიქით. მთა-ბარის ქარები უმთავრესად განვითარებულია მთაგორიან მხარეში, ზაფხულობით, მოწმენდილ დღეებში. ზამთრობით ისინი შედარებით სუსტად მოქმედებენ, მათი წარმოქმნის მიზეზი არის ჰაერის არათანაბარი გათბობა მთასა და ბარში. დღისით, მთის ფერდობების გასწვრივ ჰაერი უფრო თბება, ვიდრე იმავე სიმაღლეზე თავისუფალ ატმოსფეროში. ეს იწვევს ჰაერის აღმავალ მოძრაობას მთის ფერდობების გასწვრივ - დაბლობიდან მთისაკენ (სურ. 8.2.2).



სურ. 8.2.2 მთა-ბარის ქარი

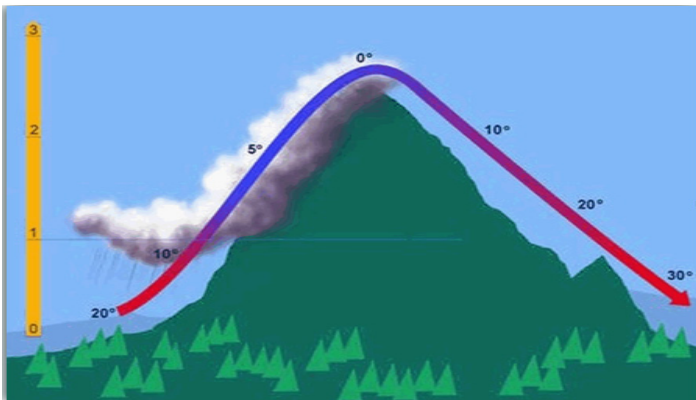
ლამით ფერდობების გაცივება იწვევს მიმდებარე ჰაერის გაცივებასაც. ეს უკანასკნელი კი, როგორც მკვრივი და მძიმე, დინებას იწყებს ფერდობებიდან დაბლობისაკენ. ასეთ მოვლენებს ადგილი აქვს წყნარ, მონმენდილ ამინდში, როდესაც მყარდება ტემპერატურული ინვერსიები მიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში.

ტყე-ველის ქარები მკვეთრად გამოხატულია ზაფხულობით. დღისით ქრიან ტყიდან ველისაკენ, ხოლო ღამით პირიქით ტყე-ველის ქარების წარმოქმნის მიზეზი შემდეგია: დღისით ჰაერი ტყეში უფრო გრილია, ვიდრე ახლომდებარე ველზე, ამის გამო ბარომეტრული წონასწორობა ირღვევა, მყარდება მცირე ბარომეტრული გრადიენტი, რომელიც დღისით მიემართება ტყიდან ველისაკენ. ამიტომ ქარიც იწყებს ქროლას ტყიდან ველისაკენ, ხოლო ღამით პირიქით (სურ. 8.2.3).



სურ. 8.2.3 ტყე-ველის ქარი

ფიონი - წარმოიქმნება ტენიანი ჰაერის მიერ მაღალი მთის ქედის გადალახვისას და ამიტომ დამახასიათებელია მთიანი მხარეებისათვის (სურ. 8.2.4).

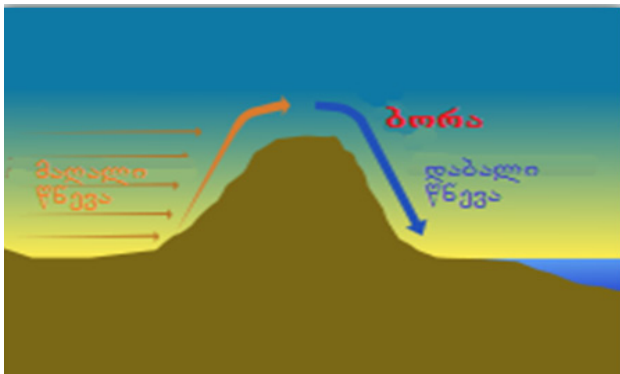


სურ. 8.2.4 ფიონი

ფიონი განსაკუთრებით ხშირად ქრის ქუთაისის მიდამოებში და კოლხეთის დაბლობზე. აქ გავრცელებულია სამი სახის ფიონი: 1. მძლავრი, 2. ზომიერი, 3. სუსტი. იგი საზიანო ქარია,

მას მოაქვს მშრალი და ცხელი ჰაერი და იწვევს ატმოსფერულ გვალვას, აძლიერებს ნიადაგის გამოშრობას. 2-3 დღის განმავლობაში ასეთი ქარის შედეგად მცენარეების ფოთლები ჭკნება, ხმება და იწყებს ცვენას. მძლავრი ფიონი შედარებით იშვიათია. მას დასავლეთ საქართველოში „ზენა“ ქარს უწოდებენ. იგი ქრის წლის ყველა პერიოდში, უფრო ხშირად ზამთარში.

ბორა - ადგილობრივი ქარია. მას ცივი ჰაერი მოაქვს ხმელეთის გაცივებული ადგილებიდან შედარებით თბილი ზღვისაკენ (სურ. 8.2.5).



სურ. 8.2.5 ბორა

ბორა მოძრაობა უხდება ციცაბო ფერდობზე, ისეთი დაღმავალი სიჩქარით, რომ სინამდვილეში „ქართვერდნილს“ წარმოადგენს. ბორა ქრის შავი ზღვის სანაპიროზე.

8.3 რელიეფის, მცენარეების გავლენა ქარზე და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში

რელიეფი გავლენას ახდენს ქარზე, რადგან ყოველი წინააღმდეგობა ცვლის მის, როგორც მიმართულებას, ისე სიჩქარეს. მთის წვერზე იგი აღწევს უდიდეს სიჩქარეს, ხოლო მისი გადალახვის შემდეგ ეშვება დაბლა, განიცდის დაშლას და წარმოიქმნება ქარის წყვეტილი დინება. დედამიწის ზედაპირის უს-

ნორმასწორობა, გორაკი, ბორცვი და სხვა სახის წინააღმდეგობები ჰაერის ნაკადების საგრძნობ ცვლილებას იწვევს, რასაც ქარის ნაკადთა დეფორმაციას უწოდებენ. ქარის მიერ ბორცვის გადალახვის შემდეგ ჰაერის ნაკადი ეშვება ვაკეზე, იშლება, ე.ი. ხდება ნაკადთა დივერგენცია, რაც იწვევს ვაკეზე ქარის სიჩქარის რამდენადმე შესუსტებას. იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდობის გადალახვის დროს ქარი მოხვდება ამოღრმავებულ ადგილში, ამ უკანასკნელში წარმოიქმნება კორიანტელი, რაც საზიანოა ნათესებისათვის. ამიტომ მინდორსაცავი ტყის ზოლი ისე უნდა გაშენდეს, რომ მის მიერ აღძრულმა ტურბულენტურმა მოძრაობამ საგრძნობლად შეამციროს ქარის სიჩქარე და ამავე დროს მცენარეები დაიცვას კორიანტელური დინებისაგან. რამდენადაც უფრო უახლოვდება ქარი ტყეს, იმდენად ნელდება მისი სიჩქარე, რაც შესამჩნევი ხდება ხეების 2-4 მ სიმაღლიდან. ჰაერის მასების ნაწილი ტყეში შეიჭრება, უმეტესი ნაწილი კი ზევით ადის, შემდეგ ძირს დაეშვება და ისევ შენელებული ტემპით იწყებს მოძრაობას. ტყეში ქარის სიჩქარე თანდათან კლებულობს და ბოლოს ქარის ნაკადი წყდება.

ტყის გავლენა ქარის სიჩქარეზე იცვლება ტყის სიმაღლის შესაბამისად, რაც დამოკიდებულია მცენარეების ჯიშობრივ შემადგენლობაზე, სიმაღლესა და სიგანეზე, ვარჯის შეკრულობასა და ტყის სიხშირეზე.

მინდორსაცავი ტყის ზოლის მოქმედებით ძლიერ მცირდება ქარის სიჩქარე, რაც იმით აიხსნება, რომ ჰაერის დინება ტყის ზოლის მოქმედებით ნაწილდება მცირე კორიანტელებად, ეს კი საბოლოოდ ამცირებს ქარის მთავარი დინების ძალას. ქარის ძალა, ხახუნის გამო ფოთლებზე, ტოტებზე და ღეროებზე ტყეში სუსტდება. ქარი სუსტდება აგრეთვე, ჰაერის მასების უშუალო დაჯახებით ტყის მასივზე. ქარის გაბატონებული მიმართულების წინასწარი დაზუსტება გვეხმარება მინდორსაცავი ტყის ზოლების სწორად გაშენებაში, ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლაში. იგი წარმოადგენს უდიდეს, დაუშრეტელ და მუდმივმოქმედ წყაროს. ქარი ხელს უწყობს ჰაერის მასების ერთმანეთში შერევას, რომლის მეშვეობითაც შენარჩუნებულია ატმოსფეროს გაზების თანაბარი შემადგენლობა. მას ტენიანი ჰა-

ერი გადააქვს ოკეანეებიდან, ზღვებიდან ხმელეთის სიღრმეში, რაც ინვესტს ჰაერის დატენიანებას მისი მოქმედების ზონაში. აღნიშნულ ზონაში მცენარე უზრუნველყოფილია ტენიანი ჰაერით. ზომიერი ქარი (4-5 მ/წმ) ხელს უწყობს მცენარეთა ურთიერთდამტვერვას, თესლების შორ მანძილზე გადატანას და სხვა.

ქარი ენერჯის ისეთი წყაროა, რომლის დახმარებითაც მოძრაობაში მოდიან სპეციალური ძრავები, რომლებიც ხშირად გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში (სურ. 8.3.1).



სურ. 8.3.1 ქარის ტურბინა

ქარის ტურბინის მთავარი დანიშნულებაა ქარის ძალით ენერჯის გამომუშავება, რომელიც სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით გამოიყენება ხორბლის, სანელებლების და ა.შ. დასაფქვავად. ქარის ენერჯის გამოყენების დადებითი მხარეებია ის, რომ იგი არ აბინძურებს გარემო, განახლებადი ენერჯის წყაროებს შორის ყველაზე იაფია. თუმცა უარყოფითი მხარეებიც გააჩნია, კერძოდ: ქარი არასტაბილურია, ქარის ელექტროსადგური ხმაურიანია და იკავებს დიდ ფართობს, ზიანს აყენებს ფრინველებს, აფერხებს ტელე-რადიო სიგნალებს. იგი

აქტიურად გამოიყენება გერმანიაში, ესპანეთში, აშშ-ში და სხვა ქვეყნებში.

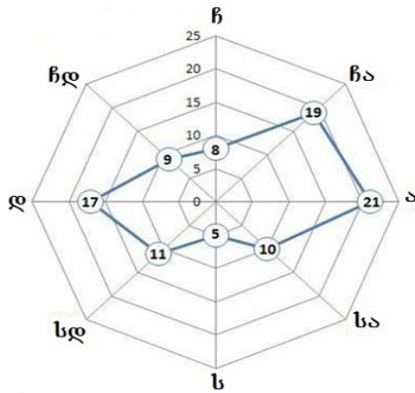
ქარის უარყოფითი მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ იგი აძლიერებს წყლის აორთქლებას ნიადაგიდან და აშრობს მას, იწვევს ნიადაგების ეროზიას, მცენარეთა ჭკნობას. ძლიერი ქარები (15 მ/წმ და მეტი) იწვევს ნაგებობების ნგრევას, მტვრიან ქარბუქს, ნათესების ჩანოლას და ა.შ. მონაცემები ქარის რეჟიმზე გამოიყენება სამრეწველო ობიექტების დაპროექტების დროს, ახალი ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტების, საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების დაგეგმარებისას და სხვა.

8.4 ქართა სქემის აგება და ქარის გამზომი ხელსაწყოები

მინდორსაცავი ტყის ზოლების გაშენების დროს მნიშვნელოვანია ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გრაფიკულად გამოსახვა. ქარის მიმართულება წლის განმავლობაში მოცემული ადგილისათვის მეტად ცვალებადია. ჩვეულებრივ, აღინიშნება ქარის სხვადასხვა მიმართულება, მაგრამ ამ მიმართულებიდან ზოგჯერ ერთი და იგივე მიმართულების რუმბის ქარი მეორდება ხშირად, ხოლო ზოგჯერ იშვიათად. ამ განმეორადობის შესწავლისათვის აიგება გრაფიკი, რომელსაც ქართა სქემას უწოდებენ.

ქართა სქემა ეს არის გრაფიკული გამოსახვა ქარის მიმართულების განმეორებადობისათვის თვის, სეზონის ან წლის მიხედვით. ამ გრაფიკის აგებისათვის ერთი ნერტილიდან გაყავთ 8 სწორი ხაზი. თითოეული ხაზი შეესაბამება გარკვეული რუმბის სახელწოდებას - ჩ, ჩდ და ა.შ. ყოველ ხაზზე ერთი და იგივე მასშტაბით მოიზომება მოცემული პერიოდის შესაბამისი რუმბის განმეორებადობის შემთხვევათა რიცხვი. ხაზებზე დატანილი ნერტილის ბოლოებს შეაერთებენ უწყვეტი ხაზით. იმ რუმბზე, რომელზედაც დატანილი იქნება შემთხვევათა რიცხვის

უმეტესი რაოდენობა, მიანიშნებს გაბატონებული ქარის მიმართულებაზე (ნახაზი 8.4.1).



ნახაზი 8.4.1 ქართა სქემა

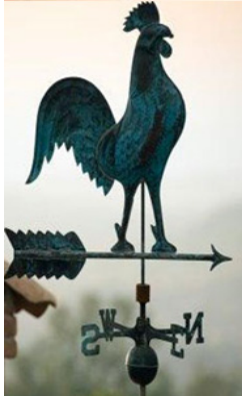
ქართა სქემის აგებისათვის მრავალწლიური დაკვირვებების საშუალო შედეგებს და მათ განმეორადობას გამოხატავენ პროცენტებში (ცხრილი 8.4.1).

ცხრილი 8.4.1 ქარის განმეორადობა (%) და საშუალო სიჩქარე (მ/წმ) რუმიების მიხედვით

რუმი	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ
განმეორადობა (%)	5	7	35	11	16	20	20	18
ქარის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ)	2	10	8	5	10	11	7	7

ამავე სქემის თითოეულ ხაზზე შეიძლება მოიზომოს შესაბამისი რუმის ქარის საშუალო სიჩქარე. ამ მონაკვეთების ბოლოებსაც აერთებენ წყვეტილი ხაზით და მიიღება ქარის საშუალო სიჩქარეთა სქემა მოცემული ადგილისათვის.

ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის ძირითადი გასაზომი ხელსაწყოებია: ფლუგერი, ხელის ანემომეტრი და ანემორუმბომეტრი (სურ. 8.4.1).



ფლუგერი



ხელის ანემომეტრი



ანემორუმბომეტრი

სურ. 8.4.1 ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გასაზომი ხელსაწყოები

ფლუგერი - ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გავრცელებული გასაზომი ხელსაწყოა;

ხელის ანემომეტრი - გამოიყენება დროის რომელიმე მონაკვეთში ქარის საშუალო სიჩქარის გასაზომად;

ანემორუმბომეტრი - დისტანციური ხელსაწყოა. იგი გამოიყენება საშუალო და უეცარი (უშუალო) მაქსიმალური ქარის სიჩქარის და მიმართულების გაზომვისათვის.

8.5 ტორნადო

ტორნადო ერთერთი ყველაზე საშიში ბუნებრივი მოვლენაა. იგი ყველა სახეობის შტორმებიდან ყველაზე ძლიერია, რომელსაც უკიდურესად დამაგრეველი ძალა გააჩნია. ყველაზე ხშირად ტორნადო, თავისი დამანგრეველი ძალით გვხვდება ამერიკაში. თუმცა, იგი წარმოიქმნება სხვა ქვეყნებშიც, კერ-

ძოდ, საფრანგეთში, კანადაში, ავსტრალიაში, ინდოეთში, რუსეთში, ჩინეთში და იაპონიაში.

ტორნადოს ჩასახვა ხდება იქ, სადაც ჰაერის მასები, რომლებსაც გააჩნიათ განსხვავებული ტემპერატურა, ტენიანობა და სიმკვრივე ურთიერთმოქმედებენ ფრონტალურ ზონაში (სურ. 8.5.1).



სურ. 8.5.1 ტორნადო

შედარებით ცივი ჰაერის მასები შეიჭრება თბილი ჰაერის ქვეშ და განდევნის მას მაღლა. იგი გადაადგილდება იმდენად სწრაფად, რომ მისი ენა აღმოჩნდება ნიადაგის ზედაპირიდან 300-600 მ სიმაღლეზე ფრონტის წინ, რადგან ცივი ჰაერის მოძრაობა ნიადაგის ზედაპირზე შეფერხებულია ხახუნის მოქმედებით. აქედან გამომდინარე, მშრალი და ცივი ჰაერის მასების დიდი მოცულობა გაბატონდება თბილ და ტენიან ჰაერზე რამდენიმე კილომეტრით ცივი ფრონტის წინ. თუ ამ დროს აღინიშნება ძლიერი ქარი, მაშინ ცივი ჰაერის შერევა თბილ, ტენიან ჰაერთან ძლიერდება, რის შედეგადაც ცენტრში დაბალი წნევით წარმოიქმნება აგრიგალება. იგი ღრმავდება და გარდაიქმნება ძლიერად მბრუნავ ძაბრისებრ ქარიშხლად, რომელიც საათის საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნავს. რადგან ჰაერის მასების ასეთი შერევა იწვევს ჭექა-ქუხილს, ამიტომ ტორნადოც ამ თვისებებით ხასიათდება. ქარიშხლიანი ღრუბელი ასრულებს „მტვერსასრუტის“ როლს, რომელიც შეინოვს მაღ-

ლა მტვერს, სხვადასხვა ნაწილაკებს, მყარ საგნებს, ნატეხებს და სხვა. წვიმასთან ერთად მტვრის ნაწილაკები, ნატეხები ღრუბელს აძლევენ მუქ შეფერილობას. ტორნადოს გადაადგილების სიგრძე 15 კმ-დან 65 კმ-მდეა, იშიათ შემთხვევაში - 500 კილომეტრამდე, ხოლო საშუალო სიგანე - 400 მ. ტორნადო დღელამის განმავლობაში შეიძლება ნებისმიერ დროს განვითარდეს, უმეტესად წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც დედამიწის ზედაპირი მზისგან ძლიერ არის გადახურებული, შუადღის 3 საათიდან 7 საათს შორის. ტორნადოს სხვა ნებისმიერ შტორმებთან შედარებით ახასიათებს ძლიერი ქარები. არსებობს მონაცემები ჰორიზონტალური ნაკადების მიახლოებითი სიჩქარის შესახებ, რომელიც აღწევს 220 მ/წმ. ტორნადოს საშიში მოძრაობის სიჩქარეა 250-320 კმ/სთ.

ტორნადო ხმელეთზე წარმოიქმნება, მაგრამ სწრაფი მბრუნავი ქარების მსგავსი სვეტები შეიძლება თბილი წყლის მასივების თავზეც წარმოიქმნას. ამ მოვლენას წყლის სმერჩი ეწოდება (სურ. 8.5.2).



სურ. 8.5.2 წყლის სმერჩი

წყლის სმერჩი უფრო მცირე მასშტაბისაა ვიდრე ტორნადო. მიუხედავად იმისა, რომ წყლის სმერჩი უფრო სუსტია, მისი სიჩქარე შეიძლება აღწევდეს 150 კმ/სთ.

ძალიან სახიფათო შტორმები, როგორცაა ტორნადო და ძლიერი ჭექა-ქუხილი წარმოიქმნებიან უეცრად, შეზღუდულ

ტერიტორიებზე. ამიტომ, მათი წინასწარი პროგნოზირება გაძნელებულია. ასეთ შემთხვევაში ტორნადოს პროგნოზირება დაკავშირებულია იმ ლოკაციების დადგენასთან, სადაც შეიმჩნევა მისი წარმოქმნის ხელშემწყობი პირობები. ტორნადოს წარმოქმნამდე დღე მცხუნვარე მზით, სამხრეთის ქარით და ელჭექის ღრუბლებით ხასიათდება. ღრუბელის შეფერილობა ხშირად მომწვანო-მოშავოა. მის წარმოქმნას წინ უსწრებს თქეში წვიმა, ხშირად სეტყვა. ტორნადოს დამანგრეველი ძალის ერთერთი მიზეზი წნევათა სხვაობაა, რომელიც წარმოიქმნება მისი გავლის დროს მოცემულ ადგილზე. ტორნადოს გავლის დროს წნევა მკვეთრად ეცემა და შენობაში არსებულის ჰაერი ცდილობს გარეთ გამოსვლას, რაც გაათანაბრებდა წნევებს, სწორედ ამ დროს ხდება ფანჯრების ცვენა და შენობის ნგრევა. ტორნადოს წინასწარი გაფრთილებისათვის შემუშავებული სისტემის ერთერთი სახეა რადიოლოკატორული სადგურების ოპერატიული მომსახურება.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა არის ქარი და რაში მდგომარეობს მისი წარმოქმნის მექანიზმი?
2. რომელი ძალები აღიძვრება ქარის მოძრაობის დაწყებისას?
3. რას უწოდებენ ქარის დაქროლვას?
4. რომელი ქარებია სეზონური, ადგილობრივი და რა თვისებებით ხასიათდებიან ისინი?
5. როგორია რელიეფის და მცენარეების გავლენა ქარზე?
6. რა დადებითი და უარყოფითი მხარეები აქვს ქარს სოფლის მეურნეობისათვის?
7. როგორ ხდება ქართა სქემის აგება და რა პრაქტიკული დანიშნულება აქვს სოფლის მეურნეობაში?
8. რომელი ხელსაწყოებით იზომება ქარის მიმართულება და სიჩქარე?
9. როგორია ტორნადოსა და წყლის სმერჩის წარმოქმნის პირობები?

თავი IX

სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მათროლოგიური მოვლენები

9.1 წაყინვების ტიპები და მათი წარმოქმნის პირობები

მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს შეუძლიათ დიდი ზარალი მიაყენონ სოფლის მეურნეობას. ასეთ შემთხვევაში, მათ მიაკუთვნებენ საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენებს, რომელთაგან ძირითადია: წაყინვები, გვალვები, სეტყვა, თქეში (თავსხმა) წვიმები, ხოლო ზამთარში - ძლიერი ყინვები, ლიპყინული და ზოგიერთი სხვა მოვლენები, რომლებიც განპირობებულია თოვლის საფარველის დიდხანს ჩანოლით.

წაყინვებს უწოდებენ ჰაერის მინიმალური ტემპერატურის ან ნიადაგის მოქმედ ზედაპირზე 0°C -მდე და დაბლა დაწევას, წლის შედარებით თბილ პერიოდში (გაზაფხული, შემოდგომა). მათი წარმოქმნის პროცესების მიმდინარეობით და ამინდის პირობების გათვალისწინებით არსებობს წაყინვების სამი ტიპი:

1. *ადვექციური წაყინვა*, რომელიც წარმოიქმნება ცივი ჰაერის ტალღების (ადვექციის) შემოჭრის შედეგად და გრძელდება ერთი ან რამდენიმე დღელამის განმავლობაში. ამ დროს მიმდინარეობს ჰაერის ტემპერატურის დაწევა 0°C -ზე დაბლა და შეიძლება მოიცვას ძალზე დიდი ტერიტორია.

2. *რადიაციული წაყინვა*, რომელიც განპირობებულია ნიადაგის მოქმედი ზედაპირის ინტენსიური გადაცივებით (გამოსხივებით). იგი მიმდინარეობს ღამით მონმენდილ ამინდში და ატარებს ლოკალურ ხასიათს. მათი სიძლიერე და ინტენსიურობა დამოკიდებულია რელიეფის ფორმაზე, ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობაზე, ნიადაგისა და ჰაერის ტენიანობაზე და სხვა ადგილობრივ პირობებზე. ამ ტიპის წაყინვები იწყება ღამით და მაქსიმალურ ინტენსივობას აღწევს (ტემპერატურა -3°C , იშვიათ შემთხვევაში -5 , -6°C) მზის ამოსვლისას. თუ ამინდი წყნარი და მონმენდილია წაყინვები მოსალოდნელია ყოველდღიურად.

3. ადვექციურ-რადიაციული ან შერეული ნაყინვა - ნარმო-იქმნება ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისა და შემდგომში მისი ლამის გამოსხივების (გადაცივების) შედეგად. ასეთი პროცესის დროს დღისით ნიადაგის ზედაპირი რამდენადმე ცივდება და სითბოს მარაგი მის ღრმა ფენებშიც იკლებს, ლამით კი ინტენ-სიურად იწყება გამოსხივება. აღნიშნული სახის ყინვები ღია, ქარისაგან დაუცველი ადგილებისათვის საშიშია, რადგან ყინ-ვებმა შეიძლება მიაღწიოს -2 , -4°C და მეტსაც და გაგრძელდეს ორი-სამი დღის განმავლობაში.

ადვექციური ნაყინვების დროს რელიეფის გავლენა ნაკლებად შესამჩნევია, ვიდრე რადიაციული და რადიაციულ-ადვექ-ციური ნაყინვების დროს. ამ უკანასკნელზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფერდობები, მცენარეული საფარის თავისე-ბურება, დიდი მდინარეებისა და წყალსაცავების სიახლოვე ფერდობების ქვედა ნაწილში და სხვა. მთის ფერდობებზე, ლა-მით ნიადაგის მოქმედ ზედაპირთან მიმდებარე ჰაერის ფენა რადიაციული გადაცივების შედეგად, როგორც მეტი სიმკვრი-ვის მქონე, ეშვება ქვემოთ. ამიტომ ჰაერი ფერდობის ქვედა ნა-წილში და ველზე, სადაც, გადაცივებული ჰაერი გროვდება მნიშვნელოვნად ცივია, ვიდრე ფერდობების ზედა ნაწილში. უფრო ცივია ჰაერი ჩაღრმავებულ, ჩაკეტილ ქვაბურებში, სა-დაც ცივი ჰაერის მასებს გასასვლელი არა აქვს. ასეთ ადგი-ლებში, განსხვავებამ ნიადაგის ზედაპირთან მიმდებარე ჰაერის ტემპერატურასა და 2 მ სიმაღლეზე შეიძლება $8-10^{\circ}\text{C}$ შეადგი-ნოს. ტყით დაფარულ ფერდობებზე, ტყის წინ ცივი ჰაერი ჩერ-დება და ამ დროს ფერდობის ღია ადგილებზე ნაყინვის საშიშ-როება იზრდება.

რადიაციულ ნაყინვებს ხშირად ადგილი აქვს მშრალ ნიადა-გებზე, რადგან ასეთი ნიადაგები მცირე თბოტევადობით და თბოგამტარობით ხასიათდებიან. ნიადაგში ტენის რაოდენობის მატებასთან ერთად შესაბამისად მატულობს აღნიშნული მახა-სიათებლები, რაც ხელს უწყობს ლამის პერიოდში სითბოს მო-დენას ნიადაგის სიღრმიდან ზედაპირისაკენ. ამის შედეგად ნა-ყინვების ალბათობა ტენიან ნიადაგებზე უფრო ნაკლებია, ვიდ-რე მშრალზე.

ფერდობების ორიენტაციას გარკვეული გავლენა აქვს ნა-
ყინვების მიერ მცენარეების დაზიანების ხარისხზე. აღმოსავ-
ლეთ და დასავლეთ ფერდობებზე მცენარეები შედარებით ძლი-
ერ ზიანდებიან. ასეთ ფერდობებზე რადიაციული სითბოს მოქ-
მედებამ მცენარეებზე შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს.
რადგან მცენარეების გაყინვის დროს ტემპერატურის მკვეთრ
ანევას შეუძლია გამოიწვიოს მათი დაზიანება, განსაკუთრებით
სამხრეთის ფერდობებზე, ე.წ. „სიდამწვრის“ სახით (ჩაის, ციტ-
რუსების, დაფნის და სხვა კულტურების მარადმწვანე ფოთ-
ლებზე). ე.წ. „სიდამწვრის“ დროს მცენარის ყველა ფოთოლი არ
ზიანდება. პირველ რიგში ძლიერად ზიანდება ის ფოთლები,
რომლებსაც დილით უშუალოდ ეცემა მზის სხივები. ნაწილობ-
რივ ზიანდება მზისადმი ჰორიზონტალურად განლაგებული
ფოთლები, ხოლო უმნიშვნელოდ ზიანდება დაჩრდილული
ფოთლები. ფოთლების „სიდამწვრე“ ხშირად აღინიშნება იმ
მიკროკლიმატურ ზონებში, სადაც ადგილი აქვს ხშირ ნაყინ-
ვებს და ემთხვევა დილის საათებში მზის ამოსვლას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარის ყველა ორგანო არ იღუპე-
ბა გაყინვის დროს, რადგან ეს პროცესი დამოკიდებულია გარე-
მო პირობებზე. თუ დნობა მიმდინარეობს მზის გარეშე და თან
ახლავს ნვიმაც, მაშინ მცენარის მდგომარეობა უმჯობესდება.
ხოლო გაყინვის შემდეგ, თუ მცენარეს მოხვდება მზის სხივები
იგი დაილუპება. მცენარე ყინვის მიმართ უფრო გამძლეა იმ პი-
რობებში, სადაც შუადღის მზის სიმაღლე მცირეა და ცა დაფა-
რულია ღრუბლებით. ყინულის კრისტალები, რომლებიც ნარ-
მოიქმნება ფოთლის შიგნით, უჯრედებს შორის მზეზე სწრა-
ფად ლღვება. ამ ყინულის მნიშვნელოვანი ნაწილი უფრო ადრე
ორთქლდება, ვიდრე უჯრედი მას კვლავ შეინოვდეს. მოსა-
ლოდნელია, აგრეთვე, მცენარეული უჯრედების გახლეჩვა.
რის შედეგად ფოთლების უმეტესი ნაწილი იღუპება. ასეთ, შემ-
თხვევაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეების დაცვას მზის
პირდაპირი სხივებისაგან, განსაკუთრებით დილის საათებში,
ნაყინვების შემდეგ.

9.2 წაყინვების გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები

წაყინვების მოქმედება მცენარეებზე სხვადასხვანაირია (ცხრილი 9.2.1).

ცხრილი 9.2.1 სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაზიანებელი კრიტიკული ტემპერატურები (°C)

კულტურა	აღმონაცენი	ყვავილები	სიმწიფე
საგაზ. ხორბალი	-9, -10	-1, -2	-2, -4
შვრია	-8, -9	-1, -2	-2, -4
ქერი	-7, -8	-1, -2	-2, -4
ბარდა	-7, -8	-2, -3	-3, -4
ცერცვი	-5, -6	-2, -3	-3
მზესუმზირა	-5, -6	-2, -3	-2, -3
შაქრის ქარხალი	-6, -7	-2, -3	-
სტაფილო	-6, -7	-	-
თაღგამურა	-6, -7	-	-
კომბოსტო	-9, -10	-	-
სოიო	-3, -4	-2	-0, -3
სიმინდი	-2, -3	-1, -2	-2, -3
ფეტვი	-2, -3	-1, -2	-2, -3
კარტოფილი	-2, -3	-1, -2	-1, -2
წინბურა	-1, -2	-1	-1, -2
ლობიო	-1, -2	-0.5, -1	-2
ბამბა	-0.5, -1	-0.5, -1	-1
ბრინჯი	-0.5, -1	-0.5	-
კიტრი	-0, -1	-0, -1	-0, -1
პომიდორი	-0, -1	-0, -1	-0, -1
თამბაქო	-0, -1	-0, -1	-0, -2

წაყინვები უფრო მეტად საგრძნობია ახალგაზრდა ფოთლების გაშლის, ყვავილობისა და წაყოფების მომწიფების პერიოდში. ამ დროს გამორიცხული არ არის ყლორტების დაზიანე-

ბა. შემოდგომის პერიოდში წაყინვებმა ზოგიერთ ტერიტორიაზე შეიძლება დააზიანოს ჩაის ნაზი დუყები, გაზაფხულზე ვაზის, დაფნის, ტუნგის და სხვა კულტურების ნორჩი ფოთლები. ტემპერატურას, რომლის ქვემოთ ვეგეტაციაში მყოფი მცენარეები ზიანდებიან ან იღუპებიან, კრიტიკულს უწოდებენ. სხვადასხვა მცენარისათვის და მისი განვითარების სხვადასხვა ფაზისათვის კრიტიკული ტემპერატურები განსხვავებულია. წაყინვები ასევე, საშიშია ხეხილოვანი და სხვა სახის მრავალწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, განსაკუთრებით ყვავილობისა და გამონასკვის პერიოდში.

ცხრილში 9.2.2 მოცემულია ზოგიერთი მრავალწლიანი კულტურის წაყინვებისაგან დაზიანების კრიტიკული ტემპერატურები ყვავილობისა და გამონასკვის პერიოდში.

ცხრილი 9.2.2 მრავალწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაზიანებელი კრიტიკული ტემპერატურები (°C)

კულტურა	ყვავილები	ნასკვები	პირველი ახალგაზრდა ფოთლები
ჩაი	-3, -4	-	-0.5, -1
ლიმონი	-0.5, -1	-2, -3	-1, -1.5
ფორთოხალი	-0.5, -1	-2, -3	-1, -1.5
მანდარინი	-1, -1.5	-2, -3	-1.5, -2
ვაზი	-0, -0.5	-	-0.5, -1
ვაშლი	-2, -3	-1, -2	-3, -4
მსხალი	-2, -3	-1, -2	-2, -3
ალუბალი	-2, -3	-1, -2	-3, -4
ქლიავი	-2, -3	-1, -2	-3, -4
ატამი	-2, -3	-1, -2	-2, -3
გარგალი	-2, -3	-1, -2	-2, -3
ბალი	-2, -3	-1, -2	-3, -4
შავი მოცხარი	-4, -5	-3, -4	-
დაფნა	-3, -4	-	-2, -3
ტუნგი	-2, -3	-	-1, -2

მცენარეთა დაზიანების ხარისხი დამოკიდებულია წაყინვების ინტენსიურობასა და მისი მოქმედების ხანგრძლივობაზე. ამიტომ, ერთ შემთხვევაში დაზიანება შეიძლება სუსტად იყოს გამოხატული, ხოლო მეორე შემთხვევაში ძლიერად.

მჭამად, არსებობს წაყინვების და ზამთრის ყინვების წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდები, რომლებიც პირობითად იყოფა ორ ჯგუფად:

I - ფიზიკური, როგორცაა სხივფრქვევის შემცირება, ნამის წერტილის აწევა, ჰაერის გათბობა, ჰაერის ფენების ერთმანეთში შერევა და სხვა.

II - ბიოლოგიური - სელექციური გზით ყინვაგამძლე ჯიშების გამოყვანა, მცენარეთა კვების რეჟიმის რეგულირება, პინცირება, მცენარეების შტამბზე მინის შემოყრა, შეფუთვა და სხვა.

გამოსხივების შემცირება - ნიადაგიდან და მცენარეებიდან გამოსხივება შეიძლება შემცირდეს კვამლის გამოყენებით, რაც რამდენადმე ამცირებს წაყინვების მოქმედებას (სურ. 9.2.1).



სურ. 9.2.1 გამოსხივების შემცირება

კვამლის მოქმედება იწვევს, საკვამლე გროვების (კოჭების) წვის შედეგად სითბოს გამოყოფას, რაც ამცირებს წაყინვების მოქმედებას. მისი ეფექტი საწვავი მასალის ვარგისიანობაზეა დამოკიდებული და 1-2°C ტემპერატურამდე აღწევს. წვის

დროს კვამლთან ერთად გამოიყოფა სითბო, რომლის რაოდენობა დამოკიდებულია სანვაჟი მასალის რაოდენობასა და კალორიულობაზე. სანვაჟ მასალად შეიძლება გამოყენებული იყოს მცენარეული ნარჩენები, ნამჯა, ნახერხი, საბურავები და სხვა. ასეთი სახის მასალები შეაქვთ პლანტაციებში და ალაგებენ 10-15 მ მწკრივების მიხედვით, ისე რომ მათ შორის მანძილი 4-5 მ შეადგენს. გროვები უნდა დაეწყოს გაბატონებული ქარების სანინაალმდეგო მიმართულებით. საკვამლე გროვების ანთებას იწყებენ, როცა ჰაერის ტემპერატურა $2-1^{\circ}\text{C}$ -მდე დაინევს. კვამლის გამოყოფის პროცესი უნდა გაგრძელდეს მზის ამოსვლის შემდეგ 1 საათის განმავლობაში მაინც, რათა მცენარის უჯრედებს შორის თუ ჰქონდა ადგილი ცინულის კრისტალების წარმოქმნას თანდათან გალღვეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მზის სხივების უშუალო ზემოქმედების შედეგად, მცენარის ორგანოები შეიძლება სწრაფად გათბეს და გამოიწვიოს ცინულის კრისტალების სწრაფი გალღობა მცენარის უჯრედებს შორის. მას შეიძლება მოყვეს უჯრედების დაზიანება და საბოლოოდ მცენარის დაღუპვა.

კვამლის გამოყენებას დადებითი შედეგი აქვს წყნარი ან სუსტი ქარის შემთხვევაში ($1-2$ მ/წმ), ამასთანავე ჰაერის ტემპერატურა არ უნდა იყოს $-1, -2^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბლა. ცინვების მეტი ინტენსიურობისას $-3, -4^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე და ქვემოთ გამოყენებული უნდა იქნას დაცვის სხვა მეთოდები.

ნამის ნერტილის აწევა - შესაძლებელია ჰაერის ტენიანობის გადიდებით, რასაც აღწევენ ნიადაგის უხვად მორწყვით, რომლის დროს წყლის ორთქლი კონდენსირდება და გამოიყოფა ფარული სითბო. უარყოფითი ტემპერატურის დაწყებამდე, მატულობს ნიადაგის ზედა ფენის თბოგამტარობა, რომლის დროს შესაძლებელია ჰაერის ტემპერატურამ $1-2^{\circ}\text{C}$ მოიმატოს, 2 მ სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან. ამ მიზნით, აღნიშნული მეთოდის გამოყენება, ე.ი. მორწყვა მიზანშეწონილია ჩატარდეს გაზაფხულზე და შემოდგომაზე შედარებით გვალვიან ზონებში - აღმოსავლეთ საქართველოს ქართლის ზონაში (სურ. 9.2.2).



სურ. 9.2.2 ნამის წერტილის აწევა

ჰაერის გათბობა - ეს მეთოდი გარკვეული ეფექტით ხასიათდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წაყინვებისა და ზამთრის ყინვებისაგან დასაცავად (სურ. 9.2.3).



სურ. 9.2.3 ჰაერის გათბობა

ამ მეთოდის შემთხვევაში გამოიყენება თხევადი საწვავები. მისი ეფექტიანობა დამოკიდებულია მათბურების რაოდენობაზე. 100 ცალი მათბური 1 ჰა-ზე იძლევა 1°C -მდე ტემპერატურის ეფექტს, 1-1.5 მ სიმაღლეზე, ხოლო 500 ცალი $3-4^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურის ეფექტს იძლევა, წყნარ ამინდში.

ჰაერის ფენების ერთმანეთში შერევა - რადიაციული წაყინვების დროს განსაკუთრებით ეფექტურია ე.წ. საქარე დანადგარი („ვენტილატორი“), რომელსაც ჰაერის ცივი და თბილი მასები მოძრაობაში მოყავს და ერთმანეთში ურევს. იგი შეიძლება დაიდგას ნიადაგის ზედაპირიდან 6-10 მ და მეტ სიმაღლეზე. დანადგარმა მცენარეები შეიძლება დაიცვას -4 , -6°C ტემპერატურის დროს (სურ. 9.2.4).



სურ. 9.2.3 საქარე დანადგარი „ვენტილატორი“

უფრო მაღალი ტემპერატურების დროს მიზანშეწონილია კომპლექსური ღონისძიების განხორციელება - საქარე დანადგარებთან ერთად თხევადი სანვაგების მათბურების გამოყენება და სხვა. ასეთმა კომპლექსურმა მეთოდმა შეიძლება დადებითი შედეგი გამოიღოს ადვექციური წაყინვების დროსაც.

აღნიშნული მეთოდების გარდა, არსებობს მცენარეების ყინვისაგან დაცვის სხვა მეთოდებიც. მაგალითად, წყლის შეფრქვევა (უწვრილესი წვეთების სახით), სპეციალური გაზის

მათურების გამოყენება, რეაქტიული ძრავის გამოყენება, უკვამლო და ნაკლებად აალებადი საწვავების (კოქსი, ტორფის ბრიკეტები) გამოყენება მათურების მეშვეობით.

ნაყინვების და ზამთრის ყინვების წინააღმდეგ ბრძოლის აღნიშნულ მეთოდებს აქვს დადებითი და ნაკლოვანი მხარეები. ამიტომ, ისინი ოროგრაფიული და ადგილმდებარეობის პირობების გათვალისწინებით უნდა იყოს გამოყენებული.

ყინვაგამძლე ჯიშების გამოყვანა - სელექციური გზით. შელექციონერები მუშაობენ მცენარეების ისეთი ჯიშების გამოყვანაზე, რომლებიც რამდენადმე ყინვაგამძლე იქნებიან. ისინი ნაყინვების შეწყვეტის შემდეგ, გვიან დაიწყებენ ვეგეტაციას, და ნაყინვების დანყებადმდე ადრე დამნიფდებიან. მათი სავეგეტაციო პერიოდი შემოკლებული იქნება, აქედან გამომდინარე, არც გაზაფხულის და არც შემოდომის ნაყინვები მათზე უარყოფითად არ იმოქმედებს.

მცენარეთა კვების რეჟიმის რეგულირება - მცენარეთა ყინვაგამძლეობის ასამაღლებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში კვების რეჟიმის რეგულირებას. ნიადაგში სასუქების შეტანა განსაკუთრებით აზოტიანის, უნდა ჩატარდეს დადგენილ ვადებში, რადგან დაგვიანების შემთხვევაში მცენარეებმა შეიძლება ვეგეტაცია გააგრძელონ შემოდგომის ბოლომდე და ამ დროს უმნიშვნელო ნაყინვებიც დააზიანებს. კალიუმის სასუქების გამოყენება რამდენადმე ზრდის ყინვაგამძლეობას, მაგრამ აუცილებელია მათი ნიადაგში შეტანის ვადების მკაცრად დაცვა.

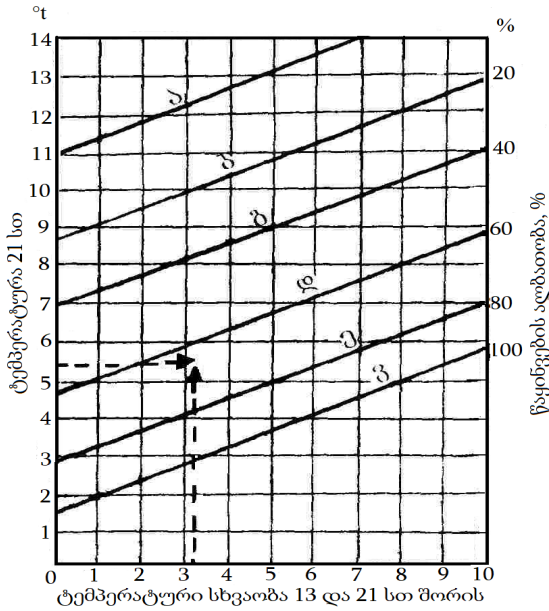
პინცირება (ნაჩქმეტა) - მას ძირითადად იყენებენ ციტრუსოვანი კულტურებისთვის ადრე შემოდგომაზე. როდესაც მცენარეებს დაუდგებათ ხელსაყრელი აგეომეტეოროლოგიური პირობები, ისინი აგრძელებენ ზრდა-განვითარებას. ამიტომ მათ აცლიან დაახლოებით 10-15 სმ სიგრძის წვეროებს, ამით მცენარე იძულებულია შეწყვიტოს ვეგეტაცია და გადავიდეს მოსვენებით მდგომარეობაში. ამ დროს ნაზარდები ინრთობიან დაბალ ტემპერატურაზე და ზამთრის ყინვებს შედარებით უკეთ იტანენ.

მცენარეების შტამბზე მიწის შემოყრა - ადვექციური ყინვებისაგან დაცვის ღონისძიებათა შორის, უნდა აღინიშნოს ახალგაზრდა მცენარეთა ფესვის ყელთან 30-35 სმ-მდე ფხვიერი მიწის შემოყრა, განსაკუთრებით ციტრუსოვანი კულტურების შემთხვევაში. ეს მეთოდი ძლიერი ყინვების დროს იცავს მცენარის მიწით დაფარულ ნაწილს. გადარჩენილი ნაწილებიდან გაზაფხულზე საკმაოდ ძლიერი ნაზარდები ვითარდება.

შეფუთვა - ციტრუსების დასაცავად ფართოდ იყენებენ სამეფნოვანი დოლბანდით შეფუთვას, თუმცა მისი ეფექტი 1.5-2°C არ აღემატება. იყენებენ აგრეთვე, დოლბანდის შემცველ, უქსოვად ქსოვილს - „ციტრუსს“, რომელიც ყინვების დროს დოლბანდთან შედარებით 2°C-ით უფრო მეტი ეფექტით გამოირჩევა. აღნიშნული ქსოვილით შეიძლება ციტრუსების შეფუთვა, როგორც ინდივიდუალურად, ისე ჯგუფურად.

9.3 მოსალოდნელი წაყინვების პროგნოზი

ბროუნოვის მეთოდის - პრინციპი გულისხმობს, რომ წაყინვების წარმოქმნის ალბათობა დაკავშირებულია ტემპერატურის აბსოლუტურ სიდიდესთან საღამოს დაკვირვების ვადაში. საღამოს 21 საათზე რაც უფრო დაბალია ტემპერატურა და რამდენადაც 13 საათიდან 21 საათისაკენ მკვეთრად კლებულობს იგი, იმდენად მეტად არის მოსალოდნელია წაყინვა. გ-ვენცკევიჩმა და ე.ცუბერბილერმა წაყინვების ეს ხერხი გადაამუშავეს და გამოსახეს გრაფიკულად (ნახაზი 9.3.1).



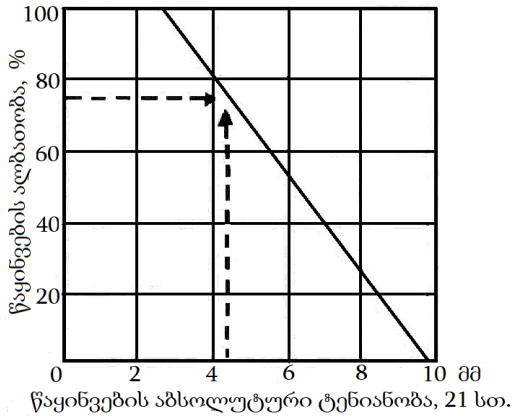
ა - წაყინვა არ იქნება; ბ - წაყინვა ძალიან მცირე ალბათობისაა; გ - წაყინვა მცირე ალბათობისაა; დ - წაყინვა შესაძლებელია; ე - წაყინვა უმეტესად შესაძლებელია; ვ - წაყინვა იქნება.

ნახაზი 9.3.1 წაყინვების დადგომის ალბათობის (%) გრაფიკი

მაგალითისათვის. გრაფიკზე განვსაზღვროთ წაყინვების ალბათობა. დაუშვათ, 13 საათზე ჰაერის ტემპერატურა იყო 8.5°C, ხოლო 21 საათზე 5.2°C. აღნიშნული ტემპერატურების სხვაობა იქნება 3.3°C. გრაფიკზე დაიტანება სათანადო ტემპერატურების მაჩვენებლები, ე.ი. 5.2°C და 3.3°C, საიდანაც ირკვევა, რომ მოცემულ შემთხვევაში წაყინვა მოსალოდნელია დაახლოებით 70%. ანალოგიურად განისაზღვრება წაყინვის ალბათობა გრაფიკზე დღისა და საღამოს სხვა ტემპერატურების ურთიერთგადაკვეთის წერტილში.

მიხელსონის გრაფიკული მეთოდი - აკავშირებს ღამით წაყინვების წარმოქმნის ალბათობას ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობასთან. ეს წესი ემყარება შემდეგ კანონზომიერებას, რაც უფრო მცირეა ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა, წა-

ყინვა იმდენად უფრო მოსალოდნელია და პირიქით (ნახაზი 9.3.2).



ნახაზი 9.3.2 წყინვების დადგომის ალბათობის გრაფიკი

განვსაზღვროთ მოსალოდნელი წყინვა გრაფიკზე, რომელიც გაიანგარიშება 21 საათზე ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობით. დაუშვათ, 21 საათზე აბსოლუტური ტენიანობა იყო 4.2 მმ. მოცემული სიდიდის გრაფიკის აბსცისთა ღერძიდან აღვმართავთ სწორ ხაზს, გრაფიკზე დახრილი ხაზის გადაკვეთამდე. ამ უკანასკნელის წერტილიდან გავავლებთ პერიპეტალურ ხაზს ორდინატის გადაკვეთამდე, სადაც გადაკვეთის წერტილი გვიჩვენებს წყინვის დადგომის ალბათობას, დაახლოებით 75%. ე.ი. წყინვა მოსალოდნელია აღნიშნული პროცენტით.

აგრო- და ჰიდრომეტეოროლოგიურ სადგურებზე შეიძლება ვანარმოთ პროგნოზის ზოგიერთი დაზუსტება მიხალევისკის ემპირიული ფორმულებით, პირობების გათვალისწინებით. ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა (მოსალოდნელი წყინვა) განისაზღვრება ფორმულით:

$$T_B = t' - (t - t') C \pm A$$

ნიადაგის ზედაპირზე მინიმალური ტემპერატურა (მოსალოდნელი წაყინვა) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$T_n = t' - (t - t') 2C \pm A$$

ფორმულაში T_B - არის მოსალოდნელი მინიმალური ტემპერატურა მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე, მეტეოროლოგიურ ჯიხურში;

T_n - მოსალოდნელი მინიმალური ტემპერატურა ნიადაგის ზედაპირზე;

t - „მშრალი“ თერმომეტრის ტემპერატურა 13 სთ-ზე;

t' - „სველი“ თერმომეტრის ტემპერატურა 13 სთ-ზე;

C - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია 13 საათის ჰაერის შეფარდებით ტენიანობაზე;

კონკრეტული ტერიტორიისათვის C - კოეფიციენტი იცვლება, ამიტომ შეფარდებითი ტენიანობის სიდიდის ცვლილებების შესაბამისად იგი მოცემულია სპეციალურ ცხრილში 9.3.1.

ცხრილი 9.3.1 კოეფიციენტი (C) დამოკიდებული შეფარდებით ტენიანობაზე - r (%), 13 საათზე

r	C	r	C
100	5.0	55	1.3
95	4.5	50	1.2
90	4.0	45	1.0
85	3.5	40	0.9
80	3.0	35	0.8
75	2.5	30	0.7
70	2.0	25	0.5
65	1.8	20	0.4
60	1.5	15	0.3

A - ღრუბლიანობის სიდიდეზე შესწორება 21 საათზე; წაყინვის პროგნოზის კორექტირება წარმოებს 21 საათზე ღრუბლების ბალების მიხედვით. თუ ცის თალი 21 საათზე მოწმენდი-

ლია, ე.ი. ღრუბლიანობა ბალებში უდრის 0-4, მაშინ $A=-2$. მაშასადამე, ფორმულით გაანგარიშებული მინიმალური ტემპერატურა შემცირდება 2°C -ით. როდესაც ღრუბლიანობა 4-7 ბალია, $A=0$ კორექტირება არ არის საჭირო. იმ შემთხვევაში, თუ ცის თალი დაფარულია ღრუბლებით, ე.ი. ღრუბლიანობა უდრის 7-10 ბალს, მაშინ $A=+2$. მაშასადამე, გაანგარიშებული მინიმალური ტემპერატურა უნდა გადიდდეს 2°C -ით.

მაგალითისათვის. დაუშვათ 13 საათზე „მშრალი“ თერმომეტრის მიხედვით ტემპერატურა $t = 8.4^{\circ}\text{C}$; $t' = 3.7$; $r = 60\%$; 21 საათზე ღრუბლიანობა ცის თალზე უდრის 1 ბალს.

ცხრილში 9.3.1 $r = 60\%$ -ის დროს $C = 1.5$; ამ მნიშვნელობების ფორმულაში ჩასმით გამოვიანგარიშებთ:

$$T_B = 3.7 - (8.4 - 3.7) \times 1.5 = -3.4^{\circ}\text{C}$$

ზემოაღნიშნულის თანახმად, მიღებულ სიდიდეს ვამცირებთ 2-ით და ვღებულობთ:

$$T_B = -3.4 - 2 = -5.4^{\circ}\text{C}$$

ნიადაგის ზედაპირზე მოსალოდნელი მინიმალური ტემპერატურის განსაზღვრისათვის, სათანადო ფორმულის გამოყენებით, მივიღებთ:

$$T_H = 3.7 - (8.4 - 3.7) \times 2 \times 1.5 = -10.4^{\circ}\text{C}$$

საბოლოოდ 21 საათზე დაზუსტებით მოსალოდნელი მინიმალური ტემპერატურა ნიადაგის ზედაპირზე იქნება:

$$T_H = -10.4 - 2 = -12.4^{\circ}\text{C}$$

9.4 გვალვა და ხორშაკი

გვალვების წარმოშობის მიზეზს, უმეტეს შემთხვევაში წარმოადგენს ძლიერი ატმოსფერული პროცესები, რომლებსაც განაპირობებს ჩრდილოეთიდან ან ჩრდილო-დასავლეთიდან ცივი ჰაერის მასების შემოჭრა. ეს შემოჭრები ხორციელდება ანტიციკლონების სახით და ფორმირებულია არქტიკული ჰაერიდან, რომელიც ხასიათდება დაბალი ტემპერატურებით, მაღალი გამჭირვალობით, მცირე ტენიანობით და საბოლოოდ მოაქვს მონმენდილი, მშრალი ამინდები. ასეთ პირობებში დედამიწის ზედაპირს ძლიერად ათბობს მზის რადიაცია, რომლისგანაც თბება მიწისპირა ჰაერის ფენა და მიმდინარეობს ტემპერატურის მატება, რაც იწვევს ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის შემცირებას და ტენიანობის დეფიციტის გადიდებას. მაშასადამე, არქტიკული ჰაერი შეიძლება მოგვევლინოს ცხელ და მშრალ ჰაერად. ასეთი ჰაერის პირობებში ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება და მცენარეების მაღალი ტრანსპირაცია, რომლის შედეგად მოკლე პერიოდში იხარჯება ნიადაგის ტენი და მისი მარაგი, ატმოსფერული ნალექების უქონლობის გამო იგი არ ივსება. ამ დროს მცენარეები განიცდიან ტენის ნაკლებობას და ადგილი აქვს გვალვას.

გვალვები სხვადასხვა გავლენას ახდენენ მცენარეებზე, რაც დამოკიდებულია მათი დადგომის დროზე, ხანგრძლივობასა და ინტენსივობაზე. ამის შედეგად მოსავალიც შესაბამისად მცირდება. არასაკმარისი ნალექების რაოდენობის გარდა, გვალვები ზოგჯერ შეიძლება განისაზღვროს ჰაერის ტემპერატურით. მაგალითად, სავეგეტაციო პერიოდში, ჰაერის ტემპერატურის მომატება ხანგრძლივი დროით, მრავალწლიურ ტემპერატურასთან შედარებით, მიანიშნებს გვალვიანობის მაჩვენებელზე.

გვალვიანობის დახასიათება სავეგეტაციო პერიოდი შეიძლება ვანარმოოთ გ.სელიანინოვის ჰიდროთერმული კოეფიციენტით (ჰტკ):

$$\text{ჰოკ} = \frac{\sum p}{\sum t : 10}$$

ფორმულა ნალექისა და ტემპერატურის გარკვეული შეფასების დროს გამოხატავს გვალვიანობის პერიოდის ხარისხს, რადგან ფორმულის მრიცხველში ($\sum p$) ნალექების ჯამია, მიღებული როგორც წყლის რესურსი, ხოლო მნიშვნელში ($\sum t$) ტემპერატურის ჯამია 10-ჯერ შემცირებული, რომელიც ახლოსაა თავისი სიდიდით აორთქლებასთან.

მოცემული ჰიდროთერმული კოეფიციენტი არ გამოიყენება ზამთრის ტენიანობის შეფასებისათვის, ასევე გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, როცა ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 10°C-ზე დაბალია. ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰოკ) <0.1 წამოადგენს გვალვიანობის მაჩვენებელს, ჰოკ <0.4 მიუთითებს მეტად ძლიერ გვალვაზე, ჰოკ <0.5 - ძლიერზე, ხოლო <0.6 - საშუალო გვალვაზე.

განხილულ ჰიდროთერმულ კოეფიციენტში არ არის გათვალისწინებული ნიადაგში ტენის მარაგი, წყლის ზედაპირული ჩამონადენი და აორთქლება. მიუხედავად ამისა, მას პრაქტიკული გამოყენება აქვს ტენიანობის ბალანსის შეფასებისათვის.

გაზაფხულის გვალვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, ზრდის პირველ პერიოდში ყველაზე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, რადგან იგი ხასიათდება დაბალი შეფარდებითი ტენიანობით, ტემპერატურით და ცივი ქარებით. ასეთ პირობებში, მცენარეები ვითარდებიან იმდენად ცუდად, რომ შემდგომში არ შეუძლიათ განაგრძონ ნორმალური ზრდა-განვითარება, რის გამოც დაბალია მათი პროდუქტიულობა.

ზაფხულის გვალვისათვის დამახასიათებელია მაღალი ტემპერატურები, ჰაერის დაბალი შეფარდებითი ტენიანობა და მაღალი აორთქლება. ასეთ პირობებში მცენარეთა ფაზები და ფესვთა სისტემა ვერ ვითარდება ნორმალურად. ფერხდება ზრდა, ხდება ნასკვების ჩამოცვენა, რაც საბოლოოდ გავლენას ახდენს მოსავალზე. ზაფხულის გვალვა უარყოფითად მოქმედებს მომავალი წლის მოსავალზე. შემოდგომის გვალვა ემ-

თხვევა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ვეგეტაციის დამთავრებას და მოსავლის აღებას, ამიტომ ამ პერიოდის გვალვა მცენარეებზე, არსებით გავლენას ვერ ახდენს, მხოლოდ აფერხებს საშემოდგომო კულტურების თესვას. ნიადაგის ზედა ფენის სიმშრალის გამო თესვები ნიადაგიდან გვიან აღმოცენდებიან და მცენარეები ზამთარში შედიან განუვითარებელი და ყინვებისადმი მოუმზადებელი, რის შედეგად შესაძლებელია მცენარეების მასიური დაზიანება.

ხორშაკი (ატმოსფერული გვალვა) - კომპლექსურ, მეტეოროლოგიურ მოვლენას წარმოადგენს, რომელიც ხასიათდება მაღალი ტემპერატურებით, დაბალი ჰაერის ტენიანობითა და ძლიერი ქარით. აღნიშნული ფაქტორები იწვევს მცენარეების ტრანსპირაციის გადიდებას, ნიადაგის ზედაპირიდან ინტენსიურ აორთქლებას, რაც ძალზე უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე.

ხორშაკის წარმოქმნა, უმეტეს შემთხვევაში დაკავშირებულია მაღალი წნევის არესთან. აეროსინოპტიკური მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ იგი გამოწვეულია დიდი მასშტაბის ცირკულაციური პროცესების შედეგად, როცა ჰაერის ფენის სისქე შემცირებული ტენიანობით რამოდენიმე კილომეტრს აღწევს. ხორშაკის ერთ-ერთ სახეს ფიონი წარმოადგენს. პ.ბუცკის მიხედვით 3 ტიპის ფიონი ანუ ხორშაკია გავრცელებული.

ინტენსიური ფიონის (ხორშაკის) დროს დედამიწიდან დღელამის აორთქლება წყნარ ამინდში 8 მმ მეტს შეადგენს, ხოლო ზომიერი ქარის შემთხვევაში 10 მმ მეტს. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 25°C მეტია.

ზომიერი ფიონის შემთხვევაში აორთქლება დღელამის განმავლობაში 10 მმ-მდეა, ხოლო ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 15°C -დან 25°C -მდეა.

სუსტი ფიონის მოქმედების დროს საშუალო დღელამური აორთქლება 6 მმ-მდე აღწევს, ხოლო ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა ზოგჯერ აღწევს 20°C .

მცენარეებზე ხორშაკის (ფიონის) მოქმედება შეიძლება რამდენადმე გამოვრიცხოთ მაღალი აგროტექნიკის ფონზე. ამ მოვლენის საწინააღმდეგოდ მცენარეები უნდა იყოს უზრუნველყოფილი ნიადაგის ტენით, ამისათვის საჭიროა ჩატარდეს მორწყვითი ღონისძიებები, კულტივაცია და სხვა.

მცენარეების დაზიანება ხორშაკით ხდება იმ შემთხვევაში, როცა ტრანსპირაცია გაძლიერებულია ჰაერის ტენიანობის დიდი დეფიციტის შედეგად და ნიადაგში ტენის ნაკლებობის გამო მისი აღდგენა არ ხდება.

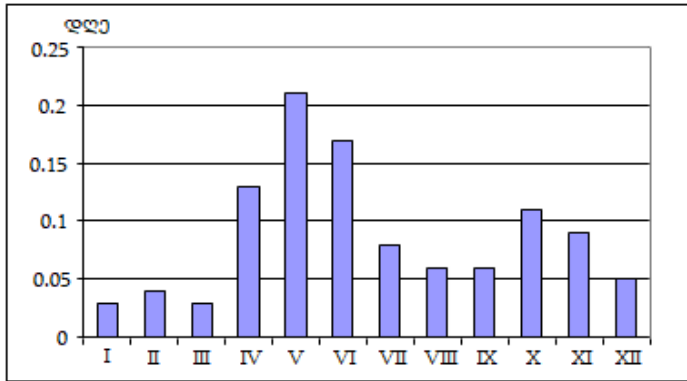
9.5 სეტყვა და უხვი ნალექი

სოფლის მეურნეობისათვის ერთერთი მნიშვნელოვანი ზიანის მომტანია სეტყვა. იგი განსაკუთრებით საშიშია მცენარეების ყვავილობისა და ნაყოფების მომწიფების პერიოდში, როცა მათ არ შეუძლიათ აღიდგინონ დაზიანებული ორგანოები და მოგვცეს მოსავალი. ამ მოვლენისაგან ყოველწლიურად ნაღურდება 3-5%-დან 30-50% და ცალკეულ შემთხვევებში უფრო მაღალი პროცენტით მოსავალი. ასევე, დამატებით ადამიანური და მატერიალური რესურსების მობილიზაციას მოითხოვს, სეტყვით დაზიანებულ მცენარეებზე განვითარებული მავნებლებისა და დაავადებების წინააღმდეგ ჩასატარებელი ბრძოლის ღონისძიებები. სეტყვის სიხშირისა და ინტენსივობის მხრივ ყველაზე მონყვლადია აღმოსავლეთ საქართველო, განსაკუთრებით კახეთის რეგიონი. საქართველოს მევენახეობის რაიონებში (თელავი, ყვარელი, საგარეჯო, სიღნაღი, დედოფლისწყარო, ახმეტა, გურჯაანი) ყველაზე მეტი სეტყვიანობა აღინიშნება მაის-ივნისის თვეებში. მაქსიმუმი მოდის მაისის თვეში. ამ დროს ვაზის დაზიანება უფრო მეტად მოსალოდნელია კვირტების გახსნის პერიოდში და ყვავილობის დასაწყისში დაახლოებით 40-60%-მდე.

საქართველოს რთული რელიეფი, ქვეფენილი ზედაპირის მაღალი ტემპერატურა, შავი ზღვის აუზში შემოჭრილი ჰაერის მასების დიდი ნყლიანობა, ხელს უწყობს კონვექციური პროცე-

სების განვითარებას. აღნიშნული მოცემულობა ამ რეგიონში განაპირობებს ინტენსიურ სეტყვიანობას. თუმცა, სეტყვიან დღეთა რიცხვი არათანაბრადაა განაწილებული, კერძოდ, მტკვრის და არაგვის დინების ნაწილებში და დასავლეთ საქართველოს ზოგიერთ რაიონში 3-4 ათწლეულის განმავლობაში იგი არ მოდის. მისი წარმოქმნა დაკავშირებულია ჰაერის ძლიერ აღმავალ დენებთან, რომელიც ფორმირდება და გვევლინება ელჭექის ხასიათის ღრუბლებიდან. პროცესი იწყება ღრუბლის ზედა ნაწილში, სადაც წარმოქმნილი ყინულის კრისტალები ბუნებრივი კრისტალიზაციით იზრდება. გარკვეული სიძიმის შემდეგ ისინი ეშვება ღრუბლის ქვედა ფენებში, სადაც მათ აჩერებს ჰაერის აღმავალი ნაკადი. კოაგულაციის პროცესის შედეგად კრისტალზე წარმოიქმნება წყლის აპკი, რომლის დროსაც კრისტალი კვლავ აღმოჩნდება ღრუბლის ზედა ფენაში. პროცესის განმეორება წარმოქმნის სეტყვის მარცვლებს, რომლებიც დაახლოებით 10-15 წუთში დიდ მასად იქცევა, რომელსაც აღმავალი ნაკადი ვერ აკავებს და იწყება სეტყვის მარცვლების ცვენა. ვარდნის დროს სეტყვის მარცვალი დნება და დედამიწის ზედაპირზე აღწევს მარცვლის უფრო ნაკლები ზომით. სეტყვის მარცვლის ზომა მით უფრო დიდია, რაც უფრო მეტია აღმავალი ნაკადების სიჩქარე.

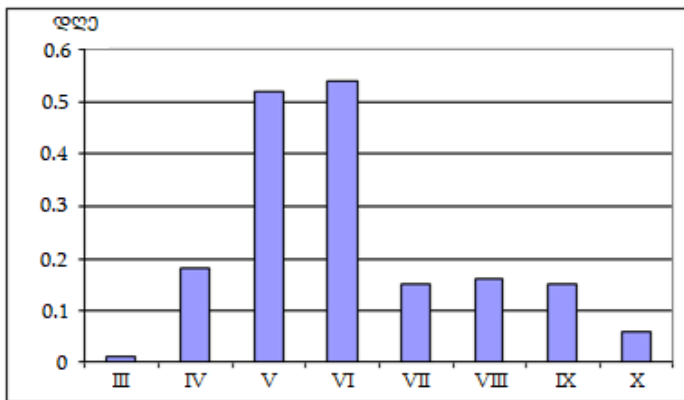
დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა მსვლელობა ხასიათდება სეზონურობით. შავი ზღვის სანაპირო რაიონები (დასავლეთ საქართველო) ხასიათდება ორი მაქსიმუმით. აქედან, ერთი აღინიშნება ოქტომბრის თვეში, ხოლო მეორე - იანვარში. რასაც განაპირობებს ზაფხულში ღრუბლების დიდი ადიაბატური წყლიანობა, რაც იწვევს კონდენსაციის მაღალ ტემპერატურას და ჰიგროსკოპული ნაწილაკების დიდ რიცხვს. სეტყვიან დღეთა მინიმუმი დაიკვირვება ნოემბრისა და დეკემბრის თვეებში, რასაც განაპირობებს ცირკულაციური პროცესები (ნახაზი 9.5.1).



ნახაზი 9.5.1 სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის წლიური მსვლელობა დასავლეთ საქართველოში

ნახაზის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სეტყვიან დღეთა რიცხვს ახასიათებს მკვეთრი სეზონურობა. იგი ხშირია წლის თბილ პერიოდში, ცივ პერიოდთან შედარებით.

დასავლეთ საქართველოში კონვექციური პროცესები ხშირად უკავშირდება დასავლეთის შემოჭრებს და იშვიათად აღმოსავლეთის შემოჭრებს. აღნიშნული პროცესები ცივი ფრონტის შემთხვევაში, განსაკუთრებით მაისისა და ივნისის თვეებში ვითარდება (ნახაზი 9.5.2).



ნახაზი 9.5.2 სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის წლიური მსვლელობა აღმოსავლეთ საქართველოში

ნახაზის ანალიზით ირკვევა, რომ სეტყვიან დღეთა რიცხვის მაქსიმალური განმეორადობა აღინიშნება მაისისა და ივნისის თვეებში, ერთეულ შემთხვევებში - მარტში და ოქტომბერში.

სეტყვისაგან გამონწეულმა ზარალმა განაპირობა მისგან დაცვის შესაძლო მეთოდებისა და საშუალებების ძიება. 1958-1960 წლებში ალაზნის ველზე განხორციელდა ათობით ცდა, რათა შემუშავებულიყო სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების ახალი მეთოდები და ტექნოლოგიები. საქართველოში 1961 წელს პირველად შეიქმნა სეტყვასთან ორგანიზებული ბრძოლის სამსახური, რომელსაც ალაზნის ველზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დაცვის ფუნქცია მიენიჭა. აღსანიშნავია, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის და ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში დამუშავებული სეტყვასთან ბრძოლის მეთოდები, რომელთა გამოყენებით წარმატებით ხორციელდებოდა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, სეტყვისაგან დაცვის ღონისძიებები.

საქართველოში სეტყვის საწინააღმდეგო ბრძოლის ღონისძიებები ტარდება განსაკუთრებით სეტყვასამიშ ტერიტორიებზე (ახმეტა, თელავი, საგარეჯო, გურჯაანი, დედოფლისწყარო, სიღნაღი, ლაგოდეხი, ყვარელი, მარნეული, თეთრიწყარო, დმანისი, ბოლნისი). ჩატარებული ღონისძიებების შედეგად მისგან მიყენებული ზარალი შეიძლება საშუალოდ 70%-მდე შემცირდეს. ამჟამად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დაცვისა და სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების ორი ძირითადი მეთოდი გამოიყენება: 1. სეტყვის წარმოქმნის პროცესებზე უშუალოდ აქტიური ზემოქმედება, რომელიც ხორციელდება სეტყვის ღრუბლებში ქიმიური რეაგენტების (იოდოვანი ვერცხლი/იოდოვანი ტყვია) შეტანით. სეტყვის ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების მეთოდის საფუძველს, წარმოადგენს მსხვილი სეტყვის წარმოქმნის პროცესის შეჩერება (სურ. 9.5.1).



სურ. 9.5.1 სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემა

ამ მიზნით სეტყვის ღრუბლების განვითარების დაწყებიდან რამდენიმე წუთის (15-20 წთ) შემდეგ, მათ ესვრიან სპეციალურ რაკეტებს (რეაქტიულ ჭურვებს), რომლებსაც ღრუბლებში შეაქვთ სეტყვის თავიდან აცილების მიზნით ზემოაღნიშნული რეაგენტები.

2. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სხვადასხვა სახის ბადეებით (ძირითადად პოლიეთილენის) გადახურვა (სურ. 9.5.2).



სურ. 9.5.2 სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეები

ამ მეთოდს თანამედროვე ევროპაში დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ და ინტენსიურად იყენებენ.

ზემოაღნიშნული ორივე მეთოდი გარკვეულწილად ეფექტურია და შეიძლება მათი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო ნათესებისა და პლანტაციების დასაცავად დიდ ფართობებზე.

უხვი ნალექი. წვიმას, რომელიც მოკლე დროში იძლევა დიდი რაოდენობით ნალექს, უწოდებენ თავსხმას. თავსხმა წვიმა, ჩვეულებრივ გროვა-წვიმა (Cb) ღრუბლებიდან მოდის. იგი ხასიათდება ხანგრძლივობით და ინტენსიურობით. ამ უკანასკნელის ქვეშ იგულისხმება წყლის რაოდენობა მილიმეტრებში (მმ), რომელიც მოდის 1 წუთის განმავლობაში. მიღებული კლასიფიკაციის თანახმად, ნალექი უხვად არის მიჩნეული, თუ მისი დღელამური ჯამი 30 მმ აჭარბებს.

ე.ბერგის მიხედვით, თავსხმა ნალექების მაქსიმალური ინტენსიობა ხანგრძლივობის მიხედვით შეადგენს:

ხანგრძლივობა (წუთებში) -----	5	15	30	60	120
მაქს. ინტენსიობა (მმ/წთ) -----	3.5	2.0	1.5	1.0	0.66

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ თავსხმა წვიმის ხანგრძლივობის გადიდებასთან ერთად მცირდება ინტენსიობა.

საქართველოში ნალექების დღელამური მაქსიმუმებით გამოირჩევა კოლხეთის დაბლობი, სადაც ეს სიდიდე 300 მმ აღწევს. თუმცა, ცალკეული მეტეოსადგურების მონაცემებით, რელიეფის გავლენით, დღელამური ჯამები აღნიშნულ მონაცემს შესაძლებელია მნიშვნელოვნად აღემატებოდეს. შავი ზღვის სანაპირო ზოლში - ბათუმში, დღელამის განმავლობაში შეიძლება მოვიდეს 300 მმ მეტი ნალექი, რაც ერთი თვის და მეტ ნორმას შეადგენს ზოგიერთი მუნიციპალიტეტისათვის. საქართველოს რთული რელიეფი და შავი ზღვის ეფექტი განაპირობებს უხვი ნალექის განაწილების არაერთგვაროვან ხასიათს. უხვი ნალექების მოსვლას დღელამურ მაქსიმუმებთან ერთად განაპირობებს ნალექების უწყვეტი ხანგრძლივობა, რაც უმეტესად ზამთრის თვეებში აღინიშნება, თუმცა აღნიშნულ მოვლენას ადგილი აქვს გაზაფხულსა და შემოდგომაზეც. უხვი

ნალექის ინტენსიობა შეიძლება მეტიც იყოს. მაგალითად, ჰავა-ის კუნძულებზე ის აღნიშნულია 21.5 მმ/წმ.

უხვი ნალექი შეიძლება გაგრძელდეს ერთი საათის განმავლობაში და მოიცვას არც თუ ისე დიდი ტერიტორია, მაგრამ შეუძლია დიდი ზიანი მიაყენოს ეკონომიკის მრავალ დარგს. თუ რომელიმე მდინარის აუზში მოსული ნალექები უხვია და ხანმოკლე, მას შეიძლება მოჰყვეს წყალმოვარდნა. უხვი და ხანგრძლივი ნალექების შემთხვევაში დიდი ალბათობით ადგილი აქვს წყალდიდობას. უხვი წვიმის წყლის ნაკადი არ ჩაიჭონება ნიადაგში და სწრაფად მიექანება დამრეცი ადგილებისაკენ, რეცხავს ნიადაგის ზედაპირის ნაყოფიერ ფენას, ინვესს ეროზიას, ძლიერ აქუცმაცებს ნიადაგის ზედაპირის ფენას, რის შედეგად ნიადაგის ზედაპირზე, გამოშრობის გამო წარმოიქმნება ე.წ. ქერქი, რომელიც აძნელებს ნიადაგში ჰაერის გაცვლის პროცესებს და სხვა. იგი აყოვნებს თესვების აღმოცენებას, ინვესს მოსავლის დანაკარგს, პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას და ა.შ. თავსხმა წვიმებით გამოწვეული ეროზიის სანიწა-აღმდეგოდ, საჭიროა ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეული საფარის შექმნა, განსაკუთრებით ეროზია-საშიშ ადგილებში, ტერასების მოწყობა და სხვა მელიორაციული ღონისძიებები.

9.6 სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაზიანებელი არახელსაყრელი მოვლენები ზამთრის პერიოდში

სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, რომლებიც იზამთრებენ დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო სავეგეტაციო პერიოდის აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს, არამედ ზამთრის პირობებსაც.

ამოხუთვა - ამ მოვლენისაგან შეიძლება დაზიანდეს საშემოდგომო ხორბალი, ჩაის ფოთლები, როცა ხანგრძლივი დროის მანძილზე იმყოფებიან ღრმა თოვლის საბურველის ქვეშ (30 სმ და მეტი). ზამთარში მცენარეების ამოხუთვაზე თოვლის საფარის მოქმედება შეიძლება ძლიერ მერყეობდეს 30 სმ-დან 70

სმ-მდე. ამოხუთვას ადგილი აქვს ღრმა თოვლის საფარის ქვეშ ხანგრძლივად ყოფნისას, რომლის ქვემოთ ნიადაგის ზედაპირი ზამთარში, შედარებით მაღალ ტემპერატურას ინარჩუნებს (0°C -მდე). მოცემულ პირობებში, მცენარის სიცოცხლისუნარიანობა რჩება მაღალი და იგი სუნთქვაზე ხარჯავს საკვები ნივთიერებების მნიშვნელოვან მარაგს, რის გამოც მცენარე შეიძლება დაიღუპოს. ინტენსიური სუნთქვა მთავარ როლს ასრულებს მცენარეების გამოზამთრებაში. მცენარეებს ზამთრის პერიოდში ექმნებათ დაღუპვის საშიშროება, საკვები ნივთიერებების უკმარისობის შემთხვევაში. თოვლის ქვეშ მოზამთრე საშემოდგომო ხორბალში მკვეთრად ეცემა შაქრების შემცველობა (20-25%-დან 4-2%-მდე). მაშასადამე, მცენარე იმყოფება რა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში თოვლის ქვეშ, ზამთრის დასასრულსა და გაზაფხულის დასაწყისში შიშობილობს.

მზიან ამინდში, თოვლის საფარის ქვეშ იქმნება მცენარისათვის ინტენსიური სუნთქვის პირობები, რაც დაგროვილი შაქრების ხარჯვას იწვევს და მცენარის ფოთლები საბოლოოდ დაღუპვამდე მიდის. ამოხუთვას აჩქარებს სოკოვანი დაავადება, რომელიც ამოხუთვის ხშირი თანამგზავრია, რადგან ამ დროს მათთვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება. მაშასადამე, თოვლის საფარს აგრომეტეოროლოგიური პირობების მიხედვით აქვს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე.

ლპობა - საშემოდგომო ნათესების ამოღობა ნაწილობრივ ან მთლიანად შესაძლებელია მათი წყლით დაფარვის შემთხვევაში 20 დღეზე მეტი პერიოდის განმავლობაში. ასეთ პირობებში, მცენარეები იღუპებიან ჟანგბადის დეფიციტისა და საკვები ნივთიერებების უკმარისობის შედეგად. თუ მცენარეების ზედა ნაწილები იმყოფება წყლის ზემოთ, მაშინ ნათესების გამეჩხერება სუსტად იქნება გამოხატული, ხოლო თუ მთლიანად იმყოფება წყალში 14 დღის განმავლობაში, გამეჩხერება მოსალოდნელია 50%.

ამობერვა - ამ მოვლენის დროს ნიადაგის ფორებში, წყლის გაყინვის დროს წარმოიქმნება ყინულის კრისტალები, რომლებიც ხეთქავენ და ბერავენ ნიადაგს, მასთან ერთად ფესვები-

ნად ამოიწვევს მცენარეებიც. როცა ნიადაგი გალღვება, ის თანდათან ჩაჯდება, ხოლო მცენარეთა ფესვების ნაწილი ნიადაგიდან მაინც ამოწეული დარჩება. ნიადაგის გაყინვის პროცესის რამდენჯერმე განმეორება და გაღობა აშიშვლებს საშემოდგომო კულტურების და მრავალწლიანი ბალახების ფესვთა სისტემას. ყველაზე ინტენსიურად ეს პროცესი მიმდინარეობს ჭარბტენიან, უსტრუქტურო და გვიან მოხსნულ ნიადაგებზე. მცენარეები, რომლებიც დაზიანდება ამობერვისაგან, იმყოფება უფრო ცუდ მდგომარეობაში, რადგან ნიადაგის ტემპერატურა საშემოდგომო კულტურების დაბუჩქების დროს დაბალია და ყინვების შემთხვევაში ისინი სწრაფად იყინებიან.

ნიადაგის ამობერვასთან ბრძოლის ღონისძიებას წარმოადგენს ნიადაგის დროული დამუშავება, თესვის ჩატარება ოპტიმალურ ვადებში, ნიადაგში ჭარბი ტენის შემცირებისათვის შესაბამისი ღონისძიებების გატარება და ა.შ.

ყინულის ქერქი - წარმოიქმნება ზამთარში ჰაერის ტემპერატურის გათბობისას, თოვლის დნობისაგან ან წვიმის შემდეგ ნიადაგის ზედაპირზე აღნიშნული ფაქტორების გაყინვისას. ყინულის ქერქის სისქე მერყეობს 20-50 მმ-მდე, ზოგჯერ 150 მმ-მდე. იგი მექანიკურად აზიანებს საშემოდგომო ნათეს კულტურებს, ხელს უწყობს ნიადაგის ზედაპირის ამობერვას და გაყინვას. ყინულის ქერქის ხანგრძლივობა ზამთრის განმავლობაში ხშირად 1-3 დეკადამდეა, მაგრამ არის შემთხვევები, როცა მთელი ზამთრის განმავლობაში გრძელდება. ამიტომ მის ქვემოთ, ნიადაგის ზედაპირთან მკვეთრად მატულობს ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია, რომელსაც მცენარეები გამოყოფენ სუნთქვისას. ყინულის ქერქის ქვეშ მცენარეების ქსოვილებში ერთი დღელამის განმავლობაში ნახშირორჟანგა გაზის შემცველობა იზრდება 1-დან 20%-მდე, ხოლო ჟანგბადის შემცველობა მცირდება 20-დან 8%-მდე. აქედან გამომდინარე, მრავალი მკვლევარი ყინულის ქერქის ქვეშ მცენარეების დაღუპვას მიაწერს ჰაერის ურთიერთგაცვლის პროცესის დარღვევას.

ყინულის ქერქის წარმოქმნის წინააღმდეგ ბრძოლის კარგ საშუალებას წარმოადგენს მის ზედაპირზე თოვლის საფარის შეჩერება. თოვლის ფენით დაფარული ყინულის ქერქი თანდა-

თან თოვლთან ერთად დნება და ზიანს არ აყენებს საშემოდგომო კულტურების ნათესებს. თოვლით დაუფარავ ცინულის ქერქს, რომელსაც შეუძლია დააზიანოს საშემოდგომო ნათესები, ზოგჯერ ზედაპირზე მოაბნევენ ნაცარს ან გადამწვარ ნაკელს, რასაც მოყვება ცინულის სწრაფად გაღლობა.

ზამთრის ცინვების გავლენა მრავალწლოვან კულტურებზე. მცენარის ცინვაგამძლეობა რთული ბიოლოგიური პროცესია. იგი დაკავშირებულია, როგორც მცენარის მემკვიდრეობის თავისებურებასთან, ისე მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან. ამიტომ მცენარის ცინვაგამძლეობას, გამოზამთრების თვალსაზრისით, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. მცენარე სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისიდან სიცივის დადგომამდე განუწყვეტლივ მზადებაშია ზამთრის პირობების შესაგუებლად. სავეგეტაციო პერიოდში მცენარის ნორმალური ზრდა საიმედო მაჩვენებელია ზამთრისათვის მზადებისა, რადგან ამ დროს იგი მაქსიმალურად იმარაგებს საკვებ ნივთიერებებს. მცენარემ თუ საკვების მომარაგება ვერ მოასწრო, ცინვისაგან ადვილად დაზიანდება. მაშასადამე, მცენარის ცინვებისაგან დაზიანება დამოკიდებულია არა მარტო არახელსაყრელ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებზე, არამედ მცენარის მდგომარეობაზეც. კარგად განვითარებული და მოსვენებით სტადიაში დროულად შესული მცენარეები ზამთრის პირობებს შედარებით ადვილად ეგუებიან და სათანადო აგროტექნიკის პირობებში საგრძნობლად იმადლებენ ცინვაგამძლეობის უნარს.

მცენარეული სამყაროს უდიდესი ნაწილი, ცინვების გამო, ყოველწლიურად განიცდის სხვადასხვა ხარისხით დაზიანებას. გამონაკლის მხოლოდ ტროპიკული ზონა წარმოადგენს. ცინვები განსაკუთრებით საშიშია და დიდ ზიანს აყენებს სუბტროპიკული ზონის ტერიტორიებს, ასევე ნაწილობრივ აზიანებს მევენახეობისა და მეხილეობის ზონებსაც. სუბტროპიკული მცენარეები ნაკლებად ცინვაგამძლეა, ვიდრე კონტინენტური ხეხილოვანი კულტურები და ვაზი.

ციტუსოვანი კულტურების ბიოლოგიურ თავისებურებას წარმოადგენს სუსტი ცინვაგამძლეობა. მაგალითად, ლიმონის ფოთლები ზიანდება -4°C ტემპერატურაზე, ერთწლიანი ტოტე-

ბი -5, -6° C, ხოლო ორი და სამწლიანი ტოტები -7° C, რამაც შეიძლება 2-3 წლის მოსავლის დანაკარგი გამოიწვიოს. ლიმონის კულტურა -8, -9° C ტემპერატურაზე ყინვისაგან იღუპება. ფორთოხლის კულტურას ფოთლები უზიანდება -6° C ტემპერატურაზე, -7° C ფოთლები და შემოდგომის ნაზარდი ტოტები მთლიანად ეყინება, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს მომდევნო წლის მოსავალზე. ფორთოხლის კულტურის 2-3 წლიანი ტოტები იყინება -8, -9° C, ხოლო მცენარე მთლიანად იღუპება -10, -11° C ტემპერატურაზე. რაც შეეხება მანდარინის კულტურას, იგი აღნიშნულ კულტურებთან შედარებით უფრო მეტად ყინვაგამძლეა. მას ფოთლები და ნაწილობრივ შემოდგომის ნაზარდი ტოტები უზიანდება -7, -8° C ტემპერატურაზე, 2-3 წლიანი ტოტები კი -9° C უზიანდება და მომდევნო წელს მოსავალს არ იძლევა. მანდარინის 4-5 წლიანი ტოტები ზიანდება -10, -11° C ტემპერატურაზე, ხოლო -12° C და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე იგი იყინება ფესვის ყელამდე.

ზემოაღნიშნულ კულტურებზე (ლიმონი, ფორთოხლი, მანდარინი) დამაზიანებელი-კრიტიკული ტემპერატურების ცოდნას გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია, რათა თითოეული სახეობის გაშენებისათვის წინასწარ შეირჩეს შედარებით ხელსაყრელი მიკროკლიმატური ზონები.

ზამთრის ყინვები, ასევე საშიშია კონტინენტური კულტურებისა და ვაზისათვის. კონტინენტური ხეხილოვანი კულტურების ყინვაგამძლეობა ჯიშების მიხედვით მერყეობს, კერძოდ, ვაშლის ჯიშებისათვის -35, -45° C ტემპერატურამდე და უფრო დაბლა, მსხლის სხვადასხვა ჯიშის ყინვაგამძლეობა შეადგენს -28, -35° C, ქლიავის ჯიშებისათვის -30, -32° C, ატმისათვის -20, -25° C, გარგარისათვის -25, -28° C, ვაზისათვის -12, -20° C, ვაზის კულტურა მთლიანად იყინება -21, -22° C ტემპერატურაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხეხილოვანი კულტურების ფესვთა სისტემის ყინვა-გამძლეობა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მინისზედა ნაწილებისა. მცენარის ყინვაგამძლეობა მკვეთრად ეცემა ზამთარში, ხანგრძლივი დათობის შემთხვევაში.

9.7 ამინდის გავლენა მცენარეთა მავნებლებსა და დაავადებებზე

სასოფლო-სამეურნეო მავნებლებისა და დაავადებების განვითარება პირდაპირ კავშირშია ამინდის პირობებთან. ხელსაყრელი ამინდის პირობებში, მწერების მრავალ სახეობას უნარი აქვს დიდ მანძილზე სწრაფად გადაადგილებისა და მრავალი თაობის მოცემისა, რის შედეგად მოკლე დროში შეუძლიათ დააზიანონ მცენარეები საკმაოდ დიდ ფართობზე.

თითოეული მწერის სახეობისათვის არსებობს ტემპერატურისა და ტენიანობის მინიმალური, ოპტიმალური და მაქსიმალური საზღვრები, რომლებიც განაპირობებენ მათი განვითარების ხელსაყრელ პირობებს. ცუდი ამინდის პირობები, ძირითადად უარყოფით გავლენას ახდენს მავნებლების ცხოველმობაზე. არამდგრადი, უთოვლო ზამთარი ტემპერატურის მკვეთრი მერყეობით და ძლიერი ყინვებით იწვევს მწერების მასიურ განადგურებას. პირიქით ხდება, როცა ზამთარი ცივია და თოვლის საბურველი მდგრადია ან ზამთარი ანომალურად თბილია. ასეთ შემთხვევაში, მავნებლებისათვის იქმნება ხელსაყრელი პირობები.

მწერთა უმრავლესობის ინტენსიური ცხოველმობა და გამრავლება მიმდინარეობს 20-30°C ტემპერატურის ფარგლებში. ამ საზღვრების ზევით ან ქვევით მათი აქტივობა მკვეთრად ეცემა. მწერების განვითარების ტემპი ძირითადად დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. სითბოს ნაკლებობა მნიშვნელოვნად აფერხებს ან წყვეტს მავნებლების განვითარებას. მავნებლის გავრცელებას ხელს უწყობს ქარი. მას დიდი როლდენობით მწერები გადააქვს შორ მანძილზე, სადაც ისინი მასიურად მრავლდებიან.

მცენარეებზე უარყოფით გავლენას ახდენს სხვადასხვა სახის დაავადებები, რომლებიც მრავალი მიზეზით წარმოიქმნებიან. ერთერთ მიზეზს ამინდის პირობები (გვალვები, წაყინვები, დაბალი ტემპერატურები და სხვა) წარმოადგენს. აღნიშნული პირობები არამარტო აზიანებენ, არამედ ხელს უწყობენ მცენარეების სოკოებით, ვირუსებით და სხვა დაავადებების გა-

მომწვევი ორგანიზმებით ავადობას. მცენარეებზე ხშირად ვრცელდება სოკოვანი დაავადებები, რომლებიც უმეტეს შემთხვევაში ვითარდებიან ხელსაყრელ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებში, კერძოდ, შედარებით მაღალი ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის შემთხვევაში. მაგალითად, კარტოფილის დაავადება - ფიტოფტორა სწრაფად ვითარდება 18-20°C ჰაერის ტემპერატურის და 80-90% ცოტა მეტი შეფარდებითი ტენიანობის დროს. ფიტოფტორა 10°C-ზე ნაკლები და 30°C მეტი ტემპერატურის შემთხვევაში ვერ ვითარდება. აღნიშნული ტემპერატურის და ტენიანობის მაჩვენებლები საშუალებას იძლევა, შეფასდეს ამ დაავადების განვითარების პირობები და ვადები.

ვაზის კულტურის ძირითად დამაზიანებელ დაავადებას წარმოადგენს ჭრაქი, რომელსაც იწვევს სოკო პერენოსპოროზი. მისი განვითარება დაკავშირებულია მეტეოროლოგიურ პირობებთან. ამ სოკო - პარაზიტის გამორჩენა იწყება 85-90% და მეტი ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობისა და 11°C-დან 30°C-მდე ჰაერის ტემპერატურის შემთხვევაში. ინკუბაციის პერიოდი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. მაგალითად, 22-25°C ჰაერის ტემპერატურის დროს, ეს პერიოდი გრძელდება 4-5 დღეს, 13°C-ზე - 10 დღემდე, ხოლო 26°C მეტი ტემპერატურა ახანგრძლივებს ინკუბაციის პერიოდს. ვაზის ჭრაქის ინკუბაციის პერიოდის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დაავადების გამოვლენის ვადები, რომელსაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს პრევენციული (დაცვითი) ღონისძიებების ჩატარებისათვის.

9.8 მეცხოველეობისათვის არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობები

მეცხოველეობაში ამინდი და კლიმატი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ჰაერის ტემპერატურა გავლენას ახდენს ცხოველების ნივთიერებათა ცვლის ინტენსიურ პროცესზე. მი-

სი შემცირება განსაზღვრულ დონეზე დაბლა განაპირობებს ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერების საჭიროებას. რაც გამოიხატება ცხოველის მიერ დამატებითი სითბოს მიღებაში, ორგანიზმისათვის ნორმალური ტემპერატურის შენარჩუნების მიზნით. ამიტომ შედარებით ცივი ამინდის პირობებში, ცხოველები მოითხოვენ გაძლიერებულ კვებას. ნივთიერებათა ცვლას ახლავს ორგანიზმის მუდმივი სითბოს გაცვლა გარემოსთან, რაც მიმართულია სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებისკენ. ცხოველის სხეულის მუდმივი ტემპერატურით ფიზიოლოგიური პროცესები მიმდინარეობს თანაბარი აქტიურობით, რაც საშუალებას აძლევს ცხოველებს იარსებონ სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ შინაური ცხოველები მიეკუთვნებიან თბილსისხლიანთა ჯგუფს, რომლებსაც თერმორეგულაციის უნარის გამო სხეულის ტემპერატურა თითქმის არ ეცვლება. ცივი ამინდები, უარყოფითი ტემპერატურები, ქარი, წვიმა ცხოველებში იწვევს სითბოს დაკარგავას. მაგალითად, ცხვრები ცივ ამინდში ეძებენ თავშესაფარს, ქარისაგან თავდასაცავად მყუდრო ადგილს. აღნიშნულ პირობებში ისინი მჭიდროდ ეკვრიან ერთმანეთს, ცდილობენ შეამცირონ სხეულის ზომა. ამ დროს აშკარად შეიმჩნევა სხეულის კანკალი და სხვა გამოვლინებები. ხანგრძლივ ცივ ამინდს შეუძლია გამოიწვიოს ცხოველების გაცივება. ჰაერის ტემპერატურა $-30, -40^{\circ}\text{C}$ დაბლა შეიძლება დამლუპველი აღმოჩნდეს კამეჩისათვის, ხოლო ჩრდილოეთის ირემზე იგი არ ახდენს გავლენას.

ცხელი ამინდი იწვევს ცხოველის ორგანიზმის მიერ სითბოს მცირე ხარჯვას. არახელსაყრელ ცხელ ამინდში ცხვრები ეძებენ ჩრდილს ან ქარიან ადგილს, ერთად გროვდებიან და ცდილობენ ერთმანეთს შეაფარონ თავი. მათი სუნთქვა მძიმე და გახშირებულია, ხოლო მათი აქტივობა მკვეთრად მცირდება. ცხვრები მხნედ გრძნობენ თავს, როცა ჰაერის ტემპერატურა $18-21^{\circ}\text{C}$ არ აღემატება. ისინი ბევრს მოძრაობენ, ხალისით ძოვენ, ხოლო ტემპერატურა როცა მიაღწევს $25-26^{\circ}\text{C}$ და მეტს, ცხვრებს ემჩნევათ მოთენთილობა, გროვდებიან ერთად, უქვეითდებათ ჭამის მადა, ძოვენ ცუდათ, სუნთქვა უხშირდებათ

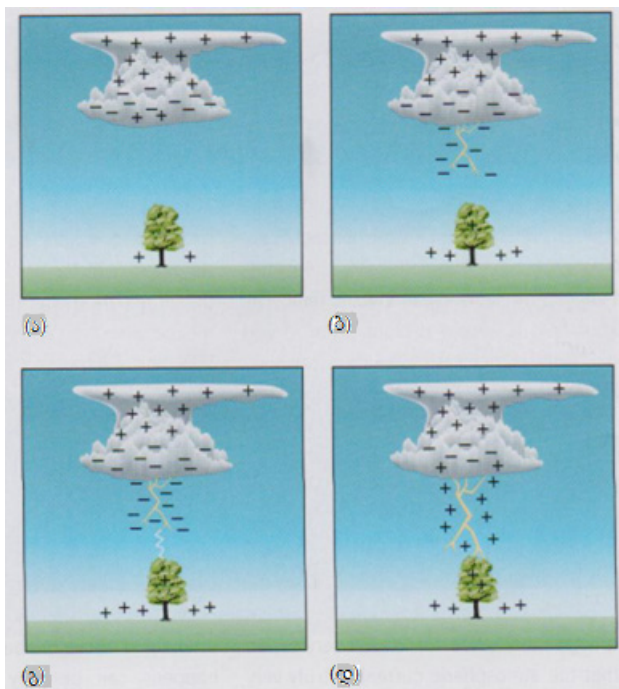
100-120-მდე წუთში და ა.შ. ამინდის აღნიშნული პირობები მკვეთრად მოქმედებს მათ პროდუქტიულობაზე.

ცხოველის ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის საჭიროა მზის სინათლე. მისი ნაკლებობა ცხოველებზე დამლუპველად მოქმედებს. მზის რადიაციის შედეგად გამოწვეული სინათლისა და სითბოს სიჭარბე იწვევს ორგანიზმის გადახურებას, რაც ცხოველისათვის მავნებელია. ასევე, უარყოფითი გავლენა აქვს ჰაერის ჭარბტენიანობას. ამინდის ასეთი პირობები ცხვარის შემთხვევაში აავადებს ცხოველს, აუარესებს მატყლის ხარისხს და ა.შ. ზოგჯერ არახელსაყრელი პირობები იქმნება ცხვრის ძოვებისათვის ზამთრის პერიოდში, თოვლის საფარის სიმაღლის და სიმკვრივის გარკვეული შეთანაწყობისას. თუ საძოვრები დაფარულია 20-25 სმ თოვლის საფარით, მნიშვნელოვნად ძნელდება ან სრულიად წყდება ცხვრის ძოვება, განსაკუთრებით დაბალი ბალახების შემთხვევაში. ცხადია, ამ დროს გასათვალისწინებელია თოვლის სიმკვრივეც. მაღალმთიან საძოვრებზე 0.13 მ/სმ³ ნაკლები თოვლის სიმკვრივის დროს ცხვრის ძოვება შეიძლება კიდევ გაგრძელდეს 35-40 სმ თოვლის საფარისას, ხოლო აღნიშნულზე მეტი თოვლის სიმაღლის შემთხვევაში, მიუხედავად მისი სიმკვრივისა, ძოვების დღედ არ ჩაითვლება. ცხენების ძოვება ძნელდება ვაკე საძოვრებზე 60 სმ მეტი ფხვიერი თოვლის საფარის სიმაღლის და 30 სმ მეტი სიმაღლის მჭიდრო თოვლის დროს.

9.9 სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო ელჭექური პროცესები

ელჭექური პროცესების განხილვას უსაფრთხოების მიზნით, სოფლის მეურნეობაში პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია. მისი ფორმირება ხდება ისეთი ატმოსფერული პროცესების შედეგად, რომლებიც კონვექციური ღრუბლების წარმოქმნას და განვითარებას განაპირობებენ. იგი გლობალური ელექტრული წრედის კომპონენტს წარმოადგენს და არსებითი გავლენა აქვს ატმოსფეროში სითბოსა და ტენის გადატანაზე. ელჭექის

ღრუბლები ვითარდება 8-12 კმ სიმაღლემდე, რომლის ზედა ნაწილი ტროპოსფეროშია, უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში, ხოლო მის ქვედა ნაწილში გროვდება წყლის წვეთები. მსხვილი და მძიმე წვეთები უარყოფითად არის დამუხტული, მსუბუქი და წვრილი წვეთები - დადებითად. ღრუბელის პოლუსებს შორის ელექტრონული დენის გავლისას ხდება მძლავრი განმუხტვები. ის ხდება როგორც ღრუბელსა და დედამიწას შორის, ასევე ღრუბლის შიგნითაც. ყველა სახის ელვის შემთხვევაში ხდება დადებითი და უარყოფითი მუხტების დაცალკეება და მათი ღრუბლის სხვადასხვა ნაწილში მოქცევა. დადებითი მუხტები უმეტესად ღრუბლის ზედა ნაწილში იყრის თავს, ხოლო უარყოფითი - ღრუბლის ქვედა ნაწილში. დაელექტროება ხდება ყინულის კრისტალებისა და ღრუბელში არსებული სეტყვის მარცვლების ურთიერთშეჯახების შედეგად (ნახაზი 9.9.1).

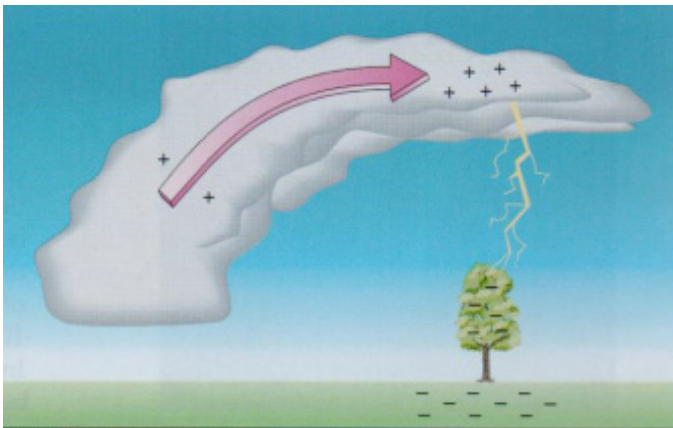


ნახაზი 9.9.1 ელვის წარმოქმნის ეტაპები

ელქეცის წარმოქმნას ხშირად თან ახლავს სეტყვის პროცესი, რომლის ფორმირება ხდება იმავე პირობებში.

ღრუბელსა და დედამიწას შორის ელვის წარმოქმნას წინ უსწრებს ღრუბლის ფუძიდან უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკების არხის ანუ საფეხურებრივი ლიდერის სწრაფი გავლა. ლიდერი არის ღრუბლიდან წამოსული ელექტრული მუხტი-ელქეცის წინამორბედი. იგი ნახტომისებურად ვითარდება და წამის მეათასედებში, თითო ნახტომის დროს 50-100 მ გადის. როდესაც არხი დედამიწას მიუახლოვდება, მას ხვდება სხვადასხვა ნიშნის მუხტების ნაკადი. პირველი განმუხტვა ანეიტრალებს ღრუბლის ფუძესთან არსებული უარყოფითად დამუხტული იონების ნაწილს. წამის დაახლოებით ერთ მეათედში კიდევ ერთი ლიდერი წარმოიქმნება ანუ ლიდერი - პილოტი და მისგან მოდის შემდეგი განმუხტვა.

აღნიშნულ არხებში წარმოიქმნება დიდი სიმძლავრის ელექტრული დენი, განმუხტვების კომბინაციას ეწოდება ელვა. ღრუბლის ზედა ნაწილში თავმოყრილ დადებით მუხტებსაც შეუძლიათ ელვის გამოწვევა (ნახაზი 9.9.2).



ნახაზი 9.9.2 ელვის დადებითი განმუხტვა

ღრუბელსა და დედამიწას შორის ელვა წარმოიქმნება ელვის ლიდერების გავრცელებით ღრუბლის ფუძიდან დედამიწისაკენ. როდესაც ლიდერები დედამიწის ზედაპირზე რაიმე ობი-

ექტს ხვდებიან, ვითარდება ხილული განმუხტვა. განმუხტვის მომენტში ჰაერის გათბობა (20-25°C) იწვევს მის გაფართოებას და წარმოიქმნება ვაკუუმი, სიცარიელე სწრაფად ივსება, არხში შემოჭრილი გარეთა ჰაერით, რასაც თან ახლავს ქუხილი. ელვის განმუხტვის სიშორის გამომანგარიშების ემპირიული წესის დროს, საჭიროა დაითვალოს წამები განმუხტვასა და ქუხილს შორის და გაიყოს 3-ზე, რაც იძლევა მანძილს კილომეტრებში. აღნიშნული მეთოდი არ გამოდგება შორეული განმუხტვებისათვის, კერძოდ, 20 კმ მოშორებით.

ატმოსფეროს ზედა ფენებში (იონოსფეროში) მიმდინარეობს მოკლეპერიოდიანი ელექტრული განმუხტვები, რომელთა რამდენიმე ტიპი არსებობს. მათგან ყველაზე გავრცელებულია სპრაიტები, რომლებიც შტორმული სისტემის თავზე წარმოიქმნება. იგი წითელი სინათლის გაეღვებებია და გარეგნულად გიგანტურ მედუზას წააგავს, რომელიც ღრუბლის თავზე 95 კმ სიმაღლეზე ვრცელდება, მოლურჯო-მომწვანო „საცეცებით“. მეორე, ყველაზე გავრცელებული მოვლენა ცისფერი ჯეტებია, ძირითადად გიგანტური და ლურჯი ჯეტები. ისინი წარმოადგენენ ელჭექური პროცესების ყველაზე აქტიური რეგიონების ზედა ნაწილებიდან აღმავალი მიმართულებით მოძრავ ელექტრულ გაფრქვევას. კიდევ ერთი იშვიათი და განსაკუთრებული ელექტრული მოვლენის ტიპია წმინდა ელმოს ჩირაღდნები.

მიუხედავად, ზემოაღნიშნული გრანდიოზული სანახობითი ეფექტისა, მას თან ახლავს ფატალური შედეგებიც. ამიტომ მოსალოდნელი საფრთხის თავიდან აცილების მიზნით, ასეთ დროს საჭიროა დაცული იქნას უსაფრთხოების წესები. ელვის დროს, უპირველეს ყოვლისა ადამიანმა თავი უნდა შეაფაროს შენობას და შეეცადოს არ შეეხოს ელექტრომონყობილობას. არ შეიძლება ხის ან რაიმე მაღალი ობიექტის ქვეშ დადგომა, რომელმაც შეიძლება ბუნებრივი ელვაგამტარის როლი შეასრულოს.

მნიშვნელოვანია დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ელჭექური პროცესების განაწილება. ელჭექიან დღეთა მაქსიმალური რიცხვი დასავლეთ საქართველოში ფიქსირდება ივნისის, ივლისის და ასევე აგვისტოს თვეებში.

კოლხეთის დაბლობის რაიონებში, დასავლეთ კავკასიონის მთიან ზონებში და ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიანეთში ელჭექიან დღეთა რიცხვი 35-45 შეადგენს. დანარჩენ ნაწილში, სანაპირო ზონის ჩათვლით იგი 50-55 დღეს შეადგენს. ელჭექიან დღეთა მაქსიმალური რიცხვი აღმოსავლეთ საქართველოში, გააქტიურებული კონვენციური პროცესების ფონზე დაიკვირვება მაისის და ივნისის თვეებში. მათი წარმოქმნის მთავარ კერას წარმოადგენს თრიალეთის და ცივგომბორის ქედება. ელჭექის უდიდესი დღეთა რიცხვით გამოირჩევა სამხრეთ საქართველოს ცენტრალური ნაწილი, მესხეთ-ლიხის ქედების ჩრდილოეთ და სამხრეთ ფერდობები, კახეთის კავკასიონის მაღალმთიანი სარტყელი და ცივგომბორის ქედი. დასავლეთ კავკასიონის მთიან ზონაში ელჭექიან დღეთა რიცხვი 60-75 დღეს შეადგენს. საქართველოს ტერიტორიაზე ელჭექიან დღეთა განმეორადობას აქვს ორი მაქსიმუმი, ივნისი-ივლისის თვეებში და აგვისტოს თვეში.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა და რა ტიპის წაყინვები არსებობს და როგორია მათი წარმოქმნის პირობები?
2. წაყინვების და ზამთრის ყინვების წინააღმდეგ ბრძოლის რომელ ფიზიკურ და ბიოლოგიურ მეთოდებს იყენებენ?
3. რაში მდგომარეობს ბროუნოვის და მიხელსონის წაყინვების პროგნოზების არსი?
4. რომელი კლიმატური პარამეტრები გამოსახავენ გვალვიანობის პერიოდის ხარისხს?
5. როგორი ტემპერატურებით და ტენიანობით ხასიათდება ხორშაკი?
6. რაში მდგომარეობს სეტყვის წარმოქმნის მექანიზმი?
7. როგორი სეზონურობა ახასიათებს საქართველოში სეტყვიან დღეთა მსვლელობას?
8. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დაცვისა და სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების რომელი ძირითადი მეთოდები გამოიყენება?

9. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაზიანების გამომწვევი რომელი არახელსაყრელი მოვლენებია ზამთრის პერიოდში?
10. როგორი გავლენა აქვს ზამთრის ყინვებს მრვალწლოვან კულტურებზე?
11. რა გავლენა აქვს მეცხოველეობისათვის არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებს?
12. რაში მდგომარეობს ელჭეყური პროცესების ნარმოქმნის მექანიზმი?
13. ელვის რა ტიპები არსებობს?
14. რა უსაფრთხოების ზომები მიიღება ელჭეყური მოვლენების მიმართ?

თავი X

აბინდი

10.1 ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები

ჰაერის მასები და მათი ფორმირება. ენერგია, რომელიც მოდის მზიდან დედამიწამდე არის ფაქტორი, რომელიც აყალიბებს ამინდს. ამ ენერგიის ურთიერთქმედებას დედამიწასა და ჰაერს შორის თანახლავს ფიზიკური და ქიმიური გარდაქმნები გარკვეულ პროცესამდე, რასაც ამინდი ეწოდება. მზის გააქტიურება განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს ზედა ფენებზე და უშუალოდ მოქმედებს ამინდის სეზონურ ცვლილებაზე.

ტროპოსფეროში ყოველთვის არსებობს ჰაერის სხვადასხვა მასები, რომლებსაც მილიონობით კვადრატული კილომეტრები უჭირავთ და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სხვადასხვა თვისებებით: ტემპერატურით, ტენიანობით, ღრუბლიანობით, მტვრის შემცველობით და ა.შ. მაგალითად, ჰაერის მასა, რომელიც იმყოფება საჰარის უდაბნოს თავზე ხასიათდება უფრო მაღალი ტემპერატურით, ვიდრე ის ჰაერის მასა, რომელიც მდებარეობს იმავე პარალელზე ატლანტიკის ოკეანეზე. გარდა ამისა, ატლანტიკის ოკეანის ზედაპირზე მდებარე ჰაერის მასის ტენიანობა უფრო მაღალი იქნება, ვიდრე უდაბნოში და ბოლოს, ოკეანის თავზე მდებარე ჰაერის მასის მტვრის შემცველობა შედარებით მცირე იქნება, ვიდრე საჰარის უდაბნოს ჰაერის. ასეთი ფიზიკური თვისებების ჰაერის მასას, რომელიც ფორმირდება უდაბნოს პირობებში, უწოდებენ კონტინენტურ ჰაერის მასას, ხოლო ოკეანეების ზედაპირზე ფორმირებულ ჰაერის მასას ზღვის ჰაერის მასას, რადგან მისი ფიზიკური პირობები საპირისპიროდ განსხვავდება კონტინენტური ჰაერის მასის პირობებისაგან.

დედამიწის ზედაპირი არაერთგვაროვანია, მეტნაკლები რაოდენობით გვხვდება: ქვიშა, წყალი, სხვადასხვა სახის ნიადაგი, ამიტომ მათთან მიმდებარე ჰაერის ფენებსაც გააჩნიათ ერთმანეთისგან განსხვავებული ფიზიკური თვისებები, ე.ი. ჰაერის მა-

სის თვისება განისაზღვრება იმ ტერიტორიის თავისებურებებით, სადაც იგი ფორმირდება. საერთოდ, ჰაერის მასები ფორმირებიან გეოგრაფიულ რაიონებში და მათი ტიპების სახელებიც იმ გეოგრაფიულ ადგილმდებარეობას ემთხვევა, სადაც ისინი წარმოიქმნებიან: 1. არქტიკული ჰაერი; 2. ზომიერი ჰაერი; 3. ტროპიკული ჰაერი; 4. ეკვატორული ჰაერი. მათი ფორმირება წარმოებს შემდეგ გეოგრაფიულ რაიონებში:

- ❖ არქტიკული ჰაერის მასების ფორმირება ძირითადად მიმდინარეობს 70°-იან განედებზე, ჩრდილოეთით, ე.ი. იმ არეებში, სადაც ყინულისა და თოვლის საფარი დომინირებს;
- ❖ ზომიერი ჰაერის მასები ფორმირებიან ზომიერი განედების ხმელეთსა და ოკეანეების ზედაპირზე;
- ❖ ტროპიკული ჰაერის მასების ფორმირებას ადგილი აქვს სუბტროპიკული მაქსიმუმების არეებში (30-40° განედებზე);
- ❖ ეკვატორული ჰაერის მასები ფორმირებიან ეკვატორის გასწვრივ 10° განედამდე.

ჰაერის მასები დედამიწის გარშემო განუწყვეტელ მოძრაობაშია, ე.ი. ერთი ტერიტორიიდან გადადის მეორე ტერიტორიაზე. მათ ასეთ მოძრაობას, ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციას უწოდებენ. ჰაერის მასების გადაადგილების დროს, როგორც კი შეიცვლება ნიადაგის ზედაპირის საფარი, მაშინვე იცვლება ჰაერის მასის ფიზიკური თვისებები. მაგალითად, როდესაც კონტინენტური ჰაერის მასა გადაადგილდება ოკეანის ზედაპირზე, იგი გადასცემს თავის სითბოს ნაწილს წყალს და შესაბამისად მცირდება მასის ტემპერატურა. იგი მდიდრდება წყლის ორთქლით და მატულობს ტენიანობა. კონტინენტური ჰაერის მასა წყალთან შერევის დროს თანდათანობით იწყებს ტრანსფორმირებას, ე.ი. კარგავს მასის კონტინენტურობის თვისებას და იძენს ზღვის ჰაერის მასის თვისებას, მაგრამ თუ პროცესი პირიქით მიმდინარეობს, მაშინ ზღვის ჰაერის მასა ხმელეთზე მოძრაობის დროს იძენს კონტინენტური ჰაერის მასის თვისებას და ა.შ.

ჰაერის მასა, დედამიწის გარშემო მოძრაობისას ურთიერთკავშირშია სხვადასხვა სახის საფარის მქონე ზედაპირთან, განუწყვეტლივ განიცდის ტრანსფორმაციას, ე.ი. კარგავს თავის

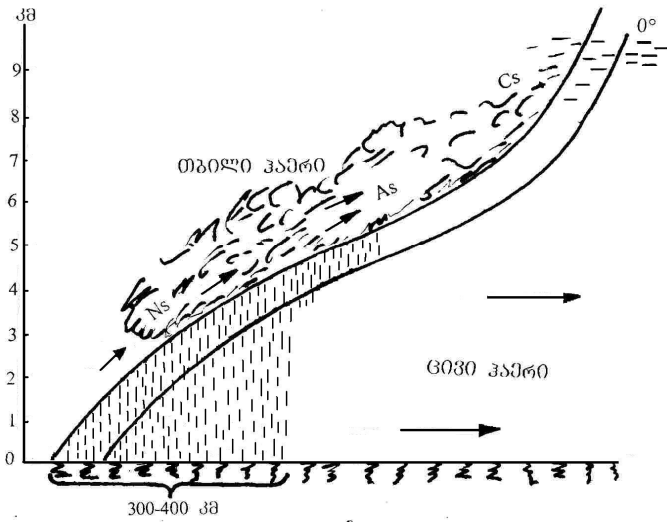
ვის თვისებას და იძენს მეორეს, რაც გარკვეულწილად მოქმედებს ამინდის საერთო ხასიათზე.

ფრონტები. ციკლონი, ანტიციკლონი. დიდ ტემპერატურულ ცვლილებებს ხშირად ადგილი აქვს ე.წ. ფრონტების არსებობის გამო, რომლებიც შედარებით თბილი და ცივი ჰაერის გამყოფ ძალიან ვიწრო სასაზღვრო ზონებს წარმოადგენენ, სადაც შესამჩნევი ტემპერატურული განსხვავებები აღინიშნება.

სხვადასხვა ფიზიკური თვისებების მქონე ჰაერის მასები, დედამიწის გარშემო მუდმივ მოძრაობაში არიან და ურთიერთშეხებისას ერთმანეთში ერევიან, რითაც წარმოქმნიან ფრონტალურ ზონებს. ამ უკანასკნელის დედამიწასთან გადაკვეთის ადგილს ფრონტის ხაზს, ანუ ფრონტს უწოდებენ. მისი სისქე 10-15 კმ უდრის, ზოგჯერ 50 კმ ფრონტის ხაზზე შეიმჩნევა ატმოსფერული მოვლენების ძალიან სწრაფი ცვლილება, ე.ი. მკვეთრად იცვლება ატმოსფეროს წნევა, ტემპერატურა, ღრუბლიანობა, ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, მიმართულება და სხვა. თუ ატმოსფერული ფრონტები გარკვეული დროის განმავლობაში ერთი და იმავე მდგომარეობაში რჩებიან უწოდებენ სტაციონალურს. არსებობს ფრონტის რამდენიმე სახე: ძირითადი, თბილი, ცივი და ოკლუზიის.

ძირითად ფრონტებს - მიეკუთვნება არქტიკული (ანტარქტიკული), პოლარული, ტროპიკული.

თბილი ფრონტი. ატმოსფეროში ურთიერთმომქმედი ჰაერის მასების განმასხვავებელ ნიშნად მათი ტემპერატურა ითვლება. როცა თბილი ჰაერის მასა, მოძრაობის დროს დაენევა ჰაერის ცივ მასას, იგი როგორც შედარებით მსუბუქი და მშრალი, იწყებს ცივი ჰაერის მასაზე აღმა სვლას (სრიას). ამ შემთხვევაში ცივი ჰაერი ადგილს უთმობს თბილ ჰაერს. ამ მომენტში მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს, თბილ ფრონტს უწოდებენ (ნახაზი 10.1.1).

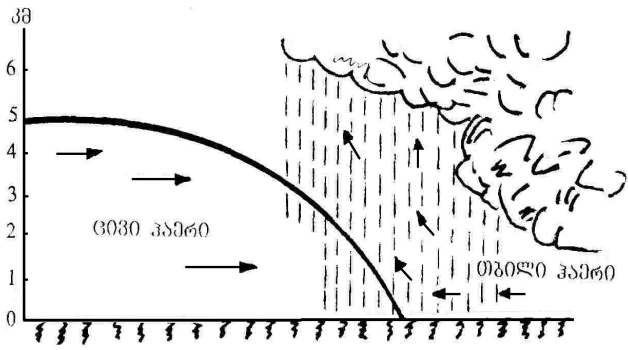


ნახაზი 10.1.1 თბილისი ფრონტის სქემა

თბილისი ჰაერის აღმასვლის დროს (8-9 კმ-მდე) მიმდინარეობს ყველა ის ფიზიკური პროცესი, რაც ხდება ჰაერის ვერტიკალური მოძრაობისას. მაგალითად, ფრონტალურ ზედაპირზე თბილისი ჰაერი ადიაბატურად ცივდება. ეს აპირობებს კონდენსაციურ პროცესებს, ღრუბლების წარმოქმნით და ნალექების მოსვლით. ფრონტის ხაზის ახლოს დედამიწის გადაკვეთასთან წარმოიქმნებიან ქვედა იარუსის წვიმაფენა (Ns) ღრუბლები, რომლებიც მცირე ინტენსივობის ხანგრძლივ ნალექს იძლევიან. ასეთი ნალექის ზონის სიგრძე 300-400 კილომეტრია. ამ სახის ნალექი მეტად სასარგებლოა სოფლის მეურნეობისათვის, რადგან იგი თანაბრად ჩაიჟონება ნიადაგში და მცენარისათვის ავსებს სასარგებლო ტენის მარაგს. თბილისი ჰაერის თანდათანობით შემდგომი აღმასვლის დროს ადგილი აქვს მაღალფენა ღრუბლების წარმოქმნას, რომლებიც ზაფხულობით წვიმის სახით იძლევიან ნალექს, ხოლო ზამთარში ნალექი მოდის თოვლის სახით. ჰაერის შემდგომი აღმასვლის დროს წარმოიქმნებიან ფრათა ფენა (Cs) და ფრთა (Ci) ღრუბლები, საიდანაც ნალექები არ მოდის.

უნდა აღინიშნოს, რომ თბილი ფრონტის ამინდი უფრო მდგრადია და მოიცავს შედარებით დიდ ფართობს. მისი გავლის შემდეგ ტემპერატურა მატულობს და ხდება ქარის შემობრუნება. ამ დროს ღრუბლიანობა მცირდება და ნალექები, რომლებიც ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მოდიოდა წყდება.

ცივი ფრონტი. ცივს უწოდებენ ატმოსფერულ ფრონტს, რომელიც თბილი ჰაერის მხარეს გადააგილდება. ცივი ჰაერის მასა უფრო მძიმე და მკვრივია, ამავდროულად დროს უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე თბილი ჰაერის მასა, მისი სიჩქარეა 40-50 კმ/სთ. იგი შეიჭრება თბილ ჰაერში სოლისებურად, აიძულებს მას უკან დაიხიოს და იკავებს მის ადგილს. მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს ცივ ფრონტს უწოდებენ (ნახაზი 10.1.2).

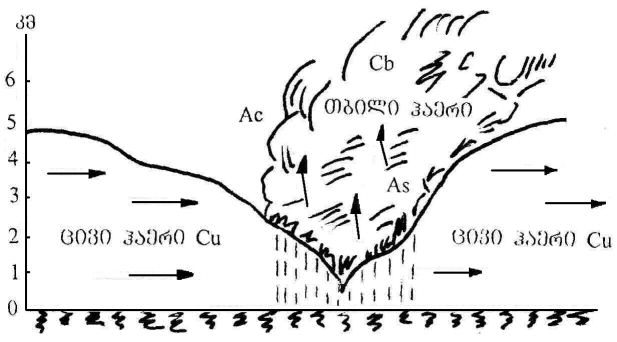


ნახაზი 10.1.2 ცივი ფრონტის სქემა

ცივი ჰაერის მასის სწრაფად შეჭრა თბილ ჰაერში იწვევს ამ უკანასკნელის დიდი სიჩქარით ზევით განდევნას, რასაც თან სდევს სწრაფი და ინტენსიური კონდენსაციური პროცესების მიმდინარეობა. ამ დროს წარმოიქმნება გროვანვიმის ღრუბლები (Cb), საიდანაც მიიღება თქეში ხასიათის წვიმა. ცივი ფრონტის გავლისას წლის თბილ პერიოდში ხშირად ადგილი აქვს ელქექსა და სეტყვის მოსვლას. ამინდის ხასიათი ცივი ფრონტის გავლის დროს, დამოკიდებულია ჰაერის მასების ურთიერთმოქმედების ხასიათზე და ფრონტის გადაადგილების სიჩქა-

რეზე. როდესაც ცივი ჰაერი შეერევა არამდგრად ტენიან ჰაერს, ფრონტის ზონაში ყალიბდება ამინდი, ხანმოკლე, მაგრამ ძლიერი ნალექებით, ხოლო ზაფხულში - ელჭექით. მოგვიანებით ქარი ქრის ცივი მხრიდან, ტემპერატურა იკლებს, წნევა მატულობს, ტენიანობა მცირდება და სწრაფად ხდება გამოდარება. ზოგადად, რაც უფრო ცივია ჰაერი ფრონტის უკან და რაც უფრო თბილია და ტენიანი ჰაერი ფრონტის წინ, მით უფრო ძლიერია გრიგალი ცივი ფრონტის გავლისას და მით უფრო მკვეთრად ხდება გადასვლა თბილი და ტენიანი ამინდიდან მშრალ და ცივ ამინდზე.

ოკლუზია. ზომიერი განედების ციკლონების არსებობის უკანასკნელ სტადიას წარმოადგენენ ოკლუზიის ფრონტები, რომელშიც ხასიათებიან მდგრადი ცუდი ამინდით. ამ ფრონტისათვის დამახასიათებელია ცივი ჰაერის მასების მეტად სწრაფი მოძრაობა. ეს ფრონტი წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც ერთი ცივი ჰაერის მასა მოძრაობისას დაენევა მეორე ცივი ჰაერის მასას და მოხდება მათი ფრონტის ხაზების გაერთიანება. ცივი ჰაერის მასები ერთმანეთში შეერევიან, რაც გამოიწვევს თბილი ჰაერის მასების მალე სწრაფად განდევნას და გროვანვიმა (Cb) ღრუბლებისა და ელჭექის წარმოქმნას. ფრონტის ხაზების ასეთ გაერთიანებას ოკლუზია ეწოდება (ნახაზი 10.1.3).

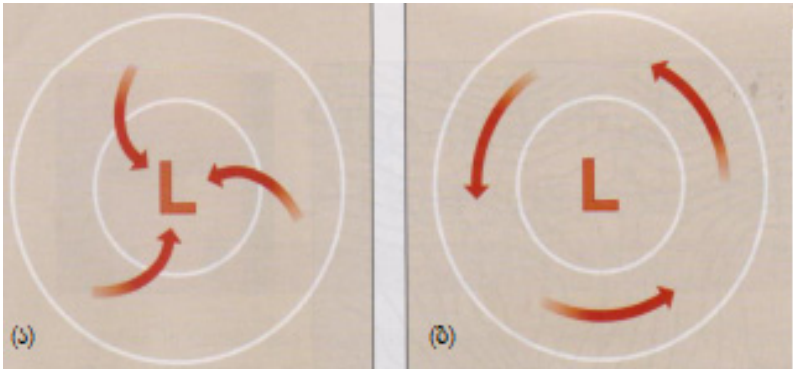


ნახაზი 10.1.3 ოკლუზია

ატმოსფეროს ცირკულაციის საერთო სისტემაში არის დაბალი და მაღალი წნევის არეები, ანუ ციკლონები და ანტიცი-

ლონები. ციკლონები და ანტიციკლონები ზაფხულის პერიოდში დღელამის განმავლობაში გადაადგილდებიან 400 კმ-დან 800 კმ-მდე, ხოლო ზამთარში - 1000 კილომეტრამდე. ზოგადად, ციკლონები უფრო სწრაფად მოძრაობენ ვიდრე ანტიციკლონები.

ციკლონს უწოდებენ დაბალი წნევის არეს (ნახაზი 10.1.4), რომელიც ძირითადად შეიმჩნევა მის ცენტრში, ხოლო პერიფერიებისაკენ იგი თანდათან მატულობს, რის გამოც ქარები პერიფერიიდან ცენტრისაკენ მოძრაობენ (ა), საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით (ბ).

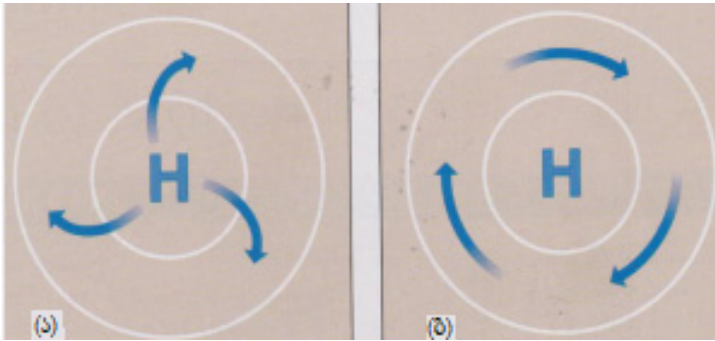


ნახაზი 10.1.4 ციკლონი

ციკლონის წარმოქმნასა და განვითარებაში მონაწილეობს ორი სხვადასხვა თვისების მქონე ურთიერთმოქმედი ჰაერის მასა. ამიტომ ციკლონში წარმოდგენილია ცივი და თბილი ფრონტები. თბილი ჰაერის მასა, მოძრაობაში აიძულებს ჰაერის ცივ მასას დაიხიოს უკან და დაიკავოს მისი ადგილი, ხოლო ცივი ჰაერი, რომელიც თბილი ფრონტის ზურგს უკან მოძრაობს აიძულებს მას აინიოს მაღლა და დაუთმოს ადგილი. ორივე ფრონტის ასეთი ტალღური მოძრაობა ვითარდება და ციკლონის ცენტრში წარმოიქმნება ჰაერის წრიული მოძრაობა. ციკლონის შემდგომი განვითარების დროს, ფრონტალური ხაზები ერთდებიან და იწყებენ ოკლეუზიის ფრონტის წარმოშობას, რის შედეგადაც ციკლონი სუსტდება და საბოლოოდ ქრება. ტროპი-

კულ განედებში სუსტად გამოხატულ ციკლონებს ტროპიკულ დეპრესიებს უწოდებენ. ციკლონების დიდი რაოდენობა, ძირითადად მოძრაობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, თუმცა შესაძლებელია მათი გადახრა ჩრდილოეთით ან სამხრეთით. ცივი ფრონტის გავლის დროს წარმოიქმნება წვიმაგროვა ღრუბლები, საიდანაც მიიღება თქეში ხასიათის წვიმა, რომელსაც ხშირად სეტყვა ახლავს. ასეთი სახის ნალექები საზიანოა სოფლის მეურნეობისათვის.

ანტიციკლონს უწოდებენ მაღალი წნევის არეს, სადაც წნევის მაქსიმუმი მოთავსებულია ანტიციკლონის ცენტრში, ხოლო პერიფერიებისაკენ იგი მცირდება (ნახაზი 10.1.5). ატმოსფეროს წნევის ასეთი განაწილების გამო, ჰაერის მასები ანტიციკლონში მოძრაობენ ცენტრიდან პერიფერიისაკენ (ა), საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით (ბ).



ნახაზი 10.1.5 ანტიციკლონი

ანტიციკლონები უმთავრესად ერთი და იმავე მასისაგან შედგება და ამიტომ მის ცენტრალურ ნაწილში არ არის ფრონტები და ფრონტალური ზედაპირები. ანტიციკლონები ნელა მოძრაობენ, ან დიდხანს ჩერდებიან ერთ ადგილას. ასეთი ანტიციკლონები ზაფხულობით ხანგრძლივ გვალვებს იწვევს, ხოლო ზამთრობით - მკაცრ ყინვებს. ზაფხულობით ანტიციკლონებში, როგორც იშვიათი მოვლენა მოდის წვიმები, რაც გამოწვეულია ადგილობრივი წარმოშობის კონვექტური დენებით.

10.2 ამინდის პროგნოზირება

ამინდი არის ჩვენს გარშემო არსებული ჰაერის მასებისა და მასში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მდგომარეობა და მისი ცვლილება. მეცნიერული განმარტებით, ამინდი არის მეტეოროლოგიურ ელემენტების: წნევის, ტემპერატურის ტენიანობის, ქარისა და სხვა მნიშვნელობების ცოდნა მოცემულ ადგილზე დროის მოცემულ მომენტში.

ამინდი ადამიანსა და ბუნებაზე მუდმივმოქმედი ფაქტორია. იგი გავლენას ახდენს შრომისუნარიანობაზე, ხელს უწყობს ან აფერხებს ყოველდღიურ საქმიანობას. ბუნების მოვლენების ცვლილება, რომელიც ამინდის ყოველდღიურ ცვალებადობაში გამოვლინდება, იწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების დაჩქარებას ან შეფერხებას, სახმელეთო, საზღვაო და საჰაერო ტრანსპორტის ნორმალურ ან არანორმალურ მუშაობას. თუ წინასწარ გვეცოდინება სად და როდის იქნება მოსალოდნელი, ესა თუ ის ატმოსფერული მოვლენა, საშუალება მოგვეცემა მიღებული იქნას ყველა ზომები, ამინდის უარყოფითი გავლენის თავიდან ასაცილებლად. ამიტომ, სოფლის მეურნეობისათვის დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ამინდის მეცნიერულ პროგნოზს.

ამინდის პროგნოზი ნიშნავს, მოსალოდნელი ამინდის ხასიათისა და მისი ცვალებადობის წინასწარ გარკვევას. ამინდის პროგნოზი შეიძლება იყოს მოკლევადიანი 1-3 დღის და გრძელვადიანი, კვირის ან ერთი თვის.

ამინდისა და კლიმატისათვის, ასევე დედამიწის ატმოსფეროსათვის არ არსებობს პოლიტიკური და ადმინისტრაციული საზღვრები. ამიტომ იმ პრობლემების გადაწვეტა, რომლებსაც იწვევენ არსებული ფაქტორები შეიძლება მოხერხდეს მხოლოდ გლობალური საერთაშორისო თანამშრომლობის ხელშეწყობით. აქედან გამომდინარე, მსოფლიო ძალისხმევით, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, რომ მიმართულება მიეცათ სამსახურების კოორდინაციისაკენ და მათი როლის გააქტიურებისაკენ. მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაცია (WMO) შეიქმნა 1951 წელს (ჟენევა, შვეიცარია), რომლის ძირითადი ფუნქციებია:

- ❖ საერთაშორისო თანამშრომლობის ხელშეწყობა, მეტეოროლოგიური ქსელის ორგანიზებაში, რომლებიც ახორციელებენ მეტეოროლოგიურ დაკვირვებას და მომსახურებას;
- ❖ იმ სისტემის განვითარებისა და ორგანიზების ხელშეწყობა, რომელიც მიმართულია საერთაშორისო მეტეოროლოგიური ინფორმაციების სწრაფად გავრცელებაში;
- ❖ მეტეოროლოგიური დაკვირვებების სტანდარტიზაციისა და სტატისტიკური მონაცემების უნიფიცირების უზრუნველყოფა;
- ❖ მეტეოროლოგიური სამსახურის გაფართოება სხვადასხვა მიმართულებით (მათ შორის სოფლის მეურნეობის), სპეციალისტების მომზადება შესაბამისი მიმართულებით, კვლევების განვითარების ხელშეწყობა და ა.შ.

დედამიწის ზედაპირის დიდი ტერიტორიების და მთლიანად დედამიწის სფეროს მეტეოროლოგიური მდგომარეობის შესახებ ცნობების მიღების საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს მეტეოროლოგიური თანამგზავრები. მათი გამოყენებით შესაძლებელია დაკვირვებები ღრუბლების განაწილებაზე, ატმოსფეროს შემადგენლობაზე, რადიაციულ ბალანსზე, ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალურ განაწილებაზე და ა.შ.

მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემას თანამგზავრული მონაცემებით ემსახურება ხელოვნური თანამგზავრების ორი ტიპი: პოლარულ-ორბიტალური და გეოსტაციონალური. მათი მონაცემების გამოყენება გასული საუკუნის 60-70-იანი წლებიდან იწყება. თანამგზავრული ტექნოლოგიების განვითარებას უზრუნველყოფს - კოსმოსური კვლევის ცენტრი ამერიკოს შეერთებულ შტატებში - „NASA“ და ევროპაში - „EUMETSAT“ (მეტეოროლოგიური თანამგზავრები). ინფორმაციის მიღება ხდება 5 არხით (სპექტრულ დიაპაზონში) უწყვეტად, რაც საშუალებას იძლევა ინფორმაციის მიღებისათვის დედამიწის ზედაპირზე და ატმოსფეროში მიმდინარე მეტეოროლოგიური მოვლენების შესახებ. დადგენილია, რომ ერთ მეტეოროლოგიურ თანამგზავრს, ერთი ბრუნვის შედეგად შეუძლია მოგვანოდოს ისეთი ინფორმაციები, მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილებების შესახებ, რომელიც მოიცავს

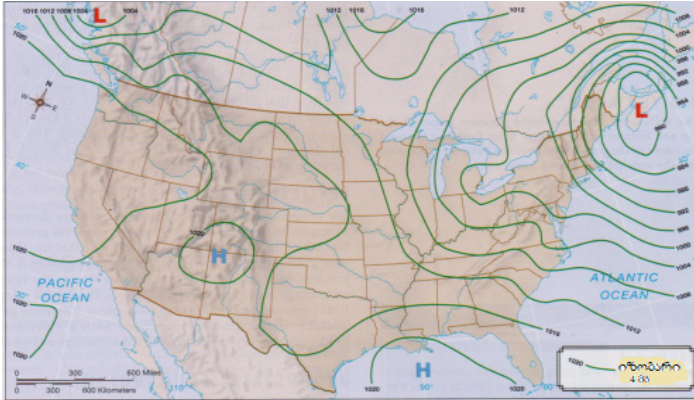
დედამიწის თითქმის მთელ ზედაპირს. თანამგზავრიდან მიღებული ფოტოსურათებით, ხდება ციკლონებისა და ანტიციკლონების ადგილმდებარეობისა და სიჩქარის განსაზღვრა. თანამგზავრებზე არსებული რადიოლოკაციური სისტემები აღმოაჩენენ ატმოსფერულ ფრონტებს და აკვირდებიან მათ მოძრაობას. „რადიოთვალს“ შეუძლია გადმოსცეს სიგნალები ნალექების მოსვლის ინტენსივობის შესახებ.

მოსალოდნელი ამინდის პროგნოზისათვის გამოიყენება ჰიდროდინამიური ანუ რიცხვითი მეთოდი. რიცხვითი პროგნოზის რთული განტოლებების გადაწყვეტა, რომელშიც გამოიყენება თითქმის ყველა მეტეოროლოგიური ინფორმაცია, შესაძლებელია კომპიუტერული უზრუნველყოფით.

მეტეოროლოგიური დაკვირვებების შედეგად მიღებული მასალების დამუშავებას, რომელიც ტარდება დედამიწის ზედაპირზე და გარკვეულ სიმაღლეებზე მთელ მსოფლიოში ახორციელებენ სინოპტიკოსები. მათ მიერ ხდება რუკებზე ციკლონებისა და ანტიციკლონების, ატმოსფერული ჰაერის მასებისა და ფრონტების მოძრაობის, ქარიშხლების, ტორნადოების გადაადგილების დატანა. აღნიშნულის საფუძველზე ისინი წინასწარ პროგნოზირებენ ამინდს, რომელიც მოსალოდნელია მეორე დღეს, შემდეგ კვირაში და მომდევნო თვეში.

წნევის განაწილება. ატმოსფეროს ცვალებადი მახასიათებელია ზღვის დონეზე არსებული ატმოსფერული წნევის დედამიწის მასშტაბით განაწილება. სინოპტიკოსები ამ განაწილების ვიზუალიზაციისათვის ადგენენ ე.წ. იზობარებს ანუ ამინდის რუკებს. თითოეული იზობარის აგებისას ერთმანეთთან აერთებენ იმ წერტილებს, რომლებშიც ზღვის დონიდან ერთნაირი წნევებია. მაგალითად, აშშ-ში გამოიყენებენ მეთოდს, რომლის მიხედვით ამინდის რუკებზე იზობარებს შორის ინტერვალები 4 მბ ტოლია (ორ პარალელურ იზობარს შორის წნევების სხვაობა ერთნაირია). აღნიშნულის უპირატესობა გამიხატება იმაში, რომ ორ მეზობელ იზობარს შორის მანძილი ადგილმდებარეობის მიხედვით, ინფორმაციას იძლევა წნევის ცვლილების სიჩქარეზე. იზობარებს შორის დაშორება მიუთითებს, თუ რამდენად მყარია წნევის გრადიენტი, ანუ წნევის ცვალებადობის

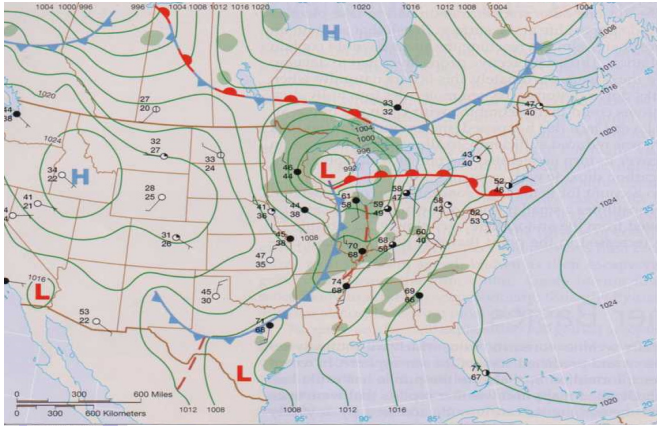
ტემპი, ისევე, როგორც იზოთერმებს შორის ინტერვალი წარმოაჩენს ტემპერატურის გრადიენტებს. იზობარების შეჯგუფება მიუთითებს მაღალი წნევის გრადიენტზე, წნევის სწრაფ ცვალებადობაზე მანძილის მიხედვით. იზობარებს შორის დიდი ინტერვალი მიუთითებს სუსტ გრადიენტზე (ნახაზი 10.2.1).



ნახაზი 10.2.1 ამინდის რუკა - წნევის განაწილება (ზღ.დ.)

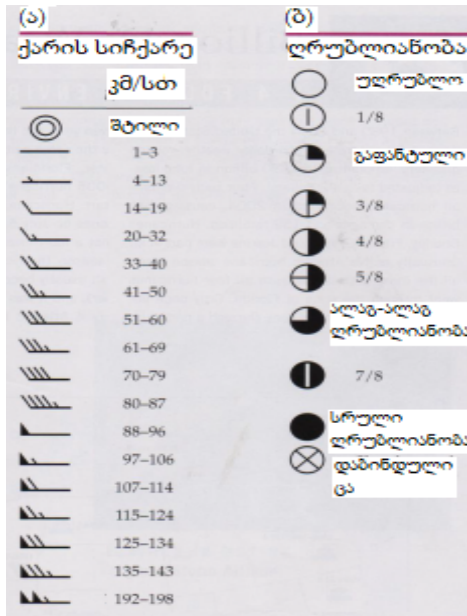
ამინდის წინასწარმეტყველებისათვის, მნიშვნელოვანია სინოპტიკური რუკების შედგენა, სადაც აღნიშნულია მეტეოროლოგიური სადგურები ქალაქებისა და რაიონული ცენტრების მიხედვით. რუკაზე შესაბამისი სადგურების მიხედვით დაიტანება ამინდის ელემენტები: ატმოსფერული წნევა, ტემპერატურა, ქარი და სხვა. ამინდის პროგნოზირებისათვის იზობარებით (ერთნაირი წნევის შემაერთებელი ხაზი) გამოიკვეთება ციკლონები, ანტიციკლონები და სხვა ბარიული სისტემების ადგილმდებარეობა.

სინოპტიკური ანალიზით გამოვლინდება, რა მიმართულების ტრანექტორიით იმოძრავენ ბარიული სისტემები და როგორ ამინდს განაპირობებენ. იზობარების გამოსახულებისა და სადგურის მოდელის ინფორმაცია ადასტურებს, წნევის გავრცელების, ქარის მიმართულებების და ღრუბლიანობის შესახებ განზოგადოების სისწორეს (ნახაზი 10.2.2).



ნახ. 10.2.2 დედამიწის ზედაპირის ტიპური სინოპტიკური რუკა

ნახაზზე 10.2.3 მოცემულია მეტეოროლოგიური სადგურის მოდელის სიმბოლოები, რომლებიც გამოსახავენ ქარის სიჩქარეს (ა) და ღრუბლიანობას (ბ).



ნახ. 10.2.3 სადგურის მოდელის სიმბოლოები

გრძელვადიანი პროგნოზის მიცემისათვის განხილული უნდა იქნას ხანგრძლივი პერიოდისათვის ჰაერის მასებისა და ბარიული სისტემების შესაძლებელი უამრავი შემთხვევა. დიდი ყურადღება ექცევა, აგრეთვე მზის აქტივობის რყევას, რადგან მზის აქტივობის ამპლიტუდა გარკვეულწილად მოქმედებს ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებზე და შესაბამისად ამინდის პირობების ფორმირებაზეც.

ამინდის პირობების შესწავლამ დღეისათვის გლობალური ხასიათი მიიღო. ამის დამადასტურებელია, საერთაშორისო მეტეოროლოგიურ ორგანიზაციასთან მსოფლიო ამინდის სამსახურის შექმნა, რომლის მიზანია ამინდზე დაკვირვების სრულყოფა, ამინდის პროგნოზის გაუმჯობესება და მეტეოროლოგიური ინფორმაციის შეკრებისა და გაცვლის დაჩქარება მსოფლიოს ქვეყნებს შორის.

10.3 ამინდის წინასწარმეტყველება ადგილობრივი ნიშნებით

ადგილობრივი ნიშნებით ამინდის პროგნოზის შედგენა ხდება მხოლოდ გარკვეულ მცირე ტერიტორიებისათვის. ამინდის წინასწარმეტყველება ერთი რომელიმე ნიშნით არამართებულია, საჭიროა ერთმანეთს დაუპირისპიროთ რამდენიმე ნიშანი, რაც პროგნოზის საიმედოობის გაზრდის წინაპირობაა. გასათვალისწინებელია, რომ ნიშნების უმეტესი ნაწილი ერთმანეთს ემთხვეოდეს და საერთო იყოს კონკრეტული ადგილისათვის. ნიშანი, რომელიც ერთი ლოკაციისათვის შეიძლება დარის მაუნყებელი იყოს, მეორესათვის ავდრის მაუნყებელი გახდეს. გამომდინარე იქედან, რომ მთიანი და მაღალმთიანი რეგიონები რთული რელიეფით ხასიათდებიან, ადგილობრივი ნიშნებით ამინდის პროგნოზირება გაძნელებულია. მიტომ, მისი დაზუსტება შესაძლებელია მხოლოდ მცირე ტერიტორიისათვის.

როგორც ცნობილია, ტყის ბიომასის მატებისათვის მნიშვნელოვანია მწერების, ბაქტერიული და სოკოვანი დაავადებების მიმართ ტყის მცენარეულობის მდგრადობა. ხშირ შემთხვე-

ვაში ტყის მასობრივი გადაგვარება, ტყის ჯიშებზე მავნებლებისა და სხვადასხვა დაავადების გავრცელება არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობებით (გვალვები, ძლიერი ყინვები და ა.შ.) არის გამოწვეული. მრავალი დაავადების აფეთქება იწყება ზამთრის ძლიერი ყინვების, გვალვიანობის და სხვა არახელსაყრელი ამინდის პირობების შემდეგ, რაც იწვევს მცენარეების დასუსტებას, გამოფიტვას და მათ დალუპვასაც. ამინდის პირობები მჭიდრო კავშირშია ტყის ხანძრების საშიშროებასთან, რადგან მისი გაჩენის ალბათობა უკავშირდება დაბალ ტენიანობას და ძლიერ ქარს, ასევე ელჭექების დროს წარმოქმნილ ელექტრომუხტებს. განსაკუთრებით მთიან რეგიონებში, სადაც გაბატონებულია თბილი ქარები (ფიონები), მოსალოდნელი ხანძრების ალბათობა იზრდება. ის, რომ ხანძრის მოვლენა კავშირშია მეტეოროლოგიურ (ამინდის) პირობებთან, საფუძველს იძლევა მისი შეფასება მოხდეს კომპლექსური მახასიათებლებით. ამიტომ დგება ხანძრის საშიშროების კლასები, რის მიხედვითაც მუშავდება მოსალოდნელი ტყის ხანძრების საშიშროების რუკა და დგება ხანძარსაშიში პერიოდისათვის პროგნოზი.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოსალოდნელი ამინდის ადგილობრივი ნიშნები უკავშირდება მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვლილების ხასიათს. განვიხილავთ ზოგიერთ მათგანს.

ტენიანობაზე და ატმოსფერულ წნევაზე დამოკიდებული ნიშნები. მზიანი ამინდის მაუწყებელი ნიშანია დილით ჰაერის ტენიანობის ძლიერი კლება, ხოლო საღამოს მატება. კარგი ამინდის ნიშანია წნევის განუწყვეტელი მატება, ხოლო მისი სწრაფი ვარდნა ნალექების ან ქარის გაძლიერებაზე მიანიშნებს. ჭექა-ქუხილის მაუწყებელია წნევის დილიდან დაწევა, ტემპერატურის და ტენიანობის უჩვეულოდ ზრდა, ჰაერის ჩახუთვა.

ქარზე დამოკიდებული ნიშნები. ზაფხულში, ღამით ნყნარი ამინდი, შუადღის პერიოდში ძლიერი ქარი, რომელიც საღამოს ჩადგება მიანიშნებს მოსალოდნელ კარგ ამინდს. მაგრამ თუ ქარი საღამოს გაძლიერდა ავდრის მაუწყებელია. მზიან ამინდში, რამდენიმე დღის განმავლობაში ქარი თუ ერთი მიმართულე-

ბით ქრის და შემდეგ შეიცვალა მიმართულება, ამინდის შეცვლის, ნალექის ნიშანია.

ღრუბლებზე დამოკიდებული ნიშნები. დასავლეთიდან ჰორიზონტზე ფრთა ღრუბლების გამოჩენა და მისი სწრაფი მოძრაობა წვიმის ან ქარის ნიშანია. თუ აღნიშნული ღრუბლების რაოდენობა არ მატულობს და იგი ცაზე უნესრიგოდაა გაფანტული, კარგი ამინდის მაუწყებელია. საღამო პერიოდში გროვა ღრუბლების არ გაფანტვა და არ გაქრობა გაავდრების, მოსალოდნელი წვიმის ნიშანია. აღნიშნული გროვა ღრუბლების სწრაფი ზრდა, რომლებიც დიდი მთების ზომას აღწევენ ჭექა-ქუხილის ნიშანია.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ყურადსაღებია ე.წ. *შერეული ნიშნები*. მაგალითად, ინტენსიური ნამი კარგი ამინდის ნიშანია, ხოლო ღამით მოსალოდნელ წვიმაზე მიგვანიშნებს დილით მშრალი ბალახი. თუ დაბლობ ადგილებში დილით და საღამოს ნისლია, რომელიც მზის ამოსვლისას იფანტება მიანიშნებს მზიან ამინდს. ცაზე მრავალი ვარსკვლავის ციმციმი, ასევე დილით რიჟრაჟის ძლიერ წითელი შეფერილობა ნალექის ნიშნებია.

ზემოაღნიშნულიდა გამომდინარე, ამინდზე ადგილობრივი მეცნიერული დაკვირვებათა ნაწილი დამყარებულია მეტეოროლოგიური ხელსაწყოების ჩვენებაზე, ხოლო ზოგიერთი ნაწილის დაფიქსირება ვიზუალურად არის შესაძლებელი. იმისათვის, რომ სუბიექტმა შეძლოს მისთვის საინტერესო ტერიტორიაზე, ადგილობრივი ნიშნებით ამინდის პროგნოზირება, მან უნდა განახორციელოს სისტემატური დაკვირვებები, მოახდინოს მათი კლასიფიკაცია და შეადაროს ისინი ერთმანეთს. ამის შემდეგ, იგი დაადგენს გარკვეულ კანონზომიერებას, რაც მისცემს საშუალებას გამოავლინოს ადგილობრივი ნიშნების სიზუსტის საიმედოობა.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა თვისებებს იძენენ ჰაერის მასები გადაადგილების დროს?
2. როგორ ფორმირდება თბილი და ცივი ფრონტები და რას ეწოდება ოკლუზია?
3. როგორ წარმოიქმნება ციკლონი და ანტიციკლონი და რა თვისებებით ხასიათდებიან ისინი?
4. რას გულისხმობს ამინდის მოკლევადიანი და გრძელვადიანი პროგნოზი?
5. რა ფუნქციები აქვს მსოფლიო მეტეოროლოგიურ ორგანიზაციას (WMO)?
6. რომელი ტიპის თანამგზავრები ემსახურება მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემას?
7. როგორ ხდება სინოპტიკური რუკების შედგენა?
8. რომელი ადგილობრივი ნიშნებით ხდება ამინდის წინასწარმეტყველება?

აგრომეტეოროლოგიური დაპირვალებები

11.1 აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სახეები

სოფლის მეურნეობის მოსავლიანობის ზრდაში დიდი როლი აქვს აგრომეტეოროლოგიური რეჟიმის რეგულარულ აღრიცხვას. რთული რელიეფი ზოგჯერ არ იძლევა მეტეოროლოგიური ქსელში დაკვირვებების შედეგად მიღებული მონაცემების ეფექტურად და რაციონალურად გამოყენების შესაძლებლობას. აქედან გამომდინარე, უშუალოდ ფერმერულ მეურნეობებში და ცალკეულ სავარგულეებზე მნიშვნელოვანია აგრომეტეოროლოგიური ქსელების მოწყობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ დაკვირვებების ჩატარებას ნიადაგის სახნავი ფენის ტემპერატურაზე, მოსული ნალექების რაოდენობაზე და ა.შ. მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური ქსელების მიერ დაკვირვებების შედეგად მიღებულ მასალებზე დაყრდნობით, სხვადასხვა ინფორმაციების გამოშვებასა და მომსახურე ორგანიზაციებზე მათ მიწოდებას უზრუნველყოფს გარემოს ეროვნული სააგენტო, რომელსაც ამ მიმართულებით წარმატებული მუშაობის გამოცდილება გააჩნია. აღნიშნული მასალებია: დეკადური აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენები, წლის სეზონების მიხედვით მიმოხილვები, სპეციალური გაფრთხილებები მოსალოდნელ სამიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენებზე და სხვა. მოცემულ მასალებში დეტალურად არის განხილული და შეფასებული (მოყვანილია ცხრილები, რუკები) ამინდთან მიმართებაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდგომარეობა.

თანამედროვე სოფლის მეურნეობის პერსპექტიული დაგეგმვა ძირითადად ეფუძვნება რეგიონის აგროკლიმატურ რესურსებს და აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციების მონაცემებს. აგრომეტეოროლოგიური მომსახურების ძირითადი ფორმებია:

- ❖ მეტეოროლოგიური პროგნოზები 1 დღელამით, 3 დღით ან 5-7 დღის პერიოდით;

- ❖ გაფრთხილებები ამინდის სახიფათო მოვლენების შესახებ;
- ❖ სხვადასხვა აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციები;
- ❖ ჰიდრომეტეოროლოგიური ინფორმაციები;
- ❖ აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები.

აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების ჩატარება მთელი წლის განმავლობაში, შეიძლება დაიყოს ორ ეტაპად: წლის თბილ პერიოდში და ცივ პერიოდში ჩასატარებელ სამუშაოებად.

წლის თბილ პერიოდში, მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების პარალელურად ტარდება ფენოლოგიური დაკვირვებებიც, ანუ დაკვირვებები მცენარის განვითარების ფაზებზე. ფენოლოგია, არის ცოცხალი ბუნების სეზონური მოვლენების შესწავლა, ანუ მათი დამოკიდებულების რეაგირება გარემო პირობების სვლაზე. არჩევენ ზოგად ანუ კლიმატოლოგიურ და კერძო ანუ ბიოლოგიურ ფენოლოგიას.

ზოგადი ფენოლოგია იკვლევს ცხოველებისა და მცენარის განვითარების კავშირს და დამოკიდებულებას მეტეოროლოგიურ პირობებთან. პირველი ფენოლოგიური დაკვირვება ჩაატარა კარლ ლინემ 1748 წელს.

ბუნების სეზონურ მოვლენებზე დაკვირვება, თუ მას სისტემატური ხასიათი აქვს, საშუალებას იძლევა შესწავლილი იქნას გარემო პირობების გავლენა მცენარეებსა და ცხოველებზე. მარტივ ფორმებში წარმოებულ ფენოლოგიურ დაკვირვებებს დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მაგალითისათვის, თუ ავიღებთ ვაზის ან ვაშლის კულტურას, ჩავინიშნავთ კვირტის გაღვივების თარიღს, შემდეგ ფოთოლცვენის დასაწყისს, ჩვენ გავიგებთ ამ კულტურათა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობას და შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ აქტიურ და ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი, მოსული ნალექების რაოდენობა ამ პერიოდში და სხვა. მნიშვნელოვანია დაკვირვება გაზაფხულის დადგომაზე. ეს დრო მეტისმეტად მერყევია და საშუალოდ ქართლისათვის უდრის 15 დღეს, ე.ი. ცალკეულ წლებში გაზაფხული შეიძლება დაიწყოს 15 და მეტი დღით ადრე, ზოგჯერ 15 და მეტი დღით გვიან. ეს მდგომარეობა მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული სასოფლო-სამეურ-

ნეო სამუშაოების დადგომის დროს, განსაკუთრებით თესვის დაწყებისას, მცენარეთა გასხვლისას და სხვა. ამინდის ასეთ სვლაზე მჭიდროდაა დაკავშირებული მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა. მცენარე ვეგეტაციას იწყებს მაშინ, როცა მისთვის ხელსაყრელი პირობები დგება - ნიადაგის და ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვა.

ყოველი მცენარე ვითარდება განსაზღვრული დროის განმავლობაში, ე.ი. კვირტის გაღივების დღიდან ფოთოლცვენის დაწყებამდე, რასაც სავეგეტაციო პერიოდი ეწოდება. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ყოველ ცალკე აღებულ მცენარეში ადგილი აქვს განვითარების განსაზღვრულ პერიოდებს, რომლებსაც ფენოლოგიური ფაზები ეწოდებათ. მარცვლული კულტურების ფენოლოგიური დაკვირვების დროს აღინიშნება შემდეგი ფაზები: აღმოცენება, 2-3 ფოთლის განვითარება, დამუხვლა, დათავთავება, ყვავილობა, რძისებრი სიმწიფე, სრული სიმწიფე, მოსავლის აღება. ხეხილოვანი კულტურებისათვის - კვირტის გაღივება, კვირტის გაშლა, 1 ფოთლის გაშლა, ყვავილობის დასაწყისი, ყვავილობის დასასრული, ნაყოფის გამონასკვა, ნაყოფის დამწიფება, კრეფა, ფოთოლცვენის დასაწყისი და ფოთოლცვენის დასასრული. აღნიშნული ფაზები რეგისტრირდება თარიღების მიხედვით და მას ფენოთარიღი ეწოდება. საჭიროა, აგრეთვე მცენარის საერთო მდგომარეობის შეფასება ვიზუალურად. ამიტომ იღებენ საშუალო განვითარების მცენარეს, რომელსაც დანომრავენ და ახდენენ მისი მდგომარეობის შეფასებას ხუთ ბალიანი სისტემის საშუალებით. თუ მცენარის მდგომარეობა ცუდია შეფასდება 1 ბალით, სუსტი - 2, საშუალო - 3, საშუალოზე მეტი - 4, კარგი - 5 ბალით. აღნიშნული შეფასება თვალზომით ხდება და ამდენად სუბიექტურია, ამიტომ საჭიროა მცენარის განვითარების ობიექტური შეფასება, რისთვისაც იყენებენ შემდეგ მაჩვენებლებს:

- ❖ *მცენარის საშუალო სიმაღლე* - განისაზღვრება შემდეგნაირად: ნათესიდან იღებენ 10-15 მცენარეს, ზომავენ თითოეულის სიმაღლეს და ყოფენ აღებულ მცენარეთა რიცხვზე;
- ❖ *სიხშირე* - მისი განსაზღვრისთვის, თუ მცენარის თესლი მანქანითაა დათესილი, სამ სხვადასხვა ადგილზე, ნათესის

ორი მეტრის სიგრძეზე ითვლიან მცენარეთა რაოდენობას, შეკრებენ და ყოფენ ვარიანტთა რაოდენობაზე. მობნევიტ დათესვისას სამ სხვადასხვა ადგილზე, ყოველ 1მ^2 ითვლიან მცენარეთა საერთო რაოდენობას, რის შემდეგაც განსაზღვრავენ საშუალოს.

- ❖ დაზიანებულ ან დაავადებულ მცენარეთა %-ის გამოანგარიშება - იმავე ხერხით წარმოებს, როგორც სიხშირის განსაზღვრა. დაუშვათ, ერთ ადგილზე 1მ^2 მოქცეული 80 მცენარიდან 10 დაავადებულია, მეორე ადგილზე 70 ჯანსაღი მცენარიდან 15 დაავადებულია, ხოლო მესამე ადგილზე 90-დან 16 დაავადებულია. შეიკრიბება დაავადებულ მცენარეთა რიცხვი, გამრავლდება 100 და გაიყოფა სამივე ადგილზე 1მ^2 მოქცეულ მცენარეთა რაოდენობაზე.

მნიშვნელოვანია, მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ისეთი სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების აღრიცხვა, როგორიცაა: ძლიერი ქარი, ხანგრძლივი გვალვა, წყალდიდობა, სეტყვა, ყინვები და სხვა, ასევე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ ჩატარებული შემდეგი ღონისძიებების აღრიცხვა: ხვნა, ფარცხვა, კულტივაცია, მორწყვა, შენამვლა და სხვა, რაც საბოლოოდ გამოყენებას პოვებს მცენარეთა მდგომარეობის შეფასების დასაზუსტებლად. აღნიშნული სამუშაოების ჩატარება მიმდინარეობს წლების განმავლობაში, რათა დაზუსტდეს ამა თუ იმ მცენარის ფაზების განვითარების დადგომის საშუალო თარიღები. ამისათვის არსებობს სამი ძირითადი პირობა:

- ❖ ფენოლოგიური დაკვირვება უნდა წარმოებდეს ერთსა და იმავე მცენარეზე წლების მანძილზე;
- ❖ დაკვირვება უნდა ხდებოდეს ერთსა და იმავე საცდელ ნაკვეთზე;
- ❖ ყოველწლიურად ფენოფაზა და ფენომოვლენა უნდა იყოს აღნიშნული ერთი და იმავე ნიშნების მიხედვით.

მცენარის რომელიმე ფაზის დადგომისათვის საჭიროა გარკვეულ დღეთა რაოდენობა და ამ დღეების შესაბამისი ტემპერატურული ჯამი იგი გამოითვლება არა აბსოლუტური ნულიდან, არამედ იმ ტემპერატურიდან, რომლის დროსაც მცენარე

რეში იწყება სასიცოცხლო პროცესები, ანუ წვენთა მოძრაობა, რასაც ეწოდება სასიცოცხლო ნული. ეს ტემპერატურა სხვადასხვა მცენარისათვის სხვადასხვაა, მაგალითად: ხეხილოვანი კულტურებისათვის იგი ტოლია ტემპერატურის $+5^{\circ}\text{C}$, ვაზისათვის $+8^{\circ}\text{C}$, ციტრუსოვანი კულტურებისათვის $+10^{\circ}\text{C}$ და ა.შ.

მოცემულ ტემპერატურათა ჯამს, რომელიც საჭიროა ამა თუ იმ ფაზის დადგომისათვის, ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამს უწოდებენ. თუ წინასწარ გვეცოდინება ეფექტურ ტემპერატურათა საშუალო ჯამი, ჩვენთვის საკვლევი ფაზის დადგომისათვის, შეგვიძლია გამოვთვალოთ იმ დღეთა რაოდენობა, რომელიც საჭირდება ამა თუ იმ ფაზის დადგომას.

მცენარის ფაზის დადგომის დრო წლის მიხედვით მერყეობს, რაც გამოწვეულია ამინდის ცვალებადობით. რომელიმე წლის ფენოლოგიური თარიღები არ შეიძლება ზუსტად დაემთხვეს მრავალწლიურ ფენოლოგიურ თარიღებს. იგი შეიძლება რამდენიმე დღით, ზოგჯერ კვირითაც ადრე ან გვიან დადგეს. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს მრავალწლიური ფენოლოგიური თარიღიდან გადახრას. ეს გადახრა შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი, რასაც ფენოანომალია ეწოდება. იგი დამოკიდებულია ადგილობრივ კლიმატზე და ამინდის მსვლელობაზე. თუ ტერიტორიის ჰავა კონტინენტურია, მაშინ ანომალია მეტად არის მოსალოდნელი.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ქართლის ჰავა. აქ გაზაფხული ცალკეულ წლებში დგება დაახლოებით 15 დღის დაგვიანებით, ზოგჯერ ამდენივე დღით ადრე დგება. აქედან ცხადია, რომ ფენოთარიღი მუდამ იხრება მრავალწლიური საშუალო ფენოლოგიური თარიღიდან. მაგალითად, ვაშლის საშუალო მრავალწლიური ყვავილობის დასაწყისის ფენოლოგიური თარიღია 25 მარტი, მაგრამ ერთერთ წელს აყვავდა 30 მარტს. ამ შემთხვევაში ფენოანომალია უდრის 5 დღეს, ზოგჯერ ფენოანომალია 1-2 დღით იფარგლება, რაც უმნიშვნელო მოვლენად უნდა ჩაითვალოს.

ფენოლოგიური თარიღის მდგრადობას დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში, რადგან მასთანაა დაკავშირებული შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება.

ბუნებაში შეიმჩნევა ისეთი სეზონური მოვლენები, რომელიც ამცნობენ ამა თუ იმ სასოფლო - სამეურნეო სამუშაოების ჩატარების საუკეთესო დროის დადგომას ან მოახლოვებას. ასეთ სეზონურ მოვლენებს ფენოლოგიურ ინდიკატორებს უწოდებენ. მაგალითად, ხორბლეულის თესვის ვადა შესაძლებელია ველური მცენარის, რომელიმე ფაზის დადგომის ვადას დაუკავშიროთ. თიბვის ოპტიმალურ ვადად მიღებულია ის დრო, როდესაც სათიბში ბალახი იწყებს ყვავილობას. დადგენილია, რომ ადრე მოთიბული ბალახის შემთხვევაში მეტი მოსავალი მიიღება, საშუალო დროს მოთიბულის შემთხვევაში - ნაკლები, ხოლო გვიან მოთიბულის შემთხვევაში - კიდევ უფრო ნაკლები.

ფენოლოგიური ინდიკატორი არ შეიძლება ტერიტორიის დიდ მანძილზე გავრცელდეს. იგი ადგილობრივი ობიექტური ნიშანია, რომელიც ბუნების სეზონური განვითარების სვლისა და მასთან დაკავშირებული სეზონური სამუშაოს ვადებისთვისაა დამახასიათებელი. მაგალითად, ვაშლის ყვავილობის საშუალო დროა 10 აპრილი, ხოლო ნაყოფის დამწიფებისა 15 აგვისტო. აქ ორ მოვლენათა შორის შუალედი 125 დღელამეს უდრის. თუ მიმდინარე წელს ვაშლის კულტურამ გამოიღო ყვავილი არა 10 აპრილს, არამედ 15 აპრილს, შეგვიძლია დავადგინოთ ვაშლის მოკრეფის დრო. ამისათვის ვიღებთ 15 აპრილს, დავუმატებთ მას 125 დღელამეს, რომელიც საჭიროა ვაშლის დამწიფებისათვის, მივიღებთ 20 აგვისტოს. ამით წინასწარ ვადგენთ ვაშლის მოკრეფის დროს. კულტურულ მცენარეებზე ფენოლოგიური პროგნოზების გამართლება 80-85% შეადგენს.

წლის თბილი პერიოდის აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა ნუსხაში შედის:

- ❖ *ნათესების დასარეგლიანების განსაზღვრა* - ფენოლოგიური დაკვირვებების დროს დასარეგლიანების ხარისხი განისაზღვრება ვიზუალურად 0-დან 4 - ბალამდე;
- ❖ *მცენარეთა დაზიანების განსაზღვრა* - გამოწვეული არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური მოვლენებით. აღინიშნება მცენარის დაზიანების ხასიათი და ხარისხი წაყინვებით,

გვალვით, ხორშაკით (ცხელი ქარი), სეტყვით, თქეში წვიმებით, ძლიერი ქარით და სხვა;

- ❖ დაკვირვება მინდვრის სამუშაოების მსვლელობაზე - მათი ხარისხიანად ჩატარების შეფასებით და მათზე ამინდის პირობების გავლენის მიხედვით;
- ❖ დაკვირვება საქონლის ძოვების პირობებზე - საძოვრების მდგომარეობის გათვალისწინებით;
- ❖ დაკვირვება ნიადაგის ტენიანობაზე - თესლბრუნვის მინდვრებზე, იგი შედგება ორი მეთოდისაგან: ა) ვიზუალური დაკვირვება; ბ) ინსტრუმენტალური გაზომვა.

წლის ცივი პერიოდში ტარდება შემდეგი აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები:

- ❖ დაკვირვება ნიადაგის ტემპერატურაზე - მისი გაყინვისა ან გალღობის სიღრმის მიხედვით და თოვლის საბურველზე ხეხილის ბაღებში და საშემოდგომო ხორბლის ნათესებში;
- ❖ დაკვირვება ხეხილოვანი და საშემოდგომო კულტურების მდგომარეობაზე - მათი სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრით.

აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებებიდან, მნიშვნელოვანია ნათესების მდგომარეობის რაოდენობრივი შეფასების მეთოდი, რომელიც ტარდება მცენარის პროდუქტიულ ელემენტებზე დაკვირვებების მიხედვით, მაგალითად: მცენარის სიმაღლე, თავთავების რაოდენობა, თავთავებში მარცვლების რაოდენობა, ძირხვენის დიამეტრი, ნათესების სიხშირე და ა.შ.

აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მეთოდების შემდგომი სრულყოფა და განვითარება მიმდინარეობს სამი მიმართულებით:

- ❖ ინერგება დიდ ფართობებზე დისტანციური აღრიცხვის მეთოდები - განისაზღვრება თუ როგორ არის განაწილებული ნიადაგში ტენის მარაგი, თოვლში წყლის მარაგი, ტემპერატურა და სხვა;
- ❖ მუშავდება დისტანციური მეთოდები - ნათესების მდგომარეობის სივრცობრივი შეფასება დიდ ფართობებზე, საავიაციო გამოკვლევების საფუძველზე;

- ❖ წარმოებს მუშაობა შედარებით მსხვილი რეგიონების ტერიტორიებზე ნათესების შეფასების შესაძლებლობისა თანამგზავრული მონიტორინგის მეთოდებით.

მსგავსი მეთოდებით ჩატერებული აგრომეტეოროლოგიური გამოკვლევები სხვადასხვა კულტურების მდგომარეობის შეფასებისათვის, გაცილებით უფრო მეტად ეფექტურია, ვიდრე ცალკეული სადგურების მიერ ამ მიმართულებით შესრულებული სამუშაოები, რადგან ზემოაღნიშნული მეთოდები გაცილებით ფართო წარმოდგენას გვაძლევს ამ საკითხების შესახებ. ამჟამად, მიმდინარეობს გამოკვლევები დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების გამოყენებით, ისეთი საკითხების კვლევებისათვის, როგორცაა: სხვადასხვა დაავადებებით დაზიანებულ მცენარეთა ფართობების განსაზღვრა, მცენარეული საფარისა და ნიადაგის ტემპერატურის, აგრეთვე ტენის მარაგის გაზომვა, ნათესების მდგომარეობის შეფასება და სხვა.

11.2 აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციები და მათი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში

აგრომეტეოროლოგიური მომსახურების ერთერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა განსაზღვროს, რამდენად შეესაბამება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების და ცხოველების მოთხოვნილებას მოცემული მუნიციპალიტეტის კლიმატური პირობები, დაასაბუთოს კლიმატური რესურსების რაციონალური გამოყენება, მელიორაციული და აგროტექნიკური ღონისძიებების დიფერენცირება, რაც უზრუნველყოფს მოცემულ კლიმატურ პირობებში მემცენარეობისა და მეცხოველეობის პროდუქტიულობას.

აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციის პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს შექმნილი და მოსალოდნელი აგრომეტეოროლოგიური პირობების სათანადოდ დადგენა, თუ რამდენად პასუხობენ ისინი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნილებას. ამ ინფორმაციის უმნიშვნელოვანეს ნაწილს წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიური პირობების, როგორც

ფაქტორების ანალიზი და შეფასება, რაც განსაზღვრავს მოსავალს, ასევე გაფრთხილება (შეტყობინება) სოფლის მეურნეობისათვის არახელსაყრელი ამინდის მოვლენების შესახებ.

საინფორმაციო მასალების შედგენისას გათვალისწინებულია სოფლის მეურნეობის ცალკეული დარგების სპეციფიკა. მაგალითად, საშემოდგომო კულტურების მოსავალი დამოკიდებულია შემოდგომისა და გამოზამთრების აგრომეტეოროლოგიურ პირობებზე, რომლებიც ძირითადად განსაზღვრავენ ნათესების მდგომარეობას ზამთრის დადგომამდე და გაზაფხულზე. შემოდგომაზე, საშემოდგომო კულტურების განვითარების ხარისხი განისაზღვრება მათი თესვის ვადებით, რომელიც დამოკიდებულია მოცემულ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებზე - სითბოს რეჟიმზე და ნიადაგის ტენიანობაზე. ამიტომ მარცვლეულისათვის, შემოდგომის პერიოდში აგრომეტეოროლოგიური მონაცემები უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას ჰაერის ტემპერატურისა და პროდუქტიული ტენის მარაგის შესახებ ნიადაგის 10 და 20 სმ ფენებში.

ზამთრისა და ადრე გაზაფხულის პერიოდებში არახელსაყრელი აგრომეტეოროლოგიური პირობებისას (მოყინვა, ამოხუთვა, ჩანოლა, გამოქარვა, ყინულის ქერქი) შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს საშემოდგომო კულტურების გამეჩხერებას და დაღუპვას. ამ პერიოდში მარცვლეული კულტურებისათვის ინფორმაციები საჭიროებს მონაცემებს - თოვლის საფარის სიმაღლეზე და მის განაწილებაზე საშემოდგომო ნათესებზე, ნიადაგის ტემპერატურაზე მცენარეების დაბუჩქვის სიღრმეში, ყინულის ქერქისა და ნათესებში წყლის დგომის შესახებ, ნიადაგის სიღრმის გაყინვაზე, საშემოდგომო კულტურების ზამთრისადმი მზადყოფნის შესახებ და სხვა. აღნიშნული ინფორმაციები საშუალებას იძლევა ნათესების მოსავლელად სამუშაოები ჩატარდეს სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით.

სითბოს მოყვარული კულტურებისათვის (სიმინდი, ფეტვი, სოიო და სხვა) თესვის პერიოდში და აღმოცენებამდე აგრომეტეოროლოგიურ ინფორმაციებში მთავარია მონაცემები ნიადაგის ზედა ფენის ტენიანობასა და ტემპერატურაზე. მაგალი-

თად, სიმინდის კულტურისათვის აღმოცენებიდან საგველას წარმოქმნამდე პერიოდში, როცა მიმდინარეობს მცენარეული მასის დაგროვების პროცესი და ფორმირდება გენერაციული ორგანოები, აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაცია უნდა შეიცავდეს ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმის რაოდენობრივ შეფასებას და მოცემულ პერიოდში ნიადაგის ტენიანობის შეფასებას აღნიშნული კულტურის მოთხოვნილების გათვალისწინებით. კარტოფილის თესვის პერიოდში აგრომეტეოროლოგიური ცნობები უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას ტემპერატურის შესახებ და ნიადაგის სახნავი ფენის ტენიანობაზე.

ერთერთ ოპერატიულ ინფორმაციულ დოკუმენტს წარმოადგენს დეკადური აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენი. ის არის აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაციის ძირითადი ფორმა, რომელშიც მოცემულია შექმნილი და მოსალოდნელი აგრომეტეოროლოგიური პირობების შეფასება და ანალიზი მცენარეების ვეგეტაციის, სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებისა და სხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების შესახებ. ყოველი დეკადის აგრომეტეოროლოგიური პირობების ანალიზი ტარდება თავისებურებათა გამოვლენისათვის, რომელსაც შეუძლია არსებითი გავლენა მოახდინოს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდგომარეობაზე და სავლელ სამუშაოების ჩატარებაზე. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ამინდის ანომალურ მოვლენებს.

ბიულეტენში ჩამოყალიბებულია მიმდინარე დეკადის აგრომეტეოროლოგიური დახასიათება, გაანალიზებულია ინფორმაცია მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის არახელსაყრელ მოვლენებზე (ძლიერი ყინვები, ხორშაკი და სხვა), მითითებულია ამინდის ანომალური მოვლენების ხანგრძლივობა. ცალკეულ კულტურებზე (საშემოდგომო და საგაზაფხულო მარცვლეული, ტექნიკური, ხეხილოვანი კულტურები და სხვა) მოცემულია შექმნილი ამინდის პირობების გავლენის ანალიზი და შეფასება, მათი განვითარების ტემპების, ტენით უზრუნველყოფის და ა.შ. გარდა ამისა, ბიულეტენში კარტოგრამების მიხედვით, ნაჩვენებია დეკადის ნალექების განაწილება ვეგე-

ტაციის პერიოდის განმავლობაში, ასევე ჰაერის მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურები და სხვა.

ბიულეტენში მოცემული მონაცემები მიღებულია ავტომატური მეტეოსადგურებიდან (ნახაზი 11.2.1).

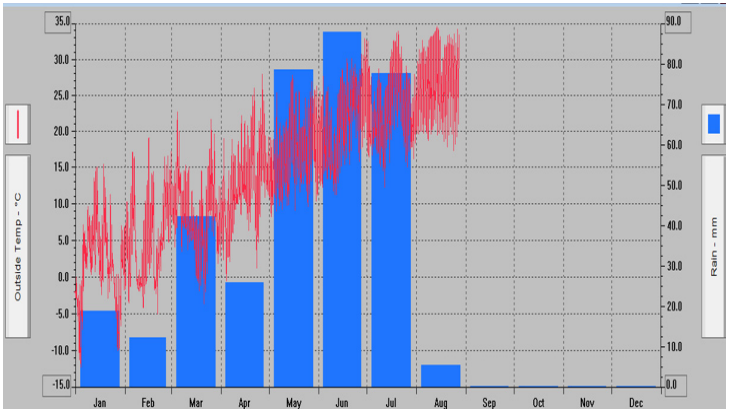


ნახაზი 11.2.1 ავტომატური მეტეოსადგური

ავტომატური მეტეოსადგური კომპაქტური სისტემაა, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია შორეულ ტერიტორიებზე, სავსე პირობებში. იგი მრავალფუნქციური დამკვირვებლის მიზნობრიობიდან გამომდინარე, გამოიყენება როგორც სოფლის მეურნეობაში, ასევე სამოქალაქო თავდაცვაში, საგანგებო სიტუაციების პრევენციაში, სახანძრო დაცვაში და სხვა.

ავტომატური მეტეოსადგურის საშუალებით, შესაბამისი სენსორების გამოყენებით, შესაძლებელია ისეთი მეტეოროლოგიური ელემენტების განსაზღვრა, როგორცაა: ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები, მზის რადიაციის ინტენსივობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება, ატმოსფეროს წნევა, ფარდობითი ტენიანობა, ნიადაგის ტემპერატურა, ტენიანობა და ა.შ.

ნახაზზე 11.2.2 მოცემულია ჰაერის საშუალო ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების გრაფიკული მონაცემები.



ნახაზი 11.2.2 ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და ატმოსფერული ნალექები (მმ)

ნახაზზე 11.2.2 მოყვანილი მონაცემების ანალოგიურად, პროგრამული უზრუნველყოფით, შესაძლებელია ნებისმიერი მეტეოროლოგიური ელემენტის დაკვირვებათა მასალების მიღება პერსონალურ კომპიუტერში (საათობრივი, თვის და წლის მიხედვით).

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას შეისწავლის ფენოლოგია?
2. მარტივ ფორმებში წარმოებულ ფენოლოგიურ დაკვირვებას რა პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს?
3. რას ეწოდება სავეგეტაციო პერიოდი და რომელ ფენოლოგიურ ფაზებს გადის მარცვლეული და ხეხილოვანი კულტურები?
4. როგორ ხდება მცენარის საერთო მდგომარეობის ვიზუალური და ობიექტური შეფასება?

5. რომელი სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების და ჩატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებების აღრიცხვა ხდება სავეგეტაციო პერიოდში?
6. რა ტემპერატურიდან ხდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სხვადასხვა ფაზის დადგომისათვის საჭირო გარკვეულ დღეთა რაოდენობის და მათი შესაბამისი ტემპერატურის ჯამების გამოთვლა?
7. რას ეწოდება ფენოანომალია და რა შემთხვევაში ჩაითვლება იგი უმნიშვნელო მოვლენად?
8. რას ეწოდება ფენოლოგიური ინდიკატორი?
9. როგორია წლის თბილი და ცივი პერიოდების აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების ნუსხა?
10. რაში მდგომარეობს ნათესების რაოდენობრივი შეფასების მეთოდი?
11. როგორ ხდება აგრომეტეოროლოგიური საინფორმაციო მასალების შედგენისას სოფლის მეურნეობის ცალკეული დარგების სპეციფიკის გათვალისწინება?
12. რას წარმოადგენს დეკადური აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენი?

თავი XII

კლიმატი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში

12.1 კლიმატი და მისი კლასიფიკაცია

კლიმატი წარმოადგენს მოცემულ ადგილში ამინდის მრავალწლიურ რეჟიმს ან ამინდის საშუალო მდგომარეობას ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, რომელიც განპირობებულია მისი გეოგრაფიული მდებარეობით.

ტერმინი კლიმატოლოგია ბერძნული წარმოშობისაა და ნიშნავს დახრილობას (klima). იგი მოიცავს შემდეგ დარგებს: ზოგადი კლიმატოლოგია, სტატისტიკური კლიმატოლოგია, დინამიკური კლიმატოლოგია და მათ შორის გამოყენებითი კლიმატოლოგია, სადაც მოიაზრება აგროკლიმატოლოგია, ბიოკლიმატოლოგია, სამშენებლო კლიმატოლოგია, საკურორტო კლიმატოლოგია. აღნიშნული დარგების კვლევის მასშტაბების მიხედვით გამოყოფილია მაკროკლიმატოლოგია, რომელიც წარმოადგენილია პლანეტარული მასშტაბით; მეზოკლიმატოლოგია, რომელიც კვლევებს ატარებს რეგიონალურ დონეზე და მიკროკლიმატოლოგია, რომელიც გულისხმობს ადგილობრივ მასშტაბით ჩატარებულ კვლევებს.

კლიმატური კვლევა ტარდება შემდეგი მეთოდების გამოყენებით:

- ❖ ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე პროცესებზე დაკვირვება და მათი ხარისხობრივი შეფასება;
- ❖ ექსპერიმენტის ჩატარება, კერძოდ ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედება, ნისლის გაბნევა და სხვა;
- ❖ სტატისტიკური (კლიმატური ნორმების და სტატისტიკური მახასიათებლების გამომანგარიშება) და ფიზიკო-სტატისტიკური ანალიზები (ატმოსფერული პროცესების აღწერა);
- ❖ მოდელირება - კლიმატური მოდელების შექმნა;
- ❖ სინოპტიკური და კლიმატური რუკების შედგენა.

კლიმატოლოგიის ძირითად ამოცანებს წარმოადგენს - კლიმატის გენეზისი, ანუ მისი ფორმირების კვლევა გეოგრაფიული ფაქტორების მოქმედებით; კლიმატური კანონზომიერებების გამოვლენა; კლიმატის კლასიფიკაცია; კლიმატის ისტორიული და გეოლოგიური კვლევა; კლიმატის ცვლილების მოდელირება და პროგნოზირება; მიკროკლიმატის ფორმირების კანონზომიერებების დადგენა.

განსხვავება ამინდსა და კლიმატს შორის ძირითადად დაკავშირებულია დროსთან. ამინდის შემთხვევაში ისეთი ელემენტების ერთობლიობა, როგორცაა ტემპერატურა, ნალექები, ტენიანობა, ღრუბლიანობა, მზის რადიაცია, ქარი და სხვა არსებობენ განსაზღვრულ მომენტში. კლიმატი კი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც აღნიშნული ელემენტების განვითარების ისტორია, რომლებიც გამოხატავენ გაბატონებული ამინდის ხასიათს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. როდესაც საუბარია ამინდზე, საინტერესოა ელემენტების (ტემპერატურა, ნალექები, ტენიანობა, წნევა, ქარები, ღრუბლიანობა და სხვ.) ურთიერთმოქმედება მოცემულ, მიმდინარე მომენტში, ხოლო კლიმატის შეფასებისას საჭიროა ამ კლიმატური ელემენტების საშუალო მნიშვნელობების ცოდნა განსაზღვრულ პერიოდში და გავლენის შეფასება გარემოს ფორმირებაზე.

გამომდინარე იქედან, რომ მეტეოროლოგიური (ამინდის) ელემენტები ყოველთვის და ყველგან გამუდმებით იცვლება, არასწორი იქნება თუ ჩვენ ავიღებთ რომელიღაც ერთი დღის ამინდს, როგორც წლის კლიმატის მნიშვნელობას. ამიტომ კლიმატურ შეფასებაში ფიგურირებს საშუალო სიდიდეები ან ტემპერატურის და ნალექების საშუალო მნიშვნელობები. აღნიშნული საშუალო სიდიდეები გაანგარიშებულია წლის, თვის ან დღის მონაცემების მიხედვით.

კლიმატის საერთო მახასიათებლებს წარმოადგენს უმთავრესი მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო მრავალწლიური და განმეორადობათა მნიშვნელობები - ტემპერატურის და ჰაერის ტენიანობის, ატმოსფერული წნევის და ნალექების, ქარის სიჩქარის და მიმართულების, თოვლის საბურველის სიმაღლის და სხვა.

კლიმატწარმოქმნის ძირითადი ფაქტორებია: მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ცირკულაცია, დედამიწის ზედაპირის საფარი (მცენარეულობა, ყინული, თოვლი და სხვა), ზღვები, ოკეანეები და სხვა.

რადიაცია, რომელიც შთაინთქმება ჰაერის მოქმედი ფენის მიერ, იხარჯება ამ ფენის და მომიჯნავე ფენის გათბობაზე, ასევე აორთქლებაზე. დედამიწის ზედაპირზე მზის რადიაციის შემოდინება და რადიაციული ბალანსის სეზონური ცვლილება დამოკიდებულია დედამიწის სფეროსებრ ფორმაზე და მისი ღერძის დახრილობაზე. დედამიწის ზედაპირზე განედების მიხედვით მზის სითბოს განაწილებას ყოფენ ხუთ თერმულ სარტყელად, ესენია:

1. ცხელი სარტყელი, რომელიც მდებარეობს ტროპიკებს შორის ჩრდილოეთ და სამხრეთ (23.5°) განედებზე;
2. ორი ზომიერ სარტყელი, რომელიც გადაჭიმულია ტროპიკებიდან ჩრდილოეთისაკენ და სამხრეთისაკენ (66.5° განედებზე) პოლარულ წრემდე;
3. ორი ცივი სარტყელი, რომელიც მოქცეულია პოლარულ წრეებსა და პოლუსებს შორის.

დედამიწის ზედაპირზე სითბოს გადანაწილებას განაპირობებს, აგრეთვე ზედაპირის მცენარეული საფარი. იგი გავლენას ახდენს რადიაციულ ბალანსზე, იწვევს ჰაერის მასების ტრანსფორმაციას. კერძოდ, ანტარქტიდის ყინულოვანი საფარი, როგორც ზამთარში, ისე ზაფხულში, განაპირობებს უარყოფით რადიაციულ ბალანსს, რაც ქმნის ცივ კლიმატს.

კლიმატის ფორმირებაზე გარდა გეოგრაფიული განედებისა, სათანადო გავლენას ახდენენ მატერიკები და ოკეანეები, რომელთა გავლენით ფორმირდება კონტინენტური და ზღვის ტიპის კლიმატი.

ძლიერი კლიმატწარმოქმნის ფაქტორია მთები. ისინი ქმნიან განსაკუთრებული კლიმატის ტიპს - მთის კლიმატს, რომლის გავლენა იგრძნობა მიმდებარე ტერიტორიების კლიმატზეც.

კლიმატის წარმოქმნას განაპირობებს ატმოსფეროს ცირკულაციაც, მარადიული ყინულები ხმელეთზე (ანტარქტიდა, გრელანდია და სხვა), ზღვის ძლიერი დინება. მაგალითად,

გოლფსტრიმის დინება ჩრდილო ატლანტიკაში, განაპირობებს განსაკუთრებულ რბილ-თბილ ზამთარს დასავლეთ ევროპაში.

კლიმატის ტიპი განისაზღვრება მოცემული ტერიტორიის სტანდარტული, ზუსტი და რეგულარული დაკვირვებებისა და ამინდის მოვლენების რეგისტრაციის საფუძველზე. ხანგრძლივი პერიოდის დაკვირვებების მონაცემთა დამუშავებით ადგენენ ცხრილებს, გრაფიკებს, სქემებს, რუკებს, რომლებშიც მოცემულია ამინდის ყველა ელემენტის სხვადასხვა მნიშვნელობები. კლიმატის ხასიათს განსაზღვრავს ამინდის ელემენტების საშუალო მნიშვნელობები და მათი განაწილება წლის განმავლობაში.

დედამიწის ზედაპირის დაყოფას კლიმატურ ოლქებად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან მცენარეებისა და ნიადაგის თავისებურება, ასევე სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ცხოველების გავრცელებაც დამოკიდებულია კლიმატის ხასიათზე. კლიმატთან არის დაკავშირებული ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის მრავალი დარგი, მათ შორის მრეწველობაც.

კლიმატის მრავალფეროვნებას ქმნის კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების სხვადასხვა შეთანანწყობა. დედამიწაზე კლიმატის შესწავლისათვის და მისი ცალკეული ტერიტორიებისათვის ადგენენ კლიმატური ელემენტების სხვადასხვა ნიშნების განსაზღვრულ შეთანანწყობას, რომლის მიხედვითაც აწარმოებენ კლიმატის კლასიფიკაციას. ზოგიერთი კლასიფიკაცია, რომლებიც დამახასიათებელია მრავალი კლიმატური ზონისათვის ეფუძნება ფლორას. უმეტესი კლასიფიკაცია ემყარება ტემპერატურისა და ნალექების რაოდენობრივ მაჩვენებლებს. კიოპენის მიერ შექმნილი სისტემა, რომელიც აღნიშნულ მაჩვენებლებზეა დამყარებული მთავარ კრიტერიუმად იყენებს მცენარეული საფარის გავრცელების საზღვრებს და გამოყოფს კლიმატის რამდენიმე ტიპს:

A - ტენიანი ტროპიკული კლიმატი

1. ტროპიკული ტყეების კლიმატი;
2. სავანების კლიმატი;

B - მშრალი კლიმატი

1. ველის კლიმატი
 2. უდაბნოების კლიმატი;
- C - ტენიანი ზომიერად - თბილი კლიმატი;
1. ხმელთაშუა ზღვის (თბილი, მშრალი ზაფხული);
 2. ტენიანი სუბტროპიკული (ზომიერი);
 3. დასავლეთის სანაპიროების კლიმატი;
- D - ტენიანი ზომიერად - ცივი კლიმატი
1. ცივი ტენიანი;
 2. ცივი;
- E - პოლარული კლიმატი
1. ტუნდრის კლიმატი;
 2. ყინულოვანი საფარველის კლიმატი

ტროპიკული ტყეების კლიმატი (A1) ხასიათდება მაღალი ტემპერატურებით, ტენიანობით, წვიმებით (თქეში), რომელიც მოდის მთელი წლის განმავლობაში. ეს მაჩვენებლები დამახასიათებელია ცენტრალური ამერიკისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის ტერიტორიებისათვის. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა შეადგენს 18°C . იგი გიგანტური ხეებით და მცენარეულობით არის მდიდარი.

სავანების კლიმატი (A2) გაბატონებულია ეკვატორულ სარტყელსა და პასატებს შორის. სავანები, ეს არის უტყეო ველი, რომელიც დაფარულია მხოლოდ ბალახეულით. წვიმების სეზონი ხასიათდება უხვი ნალექით, მშრალი პერიოდი კი გრძელდება მხოლოდ ერთი თვე. ტემპერატურის წლიური მსვლელობა 5°C დაბალია. ცხელი ტენიანი სეზონი ხელსაყრელ პირობებს უქმნის ბალახების (იზრდება მაღალი) სიცოცხლისუნარიანობას.

ველის კლიმატი (B1) გაბატონებულია დაბალი განედების სავანებსა და უდაბნოებს შორის. ნალექების ძირითადი რაოდენობა ტენიან სეზონზე მოდის. აქ გავრცელებული მცენარეულობა გაბნეულია მცირე კუნძულებად. ბალახი დაბალ სიმაღლეზე იზრდება, ველისთვის ძირითადად დამახასიათებელია

ეკლიანი ბუჩქნარები, ვიდრე ხემცენარეები. ველის კლიმატი-სათვის დამახასიათებელია ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილება და ხშირად მისი ძალიან დაბლა დაწევა.

უდაბნოების კლიმატი (B2) ძირითადად გავრცელებულია ამერიკის სამხრეთ-დასავლეთით, ჩრდილოეთ აფრიკაში (სახარის უდაბნო) და ავსტრალიაში. ეს კლიმატი ხასიათდება ზაფხულის მაღალი ტემპერატურებით, დღეღამის განმავლობაში ტემპერატურის მკვეთრი რყევადობით და მცირე ნალექებით. მცენარეულობა იშვიათია, უმეტესად გავრცელებულია კაქტუსები, რომლებიც მხოლოდ ცხელი კლიმატის პირობებში არსებობენ.

ხმელთაშუა ზღვის (თბილი) კლიმატი (C1) მოიცავს ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროს, კალიფორნიის დასავლეთ სანაპიროს, ჩილეს სანაპირო ზოლს, ავსტრალიის სამხრეთ-აღმოსავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილებს. იგი ცნობილია, როგორც რბილი კლიმატი. ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა შეადგენს 3-18°C. თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა 10°C აჭარბებს. ყველაზე ნალექიან თვეებში წვიმები სამჯერ უფრო მეტი რაოდენობით მოდის ვიდრე მშრალ პერიოდებში. აღნიშნული კლიმატის პირობებში კარგად ხარობს ციტრუსოვანი კულტურები.

ტენიანი სუბტროპიკული (ზომიერი) კლიმატი (C2) ხასიათდება ზომიერი ტემპერატურებით, სადაც არ არის გამოხატული მშრალი სეზონი. აქ ნალექები მოდის მთელი წლის განმავლობაში. უხვი ნალექები და ტემპერატურები ხელსაყრელია სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის. ამ ზონისათვის ტიპურია მერქიანი, სხვადასხვა სახის ბუჩქოვანი და წიწვოვანი მცენარეები, ასევე ხშირი ბალახი. აღნიშნული ტიპის კლიმატი დამახასიათებელია ამერიკის აღმოსავლეთ ნაწილისათვის, ურუგვაის, პარაგვაის და სამხრეთ ბრაზილიის უმეტესი ნაწილისათვის. მას ვხვდებით აგრეთვე შავი ზღვის სანაპირო ზოლში.

დასავლეთ სანაპიროების კლიმატი (C3) ხასიათდება საშუალო, ზომიერი ტემპერატურებით, რომელიც მოიცავს სანაპიროების ტერიტორიებს. გრილი ზღვის კლიმატი უფრო მეტად

ვლინდება ბრიტანეთის კუნძულებზე, საფრანგეთის დასავლეთ სანაპიროზე, სამხრეთ აფრიკის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროზე და ავსტრალიაში.

ცივი ტენიანი კლიმატი (D1) ძირითადად მოიცავს ჩრდილოეთ ამერიკის, ევროპისა და აზიის ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ კანადის რუსეთის ცენტრალური ნაწილის ტერიტორიებს. ამ კლიმატის ზონაში ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა შეადგენს -3°C , თბილი თვის ტემპერატურა შეადგენს 10°C . მკვეთრად გამოხატული მშრალი სეზონი არ აღინიშნება, ნალექები მოდის მთელი წლის განმავლობაში. მოცემული მოსავლიანი პირობები ძირითადად წარმოდგენილია ფოთლოვანი და წიწვოვანი მცენარეულობით და მაღალი ბალახოვანი საფარით.

ცივი კლიმატი მშრალი ზამთრით (D2) ძირითადად არ განსხვავდება ზემოაღნიშნული ტიპის კლიმატისაგან ტემპერატურის წლიური მსველობით. ამ ზონაში მოსული ნალექების უმეტესი რაოდენობა მოდის ზაფხულის პერიოდში. რაც შეეხება ზამთრის პერიოდს, იგი მშრალი და მკაცრია. აღნიშნული ტიპის კლიმატი დამახასიათებელია ცენტრალური კანადის ჩრდილოეთ ნაწილისათვის და ჩრდილო-აღმოსავლეთ აზიის უდიდესი ტერიტორიებისათვის.

ტუნდრის კლიმატი (E1) გაბატონებულია ალიასკის ჩრდილოეთით არქტიკულ სანაპიროზე, ჩრდილოეთ კანადაში, გრენლანდიის სანაპირო ზოლში და ციმბირში. მაღალ განედებში, სადაც აღნიშნული ტიპის კლიმატია, ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა დაახლოებით 10°C შეადგენს. მკაცრი კლიმატის გამო ყინვაგამძლე წიწვოვანი მცენარეებსაც კი არ შეუძლიათ განვითარება, აქ გავრცელებულია მხოლოდ ხავსურა, კენკროვანები და ძენნა.

ყინულოვანი საფარის კლიმატი (E2) გაბატონებულია პოლარულ ყინულოვანი საფარის ტერიტორიებზე, სადაც მუდმივი ყინული და თოვლია. აქ ყველაზე თბილი თვის ტემპერატურა 0°C დაბალია.

არსებობს კლიმატის კლასიფიკაცია ლ.ბერგის მიხედვით, სადაც გამოყოფილია გეოგრაფიული კლიმატური ლანდშაფ-

ტური ტიპის ზონები, ესენია: 1. ტუნდრის კლიმატი; 2. ტაიგის; 3. ზომიერი ზონის ფოთლოვანი ტყეების; 4. მუსონური; 5. სტეპის; 6. ხმელთაშუაზღვის; 7. სუბტროპიკული; 8. ზომიერი სარტყლის შიგამატერიკული უდაბნოს; 9. ტროპიკული უდაბნოს; 10. სავანების ან ტროპიკული ტყესტეპის; 11. ტროპიკული ტყის ტენიანი; 12. მუდმივი ყინულის.

რაც შეეხება საქართველოს კლიმატს, ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებისა და მისი ტერიტორიის მთიანი რელიეფის კომპლექსში იგი დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება. აქ წარმოდგენილია თითქმის ყველა ტიპის კლიმატი, გარდა - ტროპიკული და უდაბნოებისა.

აღმოსავლეთ საქართველოში წარმოდგენილია კლიმატის შემდეგი ტიპები:

1. ზომიერად მშრალი სუბტროპიკული, რომელიც ხასიათდება ცხელი ზაფხულით და ცივი ზამთრით. იგი მოიცავს გარე კახეთის ვაკეებს, შიდა ქართლის და ქვემო ქართლის ტერიტორიებს ზღ. დონიდან 800 მ სიმაღლემდე;

2. ზომიერად ნოტიო კლიმატი, ზომიერად ცხელი ზაფხულით და ცივი ზამთრით - ალაზნის ველი;

3. ზომიერად თბილი სტეპურიდან ზომიერად ნოტიოზე გარდამავალი ზღ. დონიდან 800-1000 მ სიმაღლის საზღვრებში - შიდა ქართლის და ქვემო ქართლის ტერიტორიები, გარე კახეთის ვაკეები;

4. ზომიერად ნოტიო თბილი ზაფხულით და ცივი ზამთრით - შიდა და ქვემო ქართლი და კახეთის საშუალო მთის ზონა ზღ. დონიდან 800-1200 მ სიმაღლეზე;

5. ზომიერად ნოტიო გრილი ზაფხულით და ცივი ზამთრით - თრიალეთის მთიანი მასივი, კავკასიონის სამხრეთ ფერდობები, 1200-1800 მ სიმაღლეზე ზღ. დონიდან.

6. ზღვის ნოტიო გარდამავალი ზომიერად ნოტიო კონტინენტურზე, ხანგრძლივი ზაფხულით და ცივი თოვლიანი ზამთრით - სამცხე-ჯავახეთის მთის ზონა 800-1700 მ სიმაღლემდე;

7. ზღვის ნოტიო გარდამავალი - მოკლე ზაფხულით და ცივი თოვლიანი ზამთრით - სამცხე-ჯავახეთის მაღალმთიანი ზონა 1700-1800 მ სიმაღლემდე;

8. ზომიერად ნოტიო - ცივი ზამთრით და ხანმოკლე ზაფხულით - კავკასიონის სამხრეთ ფერდობები, ზღ. დონიდან 1700-2200 მ სიმაღლემდე;

9. მაღალმთის ზომიერად ნოტიო, ზაფხულის პირობების გარეშე - კავკასიონის სამხრეთ ფერდობების მაღალმთიანი ზონა, 2200-3000 მ სიმაღლემდე;

10. მაღალმთის კლიმატი მყინვარებით და მუდმივი თოვლით - კავკასიონის მაღალმთიანი ზონა, 3000-3200 მ სიმაღლემდე.

დასავლეთ საქართველოს კლიმატის ტიპები:

1. ზღვის ნოტიო, თბილი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით - კოლხეთის დაბლობი, შავი ზღვის სანაპირო ზოლი;

2. ზომიერად ნოტიო, ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით - დაბალი მთების ზონა, 1000-1200 მ სიმაღლემდე;

3. ნოტიო, ცივი ზამთრით და თბილი ზაფხულით - საშუალო მთის ზონა 1200-1500 მ სიმაღლემდე;

4. ნოტიო, ცივი ზამთრით და გრილი ზაფხულით - მაღალმთიანი ზონა, 1800 მ სიმაღლემდე;

5. ნოტიო, ცივი თოვლიანი ზამთრით და ხანმოკლე ზაფხულით - მაღალმთიანი ზონა 1880-2400 მ სიმაღლემდე;

6. მაღალმთიანი ნოტიო, ზაფხულის პირობებს მოკლებული - მაღალმთიანი ზონა 2400-2900 მ სიმაღლემდე;

7. მაღალმთიანი ნოტიო, მუდმივი თოვლითა და მყინვარებით - მაღალმთიანი ზონა, 2900 მ სიმაღლემდე.

სამხრეთ საქართველოსათვის დამახასიათებელი კლიმატის ტიპები:

1. ზომიერად ცივი ზამთრის და თბილი ზაფხულის კლიმატიდან მაღალმთიან სტეპურზე გარდამავალი - მესხეთ-ჯავახეთის დაბალმთიანი ზონა, ზღ. დონიდან 800-1200 მ სიმაღლემდე;

2. მაღალმთიანი სტეპური, ცივი ზამთრითა და თბილი ზაფხულით - ნალკის ზეგანი, დმანისის პლატო, ზღ.დონიდან 1200-1700 მ სიმაღლემდე;

3. მთიანეთის სტეპური, ცივი ზამთრით და გრილი ზაფხულით - მესხეთ-ჯავახეთის საშუალო მთიანი ზონა, ზღ. დონიდან 1200-2100 მ სიმაღლემდე;

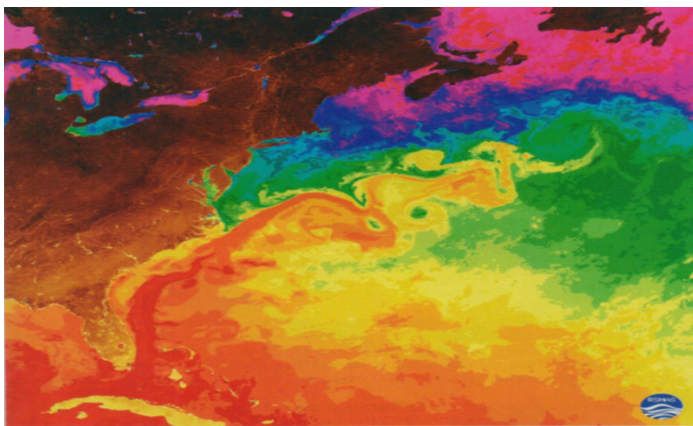
4. მთიანი სტეპური, ხანმოკლე ზაფხულით და ცივი ზამთრით - ჯავახეთის მაღალმთიანი ზონა, ზღ. დონიდან 2000-2400 მ სიმაღლემდე;

5. მაღალმთიანეთის ზომიერად მშრალი, ზაფხულის ტიპიურ პირობებს მოკლებული - ჯავახეთისა და სამსარის მაღალმთიანი ზონა.

12.2 ოკეანისა და ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების გავლენა კლიმატის ფორმირებაზე

ოკეანური დინებები - წარმოადგენს ოკეანის ზედაპირული ფენების წყლის ჰორიზონტალურ მოძრაობებს დიდი წყლის აუზების ნაპირებთან. აღნიშნული დინებები, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ოკეანესა და ატმოსფეროს ქვედა ფენებს შორის ენერჯისა და ტენის მომოცვლაზე. ოკეანურ დინებებს აღძრავს ატმოსფეროს ქვედა ფენებში არსებული ქარები. დინების მოძრაობა ზედაპირთან შეესაბამება ქარის რეჟიმებს. მსოფლიო ოკეანეში აღინიშნება თბილი (ზედაპირული) და ცივი (სიღრმული) დინებები. კლიმატის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ისეთ დინებებს, როგორცაა ატლანტიკის სექტორში გოლფსტრიმი, ლაბრადორი, ხოლო წყნარი ოკეანის სექტორში ელ-ნინიო და კუროსიო. ზედაპირული და სიღრმული დინებები ქმნიან მსოფლიო ოკეანის ცირკულაციურ სისტემას.

გოლფსტრიმი თბილი დინებით გამოდის კარიბის ზღვიდან და მექსიკის ყურედან და სითბო გადააქვს ატლანტის ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში (სურ. 12.2.1).



სურ. 12.2.1 გოლფსტრიმი

გოლფსტრიმის თბილი დინების გავლენით ევროპის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში ტემპერატურა 10°C -ით მეტია იმასთან შედარებით, ვიდრე იქნებოდა მისი არარსებობის პირობებში. გოლფსტრიმი ნორვეგიასა და გრელანდიას შორის ამთავრებს სითბოს გაცემას. იდი იწყებს გაციებას და მოქცევის შემდეგ ლაბრადორის ცივი დინების სახით უბრუნდება ჩრდილო ატლანტიკის დასავლეთ სექტორს. წყლის ზედაპირის ტემპერატურის ცვლილება გავლენას ახდენს ხმელეთის მიმდებარე ტერიტორიების ტემპერატურისა და ნალექების განაწილების რეჟიმებზე.

ელ-ნინიო (EL-Nino - Southern Oscillation-ENSO) სამხრეთის ტალღური რხევაა (ოსცილაცია), წარმოშობით თბილი წყლის დინებით. თავდაპირველი მნიშვნელობით ელ-ნინიო პერიოდულად მიედინება პერუსა და ეკვადორის სანაპიროს გასწვრივ. იგი უარყოფითად მოქმედებს მეთევზეობაზე. ელ-ნინიოს დროს გაბატონებული პასატები სუსტდება, ხოლო შემხვედრი ეკვატორული ნაკადი ძლიერდება. ეს ოკეანური მოვლენა უკავშირდება ინდოეთისა და წყნარ ოკეანეზე ტროპიკული წნევის პერიოდულ რყევას და ცირკულაციურ პროცესებს, რაც სამხრეთის ტალღური რხევის, ელ-ნინიოს (ENSO) სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ დროს გაბატონებული ქარები (პასატები) სუსტდება, საპირისპირო ეკვატორული ნაკადები ძლიერდება.

ეს პროცესი ინდონეზიის რეგიონში ინვესს თბილი ზედაპირული წყლის დინებას აღმოსავლეთ მიმართულებით და ინვესს პერუს ცივი დინების გადაფარვას. ტროპიკულ ნაწილში ეს მოვლენა განსაკუთრებულად ძლიერ გავლენას ახდენს ქარების რეჟიმზე, ზღვის ზედაპირის ტემპერატურასა და ნალექების განაწილებაზე. ამ პროცესის კლიმატწარმომქნელი მოქმედება ვრცელდება წყნარი ოკეანის ფარგლებში და დედამიწის სხვა დანარჩენ ტერიტორიაზე. შეიძლება ითქვას, რომ ელ-ნინო უფრო მეტია, ვიდრე უბრალოდ ოკეანური დათბობა. იგი უოკერის (უოკერი უჯრედის სახელწოდებითაც ფიქსირდება) ცირკულაციის სახელით ცნობილი რთული ურთიერთქმედების შედეგია. ელ-ნინოს თბილი ნაკადების ერთერთი ყველაზე ძლიერი გამოვლინება დაფიქსირდა 1992 წლის მარტიდან მაისის ჩათვლით, ამერიკის ორივე კონტინენტის დასავლეთ სანაპიროს გასწვრივ და წყნარი ოკეანის ცენტრალურ რეგიონები. მისმა საპირისპირო რეაქციამ გამოიწვია ზღვის ზედაპირის გაცივება წყნარი ოკეანის ჩრდილო და სამხრეთ ნაწილებში.

ელ-ნინოს საპირისპირო მოვლენას ადგილი აქვს მაშინ, როცა იგი გაიფანტება, რასაც შეიძლება მოჰყვეს წყნარი ოკეანის ტროპიკული აღმოსავლეთი ნაწილის გაგრილება. ელ-ნინოს საპირისპირო მოვლენა ცნობილია როგორც ლა-ნინია ანუ ელ-ნინოს ცივი ფაზა.

ტროპიკული ციკლონები - წარმოადგენს ოკეანესა და ატმოსფეროს შორის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოქმნილი ცირკულაციური პროცესების ექსტრემალურ გამოვლინებას. მისი ჩასახვა და განვითარება ტროპიკულ ზონაში მიმდინარეობს, როცა ოკეანის ზედაპირის ტემპერატურა 28°C აღემატება. ტროპიკული ციკლონების ჰორიზონტალური ზომები რამდენიმე ასეულ კილომეტრს შეადგენს, ქარის სიჩქარე - 60-100 მ/წმ. ციკლონი ხასიათდება ნალექთა დიდი რაოდენობით, რომელიც 100-1000 მმ ფარგლებში მერყეობს და მას სანაპირო ზოლში თან ახლავს ძლიერი ქარები და ზღვის ღელვა. მისი არსებობის პერიოდი საშუალოდ 6-7 დღეა.

ტროპიკული ციკლონები შეიძლება ითქვას, უკიდურესად ძლიერი ქარიშხლებია, რომლებიც ტროპიკებიდან ზომიერი გა-

ნედებისაკენ მიგრირებენ. მთელ დედამიწაზე სანაპირო ზონებში მათ დიდი მსხვერპლი და ნგრევა მოაქვთ. ატლანტის ოკეანის სანაპიროსა და წყნარი ოკეანის აღმოსავლეთში მას ქარიშხალს უწოდებენ. ტაიფუნის სახელწოდებით იგი ცნობილია უკიდურეს დასავლეთში, ხოლო ინდოეთის ოკეანისა და ავსტრალიის თავზე ციკლონს უწოდებენ. სტრუქტურულად ისინი ერთმანეთის მსგავსია, თუმცა ტაიფუნი მეტი სიძლიერით გამოირჩევა. იგი მაღალი სიხშირით ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში წყნარი ოკეანის დასავლეთ ნაწილში დაიკვირვება, სადაც ტაიფუნის თითქმის 17 შემთხვევა ფიქსირდება. რაც შეეხება, სამხრეთ ნახევარსფეროს ანტლანტის ოკეანეში ტროპიკული ციკლონები არ წარმოიქმნება. ეს იმით აიხსნება, რომ ტროპიკული ციკლონების წარმოქმნა დამოკიდებულია თბილი წყლის დიდი რაოდენობის დაგროვებაზე, რაც არ ხდება სამხრეთ ატლანტის მცირე აუზში.

ტროპიკული ციკლონების უმეტესობა იწყება, როგორც უნივერსალური ტროპიკული აღელვება. როდესაც ისინი ძლიერდებიან და ქმნიან ღრუბლების და ჭექა-ქუხილის აქტივობის ზოლს წარმოიქმნება ტროპიკული დეპრესიები. თუ მათი სტაბილური ქარის სიჩქარე 120 კმ/სთ აღემატება, შემდგომი ინტენსიფიკაციის შედეგად ისინი ტროპიკულ ციკლონად გადაიქცევიან და საბოლოოდ - ქარიშხლებად ოკეანის აუზების დასავლეთ ნაწილში. მათი ინტენსივობა იზრდება ცენტრისკენ და აღწევს ე.წ. „ხარის თვალამდე“, რაც არის ცენტრის გარშემო მაქსიმალური აქტივობის ზონა. ქარიშხლის თვალის განსვადება მისი დანარჩენი ნაწილისაგან. მას ახასიათებს მოწმენდილი ცა, მსუბუქი ქარები და მაღალი ტემპერატურა. ქარიშხლებს თან ახლავს დიდი საშიშროებები, კერძოდ, შტორმული წყლის მოდენა, რაც გამოწვეულია დაბალი ატმოსფერული წნევის შედეგად, ზღვის დონის მატება, ძლიერი ქარებით გამოწვეული წყლის აზვირთება და ა.შ. ქარიშხლების ცვალებადი ბუნების გამო გაძნელებულია მათი პროგნოზირება, თუმცა თანამგზავრული დაკვირვებები პროგნოზების სიზუსტის გარკვეულ საშუალებებს იძლევა.

მუსონები - დედამიწის ცალკეული რეგიონების კლიმატის ჩამოყალიბებაში დიდ როლს ასრულებს მუსონური ცირკულაცია. იგი ოკეანესა და კონტინენტს შორის ზამთრისა და ზაფხულის სეზონებში წარმოიქმნება. ზამთარში, აზიის კონტინენტის სამხრეთ ნაწილში პრევალირებს მშრალი დაღმავალი ნაკადები, რომელიც მიმართულია ხმელეთიდან კონტინენტისაკენ. ზაფხულში - საპირისპირო მიმართულების ნოტიო აღმავალი ნაკადები, რომლებსაც ახლავს უხვი ნალექები ინდოეთისა და ინდოჩინეთის სუბკონტინენტებზე.

საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებს განაპირობებს ზემოქმედების ცენტრები. ისინი სხვადასხვა ინტენსიურობით, სხვადასხვა პერიოდში საწყის აძლევენ აღნიშნული პროცესების მსვლელობას. მათი მოქმედებით ვითარდება სხვადასხვა ცირკულაციური პროცესები, სეზონური განმეორადობებით. ეს ცენტრებია: აზორის ანტიციკლონი (A_H), არქტიკული ანტიციკლონი (N_H), ციმბირის ანტიციკლონი (S_H), ხმელთაშუა ზღვის დეპრესია (M_L), ისლანდიის დეპრესია (I_L), აზიის დეპრესია (A_L).

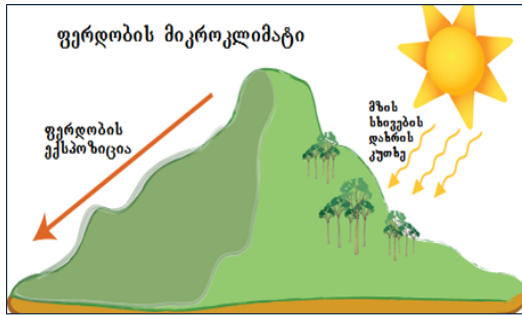
საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ჩამოყალიბებაში ყველაზე ხანგრძლივად მოქმედებს ისეთი ცირკულაციური პროცესები, როგორცაა: ციკლონი და მასთან დაკავშირებული ოკლუზიის ფრონტი, დასავლეთის და აღმოსავლეთის შემოჭრა. ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ნალექთა რეჟიმის ჩამოყალიბებაში. დასავლეთიდან შემოჭრისა და ციკლონების გავლის დროს დასავლეთ საქართველოში 3-5-ჯერ მეტი ნალექების რაოდენობა მოდის, აღმოსავლეთ საქართველოსთან შედარებით. აღმოსავლეთიდან შემოჭრისას, პირიქით, აღმოსავლეთ საქართველოში მოსული ნალექთა რაოდენობა 2-ჯერ სჭარბობს დასავლეთ საქართველოში მოსულ ნალექთა რაოდენობას.

ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები საქართველოს ტერიტორიაზე მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ტემპერატურის რეჟიმის ჩამოყალიბებაში. ჰაერის მასების დასავლეთიდან შემოჭრის დროს ერთი და იგივე სიმაღლეზე ტემპერატურა დასავლეთ საქართველოში ნაკლებია, აღმოსავლეთ საქართველოსთან შედარებით. აღნიშნულ შემთხვევაში ადგილი აქვს ფიონურ ეფექტს. აღმოსავლეთის შემოჭრისას კოლხეთის დაბ-

ლობზე უმეტესად დაიკვირვება აღმოსავლეთის ძლიერი, თბილი ქარები და უღრუბლო ამინდი.

12.3 მიკროკლიმატის მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში და მისი შესწავლის მეთოდები

მიკროკლიმატი (ბერძ. mikros - მცირე) შეისწავლება ნიადაგისპირა მიმდებარე ჰაერის ფენაში და მცენარეებით დაფარულ გარემოში (ფიტოკლიმატი). მეცნიერების ამ მიმართულებას მიკროკლიმატოლოგიას უწოდებენ ანუ იგი შეისწავლის მცირე ტერიტორიის კლიმატს (სურ. 12.3.1).



სურ. 12.3.1 ფერდობის მიკროკლიმატი

ყოველი კლიმატური ზონის შიგნით ადგილი აქვს საერთო მდგომარეობიდან ერთგვარ გადახრას, რაც გამოწვეულია: ადგილის კონტინენტურობით, რელიეფის ფორმის სხვადასხვაობით, მცენარეულობით და ა.შ. აღნიშნული მიზეზების გავლენა ზოგჯერ საკმაოდ დიდ ტერიტორიაზე ვრცელდება, როგორცაა ზღვების სანაპირო ზოლები, ხოლო ზოგჯერ მცირე ადგილებშიც მკვეთრად მჟღავნდება, თუ ამ ადგილების რელიეფი ძლიერ დასერილია. აქ ტენიანობის და ტემპერატურის მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მაგალითად, მზის რადიაციის საშუალებით უფრო მეტად თბება სამხრეთი ფერდობი, ვიდრე ჩრდილოეთი, ამიტომ თოვლის საბურველი უფრო ადრე დნება სამხრეთ ფერდობზე, ვიდრე

ჩრდილოეთ ფერდობზე. შეიძლება ითქვას, რომ ერთი და იგივე ტიპის კლიმატში აღინიშნება მიკროკლიმატი.

შექმნილი თავისებური მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც ზოგადი კლიმატური ფონიდან გამოირჩევიან, ნარმოქმნიან ადგილის მიკროკლიმატს, მაკროკლიმატის ანუ დიდი ტერიტორიის კლიმატისაგან განსხვავებით. მაკროკლიმატის პირობები თითქმის მუდმივია, მიკროკლიმატის კი იცვლება ანთროპოგენური გავლენით. მაგალითად, ნიადაგის დამუშავებით, ტყის გაკაფვით, მცენარეების გაშენებით, ჭაობების დაშრობით და მრავალი სხვა მოქმედებით.

ხელოვნურად შექმნილი პირობები ცვლის განათებას და მზის რადიაციის მოქმედებას, რასაც თანახლავს ტემპერატურის, ტენიანობის, ქარის მიმართულების, მცენარის ვეგეტაციის და მრავალი სხვა ცვლილება.

თავისი გავრცელების მასშტაბით და მეტეოროლოგიური ელემენტების თავისებურებით არჩევენ ადგილობრივ კლიმატს და მიკროკლიმატს. ადგილობრივი კლიმატი უფრო დიდ ტერიტორიას მოიცავს, ვიდრე მიკროკლიმატი. მაგალითად, მსხვილი ობიექტების შემთხვევაში, როგორც არის ქალაქი ან სანაპირო გამოიყენება ტერმინი ადგილობრივი კლიმატი. მას შეიძლება მიეკუთვნოს ბრიზი, მთა-ბარის ქარი. არჩევენ ასევე, ტყის, დაბლობის, ტბის, მდინარის და სხვა ადგილობრივ კლიმატს, ხოლო მიკროკლიმატი მცირე მასშტაბითაა წარმოდგენილი - ბოსტნის, მცენარეების ნარგავების და სხვა სახით. სხვადასხვა ამინდის პირობებში მიკროკლიმატური განსხვავებები მკვეთრად ან ნაკლებად ვლინდება. კერძოდ, მზიან და წყნარ ამინდში ტემპერატურული სხვაობები უდიდესია, ხოლო ძლიერი ქარის პირობებში - უმცირესი.

მეტეოროლოგიაში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით მიკროკლიმატური პირობების შესწავლა წარმოებს რამდენიმე მიმართულებით:

- დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში;
- უშუალოდ მცენარის არეში;
- რელიეფის ფორმის მიხედვით;
- ქალაქის მიკროკლიმატის.

ყველა ფერდობს ახასიათებს მიკროკლიმატური თავისებურებანი. მთაგორიან ადგილებში ხდება მაღლობიდან დაბლობისაკენ ჰაერის მასების მოძრაობა. ეს მოვლენა ღამის საათებში ინვევს ცივი მასების დადგომას და დაგროვებას დაბლობებში.

მიკროკლიმატი მცენარის არეში განსაკუთრებული პირობებით ხასიათდება, რასაც დამატებით ფიტოკლიმატს უწოდებენ. ფიტოკლიმატის ქვეშ იგულისხმება მეტეოროლოგიური ელემენტების მსგავსება მცენარეულ საფარში.

დიდ ქალაქებს და გარეუბნებსაც გააჩნიათ მიკროკლიმატი. ქალაქი, გარდა იმისა, რომ მზისგან თბება, ამავე დროს დამატებით სითბოს ღებულობს შენობებიდან. ამის გამო, მის ცენტრში ჰაერის ტემპერატურა უფრო მეტია, ვიდრე გარეუბნებში. აქედან გამომდინარე, ქარის გადაადგილება ხდება ქალაქის განაპირა ადგილებიდან ცენტრისაკენ. ნალექების განაწილებაც ქალაქში სხვადასხვანაირია. მაგალითად, ნალექების წლიური ჯამი მის ცენტრში უფრო მეტია, ვიდრე გარეუბანში და სხვა.

მიკროკლიმატური პირობების შესწავლა ივალისწინებს, დაკვირვებათა წარმოებას და მიკროკლიმატური ქსელის - პუნქტების შექმნას, რომელიც საჭიროა ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილების კანონზომიერების გარკვევისათვის მოცემულ ტერიტორიაზე.

მიკროკლიმატური ქსელის პუნქტები ორ ნაწილად იყოფა: 1. მუდმივი ქსელი, რომელიც დაკვირვებას აწარმოებს ხანგრძლივად; 2. დროებითი ქსელი, რომელიც 1-2 სეზონის განმავლობაში მუშაობს.

მიკროკლიმატური მუდმივი ქსელი მიზნად ისახავს ძირითად მოვლენებზე ადგილმდებარეობის გავლენის აღრიცხვას, ხოლო დროებითი ქსელი შეისწავლის ცალკეულ ნაკვეთებს.

მიკროკლიმატური ქსელის მუშაობა ითვალისწინებს ადგილის შერჩევას და ხელსაწყოების დაყენებას. ადგილის შერჩევისას გაითვალისწინება ქსელის თვითიული პუნქტის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ზედაპირის ფორმა, ნიადაგისა და მცენარეულობის დახასიათება, მანძილი ტყიდან ქალაქებიდან, სოფლებიდან და სხვა. ხელსაწყოების დაყენება წარმოებს სელიანირო-

ვის ტიპის ჯიხურში, სადაც იდგმება მაქსიმალური და მინიმალური თერმომეტრები. აღნიშნულ პუნქტებზე დაკვირვება ხდება დილას და საღამოს. ტარდება, აგრეთვე თერმომეტრული აგეგმვა, რომელიც მიმდინარეობს ფსიქრომეტრის საშუალებით, ნიადაგიდან 10 სმ და 150 სმ სიმაღლეზე.

მიკროკლიმატური დაკვირვებები გულისხმობს, აგრეთვე ანემომეტრიულ აგეგმვას, რომელიც ტარდება ფუსის ანემომეტრით დღეში 3-ჯერ. აღნიშნული სამუშაოები ტარდება პუნქტებს შორის შერჩეულ ადგილებზე, რომლის დროსაც გათვალისწინებული უნდა იყოს ნაკვეთის რელიეფი.

ნიადაგის კლიმატი. ნიადაგის კლიმატის ქვეშ იგულისხმება ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის მრავალწლიური რეჟიმი, ნიადაგის ჰაერი და სხვა მახასიათებლები, რომლებიც დამოკიდებულია ბუნებრივ პირობებზე და იმ ცვლილებაზე, რასაც ხელოვნური მოქმედების მიზნით, ახორციელებს ადამიანი გარემოზე.

ნიადაგის კლიმატს ატმოსფეროს კლიმატთან შედარებით, გააჩნია სპეციფიკური თავისებურებანი, რაც დამოკიდებულია მცენერეულ და თოვლის საბურველზე, გრუნტის წყლების სიახლოვეზე, ადამიანის საქმიანობაზე. ნიადაგის კლიმატი, განსაკუთრებით სახნავი ფენის, იცვლება მისი დამუშავებით, მელიორაციით, მინდვრებზე თესლბრუნვით და სხვა. მაშასადამე, ნიადაგის კლიმატი თავისი სივრცობრივი ცვალებადობით უახლოვდება მიკროკლიმატს და სწორი რელიეფის პირობებში, წარმოადგენს მიკროკლიმატის ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ ნაწილს.

ნიადაგის კლიმატი გავლენას ახდენს ნიადაგის მზადყოფნის ვადებზე, თესლის გაღვივების სიჩქარეზე, ფესვთა სისტემისა და მცენარის მიწისზედა მასის ზრდაზე, ხოლო ზამთრის პერიოდში თითქმის მასზეა დამოკიდებული მცენარეთა გამომწამთრების პირობები.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში საგაზაფხულო მინდვრის სამუშაოების ვადები, როგორც წესი დგება ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით. ცალკეულ ნაკვეთებს კი ნიადაგის ტიპზე დამოკიდებულებით, გააჩნიათ სულ სხვა ტემპე-

რატურული რეჟიმი. გაზაფხულზე მძიმე ნიადაგები, რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობით ტენს, შრებიან ნელა. ამიტომ მათი გათბობა 5°C -მდე 20 სმ სიღრმეზე ხდება 10-15 დღით გვიან ჰაერთან შედარებით. მსუბუქ ნიადაგებზე კი 5°C -მდე გათბობა მიმდინარეობს 7-10 დღით ადრე, ვიდრე ჰაერის. დადგენილია, რომ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში საშუალოდ 10 სმ სიღრმეზე ტემპერატურის სხვაობა ქვიშნარსა და სილნარ ნიადაგებს შორის შეადგენს $2-3^{\circ}\text{C}$, ხოლო თიხნარ და ტორფიან ნიადაგებს შორის $4-5^{\circ}\text{C}$. გამომშრალი ტორფიანი ნიადაგების ტემპერატურა $3-5^{\circ}\text{C}$ -ით მეტია, ვიდრე ტენიანი, ტორფიანი ნიადაგების ტემპერატურა. ქვიშნარი ნიადაგები ზაფხულობით უფრო თბილია და ზამთრობით უფრო ცივი, ვიდრე თიხნარი ნიადაგები და ა.შ.

მიკროკლიმატური განსხვავებები შეიმჩნევა ნიადაგის სითბურ რეჟიმში სიმაღლის ვერტიკალური ზონალობით. მაგალითად, ზაფხულის პერიოდში ზღ. დონიდან 500 მ სიმაღლემდე ყველაზე მეტად თბება ყავისფერი და შავმიწა ნიადაგები, ხოლო 1000-1500 მ სიმაღლეზე განსაკუთრებით თბილია ნემომპალა-კარბონატული და ყავისფერი ნიადაგები. მოცემულ სიმაღლეებზე შედარებით ცივია ტყის მურა და შავმიწა ნიადაგები. აღნიშნული სიმაღლეების ზევით ყველაზე თბილი ნიადაგებია ნემომპალა-კარბონატული, ხოლო ყველაზე ცივი - შავმიწა ნიადაგები. ზამთრის პერიოდში 500 მ სიმაღლემდე ყველაზე თბილია ნითელმიწა და ნემომპალა-კარბონატული ნიადაგები, ხოლო 500-1500 მ სიმაღლეზე ტყის ყავისფერი ნიადაგები. მოცემულ სიმაღლეებზე ყველაზე ცივი ტყის მურა ნიადაგებია. 1500 მ სიმაღლის ზევით თბილია შავმიწა ნიადაგები, ხოლო ცივია ნემომპალა-კარბონატული და მთა-მდელოს ნიადაგები.

ნიადაგის ტემპერატურის და ტენიანობის დეტალური შესწავლა და კარტოგრაფირება საშუალებას იძლევა უფრო საფუძვლიანად იქნას დადგენილი მინდვრის საგაზაფხულო სამუშაოები, აგრეთვე რაციონალურად განლაგდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, რომლებიც განსხვავდებიან სითბოს მოთხოვნილების მიხედვით.

ტყის კლიმატი. ტყე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს მიკროკლიმატის ფორმირებაზე. იგი არეგულირებს მეტეოროლოგიური ელემენტების მსვლელობას და ქმნის ტყის მიკროკლიმატს. მზის სხივურ ენერგიას მცენარეები შთანთქავს და ტყის ქვეშ ნიადაგის ზედაპირი იღებს მხოლოდ იმ ენერგიის ნაწილს, რაც მის ზედაპირსა და ქვედა შრეებს ათბობს. მზის ჩასვლის შემდეგ ზედაპირი თანდათან გამოასხივებს სითბოს, რის გამოც ტემპერატურის ამპლიტუდა უმნიშვნელოა. ნიადაგის მოშიშვლებულ ადგილზე ტემპერატურის ამპლიტუდა დიდია. ტყე და მინდორსაცავი ტყის ზოლი ამცირებს ქარის მავნე მოქმედებას, უცვლის მას მიმართულებას და სიჩქარეს. გაბატონებული ქარების მხრიდან სასურველია გაშენდეს ხეები, რომლებიც შექმიან ტყის მასივს, რაც ხელს შეუწყობს მოცემული ტერიტორიის მიკროკლიმატური პირობების გაუმჯობესებას.

ტყის გავლენა კლიმატზე იცვლება ჯიშთა მიხედვით, ტყის სიხშირის შემცირების შემთხვევაში მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა ეროზიულ ნიადაგებზე ტყის გაშენება. ტყე წყლის მარაგის წყაროა. მისი მნიშვნელობა შემდეგში მდგომარეობს:

- ❖ ტყე ნიადაგის ზედაპირს ჩრდილავს. წვიმის, თოვლისა და სხვა სახის ატმოსფერული ნალექის ნაწილს უშვებს ნიადაგში, ადიდებს ჰაერის ტენიანობას, რაც დადებითი მოვლენაა. ტყეში თოვლის საბურველი თანდათან დნება და მის მთელ მარაგს ნიადაგი ითვისებს, რაც მცენარის ნორმალური ვეგეტაციისათვის ტენიანობის ოპტიმალურ პირობებს ქმნის.
- ❖ ტყე მიმართულებას უცვლის ქარს, ამცირებს მის სიჩქარეს და ამით იცავს ნიადაგსა და მცენარეს გამოშრობისაგან.
- ❖ ტყის ქვეშა ნიადაგი ორგანული ნარჩენების დაშლის შედეგად სხვა ნიადაგებისაგან მაღალი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით განსხვავდება. ტყე დიდი სითბოგამტარიანობით და სითბოტევადობით ხასიათება. ის კარგად ითვისებს ატმოსფერულ ნალექებს, რაც ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის.

ტყის გაკაფვის შედეგად ძლიერდება ეროზიული პროცესები, განსაკუთრებით დასერილ რელიეფიან, მთაგორიან ადგი-

ლებში. ნიადაგის ზედაპირსა და მიმდებარე ჰაერის ფენაში ტემპერატურის ცვლილების ამპლიტუდა იზრდება.

კლიმატზე ტყის გავლენის საკითხის მეცნიერული განხილვა აქტუალური გახდა ტყის არასწორი ექსპლოატაციის შედეგად, კლიმატის შეცვლის, ატმოსფერული ნალექებისა და წყლის რესურსების შემცირების, მოშიშვლებულ ადგილებზე მტვრის, ქარბუქის, წყალდიდობის, თოვლის ზვავებისა და სხვა სტიქიური მოვლენების გამო. ზემოაღნიშნული ადამიანსა და სახალხო მეურნეობას დიდ ზიანს აყენებს.

ტყის გავლენა მიკროკლიმატზე ძირითადად მისი რადიაციული და თერმული რეჟიმით განისაზღვრება. ტყის თერმული რეჟიმი დამოკიდებულია ტყის ფართობის სიდიდეზე, მცენარეების ჯიშობრივ შემადგენლობაზე და სხვა.

მცენარეების ჯიშზეა დამოკიდებული ფოთლების მიერ სითბოს შთანთქმის უნარიანობა.

ნიადაგის მცენარეული საფარი ადგილობრივი მიკროკლიმატის ფორმირებაში დიდ როლს ასრულებს. ის ამცირებს მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვალებადობას არამარტო მის ქვეშ არსებულ ნიადაგზე, არამედ განაპირა ადგილებზეც, საკმაოდ დიდი რადიუსით.

მაკრო- და მიკრო კლიმატის დადებითი თვისებაა მათი მოქმედების სფეროში მეტეოროლოგიური ელემენტების ნორმალური მსვლელობა და მცირე ცვალებადობა, რასაც ხელს უწყობს ყოველგვარი მცენარეულობა, განსაკუთრებით ტყე. 20-30 მ სიმაღლის ხშირი ტყე ნიადაგის ზედაპირზე 2-7% მზის რადიაციას ატარებს, ფოთლოვანი ტყე, წინვოვანთან შედარებით, მეტ რადიაციას ატარებს (ნაძვის ხშირი ტყე - 0.7-1.0%). რადიაციის გატარების დროს მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა იცვლება.

დღელამის განმავლობაში ტყეში ზოგჯერ ხდება მაქსიმალური ტემპერატურის ვადის გადანაცვლება, ვინაიდან მზის სხივების მოქმედებას ტყე ამცირებს. ტყე, ღია ადგილთან შედარებით ძლიერ ამცირებს ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის ცვალებადობას (30-40%).

ტყე საგრძნობ გავლენას ახდენს ნიადაგის სიღრმის ტემპერატურაზე. ზაფხულობით ტყის ქვეშ ნიადაგის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ღია ადგილთან შედარებით, ზამთარში პირიქით 0.5°C -ით მეტია.

ტყეში ფარდობითი ტენის დინამიკა დამოკიდებულია ნიადაგის და მცენარის მწვანე ნაწილებისაგან აორთქლების ინტენსიობაზე. ტყეში აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა ყოველთვის მეტია. დღელამეში საშუალოდ ტყეში ტენიანობა 1-დან 10%-მდეა.

12.4 კლიმატის შეფასება სოფლის მეურნეობის წარმოების მიზნით

კლიმატური მონაცემები პრაქტიკული დანიშნულებით სასარგებლოა, მაშინ როდესაც კეთდება მათი ანალიზი. მაგალითად, მშენებელი ინჟინრებისათვის საინტერესოა უკიდურესად ექსტრემალური მნიშვნელობის მახასიათებლები, რომლებსაც გავლენა აქვთ დაგეგმილი ნაგებობების უშიშროებასა და ეფექტურობაზე. წყალსაცავების ზღუდის აგებისას მნიშვნელოვანია გათვალისწინებული იყოს, დროის ამა თუ იმ მოკლე პერიოდში მოსული ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა. თუ იგეგმება ხიდის აგება, საინტერესოა ამინდის ის ექსტრემუმები, რომლებსაც მაქსიმალური დატვირთვის გავლენა აქვთ კონსტრუქციაზე და ა.შ.

კლიმატური მონაცემები სოფლის მეურნეობისათვის მხოლოდ მაშინ არის საინტერესო, როცა მათთან ერთად ცნობილია მცენარეების მიერ წამოყენებული საჭირო მოთხოვნილებები კლიმატური ფაქტორებისადმი.

აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მეთოდის შექმნისას, მკვლევარები გამოდიოდნენ გარემოსა და მცენარის ერთიანობის პრინციპიდან. ეს მეთოდიკა ემყარება ორ ძირითად გარემოებას: მცენარეების სიცოცხლისათვის საჭირო თანაბარმნიშვნელოვნების (შეუცვლელი) ფაქტორებს და მცენარეთა გარემოს ყოფის ფაქტორებს.

კლიმატის ძირითადი ფაქტორები: სითბო, სინათლე, ტენი, ჰაერი, ერთნაირად საჭიროა მცენარეებისათვის. ისინი, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე ახდენენ უშუალო და პირდაპირ გავლენას, მათი სიცოცხლის მთელ პერიოდში და გავრცელების მთელ ტერიტორიაზე. სხვა ფაქტორები (დამატებითი) ასრულებენ მეორეხარისხოვან როლს ანუ კორექტივები შეაქვთ ძირითადი ფაქტორების მოქმედებაში. ასეთებია: ქარი, ღრუბლიანობა, ნისლი და სხვა. ეს ფაქტორები აძლიერებენ ან ასუსტებენ ძირითადი ფაქტორების მოქმედებას. მაგალითად, ღრუბლიანობა ასუსტებს და ცვლის მზის რადიაციის სპექტრულ შემადგენლობას დედამიწაზე და მნიშვნელოვნად ამცირებს ჰაერის ტემპერატურის დღელამურ ამპლიტუდას. ქარი აძლიერებს ნიადაგის ტენის ხარჯვას აორთქლებაზე.

სასოფლო-სამეურნეო კლიმატის შეფასების მეთოდიკაში გათვალისწინებულია მინიმუმის კანონი (მალიმიტირებელი ფაქტორის კანონი). ამ კანონის თანახმად, სხვა პირობების შეცვლისას მოსავლის რაოდენობა განისაზღვრება იმ ფაქტორით, რომელიც მინიმუმს წარმოადგენს. მაგალითად, გვალვიან ზონებში ტენის რაოდენობა წარმოადგენს მოსავლის მალიმიტირებელ ფაქტორს, ზოგიერთ ტერიტორიაზე ზამთრის ძლიერი ყინვები განსაზღვრავს შედარებით ნაკლებად ყინვაგამძლე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაშენების შესაძლებლობას და ა. შ. აქედან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო კლიმატის შეფასებას პირველ რიგში საფუძვლად ედება დედამიწაზე სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში ტემპერატურის რეჟიმისა და ნიადაგის ტენიანობის შეფასება.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის კლიმატის შეფასებისას უნდა დადგინდეს შემდეგი პირობების რაოდენობრივი მნიშვნელობები:

- ❖ სავეგეტაციო პერიოდის თერმული და ნაწილობრივ სინათლის პირობები, ასევე მისი ცალკეული პერიოდები;
- ❖ ტენიანობის პირობების ნალექების რეჟიმი და ნიადაგის ტენი;
- ❖ საშემოდგომო და მრავალწლიანი კულტურების გადაზამთრების პირობები, რომლებიც ხასიათდებიან ჰაერის და ნი-

ადაგის მინიმალური ტემპერატურებით, თოვლის საბურველის სიმაღლით;

- ❖ სოფლის მეურნეობისათვის არახელსაყრელი, საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები.

კლიმატის აღნიშნულ მახასიათებლებთან ერთად საჭიროა ვიცოდეთ, მცენარეების მიერ გარემოსადმი მოთხოვნილება. კერძოდ, ოპტიმალური და კრიტიკული ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურები, ტემპერატურათა ჯამები, ტენიანობის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალ მოსავალს და სხვა.

აგროკლიმატის შეფასების მეთოდიკის თავისებურებას წარმოადგენს სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენებისა და კლიმატის ძირითად ფაქტორთა მონაცემების გამოყენების განმეორადობა. რაც, საშუალებას იძლევა გავიანგარიშოთ მცენარეების პროდუქტიულობა კლიმატურ ფაქტორებთან მიმართებაში და განვითარების უზრუნველყოფა მიწათმოქმედების მთელ ტერიტორიაზე.

აგროკლიმატური მაჩვენებლები. რაოდენობრივი კავშირის გამოხატულებას ერთი მხრივ კლიმატის ფაქტორებსა და მეორე მხრივ მცენარის განვითარებას, ზრდას, ყინვაგამძლეობას და მოსავლის ფორმირებას შორის აგროკლიმატურ მაჩვენებლებს უწოდებენ. მათი შედარება კლიმატურ რესურსებთან იძლევა შესაძლებლობას დავადგინოთ, რამდენად ხელსაყრელია (ან არახელსაყრელი) მოცემული ტერიტორიის კლიმატური პირობები ჩვენთვის სასურველი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის.

სავეგეტაციო პერიოდში სითბოზე მცენარეების მოთხოვნილების აგროკლიმატურ მაჩვენებლად იყენებენ ტემპერატურის ეფექტურ და აქტიურ ჯამს. აგროკლიმატურ მაჩვენებლებს ეკუთვნის აგრეთვე კრიტიკული ტემპერატურები, რომლებიც განაპირობებენ მცენარის დაღუპვას. ტენზე მოთხოვნილების აგროკლიმატურ მაჩვენებელს წარმოადგენს პროდუქტიული ტენის მარაგი, რომელიც მოსავლის სიდიდის უზრუნველყოფის განმსაზღვრელია.

აგროკლიმატური ანალოგები. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის, მნიშვნელოვანია, რომ მცენარე-

ბის სიცოცხლის განმსაზღვრელი კლიმატური ფაქტორები უზრუნველყოფდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნილებას. ეს გარემოება წარმოადგენს აგროკლიმატური ანალოგების თეორიის საფუძველს, რომელიც დამუშავებულია თ.დავითაიას მიერ. ამ თეორიის თანახმად, ერთი კლიმატური ზონიდან მეორეში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გადატანისას საჭიროა დადგინდეს, ახალი ტერიტორიების კლიმატური რესურსების შესაბამისობა მცენარეების მოხოვნილებასთან, რაც გამოისახება აგროკლიმატურ მაჩვენებლებში.

12.5 აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მეთოდები

აგროკლიმატური ფაქტორების ერთობლიობას, რომელიც ქმნის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღების შესაძლებლობას, აგროკლიმატურ რესურსებს უწოდებენ. ტერიტორიის აგროკლიმატური შეფასება წარმოებს არა მარტო მეტეოროლოგიური სიდიდეების მრავალნაირი საშუალო მნიშვნელობებით, არამედ მათი განსაზღვრული მნიშვნელობების და მათი დროში განმეორადობითაც. ეს საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ ნიადაგის ტენიანობის სხვადასხვა მარაგის, ნალექებისა და ტემპერატურის ჯამის ნორმიდან მნიშვნელოვანი გადახრების განმეორებათა სიხშირე. ყველა ამ გაანგარიშებას, აქვს პრაქტიკული მნიშვნელობა მრავალი აგროტექნიკური და მელიორაციული ღონისძიებების ჩატერების დასაბუთებისათვის, ამა თუ იმ მცენარეთა ჯიშების და სახეობების გაშენებისათვის, კლიმატური ფაქტორებისადმი სხვადასხვა მოთხოვნილების მიხედვით.

აგროკლიმატური სიდიდეების უზრუნველყოფისა და განმეორადობის გაანგარიშება. აგრომეტეოროლოგიური რესურსების შეფასებისათვის იყენებენ საშუალო მრავალნაირი მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობას, რომელიც რიგი წლების განმავლობაში მიიღება გასაშუალების გზით. თუ რიგი საკმაოდ დიდია (40-60 და მეტი მრავალფაქტორთა სიდიდისათვის), ასეთ გასაშუალებას (მეტეოროლოგიურ დაკვირვება-

თა) კლიმატურ ნორმებს უწოდებენ. შემდეგ ეტაპს წარმოადგენს მათი დაჯგუფება. მნიშვნელობების ინტერვალი, რომლითაც ჯგუფებიან მონაცემები რიგ მრავალწლიურ დაკვირვებათა რომელიმე სიდიდეების მიხედვით უწოდებენ გრადაციას. მოცემული გრადაციის სიხშირეს ან შემთხვევათა რიცხვს, რომელიც ეკუთვნის მოცემული რიგის საერთო რიცხვს, უწოდებენ მოცემული გრადაციის განმეორადობას, ხოლო მოცემული სიდიდის განმეორადობის მნიშვნელობას, რომელიც გამოისახება პროცენტებში, ალბათობა ეწოდება. ის გვიჩვენებს, თუ რა სიხშირისაა, ასეთი მოვლენის განმეორადობის ალბათობა წლის გარკვეულ ინტერვალში. ჯამური ალბათობის მოვლენას გარკვეული საზღვრის ზევით ან ქვევით უზრუნველყოფა ეწოდება.

კლიმატის პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობების უზრუნველყოფის და ალბათობის გაანგარიშებას აწარმოებენ ემპირიული ფორმულით:

$$p = \frac{m}{n + 1} \cdot 100\%$$

სადაც p - უზრუნველყოფაა (%), m - რიგითი ნომერი სტატისტიკური წევრების $x_1, x_2, x_3 \dots x$, რომლებიც განლაგებულია კლებად რიცხვებად, n - შემთხვევათა რიცხვი რიგში.

სავეგეტაციო პერიოდის თერმული და სინათლის რესურსების შეფასება. ტემპერატურის წლიური მსვლელობა წარმოადგენს სხვაობას, ყველაზე ცივ საშუალო ტემპერატურებსა და ყველაზე თბილ თვეებს შორის. ტემპერატურების დღელამური მსვლელობა კი, არის რომელიმე დღელამის პერიოდის მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურებს შორის სხვაობა, გამოთვლილი რიგი წლების მიხედვით. კლიმატურ ცხრილებში მოცემულია მაღალი და დაბალი ტემპერატურები, რომლებიც დამახასიათებელია ყოველი თვისათვის. აღნიშნული მნიშვნელობები არის დღელამური ტემპერატურის საშუალო მაქსიმუმები და საშუალო მინიმუმები და წარმოადგენენ დღელამური ტემპერატურების მაქსიმალურ ან მინიმალურ საშუალოს, რომელიც დაფიქსირდა თვის განმავლობაში. ექსტრემუმები გამოხატავენ

მინიმალურ და მაქსიმალურ ტემპერატურებს, რომლებიც აღინიშნა მოცემულ ობიექტზე თვის განმავლობაში. ამ ექსტრემუმებს ეწოდება აბსოლუტური მაქსიმუმი და აბსოლუტური მინიმუმი.

სავეგეტაციო პერიოდის თერმული პირობების საერთო შეფასებას ახდენენ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მიხედვით, რომელიც ცალკეულ წლებში შეიძლება განსხვავდებოდეს საშუალო მრავალწლიურისაგან. იმისათვის, რომ დავადგინოთ მოცემულ ადგილზე, უმეტეს წლებში უზრუნველყოფილია თუ არა სითბოთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, საჭიროა ჩვენთვის საინტერესო მოცემული მნიშვნელობებით განისაზღვროს ტემპერატურის ჯამის განმეორადობის შემთხვევა და მცენარეების მიერ ტემპერატურის ჯამისადმი მოთხოვნილების უზრუნველყოფა (%). ამისათვის ვსარგებლობთ უზრუნველყოფის მრუდით (იხ. თავი V, ქვეთავი 5.7, ნახ. 5.7.1). ეს მეოთხედი საშუალებას იძლევა მოცემულ ადგილზე, სავეგეტაციო პერიოდში გავიგოთ რა ალბათობითაა მოსალოდნელი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ესა თუ ის მნიშვნელობები. სავეგეტაციო პერიოდში გამოთვლილი ტემპერატურის ჯამი, მოცემული პერიოდის განმავლობაში, არ იძლევა სრულ წარმოდგენას ტემპერატურის ჯამის დაგროვების დინამიკაზე. რიგი ამოცანების გადაწყვეტისათვის უნდა ვიცოდეთ, რომელ ვადაში დაგროვდება მცენარისათვის საჭირო ტემპერატურათა ჯამი. ამისათვის შედგენილია სპეციალური ნომოგრამა (იხ. V, ქვეთავი 5.6, ნახ. 5.6.1), რომლითაც შეიძლება განვსაზღვროთ ნებისმიერ თარიღში ამა თუ იმ ტემპერატურის ჯამის დაგროვება.

თერმული პირობების შეფასებისათვის გაითვალისწინება, აგრეთვე უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა, ჰაერში და ნიადაგის ზედაპირზე ინტენსიური ნაყინვების დაწყებისა და დამთავრების საშუალო და მოსალოდნელი ვადები. მზის რადიაციის რესურსებს სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ძირითადად აფასებენ მზის რადიაციის ჯამური შემოსვლით, საშუალო მრავალწლიური ჯამების ან რადიაციული ბალანსის ჯამების მიხედვით, ასევე 5 და 10°C-ის ზევით ტემპერატურების პე-

რიოდში, ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის ჯამური შემოსვლით.

სავეგეტაციო პერიოდის ტენიანობის პირობების შეფასება.

მოცემულ ტერიტორიაზე კლიმატურ აღწერილობაში მოყვანილი ნალექების წლიური რაოდენობა, ყოველთვის არ არის ზუსტი, რადგან ორ განსხვავებულ რაიონში წლის განმავლობაში შეიძლება მოვიდეს 800 მმ ნალექი. თუმცა, ერთერთ მათგანში შესაძლებელია იგი მოვიდეს ორი თვის პერიოდში, მაშინ როდესაც მეორე რაიონში იგი შეიძლება მოვიდეს თანაბარი ნალექების სახით წლის განმავლობაში. როდესაც, საუბარია მოსავლის შემთხვევაში ნალექების გავლენაზე, მისი წლიური მაჩვენებელი ჯერ კიდევ არ წარმოადგენს ტენიანობის სრულ მაჩვენებელს. აუცილებლად საჭიროა ნალექების სეზონების მიხედვით განაწილების ცოდნა. ეს ნიშნავს, იმის განსაზღვრას თუ მცენარისათვის რამდენად საჭირო დროს მოდის ნალექები. ასევე, არანაკლებ საინტერესოა გვალვის სიხშირის დადგენა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ტენით უზრუნველყოფას აფასებენ ნალექების საშუალო მრავალწლიური ჯამებით, რომლებიც ახასიათებენ ტერიტორიის უზრუნველყოფას 50%-ით. სავეგეტაციო პერიოდის ნალექების ჯამების უზრუნველყოფის შეფასებისათვის სარგებლობენ ნომოგრამით (იხ. თავი VII, ქვეთავი 7.3, ნახ. 7.3.2.), რომლითაც შეიძლება გავიანგარიშოთ კონკრეტული მუნიციპალიტეტისათვის ნალექების ჯამის სხვადასხვა უზრუნველყოფა ნებისმიერი პერიოდისათვის, თუ ცნობილია მათი საშუალო მრავალწლიური ჯამი თვისა და წლის პერიოდისათვის.

სავეგეტაციო პერიოდის ტენიანობის პირობების შეფასება ნალექების ჯამებით, არ არის საკმარისი ტერიტორიის წყლის რესურსების დახასიათებისათვის. რადგან სხვადასხვა მუნიციპალიტეტში ნალექების ჯამი შეიძლება ერთნაირი იყოს, მაგრამ ერთი მუნიციპალიტეტი ხასიათდებოდეს ნალექების სიჭარბით სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, ხოლო მეორე - ტენის ნაკლებობით და მოითხოვდეს მორწყვითი ღონისძიებების გატარებას. ეს აიხსნება ამ მუნიციპალიტეტებში აორთქლების სხვაობით. აორთქლება ძირითადად დამოკიდებულია მზის რა-

დიაციის შემოსვლაზე და ამით განპირობებულია ტემპერატურული რეჟიმი. სამხრეთის მუნიციპალიტეტებში აორთქლება მაღალია, ვიდრე ჩრდილოეთის მუნიციპალიტეტებში. აგრომეტეოროლოგიაში ტერიტორიის ტენიანობის პირობების შეფასებისათვის მიმართავენ ნალექების რაოდენობის შეფარდებას მის აორთქლებასთან. ამისათვის გამოიყენება ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰთკ).

12.6 აგროკლიმატური დარაიონება

აგროკლიმატური დარაიონება ნიშნავს, ამა თუ იმ ტერიტორიის რაიონებად დაყოფას მსგავსი ნიშნებისა და მათი აგროკლიმატური პირობების განსხვავების მიხედვით. იგი იძლევა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განლაგების მეცნიერულ დასაბუთებას და სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში მათი გაშენების შესაძლებლობას, რაც დამყარებულია მცენარის სიცოცხლისათვის საჭირო კლიმატური ფაქტორების მნიშვნელობის დიფერენცირებულ შეფასებაზე.

არჩევენ აგროკლიმატური დარაიონების ორ სახეს - საერთოს და კერძოს. საერთო დარაიონება ახასიათებს ტერიტორიის მიხედვით კლიმატის ძირითადი ელემენტების განაწილებას, რომელიც რაოდენობრივად გამოხატავს ხელსაყრელ კლიმატურ პირობებს სოფლის მეურნეობისათვის მთლიანად. კერძო დარაიონებას ატარებენ ცალკეული კულტურების ზრდა-განვითარების პირობების დახასიათების მიზნით, ასევე სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ ზონებში აგროტექნიკური ღონისძიებების ეფექტურობის მიხედვით და ა.შ.

საერთო აგროკლიმატური დარაიონების დროს ტერიტორიას აცალკევებენ სავეგეტაციო პერიოდის ტენისა და სითბოთი უზრუნველყოფის მაჩვენებლების, გამოზამთრების პირობების მიხედვით. ტერიტორიის დარაიონებას, სითბოს უზრუნველყოფის მიხედვით, აწარმოებენ საშუალო მრავალწლიური აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მოცემულ ტემპერატურაზე განაწილების საფუძველზე.

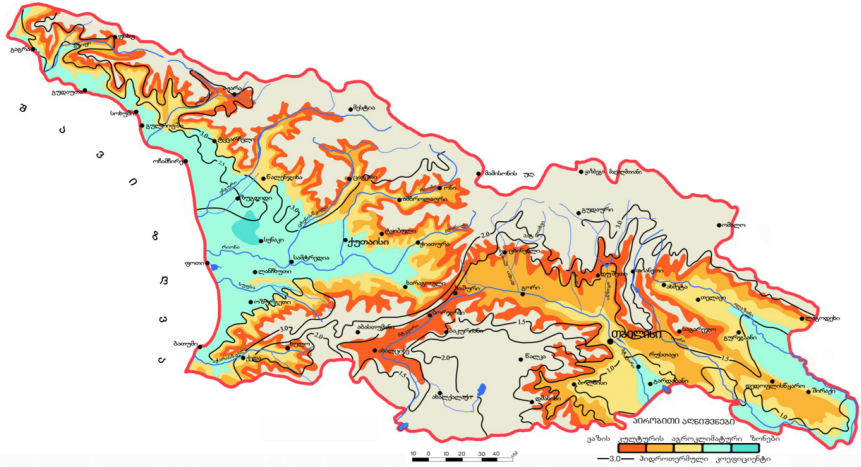
კერძო აგროკლიმატურ დარაიონებას აწარმოებენ მცენარეთა მოთხოვნილების დაკავშირებით აგროკლიმატურ რესურსებთან. ამისათვის, იყენებენ ისეთ აგროკლიმატურ მაჩვენებლებს, რომლებიც გამოხატავენ კულტურის კონკრეტულ მოთხოვნილებას კლიმატური ფაქტორების მიმართ. რიგ შემთხვევებში თერმული პირობების შეფასება ხდება ეფექტური ტემპერატურის ჯამის მიხედვით. გათვალისწინება ხდება იმ დაბალი და მაღალი კრიტიკული ტემპერატურების, რომლებიც აზიანებენ მცენარეებს ვეგეტაციისა და ზამთრის შესვენების პერიოდში (ერთნაირ და მრავალნაირ კულტურებს). ტენიანობის უზრუნველყოფის შეფასებისას, ითვალისწინებენ ნიადაგში პროდუქტიული ტენის მარაგს, ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში და სხვა არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ მოვლენებს.

აგროკლიმატური დარაიონება კლიმატის გამოკვლევის დამასრულებელი ეტაპია, ხოლო მისი ძირითადი ეტაპებია:

- ❖ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებისა და პროდუქტიულობის აგროკლიმატური მაჩვენებლების დადგენა კლიმატურ ფაქტორებზე დამოკიდებულობით;
- ❖ ტერიტორიის აგროკლიმატური რესურსების შესწავლა;
- ❖ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნილების შესაბამისი აგროკლიმატური რესურსების ხარისხის შეფასება;
- ❖ მიკროკლიმატის შესწავლა აგროკლიმატური რესურსების დეტალური შეფასებისათვის;
- ❖ საერთო აგროკლიმატური დარაიონების ჩატარება;
- ❖ აგროკლიმატური დარაიონების დამუშავების საფუძველზე, პერსპექტიული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაშენების, აგროტექნიკური ღონისძიებებისა და მელიორაციის ჩატარების დასაბუთება, რომელიც მიმართულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მიკროკლიმატური პირობების გაუმჯობესებისა და კლიმატის არახელსაყრელი მოვლენების წინააღმდეგ ღონისძიებების გასატარებლად. ყველა ეს საკითხი ხელს უწყობს აგროკლიმატური

რესურსების გამოყენებას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობის ამაღლებისათვის.

ამჟამად ჩატარებულია აგროკლიმატური დარაიონება ჩაის, კეთილშობილი დაფნის (გ.მელაძე), ციტრუსების, ვაზის (გ.მელაძე, შ.ცერცვაძე,) შავი მოცხარის (მ.თუთარაშვილი) და სხვა კულტურების (ნახაზი 12.6.1).

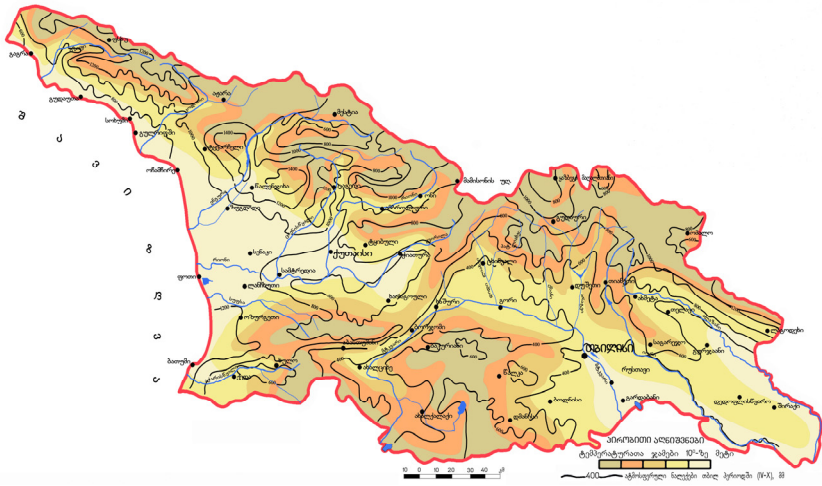


ნახაზი 12.6.1 ვაზის კულტურის დარაიონება (გ.მელაძის და შ.ცერცვაძის მიხედვით)

საქართველოს აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მიხედვით, სადაც გათვალისწინებულია სოფლის მეურნეობისათვის მნიშვნელოვანი ფაქტორები - სითბო, ნალექები, სინათლე, ა.თევზაძის მიერ გამოყოფილი იქნა 8 აგროკლიმატური რაიონი. კერძოდ, შავი ზღვის სანაპიროს ჩრდილო-დასავლეთ და ჩრდილო აღმოსავლეთ ნაწილები, დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მთისწინა რაიონები, კოლხეთის დაბლობი, აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეები, კავკასიონის და სამხრეთ საქართველოს მთიანი რაიონები.

თანამედროვე აგროკლიმატურ პირობებში აქტიურ ტემპერატურათა ($>10^{\circ}\text{C}$) და ატმოსფერული ნალექების განაწილების

საფუძველზე, შედგენილია აგროკლიმატური ზონების რუკა (ნახაზი 12.6.2).



ნახაზი 12.6.2 აგროკლიმატური დარაიონება (გ.მელაძის მიხედვით)

აქტიურ ტემპერატურათა და ატმოსფერული ნალექების ჯამების მაღალი მაჩვენებელი მიუთითებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ხელსაყრელ პირობების არსებობაზე. მოცემული აგროკლიმატური დარაიონების მიხედვით, მარცვლეული კულტურების (სიმინდი, საშემოდგომო ხორბალი), ციტრუსების, სუბტროპიკული ხურმის პერსპექტიული წარმოებისათვის გამოყოფილი 4 აგროკლიმატური ზონა.

1. სამხრეთ-დასავლეთ აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ტერიტორიები (ჭარნალი, სარფი, გონიო). აღნიშნულ ტერიტორიებზე გამოზამთრების ხელსაყრელი პირობებია ციტრუსოვანი კულტურებისათვის. თუმცა, ცალკეულ წლებში მანდარინისა და ფორთოხლისაგან განსხვავებით, დამცავი ღონისძიებების გატარება იქნება საჭირო ლიმონისათვის.
2. აჭარის ზღვისპირეთის ზონა ზღ.დონიდან 200 მ სიმაღლემდე, აფხაზეთისა და სამეგრელოს ტერიტორია 30-100 მ სი-

მალლემდე, ფერდობების, ხეობების და პლატოების ხარჯზე პერსპექტიულია ციტრუსებისათვის.

3. ქობულეთის, ხელვაჩაურის, ოზურგეთის, ლანჩხუთის, ჩხოროწყუს, ფოთის და გაგრის ტერიტორიებზე ხელსაყრელი პირობებია მანდარინის და ფორთოხლის წარმოებისათვის. ლიმონის წარმოება შესაძლებელია დაცვითი ღონისძიებების ჩატარებით.
4. სუბტროპიკების მთისწინებში (ხელვაჩაური, ქედა, ქობულეთი, ოზურგეთი, ჩოხატაური და სხვ.) ზღ.დონიდან 200-400 მ სიმაღლემდე მიზანშეწონილია მანდარინის კულტურის გაშენება, ასევე ლიმონის წარმოება დაცვითი ღონისძიებების გათვალისწინებით.

ეთერზეთოვანი ტექნიკური კულტურების (ეთერზეთოვანი ვარდი, გერანი, ევგენოლის რეჰანი) აგროკლიმატური პირობებისადმი მოთხოვნილების საფუძველზე გამოყოფილია 3 აგროკლიმატური ზონა.

I - ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია. აქ შესაძლებელია გერანის ორი მოსავლის მიღება, ივლისის მესამე დეკადის ბოლოს და ოქტომბრის თვის ბოლოს წაყინვების დადგომამდე. ზონაში პერსპექტიულია ევგენოლის რეჰანისა და ეთერზეთოვანი ვარდის წარმოება.

II - ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000°C და მეტია. ზონა ვრცელდება ზღ. დონიდან 700-800 მ სიმაღლემდე, სადაც შესაძლებელია გერანისა და ევგენოლის რეჰანის მოსავლის მიღება აგვისტოს მეორე დეკადის ბოლოს. აქ შესაძლებელია ეთერზეთოვანი ვარდის წარმოებაც.

III - ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2000°C და მეტია. ზონა ვრცელდება ზღ.დონიდან 900-1200 მ სიმაღლემდე, სადაც შესაძლებელია მხოლოდ გერანის წარმოება.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა არის კლიმატი და რომელი მეთოდები გამოიყენება კლიმატური კვლევებისათვის?
2. რომელია ძირითადი კლიმატნარმომქნელი ფაქტორები?
3. როგორია კლიმატის კლასიფიკაცია კიოპენისა და ბერგის მიხედვით?
4. რაში მდგომარეობს საქართველოს კლიმატის თავისებურება?
5. რა გავლენა აქვს ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებს კლიმატის ჩამოყალიბებაში?
6. საქართველოს ტერიტორიაზე ყველაზე ხანგრძლივად ატმოსფეროს რომელი ცირკულაციური პროცესები მოქმედებენ?
7. რა არის მიკროკლიმატი და რა გავლენას ახდენს მასზე რელიეფის ფორმა, მცენარეული საფარი?
8. რა განსხვავებაა მიკროკლიმატს, ადგილობრივ კლიმატს და მაკროკლიმატს შორის?
9. რა მიმართულებით ხდება მიკროკლიმატის შესწავლა და რას ითვალისწინებს მიკროკლიმატური ქსელის მუშაობის პრინციპი?
10. როგორია ნიადაგისა და ტყის კლიმატის თავისებურება?
11. რას ნიშნავს აგროკლიმატური მაჩვენებლები და ანალოგები?
12. რას ეწოდება აგროკლიმატური რესურსები და რომელი მეთოდებით ხდება მისი შეფასება?
13. რას გულისხმობს აგროკლიმატური დარაიონება (საერთო, კერძო)?

თავი XIII

კლიმატის ცვლილება და სოფლის მეურნეობა

13.1 კლიმატის მოსალოდნელი გლობალური ცვლილება

დედამიწის კლიმატის ცვალებადობის ისტორიულ წარსულში ინსტრუმენტული გაზომვების დაწყებამდე, ადრეულ პერიოდებში არსებულ კლიმატს, რომელიც მხოლოდ მიახლოებითი კლიმატური მონაცემებით ხასიათდებოდა პალეოკლიმატი ეწოდება.

არსებული მონაცემების მიხედვით, წარსული გეოგრაფიული ეპოქების კლიმატებს შორის გავრცელებული იყო უფრო ზომიერი და თბილი კლიმატის ტიპები. ტემპერატურები აღინიშნებოდა მკვეთრი რყევების გარეშე, ხოლო პოლარული რაიონები თავისუფალი იყო ყინულისაგან. იმ უდიდეს ტერიტორიებზე, რომლებიც დღეს მოუსავლიანია გავრცელებული იყო მცენარეულობა. ხანმოკლე კლიმატური ცვლილებების, გამყინვარების პერიოდში რბილი კლიმატი მკაცრდებოდა. თბილი პერიოდების - ეოცენის (მოიცავს პერიოდს პალეოცენის ეპოქის დასასრულიდან ოლოგოცენის ეპოქის დასაწყისამდე) დროს გრელანდიაში იზრდებოდა: ფიჭვი, ნაძვი, ალვის ხე, კაკლოვანები. გეოლოგიური დროის ხანგრძლივი რბილი პერიოდისაგან მკვეთრად განსხვავდება უდიდესი გამყინვარების ეპოქა. ცნობილია გამყინვარება, რომელიც დაიწყო მილიონი წლების უკან, რამაც გამოიწვია ოთხი მსხვილი ყინულის საფარის შეტევა, უკან დახევა და მცენარეებისა და ცხოველების სიცოცხლეზე მკვეთრი გავლენა.

ჩვენი ეპოქის დასაწყისში მეტნაკლები სიხშირით რამდენჯერმე მოხდა კლიმატის მკვეთრი რყევა, კერძოდ, სითბოდან სიცივისაკენ და ნალექებიდან სიმშრალისაკენ. მშრალი და ტენიანი კლიმატის პერიოდულმა ცვლილებებმა გამოიწვია ნაყოფიერი მიწების გადაქცევა მშრალ და უნაყოფო უდაბნოებად, რამაც ხელი შეუწყო მოსახლეობის იძულებით მიგრაციას, შე-

დეგად კი ბევრმა აყვავებულმა ცივილიზაციამ ტრაგიკული ბოლო ჰპოვა.

თანამედროვე კლიმატის ცვლილების შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ ბოლო საუკუნის მანძილზე გლობალური ტემპერატურა $0.5-0.7^{\circ}\text{C}$ -ით გაიზარდა. ტემპერატურის მატების პირველი პიკი მე-19 საუკუნის ბოლოს აღინიშნა, მეორე პიკი - გავსული საუკუნის 40-იან წლებში, მესამე პიკი - 60-იან წლებში, ხოლო მეოთხე - თანამედროვე ეპოქაში, რომელსაც გლობალურ დათბობას უწოდებენ. ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად იცვლება ნალექების რაოდენობა, თუმცა პირდაპირი დამოკიდებულება ტემპერატურის ზრდასთან არ აღინიშნება.

კლიმატის ცვლილების გამომწვევი ფაქტორები შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი, ასევე ანთროპოგენური. კლიმატის ბუნებრივი ფაქტორების ცვლილება განპირობებულია კლიმატნარმომქნელი ფაქტორების ცვლილებით. კლიმატის განმპირობებელი ფაქტორებია:

- ❖ ასტრონომიული ფაქტორები: მზის ინსოლაცია, დედამიწის ბრუნვის სიჩქარე, დედამიწის მდებარეობა და მოძრაობა მზის სისტემაში;
- ❖ გეოგრაფიული ფაქტორები: მცენარეული საფარი, რელიეფი, ოკეანე-ხმელეთის განაწილება;
- ❖ გეოფიზიკური ფაქტორები: ოზონის განაწილება, დედამიწის მასა, ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობა, ვულკანების აქტივობა.

ცნობილია რამდენიმე პროცესი, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს კლიმატის ბუნებრივი ცვლილება. ესენია: ორბიტის ექსცენტრისიტეტი, დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრილობა და პრეცესია. ამ სამი ფაქტორის საერთო სახელწოდებაა მილანკოვიჩის ციკლები.

XX საუკუნის ბოლო ათწლეულში გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად თავი იჩინა კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ. მკვლევართა მტკიცებით, 2030-2050 წლებისათვის გარდაუალ პირობას წარმოადგენს რეგიონების კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების რეჟიმის გათვალისწინება.

ამჟამად, აქტუალურია დისკუსია იმის თაობაზე, რომ ანთროპოგენური სათბურის ემისიების (ნახშირორჟანგი, მეთანი და სხვა) რაოდენობის მატება იწვევდეს გლობალურ დათბობას. მიუხედავად ამისა, მეცნიერთა ნაწილი კვლავაც საეჭვოდ მიიჩნევს გლობალურ დათბობაში სათბურის გაზების ზრდის როლს, თუმცა მათი მნიშვნელობა თანამედროვე კლიმატის ფორმირებაში უდავოა.

კლიმატის რეჟიმის დარღვევას - მის გადახრას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეუძლია გამოიწვიოს ცოცხალი ორგანიზმების (ცხოველების, მცენარეების, ფრინველების და სხვა) დაზიანება, გადაშენებაც კი, რადგან ისინი ორგანულად არიან შეგუებული არსებულ კლიმატთან.

ადამიანის ჩარევას ბუნებრივ პროცესებში, კერძოდ სამრეწველო წარმოების მიერ გამოყოფილი ნარჩენებით, გაზისმაგვარი და მაგარი (მტვრისებური) გამაჭუჭყიანებლებით და სხვა, რომლებიც ხვდებიან ატმოსფეროში, წყალსაცავებში და ა.შ. შეუძლიათ გამოიწვიონ ადგილობრივი ან რეგიონალური კლიმატის შეცვლა, ხოლო თუ ჰაერის გაჭუჭყიანება გახანგრძლივდა და მოიმატებს, შესაძლებელია მთელი კონტინენტების კლიმატის ცვლილებაც.

ატმოსფეროში მომატებულ ნახშირორჟანგს შეუძლია გამოიწვიოს თანდათანობით დათბობა მიწისპირა ჰაერის, განსაკუთრებით კი მაღალ განედებში. მსგავს ცვლილებებს, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ატმოსფერული ნალექების და სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების განაწილებაში.

ბუნებრივი რესურსებიდან - ნახშირი, ნავთობი და სხვა, რომელსაც ადამიანი ინტენსიურად იყენებს, წვის შედეგად გამოყოფილ სითბოსთან ერთად, იწვევს ნახშირორჟანგა გაზის (CO₂) მომატებას და ატმოსფეროში სითბოს დაგროვებას, რასაც „სათბურის ეფექტს“ უწოდებენ. ატმოსფეროს ნახშირორჟანგს გააჩნია მოკლეტალღიანი (ულტრაიისფერი) სხივების დედამიწისკენ შეუფერხებლად გატარების უნარი. ამ უკანასკნელის ზედაპირიდან კი მიმდინარეობს არეკვლილი გრძელტალღიანი (ინფრანითელი) სითბური სხივების შეკავება ნახშირორჟანგის მიერ, რის გამოც დედამიწის ატმოსფერო განიც-

დის დათბობას - ტემპერატურის მატებას. ატმოსფეროში რომ არ არსებობდეს „სათბურის აირები“, რომლებიც შთანთქავენ გრძელტალღოვან რადიაციას, დედამინა გაცილებით ცივი იქნებოდა. ასევე, დაფიქსირდებოდა დღე და ღამის ტემპერატურათა კონტრასტული ამპლიტუდა, ანუ დედამინის ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა არა $+15^{\circ}\text{C}$, არამედ -18°C იქნებოდა. სათბურის ეფექტით დედამინას უნარჩუნდება სითბო, რაც ხდება დედამინის ზედაპირიდან გამოსხივებული გრძელტალღოვანი რადიაციის შთანთქმისა და ატმოსფეროს ქვედა ფენების გათბობის შედეგად, რომელიც თავის მხრივ რადიაციას ასხივებს ზევიდან ქვევით.

ყოველწლიურად სანარმოო ენერჯის 6% ზრდას შეუძლია ერთი საუკუნის შემდეგ ჰაერის ტემპერატურის 3°C -მდე მომატება. რაც გამოიწვევს არსებული კლიმატის ცვლილებას, რომელსაც მოყვება წარმოების სრულიად განსხვავებული სისტემა სოფლის მეურნეობაში, მრეწველობაში და სხვა.

ნახშირორჟანგის გავლენა ჩვენი პლანეტის კლიმატზე დასტურდება მეცნიერთა გამოკვლევებით, რომელიც კარგადაა გამოხატული ე.წ. „სათბურის ეფექტის“ მაგალითზე, რაც ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს გარემოში გლობალური ტემპერატურის მატებაზე.

მსოფლიოში ინდუსტრიის დაჩქარებული ტემპებით განვითარება, ტყეების არაგონივრულად გაჩეხვა, რომლის მწვანე მასა წარმოადგენს ნახშირორჟანგის შთანთქმის ძირითად წყაროს, ამცირებს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ქარბად დაგროვებას. გაანგარიშებით, 13 ა ფართობზე ნორმალურად განვითარებული ტყის მწვანე მასა, ატმოსფეროდან ყოველწლიურად 2240 კგ ნახშირორჟანგს გამოანთავისუფლებს, ხოლო მსოფლიო მასშტაბით $550 \cdot 10^9$ ტონას. აქედან გამომდინარე, ნათელია ანთროპოგენური ზემოქმედებით გამოწვეული კლიმატის თანამედროვე ცვლილებები დედამინაზე. დედამინის ტემპერატურის ცვლილებას თუნდაც 1°C -ით, შეიძლება დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა ჰქონდეს, რადგან ეს გამოიწვევს სხვადასხვა რაიონების განედური განლაგების ცვლილებას. ამ რაიონებში კი ნორმალურად იზრდება მხოლოდ მათთვის დამა-

ხასიათებელი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები. კლიმატის მცირე შეცვლისას, საქართველოში გამოიყოფა ერთმანეთისაგან განსხვავებული რამდენიმე კლიმატური ზონა, რომელიც დიდ ნეგატიურ გავლენას მოახდენს საქართველოს ბუნებაზე, მეურნეობაზე და ეკონომიკაზე.

კლიმატის ცვლილებაზე ანთროპოგენური გავლენის შედეგების ცოდნისათვის საჭიროა:

- შეიკრიბოს, დაგროვდეს და დამუშავდეს მონაცემები კლიმატის შესახებ;
- კლიმატური პროცესების გამოკვლევა;
- შესწავლილი იქნას ნივთიერებათა ისეთი მშთანთქავი წყაროები, რომლებიც შედიან ატმოსფეროში და შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ კლიმატზე;
- შესწავლილ იქნას კლიმატის ცვლილებათა გავლენა სოციალურ-ეკონომიკურ პროცესებზე;
- შესწავლილი იქნას ცვლილებათა შედეგები ბიოსფეროში.

კრიოსფეროს გავლენა ტემპერატურაზე. კრიოსფერო წარმოადგენს კლიმატური სისტემის შემადგენელ ნაწილს. იგი აერთიანებს ყინულის, მარადი გაყინულობისა და თოვლის მთლიან საფარს. კრიოსფეროს ფიზიკური თვისებები განსაზღვრავს მისი ზემოქმედების როლს გლობალურ კლიმატურ სისტემაში, მის ჩამოყალიბებაში. დედამიწის ზედაპირის დაბალი ტემპერატურისა და მაღალი ალბედოს მოქმედებით გამოწვეულია მიმდებარე ჰაერის მასების გაცივება.

კრიოსფერო შეიცავს არსებული მტკნარი წყლების საერთო მარაგის 80%, რომლის მდგომარეობაც საგრძნობლად განაპირობებს წყლის რესურსების ხელმისაწვდომობას.

დედამიწის კრიოსფერო გლობალური დათბობის ერთ-ერთ ყველაზე მგრძობიარე ინერციული ინდიკატორია. ჩრდილო ნახევარსფეროში მყინვარების ინტენსიური დნობის მიზეზი გახდა გასულ საუკუნეში დაწყებული გლობალური დათბობა. არქტიკაში დათბობის ძლიერი ტრენდის არსებობამ ზემოქმედება მოახდინა გრელანდიის ყინულოვანი საფარის გადნობის დაჩქარებაზე.

ანტარქტიდის შემთხვევაში, მიმდინარე საუკუნეში ტემპერატურის ზრდის ნაკლები ალბათობისა და ნალექების მოსა-

ლოდნელი ზრდის პირობებში ყინულოვანი საფარის უმნიშვნელო შესუსტებაა მოსალოდნელი.

კრიოსფეროში ბოლო ნახევარი საუკუნის განმავლობაში მომხდარმა ცვლილებებმა შესაძლებელია გავლენა მოახდინოს ბიოეკოსისტემებზე, კერძოდ, ყინულის საფარის შემცირებას შეიძლება მოყვეს გრელანდიის სანაპირო ზოლის ინტენსიური ათვისება, მინათმოქმედების არეალის გაფართოება კანადისა და ციმბირის ტერიტორიებზე.

დედამიწის ყინულოვან საფარზე 1960-იანი წლებიდან დაწყებულმა თანამგზავრულმა დაკვირვებებმა საშუალება მისცა მკვლევარებს შეეფასებინათ გლობალური მასშტაბით თოვლის საფარი, მყინვართა მასის ბალანსი, მარადი გაყინული ფართობების დროში ცვალებადობა. დადგენილი იქნა, 1979-2005 წლების პერიოდში არქტიკის ყინულოვანი საფარის ფართობის 22% შემცირება. უკანასკნელ ათწლეულებში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა აღნიშნული პროცესის მიმართ მყინვარების მგრძნობიარობის შეფასებას. მსოფლიოს მრავალი რეგიონისათვის (ალიასკისთვის, ალპებისათვის, ანდეების ცენტრალური ნაწილისათვის, კავკასიისათვის და სხვა) ამ მიმართულებით ჩატარებულია საყურადღებო გამოკვლევები.

პირველ ეტაპზე კონტინენტებზე მყინვარების დეგრადაციას თან ახლავს მდინარეთა ჩამონადენის ზრდა. მათი შესუსტებისა და გაქრობის შედეგად ჩამონადენი მცირდება და იგი განპირობებული იქნება მხოლოდ ატმოსფერული ნალექებით. ანალოგიური პროცესები წარმართება მინისქვეშა წყლებშიც. თოვლის საფარის ფართობისა და მისი ხანგრძლივობის შემცირება ნეგატიურად იმოქმედებს რეკრეაციულ და ადამიანთა სხვა აქტივობებზე, თუმცა ხელს შეუწყობს სუბალპურ და ალპურ ზონებში ტურისტული პოტენციალის განვითარებას.

13.2 ბუნებრივი ეკოსისტემების მონყვლადობის შეფასება კლიმატის ცვლილების პირობებში

კლიმატის ცვლილება ათწლეულების და უფრო მეტი დროს პერიოდში გულისხმობს კლიმატის საშუალო მდგომარეობის ცვლილებას, რომელიც შეიძლება გამონვეული იყოს, როგორც ატმოსფეროს შემადგენლობის, ასევე მინათსარგებლობის ხანგრძლივი ანთროპოგენური ცვლილებებითაც.

ბუნებრივი ან ანთროპოგენური სისტემის შეგუება ახალ, ცვლად გარემოსთან ცნობილია, როგორც ადაპტაცია (Adaptation). იგი გულისხმობს ბუნებრივი და ანთროპოგენური სისტემების რეაგირებას კლიმატის არსებულ ან მოსალოდნელ ცვლილებაზე, რაც განაპირობებს სასარგებლო შესაძლებლობათა გამოყენებას ან ზიანის შემცირებას. ადაპტაცია შეიძლება იყოს წინასწარი და საპასუხო, კერძო და საზოგადოებრივი, ავტონომიური და გეგმაზომიერი.

სისტემაზე კლიმატის ცვლილების მიმართებით ფაქტორების სასურველი ან არასასურველი ზემოქმედების ხარისხს მგრძობიარობა (Sensitivity) ეწოდება. საშუალო ტემპერატურის, მისი ცვალებადობის ან მოსავლის ცვლილება გავრცელების ცვლილების საპასუხოდ შეიძლება იყოს პირდაპირი ზემოქმედების შედეგი. სანაპირო ზოლის დატბორვის სიხშირის ზრდის შედეგად, რომელიც გამონვეულია ზღვის დონის აწევით მიიღება ზარალი, რომელიც ზემოქმედების ირიბი შედეგია.

ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომელიც გამოიყენება კლიმატურ სისტემაზე ანთროპოგენური ზენოლის შესასუსტებლად მითიგაცია (Mitigation) ეწოდება. იგი მოიცავს სტატეგიებს, რომლებიც მიმართულია სათბურის გაზების წყაროებისა და ემისიების შესამცირებლად, ასევე სათბურის გაზების შთანთქმის გასაძლიერებლად.

კლიმატის ცვლილების უარყოფითი შედეგების მიმართ, სისტემის მგრძობიარობის ან შეგუებლობის ხარისხის საზომს მონყვლადობა (Vulnerability) ეწოდება. იგი წარმოადგენს

მგრძნობიარობისა და ადაპტაციის უნარის ერთობლივ ფუნქციას.

ბუნებაში არსებული ყველა სისტემა (ბუნებრივი, ანთროპოგენური) გარკვეულ წონასწორობაშია კლიმატურ პირობებთან. აღნიშნული წონასწორობის დარღვევისას სისტემა განიცდის ტრანსფორმაციას ანუ ეგუება შეცვლილ გარემოს ან ნყვეტს არსებობას. გარემოსთან წონასწორობის საზომს სისტემის მონყვლადობა წარმოადგენს. იგი მგრძნობიარობისა და ადაპტაციის უნარს შორის სხვაობას წარმოადგენს, კერძოდ:

$$V_0 = S - A_0$$

სადაც V_0 - არის კლიმატის ცვლილების მიმართ სისტემის ბუნებრივი მონყვლადობა, რომელიც განპირობებულია მისი ბუნებრივი მგრძნობიარობით (S) და ბუნებრივი საადაპტაციო უნარით (A_0), რომელიც ახასიათებს ბუნებრივ სისტემებს. რაც მეტია ადაპტაციის უნარი, მით ნაკლებია სისტემის მონყვლადობა მგრძნობიარობის უცვლელ პირობებში. იმ შემთხვევაში, თუ ადამიანის მიზანმიმართული საქმიანობის შედეგად შესაძლებელია ბუნებრივი სისტემის ადაპტაციის უნარის გაძლიერება, მაშინ ამ სისტემის მონყვლადობა იქნება:

$$V = V_0 - A_1$$

სადაც A_1 - ანთროპოგენური ფაქტორით განპირობებული ადაპტაციის ნაზარდია და მიიღება:

$$V = S - A_0 - A_1 = S - (A_0 + A_1)$$

განტოლების მიხედვით, კლიმატის ცვლილების პირობებში ადაპტაციის ხელოვნურად გაზრდის შედეგად მცირდება ბუნებრივი სისტემის მონყვლადობა. გასათვალისწინებელია, რომ ხშირ შემთხვევაში ანთროპოგენური ფაქტორი მიმართულია ბუნებრივი მონყვლადობის გაზრდის მიმართულებით. ამის მაგალითია, საძოვრების უსისტემო გადაძოვება, ტყეების გაჩეხვა, წყლის რესურსების არასწორი მენეჯმენტი. აღნიშნულიდან გამომდინარე, განტოლებაში ჩნდება ახალი წევრი - A_2 , რომე-

ლიც A_1 ნევრის საპირისპიროა და ზრდის სისტემის მონყვლა-
დობას:

$$V = S - (A_0 + A_1 - A_2)$$

კლიმატის ცვლილებისა და ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ ერთერთი მონყვლადი სისტემაა საძოვრები. აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში (კახეთი, ქვემო ქართლი) კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილება გამოიწვევს ნიადაგის არიდაციას, შედეგად საძოვრებზე არსებული სტეპის მცენარეულობის დეგრადაციას და მის ხარჯზე ნაკლებად პროდუქტიული ნახევრად უდაბნოების მცენარეულობის გაბატონებას (ნევრი A_0), რომლებიც ნაკლები პროდუქტიულობით ხასიათდებიან. აღნიშნული მონყვლადობის შესამცირებლად ქმედითი ღონისძიებებია: საძოვრების რწყვის ორგანიზება, ქარსაფარი ზოლების გაშენება (ნევრი A_1). კლიმატის ცვლილების მიმართ მონყვლადობის ზრდას ამ ტერიტორიებზე, გამოიწვევს საძოვრების მასიური გადახვნა ქარსაფარი ზოლებისა და სარწყავი სისტემების მონყობის გარეშე, ასევე საქონლის ჭარბი ძოვება (ნევრი A_2).

კლიმატის ცვლილების პირობებში მნიშვნელოვანია ტყეების მონყვლადობის შეფასება, რომელთაც საქართველოს ტერიტორიის თითქმის 40% უკავია. არსებული კლიმატის ცვლილების ფონზე ტემპერატურისა და ნალექების ჯამების ცვლილება არ აჭარბებს ბუნებრივი ცვალებადობის საზღვრებს, რაც ზემოაღნიშნულ განტოლებაში განაპირობებს A_0 სიდიდის უცვლელ მნიშვნელობას. მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 3-4°C-ით პროგნოზირებული მატებისა და ატმოსფერული ნალექების 10%-ით კლების შემთხვევაში ტყეებში მოსალოდნელია A_0 სიდიდის შემცირება და შესაბამისი მონყვლადობის ზრდა. აღნიშნული გამოიწვევს არსებული ჯიშების დაკნინებას და მათი ახალი ჯიშებით ჩანაცვლების საჭიროებას. შექმნილი პირობებისათვის გარდაუვალია ტყეების ადაპტაციის უნარის ხელოვნურად გაზრდა, რაც გულისხმობს განტოლების A_1 ნევრის „ამოქმედებას“. მეორე მხრივ, ტყეების დამკვიდრებული უსისტემო ჭრა და მოუვლელობა იწვევს განტოლების A_2 ნევრის

„ამოქმედებას“, რაც ზრდის ტყეების მოწყვლადობის ხარისხს. აქედან გამომდინარე, ტყეების მოწყვლადობის შესამცირებლად აუცილებელია როგორც A₁ ნევრის გაძლიერება, ასევე A₂ ნევრის მინიმუმამდე დაყვანა.

მგრძნობიარობის შეფასებისთვის პირობითად მიღებულია 4 ბალიანი სისტემა. მოცემული სისტემა გვიჩვენებს დარგის მგრძნობიარობის ხარისხს. ძლიერ მგრძნობიარობა აღინიშნება - 3, საშუალო - 2, სუსტი მგრძნობიარობა - 1, მგრძნობიარობის არარსებობა - 0 (ცხრილი 13.2.1).

ცხრილი 13.2.1 სოფლის მეურნეობის დარგების მგრძნობიარობის მატრიცა მეტეოროლოგიური ელემენტებისა და კლიმატური რისკების მიმართ

მეტეოროლოგიური ელემენტი/ კლიმატური რისკი	მემარ- ცვლეობა	მევენახეო- ბა	მეცენტრუ- სეობა	მეჩაიეობა	მეცხოვე- ლეობა	მეფრინვე- ლეობა
ჰაერის საშუალო ტემპერატურა	2	2	2	3	3	1
ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა	2	1	1	2	2	3
ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა	1	1	3	1	2	2
ნალექების საშუალო რაოდენობა	3	3	2	2	2	0
ჰაერის ტენიანობა	2	1	1	1	1	0
ქარი	2	1	1	1	1	0
ნიადაგის ტენიანობა	3	3	2	3	3	0
უხვი ნალექი	2	2	1	1	1	0
სეტყვა	2	3	1	1	1	0
თოვლის საფარი/ ზვავები	2	2	1	1	2	0
გვალვა	3	3	2	2	3	1
წყალდიდობა	0	1	1	0	1	0
ღვარცოფი	0	1	0	0	0	0

ცხრილის მიხედვით, ცალკეული მეტეოროლოგიური ელემენტის ან კლიმატური რისკის ჯამური ზემოქმედების შეფასებისათვის ქულები შეიკრიბება ჰორიზონტალურად, ხოლო დარგების კლიმატური პარამეტრების მგრძობიერობის ჯამური შეფასებისათვის - ვერტიკალურად.

13.3 კლიმატის ცვლილების გავლენა სოფლის მეურნეობაზე

ფერმერები კლიმატის მიმართ იჩენენ განსაკუთრებულ ინტერესს, მათთვის მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა, თუ როდის დადგება უკანასკნელი საგაზაფხულო და პირველი საშემოდგომო წაყინვები, თუ როგორი ტემპერატურებით და ნალექებით არის უზრუნველყოფილი მათთვის საინტერესო რეგიონი და სხვა.

სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობა განისაზღვრება იმ კონკრეტული არეალისათვის დამახასიათებელი აგროკლიმატური პირობებით, რომლის ცვლილებასთან ერთად იცვლება სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაც. კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების შედეგად, მომავალში შეიცვლება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობა. ამასთან დაკავშირებით 2010 წელს ქ.ჰააგაში გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის თაოსნობით გამართულ კონფერენციაზე დღის წესრიგში დადგა სოფლის მეურნეობის დარგის განვითარების ახლებური მიდგომა. აღნიშნული გულისხმობს, დარგის გარდაქმნას მისი ეფექტურად მართვისა და მდგრადი განვითარების შესაძლებლობების გაზრდის საფუძველზე. ახალ მიდგომას, რომელიც პასუხობს კონკრეტული არეალისათვის დამახასიათებელი კლიმატის ცვლილების გამოწვევებს უწოდეს კლიმატკონივრული სოფლის მეურნეობა. იგი არის გაუმჯობესებული სამეცნიერო მიდგომებისა და ტექნოლოგიების ერთობლიობა, რაც უზრუნველყოფს აგრარული სექტორის მდგრად განვითარებას; ითვალისწინებს კლიმატური პარამეტრების ცვლილებას და ხელს უწყობს ისეთი ფერმერული მიდგომების დანერგვას, რო-

მელიც შესაბამისობაშია შეცვლილ პირობებთან და ზრდის მოსავალს.

კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობის მნიშვნელოვანი მიმართულებებია: სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის გაზრდა და თანამედროვე კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაცია.

კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულმა აგროკლიმატური მაჩვენებლების - ტემპერატურის, ნალექების რეჟიმის ცვლილებამ, სეზონების ნანაცვლებამ და მათთვის დამახასიათებელმა ვეგეტაციის პერიოდების, ნიადაგის ტენიანობის ცვლილებებმა შეამცირა ტრადიციული მეთოდებით მოსავლის მიღება. აქედან გამომდინარე, სწორედ კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა ითვალისწინებს აგროკლიმატური რესურსების შეფასებას რეგიონალურ დონეზე. რათა რეგიონალურ დონეზე იქნას განსაზღვრული სოფლის მეურნეობის ტრადიციული და პერსპექტიული მიმართულებები. უნდა დაზუსტდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ზონები და შეტანილი იქნას სათანადო ცვლილებები.

საქართველოში ტემპერატურის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე, მკვლევარების გაანგარიშებით გამოვლენილია აღმოსავლეთ საქართველოში ტემპერატურის შედარებით მეტი მატების ტენდენცია, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ამიტომ დასავლეთ საქართველოში შემუშავებული სცენარის მიხედვით გათვალისწინებულია ტემპერატურის 1°C -ით მატება, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 2°C -ით მატება.

ცხრილებში 13.3.1 და 13.3.2 მოცემულია საქართველოს ტენიანი და მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლები, როგორც საბაზისო, ისე კლიმატის ცვლილების სცენარების გათვალისწინებით.

ცხრილი 13.3.1 საქართველოს ტენიანი და მშრალი სუბტროპიკული, მთიანი და მაღალმთიანი რეგიონების აგროკლიმატური მახასიათებლები

რეგიონი/ზონა, მეტეოსადგური, სიმაღლე ზღ.დონიდან (მ)	ჰაერის $t > 10^{\circ}\text{C}$ გადასვლის თარიღი	ჰაერის $t < 10^{\circ}\text{C}$ გადასვლის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	აქტიურ ტემპ-ის ჯამი ($> 10^{\circ}\text{C}$)
სამეგრელო-ზემო სვანეთი, ტენიანი სუბტროპიკული; ზუგდიდი, 117	24.III	21.XI	242	4368
მთიანი, ხაიში, 730	11.IV	22.X	194	3336
მაღალმთიანი, მესტია, 1441	10.V	28.IX	141	2014
მცხეთა-მთიანეთი, მშრალი სუბტროპიკული; მცხეთა, 460	9.IV	26.X	200	3542
მთიანი, დუშეთი, 922	18.IV	20.X	185	3035
მაღალმთიანი, ყაზბეგი, 1744	21.V	22.IX	124	1628

ცხრილების ანალიზით, ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში სცენარით, ტემპერატურის 1°C -ით მატების შემთხვევაში, სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 12 დღით ანუ 242 (საბაზისო) დღიდან 254 დღემდე (სცენარი). გახანგრძლივებული სავეგეტაციო პერიოდი ხელშემწყობი იქნება გაზაფხულზე აგროტექნიკური ღონისძიებების უფრო ადრეულ დროში ჩატარებისათვის. შემოდგომაზე კი ვეგეტაციის გახანგრძლივება ხელსშეწყობს ციტრუსოვანი, ზეთოვანი (ტუნგი) და სხვა კულტურების ნაყოფების სრულყოფილ სიმწიფეს. აღნიშნულ ზონაში სცენარის მიხედვით, 223°C -ით მომატებული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (4591°C) ასევე, სასარგებლო იქნება ციტრუსოვანი კულტურების სრული მომწიფებისა და პროდუქტიულობისათვის, იმ ტერიტორიებზე სადაც სითბოს დეფიციტია. გარდა ზემოაღნიშნულისა, მოცემული ტემპერატურები უზრუნველ-

ყოფს ჩაის, ვაზის, მარცვლეულის, ხეხილოვანი, ტექნიკური და სხვა კულტურების მაღალხარისხიან მოსავალს, ნიადაგის შესაბამისი ტენიანობის პირობებში.

ცხრილი 13.3.2 საქართველოს ტენიან და მშრალ სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან რეგიონებში სცენარით, ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატებისას აგროკლიმატური მახასიათებლები

რეგიონი/ზონა, მეტეოსადგური სიმაღლე ზღ.დონიდან (მ)	$t > 10^{\circ}\text{C}$ დანყების თარიღი	$t < 10^{\circ}\text{C}$ დასრულების თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღე)	$\Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$ ჯამი
სამეგრელო-ზემო სვანეთი, ტენიანი სუბტროპიკული; ზუგდიდი	სცენარი, ტემპერატურის 1°C-ით მატება			
	20.III	29.XI	254	4591
მთიანი, ხაიში	6.IV	28.X	205	3525
მაღალმთიანი, მესტია	6.V	3.X	150	2206
მცხეთა-მთიანეთი, მშრალი სუბტროპიკული; მცხეთა	სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება			
	31.III	7.XI	221	4144
მთიანი, დუშეთი	10.IV	31.X	204	3581
მაღალმთიანი, ყაზბეგი	12.V	1.X	142	2128

მთიან ზონაში მომავლის სცენარის მიხედვით, სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 194 დღიდან 205 დღემდე. ვეგეტაციის პერიოდის გახანგრძლივება 2 დღით ნაკლები აღინიშნება მაღალმთიან ზონაში, რაც საშუალებას იძლევა, შესაბამის ვადებში ჩატარდეს აგროტექნიკით გათვალისწინებული ღონისძიებები.

გლობალური დათბობიდან გამომდინარე, მთიან და მაღალმთიან ზონებში სცენარით, ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მატება შეადგენს შესაბამისად 189-192°C, რაც ჯამში აისახება მთიანი ზონისათვის, როგორც 3525°C, ხოლო მაღალმთიანისათვის - 2206°C. მომა-

ვალში გაზრდილი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები შესაბამის ზონებში გააუმჯობესებს მარცვლეულის, ბოსტნეულის, საადრეო ხეხილოვანი კულტურების, კენკროვანი კულტურების, მეცხოველეობის საკვები ძირხვენების და სათიბ-საძოვრების განვითარებას და პროდუქტიულობას, ასევე ტყის ლანდშაფტების მდგრად განვითარებას.

ცხრილების 13.3.1 და 13.3.2 მიხედვით, აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, სადაც მომავლის სცენარით, გათვალისწინებულია ტემპერატურის 2°C -ით მატება, მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში სავეგეტაციო პერიოდი 200 დღიდან გახანგრძლივებულია 221 დღემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მატება მოსალოდნელია 600°C -მდე. მთიან და მაღალმთიან ზონებში სავეგეტაციო პერიოდი გახანგრძლივებულია 19-18 დღით, შესაბამისად. გახანგრძლივებული დღეების პირობებში, გაზაფხულზე შესაძლებელი იქნება სათიბ-საძოვრების ვეგეტაციის ადრე დაწყება და აღნიშნულთან დაკავშირებით, მომთაბარე პირუტყვის შემზადება საძოვრებზე გადასაყვანად. შემოდგომაზე, შესაძლებელი იქნება ზამთრისათვის სათიბებიდან მაღალი ხარისხის საკვების დამზადება და სხვა სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების განხორციელება.

გლობალური დათბობის გათვალისწინებით, მთიან და მაღალმთიან ზონებში სცენარის მიხედვით (2030-2050), აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატება შეადგენს $486-500^{\circ}\text{C}$, შესაბამისად. რაც ჯამში აისახება, როგორც აქტიური ტემპერატურები მთიანი და მაღალმთიანი ზონებისათვის $3581-2128^{\circ}\text{C}$, შესაბამისად.

აღმოსავლეთ საქართველოს ზემოაღნიშნულ ზონებში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების მატება საშუალოდ 500°C -ით სრულიად ხელსაყრელი იქნება სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ტყის ლანდშაფტების განვითარება-პროდუქტიულობისათვის, ისევე როგორც დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ, მთიან და მაღალმთიან ზონებში.

აღნიშნული ტემპერატურების მატების მიხედვით, აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოსათვის გამოყოფილია ვაზის შესაბამისი გავრცელების ზონები.

აგროკლიმატური პირობები ძირითადად გავლენას ახდენს ვაზის კულტურის ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებაზე და მის ხარისხზე. აქედან გამომდინარე, საქართველოში

ამჟამად არსებული კლიმატის შესაბამისად ჩატარებულია ვაზის აგროკლიმატური დარაიონება, რომლის მიხედვით, ვაზი სანარმოო მიზნით ვრცელდება ზღ.დონიდან 800-900 მ სიმაღლეებზე, ხოლო საქართველოს სამხრეთით ზღ.დონიდან 1000-1100 მ სიმაღლემდე.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე, ჰაერის ტემპერატურის მომატებისას, ცხადია ვაზის გავრცელების არსებული ზონები შეიცვლება. ამიტომ, ვაზის გავრცელების რაიონების მიხედვით, განსაზღვრული იქნა ჰაერის ტემპერატურის ჯამები (10°C -ის ზევით), დასავლეთ საქართველოსათვის 1°C -ით მატებისას, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოსათვის 2°C -ით მატებით. ამ სცენარის ანალიზისა და დამუშავების შედეგად გამოიკვია, რომ დასავლეთ საქართველოში ტემპერატურის ჯამის მატება საშუალოდ შეადგენს $180-200^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტს, აღმოსავლეთ საქართველოში $350-400^{\circ}\text{C}$ და ოდნავ მეტს.

აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამების მატების გათვალისწინებით, საქართველოს ტერიტორიისათვის გამოიყო ვაზის სხვადასხვა ჯიშების გავრცელების აგროკლიმატური ზონები.

I - ზონაში, სადაც ტემპერატურათა ჯამი 3500°C და მეტია, შეიძლება ვანარმოოთ ყველა ჯიშის ვაზი (საადრეო-პინო, კაჭიჭი და სხვა; საშუალო სიმნიფის - საფერავი, მანავის მწვანე, ოჯალეში, ალიგოტე და სხვა; საგვიანო - რქანითელი, ცოლიკაური, მწვანე, ჩხავერი, იზაბელა და სხვა).

II - ზონაში ტემპერატურის ჯამი 3000°C და მეტია. ამ ზონაში შეიძლება ვანარმოოთ, მხოლოდ საშუალო სიმნიფის და საადრეო ვაზის ჯიშები.

III - ზონაში ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 2500°C და მეტს, სადაც შესაძლებელია მხოლოდ საადრეო ვაზის წარმოება.

ამჟამად არსებული ვაზის გავრცელების ზონებში, ტემპერატურათა ჯამების გაზრდამ გამოიწვია ამ ზონების ტერიტორიების გადიდება. ასე მაგალითად, ვაზი დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით ვრცელდება 1100-

1200 მ სიმაღლემდე, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 1200-1400 მ სიმაღლემდე.

ვაზის გავრცელების ზონებში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებისას გათვალისწინებულია, აგრეთვე თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ), რომელთა თანახმად დასავლეთ საქართველოს რაიონებში - ოჩამჩირე, ნალენჯისა, სენაკი, ლანჩხუთი, სამტრედია, ნანილობრივ ტყიბული, ქიათურა, ხარაგაული მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების მომატება 5-15% რაოდენობით, ხოლო რაიონებში - გუდაუთა, გულრიფში, გაგრა, ოზურგეთი, ხელვაჩაური - კლება დაახლოებით იგივე პროცენტით.

აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში - გურჯაანსა და დედოფლისწყაროში ატმოსფერული ნალექების მომატება შესაძლებელია 5-15%, ხოლო სხვა დანარჩენ რაიონებში შესაძლებელია კლება 5-15%. ცხადია, ნალექების შემცირებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ვაზის მოსავლიანობაზე, ამიტომ საჭირო იქნება 2-3-ჯერ მორწყვა.

ანალოგიური სცენარით ჩატარებულია აგროკლიმატური დარაიონება ციტრუსოვანი კულტურების - ჩაის, ტუნგის და ა.შ.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რომელი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორები განაპირობებენ კლიმატის ცვლილებას?
2. როგორია კრიოსფეროს, როგორც გლობალური დათბობის მგრძნობიარე ინდიკატორის გავლენა ტემპერატურაზე?
3. რას გულისხმობს ადაპტაცია, მგრძნობიარობა და მითიგაცია?
4. როგორია მონყვლადობა, როგორც მგრძნობიარობისა და ადაპტაციის ერთობლივი ფუნქცია (განიხილეთ საძოვრების უსისტემო გადაძოვება, ტყეების გაჩეხვა)?
5. როგორია სოფლის მეურნეობის დარგების მგრძნობიარობის შეფასების სისტემა?
6. რას გულისხმობს კლიმატგონივრული სოფლის მეურნეობა?
7. გლობალური დათბობის ფონზე, როგორია აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება საქართველოში?
8. როგორია ვაზის გავრცელების ზონების ტრანსფორმაცია ვერტიკალური ზონალობით კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით?

თავი XIV

აგრომეტიკოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების მაცნიაური საფუძვლები

აგრომეტიკოროლოგიური პროგნოზების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მათი მეთოდების შედგენა დამყარებულია ჩამოყალიბებული აგრომეტიკოროლოგიური პირობების აღრიცხვასა და მცენარეების მდგომარეობის მახასიათებლებზე, ე.ი. იმ მაჩვენებლებზე, რომლებიც შედარებით მდგრადია და დიდ გავლენას ახდენს მცენარეების განვითარებაზე. ასეთ მაჩვენებლებს უწოდებენ ინერციულ ფაქტორებს (ნიადაგის ტენიანობა, ტემპერატურის ჯამი, ატმოსფერული ნალექები და სხვა). აგრომეტიკოროლოგიური საპროგნოზო განტოლებების შედგენაში ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები.

ნებისმიერი მეტიკოროლოგიური პროგნოზის შედგენისათვის საჭიროა ინფორმაცია პრედიქტორებზე, ე.ი. საწყის მახასიათებლებზე (არგუმენტებზე), რომელიც ჩართულია საპროგნოზო განტოლებაში. პროგნოზი შეიძლება შედგეს მუნიციპალიტეტების მიხედვით, ასევე რეგიონისათვის და უფრო დიდი ტერიტორიებისათვის. პროგნოზის ხარისხი (გამართლება პროცენტში) უმეტესად დამოკიდებულია საწყისი ინფორმაციის სიზუსტეზე. აგრომეტიკოროლოგიური პროგნოზები იყოფა ხუთ ძირითად ჯგუფად:

1. აგრომეტიკოროლოგიური პირობების პროგნოზები;
2. ფენოლოგიური პროგნოზები;
3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლისა და მისი ხარისხის პროგნოზები;
4. ზამთრის პერიოდში კულტურების გამოზამთრების პროგნოზები;
5. მცენარეების მავნებლებისა და დაავადებათა გავრცელების და მათი გამოვლენის ვადების პროგნოზი.

14.1 აზრომატაოროლოგიური პირობების პროგნოზები

14.1.1 სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზი

სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზის პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს შემდეგში, რომ ტემპერატურის ჯამი საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ზე გადასვლის შემდეგ, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეიძლება გადაიხაროს საშუალო სიდიდიდან დაახლოებით $\pm 500-700^{\circ}\text{C}$ და მეტი. დადგენილია, მნიშვნელოვანი კორელაციური კავშირი გაზაფხულზე საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით დადგომის თარიღსა და სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში 10°C -ის ზევით ტემპერატურის ჯამს შორის. ამ კავშირის ანალიზით, გამოირკვა, რომ გაზაფხულზე, რაც უფრო ადრე იწყება ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ზე ზევით დადგომის თარიღი, მით უფრო მეტია 10°C -ის ზევით ტემპერატურის ჯამი და პირიქით. აღნიშნულ მეთოდს გარკვეული მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სითბოთი უზრუნველყოფისა და მოსალოდნელი პირობების შეფასებისათვის.

მოყვანილია რეგრესიის განტოლებები ტემპერატურის ჯამის საპროგნოზოდ, ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან 1 ნოემბრამდე და სავეგეტაციო პერიოდის ბოლომდე, საქართველოს ჩაის და ტუნგის კულტურების გავრცელების ტერიტორიებისათვის (ცხრილში 14.1.1).

ცხრილი 14.1.1 სითბოთი უზრუნვეყოფის რეგრესიის განტოლებები

მუნიციპალიტეტი	კორელაციის კოეფიციენტი	რეგრესიის განტოლება
ლანჩხუთი (ჩაისათვის)	$r=-0.81\pm 0.061$	$\Sigma t=-14.5D+4792$
სენაკი (ჩაისათვის)	$r=-0.83\pm 0.061$	$\Sigma t=-12.3D+4730$
ხონი (ჩაისათვის)	$r=-0.81\pm 0.063$	$\Sigma t=-16.8D+4984$
ზუგდიდი (ტუნგისათვის)	$r=-0.85\pm 0.046$	$\Sigma t=-23.8D+4707$
ოზურგეთი (ტუნგისათვის)	$r=-0.76\pm 0.067$	$\Sigma t=-22.0D+4608$
ქობულეთი (ტუნგისათვის)	$r=-0.82\pm 0.052$	$\Sigma t=-23.1D+4780$

მოცემულ განტოლებებში Σt არის საპროგნოზო ტემპერატურის ჯამი ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან 1 - ნოემბრამდე და სავეგეტაციო პერიოდის ბოლომდე; D - დღეთა რაოდენობა 1 - თებერვლიდან ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღამდე.

მაშასადამე, თუ ცნობილია ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღი, შესაბამისი რეგრესიის განტოლებების გამოყენებით, შესაძლებელია ტემპერატურის ჯამის პროგნოზირება, სავეგეტაციო პერიოდში 1 - ნოემბრამდე ჩაის კულტურისათვის და სავეგეტაციო პერიოდის ბოლომდე ტუნგის კულტურისათვის.

14.1.2 ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი

ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი მნიშვნელოვანია საგაზაფხულო კულტურების ოპტიმალური თესვის ვადების შერჩევისა და ნიადაგის წინასწარი დამუშავებისათვის. იგი უნდა

შედეგს 1 მარტისათვის, თესვამდე 1-1.5 თვით ადრე. მისი ემპირიული ფორმულაა:

$$y=0.115x+0.56d-20$$

სადაც, y - ნიადაგის მეტრიან ფენაში პროდუქტიული ტენის მარაგის ცვლილება, შემოდგომაზე ნიადაგის ტენის განსაზღვრის თარიღიდან ნიადაგის გაყინვამდე (სანყისი მონაცემები), გაზაფხულზე საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურის 5°C -ზე გადასვლის თარიღამდე პერიოდში;

d - შემოდგომაზე პროდუქტიული ტენის დეფიციტი ნიადაგის 1 მეტრი სიღრმის ფენაში;

x - ნალექების რაოდენობა, რომელიც მოსულია შემოდგომაზე ნიადაგის ტენის განსაზღვრიდან 1 მ სიღრმემდე პერიოდში და 1 მარტიდან საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურის 5°C -ის ზევით გადასვლამდე, რომლის დროს განსაზღვრება საგაზაფხულო საველე სამუშაოები (მონაცემები, მიიღება ამინდის გრძელვადიანი პროგნოზის მიხედვით).

მაგალითისათვის. დაუშვათ, ნიადაგის ტენი განსაზღვრა 10 ნოემბერს. ტენის მარაგი ნიადაგის 1 მეტრი სიღრმის ფენაში იყო 80 მმ; ნიადაგის უმცირესი ტენიაობა 170 მმ (ცნობარის მიხედვით), 10 ნოემბრიდან პროგნოზის შედეგის თარიღამდე ნალექების ჯამი - 45 მმ. გაზაფხულზე 5°C ტემპერატურაზე გადასვლა აღინიშნებოდა 28 აპრილს, პროგნოზის შედეგის თარიღიდან 28 აპრილამდე ატმოსფერული ნალექი მოვიდა 30 მმ. ამრიგად, ნალექების ჯამი შემოდგომაზე იქნება ნიადაგის ტენის განსაზღვრის თარიღიდან ჰაერის ტემპერატურის 5°C -ის გადასვლამდე $x=45+30=75$ მმ. ნიადაგის დეფიციტი $d=170-80=90$ მმ. მოცემული სიდიდეების ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$y=0.115 \times 75 + 0.56 \times 90 - 20 = 40 \text{ მმ}$$

მაშასადამე, ნიადაგის 1 მეტრი სიღრმის ფენაში ($80+40=120$) მოსალოდნელი პროდუქტიული ტენის მარაგი იქნება 120 მმ.

14.2 ფანოლოგიური პროგნოზი

14.2.1 ხეხილოვანი კულტურების (მსხალი, ვაშლი, ატამი, გარგარი) ყვავილობის ვადების პროგნოზის მეთოდი

საქართველოში ხეხილოვანი კულტურების ყვავილობის ვადების პროგნოზისათვის შ.ცერცვაძის მიერ დამუშავებულია მეთოდიკა, რომელიც დამყარებულია საშუალო და განაპირა ფაზების დადგომათა თარიღების გამოყენებაზე. დადგენილია, რომ მსხლის და ვაშლის ყვავილობის ვადები მჭიდრო კავშირშია მარტის საშუალო თვის ტემპერატურასთან, რომელიც გამოსახულია სათანადო ფორმულებით:

$$D=20.IV+3.33(5-t) \text{ მსხლის კულტურისათვის;}$$

$$D=20.IV+4(6-t) \text{ ვაშლის კულტურისათვის;}$$

ფორმულაში D - მოსალოდნელი ყვავილობის თარიღია, t - მარტის თვის საშუალო ტემპერატურა.

პროგნოზის შედგენის მეთოდი. დაუშვათ, გორის რაიონში თვის ტემპერატურაა 4.5°C . ამ მნიშვნელობის ჩასმით ფორმულაში მიიღება:

$$D=20.IV+3.33(5-4.5)=22.IV \text{ მსხლის კულტურისათვის;}$$

$$D=20.IV+4(6-4.5)=26.IV \text{ ვაშლის კულტურისათვის;}$$

მოცემული კულტურების ყვავილობის პროგნოზი შედგება აპრილის დასაწყისში, მარტის თვის დაკვირვებათა მასალების მიღების შემდეგ, ე.ი. როცა ცნობილი იქნება მარტის თვის საშუალო ტემპერატურა.

დადგენილია, რომ ატმისა და გარგარის ყვავილობის ვადები, ემთხვევა ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის გადასვლას 5°C -ზე. ატამი ყვავილობს XXX დღეს, ხოლო გარგარი XXVII დღეს. პროგნოზი შედგება შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$D=D_1+30 \text{ ატმის კულტურისათვის;}$$

$$D=D_1+27 \text{ გარგარის კულტურისათვის;}$$

სადაც, D - მოსალოდნელი ყვავილობის თარიღია, D₁ - ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C-ზე გადასვლის თარიღი.

მაგალითისათვის. დაუშვათ გორის რაიონში ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C-ზე გადასვლა აღინიშნება 14 მარტს. ამ მნიშვნელობის ფორმულაში ჩასმით მიიღება:

$$D= 14.III+30=13.IV \text{ ატმის კულტურისათვის;}$$

$$D= 14.III+27=10.IV \text{ გარგარის კულტურისათვის;}$$

მაშასადამე, ატმის ყვავილობა მოსალოდნელია 13 აპრილს, ხოლო გარგარის 10 აპრილს.

14.2.2 ვაზის სიმწიფის დაწყების პროგნოზის მეთოდი

ვაზის კულტურის სიმწიფის საპროგნოზო მეთოდი დამუშავებულია თ.თურმანიძისა და ნ.ბიძინაშვილის მიერ, ყველაზე გავრცელებული ჯიშებისათვის. კახეთის და ქვემო ქართლისათვის აღებულია ჯიში - „რქანითელი“, ცენტრალური და ზემო ქართლისათვის - „ალიგოტი“; დასავლეთ საქართველოს დაბლობი რაიონებისათვის - „ცოლიკაური“, რაჭა-ლეჩხუმისათვის - „ალექსანდროული“.

დადგენილია, კვირტების გაშლა-სიმწიფის დაწყების პერიოდის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება კვირტების გაშლის თარიღზე და კვირტების გაშლა - ყვავილობის დამთავრების პერიოდის ხანგრძლივობაზე, აგრეთვე ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობაზე ამ პერიოდში. შედგენილია რეგრესიის განტოლებები ვაზის სტანდარტული ჯიშების სიმწიფის დაწყების თარიღის გაანგარიშებისათვის, საქართველოს მევენახეობის ძირითადი ტერიტორიების მიხედვით:

$y = -1.38x + 219$ დასავლეთ საქართველოს დაბლობისათვის;
 $y = -0.87x + 156$ კახეთისათვის;
 $y = -1.03x + 146$ ქართლის დაბლობისათვის;
 $y = -1.21x + 170$ ცენტრალური ქართლისა და მესხეთისათვის;
 $y = -1.23x + 175$ რაჭა-ლეჩხუმისათვის;

მოცემულ განტოლებებში y - მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღია, x - დღეთა რაოდენობა 20 თებერვლიდან კვირტების გაშლამდე დასავლეთ საქართველოსთვის, 20 მარტიდან კახეთისათვის და რაჭა-ლეჩხუმისათვის, ხოლო 1 აპრილიდან ქართლისა და მესხეთისათვის. ვაზის სიმნიფის დაწყების პროგნოზის მეთოდის მოიცავს ორ ეტაპს.

მაგალითისათვის. შევადგინოთ პროგნოზი თელავისათვის. გაანგარიშების I ეტაპი: დაუშვათ, თელავში ვაზის კვირტების გაშლა აღინიშნა 22 აპრილს, ე.ი. 20 მარტიდან 22 აპრილამდე იქნება $33(x=33)$. ამ მნიშვნელობის ჩასმით სათანადო განტოლებაში (კახეთისათვის) მიიღება:

$$y = -0.87 \times 33 + 156 = 127$$

მაშასადამე, მოსალოდნელი ხანგრძლივობის პერიოდი ვაზის კვირტების გაშლიდან სიმნიფის დაწყებამდე შეადგენს 127 დღეს. მოცემული დღეთა რაოდენობა გადაითვლება კვირტების გაშლის თარიღიდან (22.IV) და მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღი იქნება 27 აგვისტო.

ვაზის სიმნიფის გაანგარიშების II ეტაპისათვის რეგრესიის განტოლებები შემდეგია:

$y = 1.28x - 0.016z + 89$ დასავლეთ საქართველოს დაბლობისათვის;
 $y = 1.19x + 0.002z + 58$ კახეთისათვის;
 $y = 1.82x - 0.030z + 52$ ქართლის დაბლობისათვის;
 $y = 1.71x - 0.054z + 8$ ცენტრალური ქართლისა და მესხეთისათვის;
 $y = 1.20x + 0.022z + 36$ რაჭა-ლეჩხუმისათვის;

მოცემულ განტოლებებში:

y - მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღია;

x - კვირტების გაშლა-ყვავილობის დამთავრების პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეებში);

z - ჰაერის საშუალო დღელამური აქტიური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობა კვირტების გაშლა-ყვავილობის დამთავრების პერიოდში.

მაგალითისათვის. დაუშვათ, თელავში ყვავილობის დამთავრება აღინიშნა 15 ივლისს, მაშინ ვაზის კვირტების გაშლიდან (22.IV) ყვავილობის დამთავრებამდე დღეთა რაოდენობა იქნება 54, ხოლო საშუალო დღელამური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობა ამ პერიოდისათვის შეადგენს 980°C. მონაცემების ჩასმით შესაბამის განტოლებაში მიიღება:

$$y = 1.19 \times 54 + 0.002 \times 980 + 58 = 124$$

მაშასადამე, ვაზის კვირტების გაშლიდან სიმნიფის დაწყებამდე ხანგრძლივობის პერიოდი შეადგენს 124 დღეს. ამ მიღებულ დღეთა რაოდენობის გადათვლით კვირტების გაშლიდან მიიღება მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღი 24 აგვისტო. პროგნოზი დგება ყვავილობის ბოლოს, ივნისში. პროგნოზის წინასწარობის დრო შეადგენს 2-2.5 თვეს.

14.2.3 ლიმონის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობის და ნაყოფების სიმნიფის ფაზათა დადგომის ვადების პროგნოზის მეთოდები

ლიმონის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობის პროგნოზი (გ.მელაძე, ა.სნოპოკი) დამყარებულია ყვავილობის თარიღების დამოკიდებულებაზე პერიოდის ხანგრძლივობისაგან 1 თებერვლიდან კვირტების გაშლის თარიღამდე; ნაყოფების სიმნიფის პროგნოზი - სიმნიფის თარიღების დამოკიდებულებაზე პერიოდის ხანგრძლივობასთან 1 მარტი-

დან ლიმონისა და ფორთოხლისათვის და 1 აპრილიდან სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობის თარიღამდე.

აღნიშნული კულტურების ყვავილობის ვადების პროგნოზისათვის გამოიყენება რეგრესიის განტოლებები კონკრეტულ პუნქტებში:

ლიმონისათვის

$$y = -0.72x + 94 \text{ ანასეული, ჩაქვი, ჭარნალი, სოხუმი;}$$

$$y = -0.68x + 92 \text{ ახალი ათონი;}$$

ფორთოხლისათვის

$$y = -0.81x + 101 \text{ ანასეული, ჩაქვი, ჭარნალი;}$$

სუბტროპიკული ხურმისათვის

$$y = -0.62x + 86 \text{ სოხუმი, ზუგდიდი;}$$

$$y = -0.58x + 86 \text{ ხონი, სამტრედია;}$$

$$y = -0.55x + 91 \text{ ანასეული, ჩაქვი;}$$

$$y = -0.77x + 74 \text{ ყვარელი, გურჯაანი}$$

ფორმულებში y ყვავილობის მოსალოდნელი თარიღია (დღეთა რაოდენობა კვირტის გაშლის თარიღიდან ყვავილობის თარიღამდე); x - დღეთა რაოდენობა 1 თებერვლიდან (ყვარელი და გურჯაანისათვის 1 მარტიდან) კვირტების გაშლის თარიღამდე.

პროგნოზის შედგენის ტექნიკა. შევადგინოთ ლიმონის ყვავილობის დაწყების პროგნოზი ჩაქვისათვის (ქობულეთის მუნიციპალიტეტი). დაუშვათ, ლიმონის კვირტების გაშლის თარიღი (10-30%) აღინიშნა 24 მარტს. მაშინ 1 თებერვლიდან დღეთა რაოდენობა იქნება $52(x=52)$. ამ მნიშვნელობის შესაბამის განტოლებაში ჩასმით მივიღებთ:

$$y = -0.72 \times 52 + 94 = 57$$

მიღებული დღეთა რაოდენობა (57) გადაითვლება ლიმონის კვირტების გახსნის თარიღიდან (24.III) და მიიღება ყვავილობის მოსალოდნელ თარიღი 20 მაისი.

ლიმონის კულტურის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების სიმწიფის ვადების პროგნოზის შესადგენად, კონკრეტული პუნქტების მიხედვით იყენებენ რეგრესიის განტოლებებს:

ლიმონისათვის

$$y = -0.73x + 245 \text{ ანასეული, ჩაქვი, ჭარნალი, სოხუმი;}$$

$$y = -0.76x + 224 \text{ ახალი ათონი;}$$

ფორთოხლისათვის

$$y = -0.81x + 257 \text{ ჩაქვი, ჭარნალი, ანასეული, სოხუმი;}$$

სუბტროპიკული ხურმისათვის

$$y = -0.73x + 180 \text{ ზუგდიდი;}$$

$$y = -0.91x + 179 \text{ სამტრედია;}$$

$$y = -0.83x + 192 \text{ ხონი;}$$

$$y = -0.83x + 205 \text{ სოხუმი, ოჩამჩირე;}$$

$$y = -0.71x + 178 \text{ ანასეული, ჩაქვი;}$$

$$y = -2.02x + 250 \text{ ყვარელი, გურჯაანი.}$$

მოცემულ ფორმულებში y - ნაყოფების სიმწიფის მისალოდნელი თარიღია (დღეთა რაოდენობა ყვავილობის თარიღიდან ნაყოფების სიმწიფის თარიღამდე), x - დღეთა რაოდენობა 1 მარტიდან ლიმონისა და ფორთოხლის ყვავილობის თარიღამდე, ხოლო სუბტროპიკული ხურმისათვის - 1 აპრილიდან ყვავილობის თარიღამდე. აღნიშული კულტურების ყვავილობისა და სიმწიფის პროგნოზები, ამა თუ იმ კონკრეტული პუნქტებისათვის, ზემოგანხილული მაგალითის მიხედვით, შედგება ანალოგიურად შესაბამისი განტოლებით. ყვავილობის პროგნოზის დასაშვები ცდომილება შეადგენს ± 7 დღეს, ხოლო სიმწიფის ± 9

დღეს. პროგნოზის წინასწარობის დრო შეადგენს 2-2.5 თვეს, ხოლო ნაყოფების სიმწიფის 4-6 თვეს.

14.2.4 თუთის კულტურის პირველი ფოთლების გაშლის პროგნოზის მეთოდი

თუთის პირველი ფოთლის გაშლის ვადების განსაზღვრისათვის (შ.ცერცვაძე) შემუშავებული იქნა დამოკიდებულება, თუთის ვეგეტაციის პერიოდის დასასრულსა და დაწყებას შორის. თუთის პირველი ფოთლის გაშლის მოსალოდნელი თარიღის პროგნოზისათვის შედგენილი იქნა შემდეგი ფორმულა:

$$D = 1.IV + (57 + D_1)$$

სადაც, D - თუთის პირველი ფოთლის გაშლის თარიღია, D_1 - დღეთა რაოდენობა 1 ოქტომბრიდან დღელამური საშუალო ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ზე ქვევით გადასვლამდე.

მაგალითისათვის. დაუშვათ ლაგოდეხში ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 10°C -ზე ქვემოთ გადავიდა 24 ოქტომბერს. ამ მნიშვნელობის ფორმულაში ჩასმით მიიღება:

$$D = 1.IV + (57 - 24) = 1.IV + 33 = 3$$

მაშასადამე, თუთის პირველი ფოთლის გაშლა მოსალოდნელია 3 მაისს.

გაზაფხულზე თუთის ფოთლის გაშლის დადგენას მეაბრე-შუმეობისათვის პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს, კერძოდ გრენის ინკუბაციის პერიოდის დასადგენად. თუ გრენის ინკუბაცია დაიწყო ადრე, ფოთლის გამოსვლამდე, გამოსულ ჭიებს არ ექნებათ საკვები, მაგრამ არც დაგვიანებული ინკუბაციაა ხელსაყრელი, რადგან ფოთოლი უხეშდება. ასეთ ფოთლებში მცირდება ნახშირწყლების და ცილების შემცველობა და საკვებად ნაკლებად ყუათიანია. ყოველივე ამას, შეუძლია შეაფერხოს ჭიის განვითარება და დააკნონოს იგი.

14.3 სასოფლო-სამეურნეო აუტობურების მოსავლის და მისი ხარისხის პროგნოზები

14.3.1 საქართველოში საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავლის პროგნოზის მეთოდი

საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის პროგნოზის მეთოდის (შ.ცერცვაძე, გ.მელაძე) დამუშავებით დადგენილია, რომ აღნიშნული კულტურის მოსავალი ძირითადად დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე, კერძოდ ნალექებზე, 5 მმ და მეტი ნალექიან დღეთა რაოდენობაზე და ნიადაგში 20 სმ სიღრმეზე პროდუქტიული ტენის მარაგზე (მარტის და აპრილის თვეების). მოცემული მეთოდის დამუშავებისას გამოვლინდა, რომ მარტში და აპრილში ნალექების რაოდენობა (200-300 მმ) თუ მოდის 5 მმ და მეტი 10-12 და მეტი დღის განმავლობაში, ფორმირდება მაღალი მოსავალი და პირიქით.

მასალების ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე, დადგენილია კავშირი მეტეოროლოგიურ ფაქტორებსა და საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს შორის. მოცემულია ფორმულა საქართველოში საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავლის პროგნოზისათვის:

$$y = 0.28x_1 + 0.02x_2 + 0.12x_3 + 6.41$$

სადაც, y საპროგნოზო მოსავალია, x_1 - ნიადაგში პროდუქტიული ტენის მარაგი, x_2 - ნალექების რაოდენობა (მმ), x_3 - ≥ 5 მმ ნალექიანი დღეთა რაოდენობა (მარტის და აპრილის თვეების).

საქართველოს ტერიტორიაზე საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის, საჭიროა ცნობები საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი რაიონების მიხედვით, ზემოაღნიშნულ ფაქტორებზე (მარტის და აპრილის თვეების). მიღებული ცნობები, რაიონების მიხედვით, გასაშუალოვდება, ჩაისმევა ფორმულაში, სადაც მიიღება საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავალი ც/ჰა (ტ/ჰა).

14.3.2 სიმინდის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი

სიმინდის მოსავალი ძირითადად დამოკიდებულია სავეგეტაციო პერიოდში ფაზების ნორმალურ განვითარებაზე, სიმინდის სიხშირეზე მეცხრე ფოთლის ფაზაში, სიმნიფის და სავგველას ფაზაში სიმაღლეზე (სმ) და სიხშირეზე.

მოცემული მაჩვენებლების საფუძველზე, შედგენილია (გ.მელაძე, შ.ცერცვაძე, შ.თევზაძე) სიმინდის მოსავლის ერთი, ორი და სამი თვით ადრე საპროგნოზო რეგრესიის განტოლებები. სამი თვით ადრე სიმინდის მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის გამოიყენება შემდეგი განტოლება:

$$U = 0.0072x + 0.466(t - 2000) + 14.3$$

სადაც U - მოსალოდნელი მოსავალია, x - სიხშირე მეცხრე ფოთლის ფაზაში.

ორი თვით ადრე სიმინდის მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის გამოიყენება შემდეგი განტოლება:

$$U = 0.077x + 0.0054y + 0.497(t - 2000) - 0.64$$

სადაც U - მოსალოდნელი მოსავალია, x - მცენარეების სიმაღლე (სმ) სავგველას ფაზაში, y - მცენარეების სიხშირე სავგველას ფაზაში, t - დრო (მოცემული წლის რიგითი ნომერი).

ერთი თვით ადრე სიმინდის მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის გამოიყენება შემდეგი განტოლება:

$$U = 0.047x - 0.0023y + 0.565(t - 2000) + 5.5$$

სადაც, U - მოსალოდნელი მოსავალია, x - მცენარეების სიმაღლე (სმ) რძისებრი სიმნიფის ფაზაში, y - მცენარეების სიხშირე რძისებრი სიმნიფის ფაზაში, t - დრო (მოცემული წლის რიგითი ნომერი).

მაგალითისათვის. პროგნოზის ერთი თვით ადრე შედგენა რაიონების მიხედვით, მიღებული სიდიდეების გასაშუალოებით. დაუშვათ, მცენარეების საშუალო სიმაღლე რძისებრი სიმ-

ნიფის ფაზაში რაიონების მიხედვით, განისაზღვრა და შეადგინა 250 სმ; სიხშირე 100 მ²-ზე არის 200 მცენარე. პროგნოზი დგება 2024 წლისათვის (t = 2024 წ).

მოცემული სიდიდეები ჩაისმევა ერთთვიანი პროგნოზის ფორმულაში, სადაც მიიღება:

$$U=0.047\times 250-0.0023\times 200+0.565(2024-2000)+5.5=20.7 \text{ ტ/ჰა.}$$

აღნიშნული საჰექტრო მოსავალი გამრავლდება მოცემული წლის სიმინდის ნათესის ფართობზე და მიიღება მოსალოდნელი საერთო მოსავალი. ანალოგიურად შედგება სიმინდის მოსავლის ორი და სამთვიანი პროგნოზებიც.

14.3.3 საქართველოში კარტოფილის კულტურის საშუალო მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის მეთოდი

საქართველოს კარტოფილის წარმოების რაიონებში კარტოფილის მოსავალი მჭიდრო კავშირშია ივნის-ივლისის პერიოდის ატმოსფერულ ნალექებთან და მცენარეების სიმაღლესთან ყვავილობის დასაწყისში (მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტი R=89).

დადგენილი კავშირების საფუძველზე (გ.მელაძე) შედგენილია რეგრესიის განტოლება კარტოფილის მოსალოდნელი მოსავლისათვის:

$$U = 0.17x + 1.5y - 19$$

განტოლებაში U - საპროგნოზო მოსავალია (ტ/ჰა), x - ნალექების ჯამი (მმ) ივნის-ივლისის პერიოდში, y - მცენარეების სიმაღლე (სმ) ყვავილობის დასაწყისში.

კარტოფილის მოსალოდნელი მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის მეკარტოფილეობის წარმოების რაიონებიდან საჭიროა მონაცემები ატმოსფერული ნალექების შესახებ (VI-VII პერიოდში) და მონაცემები მცენარეების სიმაღლეზე (სმ) ყვა-

ვილობის დასაწყისში. ეს მონაცემები გასაშუალებდა, ჩაისმევა მოცემულ განტოლებაში და მიიღება საქართველოს ტერიტორიაზე მოსალოდნელი საშუალო მოსავალი (ტ/ჰა). პროგნოზი შეიძლება შედგეს ცალკეული რაიონების მიხედვით. მოსავლების გასაშუალების შემდეგ მიიღება იგივე საშუალო მოსალოდნელი მოსავალი (ტ/ჰა).

პროგნოზის შედგენის ტექნიკა. დაუშვათ, 2024 წლის ივნის-ივლისის თვეებში მეკარტოფილეობის რაიონების მიხედვით, ნალექების საშუალო რაოდენობამ შეადგინა 175 მმ, ხოლო მცენარეების სიმაღლემ ყვავილობის დასაწყისში საშუალოდ - 54 სმ. მოცემული სიდიდეების ჩასმით განტოლებაში მიიღება:

$$U = 0.17 \times 175 + 1.58 \times 54 - 19 = 98$$

მიიღება კარტოფილის მოსალოდნელი მოსავალი 98(ტ/ჰა). პროგნოზი შედგება აგვისტოს პირველ დეკადაში ორ თვით ადრე, რომლის ცდომილება დასაშვებია 17%-მდე.

14.3.4 მზესუმზირის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი

ატმოსფერული ნალექები, ნალექების დღეთა რაოდენობა (>5 მმ), ნათელი და მზიანი დღეები ძლიერ გავლენას ახდენენ მზესუმზირის მოსავლის ფორმირებაზე, საყვავილეების წარმოქმნა-ყვავილობის პერიოდში. აღნიშნული ფაზების განვითარება აღმოსავლეთ საქართველოს მზესუმზირის წარმოების რაიონებში მიმდინარეობს ივნის-ივლისში. ამიტომ, ამ თვეების აგრომეტეოროლოგიური პირობები წარმოადგენს გადამწყვეტ ფაქტორს მოცემული კულტურის მოსავლისათვის.

სათანადო მასალების სტატისტიკური დამუშავებით გამოვლინდა, რომ ივნის-ივლისის პერიოდში ნალექების ჯამს, ნალექებით ≥ 5 მმ დღეთა რაოდენობას, მზიან დღეებს და მოსავალს შორის არსებობს საკმაოდ კარგი კავშირი. დადგენილი კავშირის საფუძველზე, შედგენილია (გ.მელაძე) რეგრესიის

განტოლება მზესუმზირის მოსალოდნელი მოსავლის პროგნოზის შესადგენად, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$U = 0.03x + 0.46y + 0.14z - 3.0$$

სადაც, U - მოსალოდნელი მოსავალია (ტ/ჰა), x - ნალექების ჯამი (მმ), y - >5 მმ ნალექების დღეთა რაოდენობა, z - ნათელი, მზიანი დღეები.

პროგნოზის შედგენის ტექნიკა. დაუშვათ, მოცემულ რაიონში ივნის-ივლისის პერიოდში ნალექების ჯამმა შეადგინა 150 მმ, ნალექიან დღეთა (>5 მმ) რაოდენობამ 10 დღე, ნათელ დღეთა რაოდენობამ 8 დღე. განტოლებაში, ამ მონაცემების ჩასმით მიიღება 7.2 ტ/ჰა. რაიონების მიხედვით, მოსავლის გასაშუალების შემდეგ მიიღება საშუალო მოსავალი (ტ/ჰა). ამ უკანასკნელის გამრავლებით მთლიან ნათეს ფართობზე, მიიღება მთელი ტერიტორიის მოსალოდნელი საერთო მოსავალი. პროგნოზი შედგება აგვისტოს პირველ დეკადაში. ზემოაღნიშნული ფაქტორები იძლევიან პროგნოზის გამართლების გარანტიას მინათმოქმედების მაღალი კულტურის პირობებში.

14.4 ზამთრის პერიოდში აუტბურების გამოზამთრების პროგნოზი

14.4.1 ვაზის კულტურის გამოზამთრების პირობების პროგნოზი

მცენარეების დაზიანება ზამთრის ყინვებისაგან უმთავრესად დამოკიდებულია ზამთრისათვის მათ მომზადებასა და უარყოფითი ტემპერატურის სიდიდეზე. ამიტომ, აგრომეტეოროლოგოური პროგნოზი უნდა ითვალისწინებდეს ზამთრისადმი მცენარეების მომზადების ხარისხს და ზამთარში ჰაერის ტემპერატურის მოსალოდნელ დაცემას. დადგენილია (თ.თურმანიძე), რომ ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის მოსალოდნელი დაცემა კრიტიკულამდე, ვაზისათვის თითქმის

ყველა რაიონში დამოკიდებულია დღელამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 5°C-ის ზევით გადასვლიდან ნოემბრის მეორე დეკადამდე, აგრეთვე ოქტომბრის აბსოლუტურ მინიმალურ ტემპერატურაზე. ყველაზე თბილი ზამთარი იქნება, როცა ტემპერატურის 5°C-ზე გადასვლა აღინიშნება დეკემბრის პირველ დეკადაში, ე.ი. ერთი თვით გვიან.

აღნიშნული მეთოდი ითვალისწინებს ზამთრისადმი მცენარეების მომზადების ხარისხის შეფასებას. კერძოდ, საჭიროა გაიზომოს ვაზის ყლორტის მომნიჭებული ნაწილების სიგრძე ფოთოლცვენის პერიოდში. თუ ვაზის ძლიერ მოზარდი ჯიშის ყლორტების მომნიჭებული ნაწილების სიგრძე შეადგენს 150 სმ და მეტს, საშუალო მოზარდის 130 სმ და მეტს, ხოლო სუსტად მოზარდის 100 სმ და მეტს, მაშინ მათი მომზადება უნდა ჩაითვალოს დამაკმაყოფილებლად და პირიქით.

მოსალოდნელი აბსოლუტური მინიმალური ჰაერის ტემპერატურის გაანგარიშებისათვის გამოიყენება რეგრესიის შემდეგი განტოლებები:

$$T = 0.07x + 0.2y - 22.8 \text{ ახალციხისათვის;}$$

$$T = 0.48x + 0.23y - 20.6 \text{ გორისათვის;}$$

$$T = 0.38x + 0.26y - 24.6 \text{ საჩხერისათვის;}$$

$$T = 0.25x + 0.33y - 29.1 \text{ ხაშურისათვის.}$$

განტოლებებში T - მოსალოდნელი ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურაა, x - ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა ოქტომბრის თვეში, y - ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C-ზე გადასვლის თარიღი.

მაგალითისათვის. დაუშვათ, ახალციხეში ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 5°C-ზე გადასვლის თარიღი აღინიშნა 14 ნოემბერს. ოქტომბერში აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა იყო 1.5°C. ახალციხისათვის მოცემული სიდიდეების ჩასმით რეგრესიის განტოლებაში (ტემპერატურის გადასვლა 5°C-ზე ჩაინერება რიცხვის სახით, რომელიც აითვლება 20 ოქტომბრიდან) მიიღება:

$$T = 0.07 \times 1.5 + 0.2 \times 25 - 22.8 = -17.8$$

მაშასადამე, ჰაერის მოსალოდნელი აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა იქნება -17.8°C . მოცემული ტემპერატურის დროს ვაზის ყლორტების მომნიფებული ნაწილები თუ აღწევს სიგრძეში 100, 130 და 150 სმ და მეტს, შესაბამისად სუსტი, საშუალო და ძლიერად მოზარდი ჯიშებისათვის, მაშინ ვაზის კულტურა არ მოითხოვს ყინვებისაგან დაცვას, რადგან ყლორტების კარგად მომნიფებისას ყინვები -19°C -მდე სერიოზულად ვერ დააზიანებს მათ.

14.5 მცენარეების დაავადებათა გამოვლის პროგნოზი

14.5.1 პომიდორის კულტურის ფიტოფტორას დაავადების გამოვლის პროგნოზი

პომიდორის ფიტოფტორით დაავადება განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ტენიან რეგიონებში. იგი ძლიერ აზიანებს მოსავალს. ფიტოფტორა გამოვლინდება, მაშინ როცა ადგილი აქვს 4-7 დღის განმავლობაში შემდეგ მეტეოროლოგიურ პირობებს: ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა არა უმეტეს 25°C , მინიმალური არა ნაკლები 10°C , ჰაერის საშუალო დღელამური ტენიანობა 84%-ზე მეტი, ნალექების ჯამი 18 მმ-ზე მეტი, პროდუქტიული ტენის მარაგი ნიადაგის 0-20 სმ ფენაში 45 მმ-ზე მეტი.

აღნიშნული ფაქტორების საფუძველზე, შედგენილია საპროგნოზო განტოლება, რომელიც საშუალებას იძლევა გაანგარიშებული იქნას ფიტოფტორას განვითარების ხარისხი (%).

$$\varphi = 0.16P_1 + 0.15P_2 - 9.68t_1 - 14.30t_2 + 493.52$$

სადაც, ფ - ფიტოფტორას განვითარებაა (%), P_1 - ნალექების ჯამია ივლისის თვეში, P_2 - აგვისტოში, t_1 - ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურა ივლისში, t_2 - აგვისტოში.

პროგნოზით პომიდორზე დაავადების განვითარება ხასიათდება ინტენსიური დაზიანების საზღვრებით: დეპრესია (20%-მდე), ზომიერი განვითარება (20-50%) და ძლიერი განვითარება(50%-ზე მეტი).

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რაში მდგომარეობს აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეცნიერული საფუძვლების არსი?
2. რომელი ძირითადი აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, რა პრინციპებით ხდება მათი შედგენა და რაში მდგომარეობს მათი პრაქტიკული გამოყენება?

თავი XV

ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო ჯალბარების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნილება

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების პროცესში მნიშვნელოვანია მათი გარემო ფაქტორებისადმი მოთხოვნილებების გათვალისწინება. ე.ი. უნდა ვიცოდეთ მოცემული კულტურების ბიოლოგიური თავისებურება და მათი რეაქცია ძირითად ელემენტებზე, კერძოდ, სითბოზე, სინათლეზე და ტენზე. მცენარის რეაქცია გარემო პირობებისადმი დაკავშირებულია ბიოლოგიური პროცესით, ზრდით და განვითარებით.

ზრდა არის მცენარეთა ორგანიზმში ისეთი ცვლილებების პროცესი, რომლის შედეგად მიმდინარეობს მცენარეების ცალკეული ორგანოების ზომისა და წონის გადიდება, ხოლო განვითარება - რაოდენობრივ ცვლილებათა შინაგანი პროცესი, რომელიც წარმოებს მცენარეებში თესლის დათესვიდან ახალი მოსავლის თესლის მომწიფებამდე.

ზრდა და განვითარება არ შეიძლება ერთმანეთისაგან განვაცალკეოთ. ორგანიზმში ორივე პროცესი მიმდინარეობს ერთდროულად, ერთი და იგივე გარემო პირობების დროს. ერთი და იგივე გარემო პირობები შეიძლება იყოს ხელსაყრელი ზრდისათვის და არახელსაყრელი განვითარებისათვის ან პირიქით. ამიტომ, შექმნილი და მოსალოდნელი აგრომეტეოროლოგიური პირობების ანალიზისათვის საჭიროა ვიცოდეთ კონკრეტული სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოთხოვნილება ამ პირობებისადმი.

15.1 მარცვლელი კულტურები

საშემოდგომო ხორბალი - მაღალი აგროტექნიკის პირობებში იძლევა 3-4 ტ/ჰა და მეტ მოსავალს. მისი თავისებურებაა, გადაიტანოს შედარებით დაბალი ტემპერატურა ზამთრის პერიოდში. ამიტომ, მის თესვას აწარმოებენ შემოდგომაზე. მისი

თესვის ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 14-17°C. იგი ვეგეტაციის განახლებას იწყებს გაზაფხულზე, ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C ზევით გადასვლიდან. აქტიური ზრდა მიმდინარეობს 10-15°C ტემპერატურაზე, ხოლო -16, -18°C ტემპერატურაზე კულტურა ილუპება. 20 სმ თოვლის საბურველის ქვეშ უძლებს -25, -30°C ტემპერატურას. გაზაფხულის (მაისის) ატმოსფერული ნალექები აძლიერებს აღნიშნული კულტურის ვეგეტატიური მასის ზრდას და კარგ პირობებს ქმნის ახალი ყლორტების ამოყრისათვის, ხოლო მარცვლების მომწიფების პერიოდში ნალექებს ნაკლებად მოითხოვს. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 260-300 დღეს შეადგენს.

საშემოდგომო ჭვავი - ფართოდ არის გავრცელებული ევროპაში. მას გააჩნია ყინვაგამძლეობის და შემოდგომა-ზამთრის ნიადაგის ტენის მარაგის გამოყენების კარგი უნარი. ვეგეტაციის განახლებას იწყებს ჰაერის ტემპერატურის 5°C-ზე გადასვლის შემდეგ. მისი ვეგეტაციის ხანგრძლივობა, ზამთრის პერიოდის გამოკლებით შეადგენს დაახლოებით 140-180 დღეს, რომლის პერიოდში 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამი გროვდება 1600-1900°C. ტენის მიმართ შედარებით ნაკლებად მომთხოვნია, თუმცა უფრო მეტად საჭიროებს - შემოდგომაზე. იგი მგრძობიარეა სინათლისა და დღის ხანგრძლივობის მიმართ. სინათლის ნაკლებობა იწვევს მცენარეების ჩანოლას. საშემოდგომო ხორბალთან შედარებით იგი 8-10 დღით ადრე მწიფდება.

საგაზაფხულო ხორბალი - ითესება ადრე გაზაფხულზე და ნიადაგის საკმაოდ ტენიანობის შემთხვევაში აღმოცენდება 6 დღის შემდეგ, 4°C ტემპერატურის პირობებში. მისი ვეგეტაციის ყველაზე ხელსაყრელ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს წარმოადგენს: ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 15-20°C; თესვიდან მომწიფებამდე საჭიროებს 90-120 დღეს და 10°C-ის ზევით ტემპერატურათა ჯამს 1700-1900°C და მეტს. სინიფის ფაზაში თუ ცხელი და მშრალი ამინდებია, მარცვლები ნორმალურად არ ყალიბდება, გამოდის ფშუტე. ტენის სიჭარ-

ბის და დაბალი ტემპერატურის პირობებში აღმოცენება ქია-ნურდება.

საგაზაფხულო ქერი - თესავენ სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში. მთიან და მაღალმთიან პირობებში წარმატებით ვითარდება ზღ. დონიდან 2500-3000 მ სიმაღლეზე. ახასიათებს მოკლე ვეგეტაციის პერიოდი 98-95 დღე. აღმოცენდება 8-10°C, 17-12 დღის შემდეგ. სავეგეტაციო პერიოდში 10°C-ის ზევით 1000-1100°C ტემპერატურის ჯამს საჭიროებს. შედარებით უკეთ ეგუება ნიადაგში ტენის ნაკლებობას, ვიდრე საგაზაფხულო ხორბალი.

შვრია - სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 95-120 დღეს, გაზაფხულის წაყინვებს ადვილად, დაუზიანებლად იტანს. ხანგრძლივი მაღალი ტემპერატურები მარცვლების ფორმირების პერიოდში არ არის ხელსაყრელი. განსაკუთრებით ტენს საჭიროებს დაბუჩქებიდან დათავთავებამდე პერიოდში. ნალექების ნაკლებობა ამ პერიოდში იწვევს შვრიის მოსავლის ძლიერ შემცირებას.

სიმინდი - სითბოს მოყვარული კულტურაა. სიმინდის მიხედვით არჩევენ სხვადასხვა ჯიშებს, რომელთა შორის ვეგეტაციის ხანგრძლივობა შეადგენს 2 თვეს და მეტს. სიმინდის თესვის ოპტიმალურ ვადად ითვლება ჰაერის საშუალო ტემპერატურის გადასვლა 10°C-ის ზევით. აღნიშნულ ტემპერატურაზე უფრო ადრე დათესვა იწვევს აღმოცენების ძლიერ გაჭიანურებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს თესლების ნიადაგში ლპობა, აგრეთვე აღმონაცენის წაყინვებით დაზიანება. არ არის რეკომენდებული გვიან თესვაც, რადგან ზოგიერთ რაიონში იგი შეიძლება დაემთხვეს გვალვების პერიოდს, სადაც აღმოცენების პროცენტი ძალზე დაბალი იქნება. გაზაფხულზე, ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღამდე, თუ ნალექების რაოდენობა აღინიშნა 10-30 მმ, ხოლო ტემპერატურის ჯამი 80-100°C, ასეთი პირობები წარმოადგენს სიმინდის თესვის ოპტიმალურ ვადას.

სავეგეტაციო პერიოდში სიმინდის საადრეო ჯიშები მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ის

ზევით გადასვლიდან 1700°C ტემპერატურის ჯამს, საშუალო - მნიფადი 2200°C, ხოლო საგვიანო - 2800°C და მეტს. მარცვლების ფორმირების პერიოდში ხელსაყრელია საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურა 20-24°C და ნიადაგის 0.5 მ სიღრმის ფენაში არა ნაკლებ 60-70 მმ ტენის მარაგი.

ტენის ნაკლებობა ხელს უწყობს მაღალი ტემპერატურის უარყოფით გავლენას და ნარმოადგენს ფოთლების სუსტად განვითარების მიზეზს. ასევე, ნიადაგის ჭარბი ტენიანობა აუარესებს ფესვთა სისტემის ჰაერაციის პირობებს და ამცირებს სიმინდის ნაზარდს. არახელსაყრელია ნიადაგის ჭარბი ტენიანობა ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს. შემოდგომის ნაყინვები დამღუპველად მოქმედებს სიმინდის მოსავალზე.

ფეტვი - გამოირჩევა სითბოსადმი მაღალი მოთხოვნილებით და გვალვავამძლეობით. ერთწლიანი მცენარეა, მისი თესლი აღმოცენებას იწყებს 8-10°C. უფრო დაბალ ტემპერატურაზე აღმოცენება ჭიანურდება და ნიადაგში დიდხნით დაყოვნებისას ლკება. ჯიშებზე დამოკიდებული ფეტვის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 80-120 დღე. სითბოსადმი მოთხოვნილება მერყეობს 1600-2300°C. საადრეო ჯიშები მოითხოვს 1000-1500°C ტემპერატურას, შედარებით უკეთ იტანს მაღალ ტემპერატურებს (35-40°C), ხოლო მცირე ნაყინვების დროს ზიანდება (-1, -3°C).

წინიბურა - ძირითადად ზომიერ კლიმატურ პირობებში ანარმოებენ. ახასიათებს მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი. საადრეო ჯიშები 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამის 1000-1200°C-ზე მნიფდება 60 დღეში, ხოლო საგვიანო ჯიშები მნიფდება 80-90 დღეში ტემპერატურის ჯამის 1300-1500°C პირობებში. ნიადაგის ტენიანობაზე დიდი მოთხოვნილების გამო, გვალვიან რაიონებში წინიბურა არ მოჰყავთ. იგი მგრძობიარეა ნაყინვებისადმი. გაზაფხულზე ჰაერის -2 -3°C ტემპერატურა მასზე დამღუპველად მოქმედებს, ამიტომ თესვენ შედარებით გვიან, როდესაც ნიადაგის ტემპერატურა 14-15°C მიაღ-

ნევს და ნაყინვები შეწყდება. მოცემული კულტურისათვის ჰაერის ოპტიმალური ტემპერატურაა დაახლოებით 20°C.

ბრინჯი - ერთწლიანი კულტურული მცენარეა. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ჯიშების მიხედვით შეადგენს 100-150 დღეს. აღმოცენებისათვის საჭიროებს 10-13°C ტემპერატურას. კარგად იტანს 35-40°C, ხოლო ზიანდება 0°C-მდე ტემპერატურის შემცირებისას. მისი 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამის მოთხოვნილება მერყეობს 2000-4000°C-ის საზღვრებში. ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 20-25°C. ბრინჯი ტენის მოყვარულია, ამიტომ საჭიროა მისი მორწყვა ისე, რომ ნათესები წყალში დაყოვნდეს აღმოცენებიდან რძისებრ სიმწიფემდე. ნათესებს წყლისგან ათავისუფლებენ მოსავლის აღებამდე. აღნიშნული კულტურა მოყავთ ისეთ ტერიტორიებზე, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში ნალექების რაოდენობა 1000 მმ და მეტია. იგი დიდ მოთხოვნას უყენებს, განათებას და ჰაერის მაღალ ტემპერატურას.

15.2 ბოსტნეული კულტურები

ბოსტნეული კულტურები სითბოს მოთხოვნილებისადმი იყოფა ორ მკვეთრად გამოსატულ ჯგუფად:

1. სითბოს მოყვარული კულტურები, რომლებსაც არ აქვთ უნარი დაუზიანებლად გადაიტანონ ნაყინვების მოქმედება და ცუდად ვითარდებიან 15°C-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს (კიტრი, გოგრა, პომიდორი და სხვა);
2. სიცივის ამტანი ან სითბოს ნაკლებად მომთხოვნი, რომლებიც წარმატებით ვითარდებიან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე (კომბოსტო, სტაფილო, სუფრის ქარხალი, ხახვი, ბოლოკი, თვის ბოლოკი, თაღამურა, ბარდა და სხვა).

ტენისადმი მეტად მომთხოვნია: კომბოსტო, თაღამურა, ხახვი, ნიორი, სტაფილო, სუფრის ქარხალი. ტენის ნაკლებად მომთხოვნია: პომიდორი, გოგრა, ნესვი, და კიტრი. თუმცა, ეს კულტურები განვითარების ზოგიერთ პერიოდში მწვავედ რეა-

გირებენ ნიადაგში ტენის ნაკლებობაზე, რაც ამცირებს მოსავალს.

თეთრთავიანი კომბოსტო - მისი სავეგეტაციო პერიოდი მერყეობს 100 დღიდან (საადრეო ჯიშისათვის) 200 დღემდე (საგვიანო ჯიშისათვის). თეთრთავიანი კომბოსტოს საადრეო ჯიშისათვის საჭირო 10°C -ის ზევით ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს $1100-1300^{\circ}\text{C}$, საგვიანოსათვის - $1400-1600^{\circ}\text{C}$ და მეტს. მისი ზრდა-განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა $15-17^{\circ}\text{C}$. კომბოსტო $-6, -7^{\circ}\text{C}$ -მდე წაყინვებს იტანს დაუზიანებლად. ტექნიკურ სიმწიფეში მისი ყინვაგამძლეობა მატულობს და შემოდგომაზე -8°C არ წარმოადგენს საშიშროებას. ვეგეტაციის პერიოდში ტენის ნაკლებობა იწვევს კომბოსტოს კულტურის დაკნინებას. ნიადაგის მაღალი ტენიანობა საჭიროა ჩითილების ღია გრუნტში გადარგვის შემდეგ. იგი ეკუთვნის გრძელი დღის მცენარეებს, ამიტომ ესაჭიროება ხანგრძლივი და კარგი განათება.

ყვავილოვანი კომბოსტო - ერთწლიანი კულტურაა, მისი მოყვანა თითქმის ყველგანაა შესაძლებელი. მაღალი ტემპერატურები არახელსაყრელია მისი განვითარებისათვის, დიდ მოთხოვნას უყენებს ნიადაგის ტენს. იგი არ ზიანდება -5°C ტემპერატურაზე, სავეგეტაციო პერიოდში მოითხოვს ტემპერატურათა ჯამს $1000-1200^{\circ}\text{C}$. ყვავილოვანი კომბოსტო სინათლის მოყვარულია, დაჩრდილვა განსაკუთრებით მისი განვითარების პირველ პერიოდში უარყოფითად მოქმედებს მოსავალზე.

სტაფილო - მისი აღმოცენება ხდება $3-4^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, 8°C აღმოცენდება 20 დღის შემდეგ, 11°C დროს 16 დღის შემდეგ, ხოლო 18°C აღმოცენდება 8 დღეში. სტაფილოს მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილების განვითარების ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს $16-18^{\circ}\text{C}$. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ჯიშებზე და შეადგენს 100-130 დღეს. რაც შეეხება ტემპერატურის მინიმუმებს $-8, -9^{\circ}\text{C}$ დაბალ ტემპერატურაზე იგი იღუპება. ნიადაგიდან ამოღებული სტაფილოს ძირნაყოფები ზიანდება -1°C -მდე ტემპერა-

ტურის პირობებში. სტაფილო ტენისადმი მოთხოვნილებას ინარჩუნებს სავეგეტაციო პერიოდის მთელ მანძილზე. ჭარბი ტენიანობის შემთხვევაში ძირნაყოფები შეიძლება დასკდეს, რაც ამცირებს მოსავლის ხარისხს.

სუფრის ჭარხალი - ძირითადად ითესება ღია გრუნტში, მაგრამ შესაძლებელია მისი გადარგვა ჩითილებითაც. აღმოცენდება 4°C ტემპერატურაზე 20-22 დღეში, 10°C -ზე აღმოცენდება 8-12 დღეში ნიადაგის საკმაო ტენიანობისას. ზიანდება -4 , -5°C და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. ნორმალურად ვითარდება $14-16^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. გვალვიან ტერიტორიებზე მორწყვის გარეშე სუფრის ჭარხალს უვითარდება უხეში ძირნაყოფი და იძენას მომწარო გემოს.

თვის ბოლოკი - სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 20-50 დღეს. თესლის აღმოცენება მიმდინარეობს $2-3^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე და დაუზიანებლად იტანს -4 , -5°C წაყინვებს. კარგი ძირნაყოფები უვითარდება $12-14^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. მაღალი ტემპერატურა და ტენის ნაკლებობა ამცირებს მოსავალს და აუარესებს მის ხარისხს, ასეთ პირობებში ძირნაყოფები ფშუტე და უხეშია. ნიადაგის ჭარბი ტენი იწვევს ძირნაყოფების დახეთქვას. მისთვის ხელსაყრელია ზომიერად თბილი და ტენიანი ამინდის პირობები.

თაღვამი - სიცივის ამტანია, აღმოცენდება $1-2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, ხოლო აღმონაცენი წარმატებით ვითარდება $6-8^{\circ}\text{C}$. ნორმალური განვითარებისათვის ხელსაყრელია $13-15^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა. მისი სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 60-90 დღეს შეადგენს. დაუზიანებლად შეუძლია გადაიტანოს -1 , -3°C წაყინვები. თაღვამის მოსავალის აღება უნდა მოხდეს ინტენსიური წაყინვების დაწყებამდე.

ნიახური - იგი სიცივის ამტან კულტურებს მიეკუთვნება. ახასიათებს მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი (90-110 დღე), ნორმალურად ვითარდება $14-16^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ნიადაგში ტენის ნაკლებობისას აჩერებს ზრდას, იგივე ხდება ჭარბი ტენის შემთხვევაში, იტანს -7 , -8°C წაყინვებს.

ხახვი - აღმოცენებისათვის მინიმალური ტემპერატურაა 2-4°C, ხოლო ოპტიმალურია 16-20°C ტემპერატურა. მაღალი ტემპერატურები (35-40°C) დამაკნინებელია ხახვისათვის, განსაკუთრებით ნიადაგში ტენის სიმცირის დროს. განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს ნიადაგის ტენს. გვალვების შემთხვევაში სუსტად ვითარდება. ფოთლების ბოლოების დაზიანება აღინიშნება -3, -4°C ტემპერატურაზე.

კიტრი - მიეკუთვნება სითბოს ძლიერ მოყვარულ მცენარეთა ჯგუფს. თესლის აღმოცენებისათვის საჭიროა 12-14°C, თუმცა აღნიშნული ტემპერატურების დროს აღმოცენება ჭიანურდება 15 დღემდე და შესაძლებელია ნიადაგში ჭარბი ტენის შემთხვევაში თესლი დაღვას. აღმოცენების ოპტიმალური ტემპერატურაა 25-28°C, ამ ტემპერატურებზე თესლი აღმოცენდება 5-3 დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 60-90 დღეა. კიტრი 10°C-ის ზევით მოითხოვს 1800-2000°C ტემპერატურათა ჯამს. ჰაერის ტემპერატურის შემცირება 0°C-ის ქვევით დამღუპველად მოქმედებს მცენარეებზე.

პომიდორი - აღმოცენებას იწყებს 14-15°C ტემპერატურაზე. მისი განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა 20-24°C, მცენარეები 15°C-ზე დაბლა წყვეტენ ყვავილობას. პომიდორის ნაყოფის სრული მომწიფებისათვის საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1600-1800°C და მეტი. ნაყინვები -1°C მცენარისათვის დამღუპველია. პომიდორის კულტურას ღია გრუნტში რგავენ ჩითილების სახით, ნაყინვების შეწყვეტის შემდეგ. იგი ნიადაგის ტენს განსაკუთრებულ მოთხოვნას არ უყენებს, მხოლოდ მოითხოვს სტაბილურ 60-70% ჰაერის შეფარდებით ტენიანობას. პომიდორი განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს სინათლეს, ცუდად განათებულ ფართობებზე არ იძლევა მაღალ და ხარისხოვან მოსავალს.

საზამთრო, გოგრა, ნესვი - აღნიშნული კულტურები სითბოსადმი განსაკუთრებული მომთხოვნი არიან. გოგრის აღმოცენებისათვის მინიმალური ტემპერატურაა 12-13°C, ხოლო საზამთროსა და ნესვისათვის - 15-17°C. სავეგეტაციო პერიოდში გოგრის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის ოპტიმალუ-

რია 22-24°C ტემპერატურა, ხოლო საზამთროსა და ნესვისათვის - 26-28°C. ნაყინვები 0°C-ის ქვემოთ მათთვის დამლუპველია. მოცემული კულტურები ხასიათდებიან გვალვავადმძლეობით და ტენისადმი ზომიერი მოთხოვნით.

15.3 ძირხვენა და ტუბერა კულტურები

ჰიბრიდული თაღვამურა („კუუზიკუ“) - სიცვიის ამტანია, მისი თესლი აღმოცენდება 2-3°C ტემპერატურაზე. მოზარდი მცენარეები იტანენ -8, -9°C ტემპერატურებს. ტემპერატურათა ჯამს 10°C-ის ზევით მოითხოვს 1000-1200°C. მისი სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 120-140 დღე. ძირხვენების ნორმალური ზრდისათვის ხელსაყრელია ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 12-14°C. მაღალი ტემპერატურები (28-30°C), ძირხვენების ინტენსიური ფორმირების პერიოდში, განსაკუთრებით ნიადაგში ტენის ნაკლებობისას, მკვეთრად ამცირებს მოსავალს. მთიანი და მაღალმთიანი ზონის პირობებში, სათანადო აგროტექნიკის ჩატარებისას იძლევა მაღალ მოსავალს (13-15 ტ/ჰა).

შაქრის ჭარხალი - ორწლიანი, ზომიერად სითბოსა და ტენის მოყვარულია. მისი სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 150-180 დღე. ტენის საკმარის რაოდენობის პირობებში, ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 5°C-ზე აღმოცენდება 20-25 დღეში, 10°C-ზე - 10-12 დღეში, ხოლო 15-20°C-ზე აღმოცენდება 7-5 დღეში. ჯიშების მიხედვით, 10°C-ის ზევით მოითხოვს 2200-2700°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს. იგი იტანს -6, -7°C-მდე ნაყინვებს. ნიადაგიდან ამოღებული ჭარხლის ძირხვენები შეიძლება დაზიანდეს ყინვებისაგან -1.5, -2°C-ზე. ნორმალური ზრდისათვის ოპტიმალურია 20°C ჰაერის ტემპერატურა.

შაქრის ჭარხალი განსაკუთრებით ვეგეტაციის მეორე პერიოდში, დიდ მოთხოვნებს იჩენს სინათლისადმი. ნათელი, მზიანი ამინდები ხელსაყრელია ძირხვენების ზრდისა და შაქ-

რის დაგროვებისათვის. მოღრუბლული და წვიმიანი ამინდები ამცირებს მოსავალს და მის ხარისხს.

თალგამურა - კარგად იზრდება ზომიერად თბილ კლიმატურ პირობებში, თესვები გაღვივებას იწყებს 2-3°C ტემპერატურაზე. აღმოცენებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 13-14°C. აღნიშნული კულტურა განსაკუთრებულ სითბოს არ მოითხოვს. სავეგეტაციო პერიოდი ხანმოკლეა 100-120 დღე. 10°C-ის ზევით მოითხოვს 1000-1200°C ტემპერატურათა ჯამს. მოზრდილი მცენარეები იტანენ -6, -8°C ტემპერატურას. ნიადაგში ტენიანობის სიმცირის შემთხვევაში ძირნაყოფები წვრილი და უხეშია.

კარტოფილი - მისი მაღალი მოსავლის მიღებას, მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ზუსტი რგვის ვადების დადგენა. მიზანშეწონილია ტუბერების რგვა ჩატარდეს ნიადაგის 8-10 სმ სიღრმეზე, ტემპერატურის 6-8°C პირობებში. ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C-ზე იგი აღმოცენდება 24-26 დღეში, 18°C-ზე - 15 დღეში, ხოლო 22°C-ზე - 10 დღეში. კარტოფილის ყვავილობისათვის ოპტიმალურია 26°C ტემპერატურა, ხოლო ისეთი მაღალი ტემპერატურები, როგორცაა 36-38°C იწვევს ყვავილების განვითარების შეწყვეტას.

კარტოფილის სავეგეტაციო პერიოდი მერყეობს ჯიშების მიხედვით და შეადგენს 140-180 დღეს, საადრეო ჯიშების 80-90 დღეს. იგი 10°C-ის ზევით ჯიშების მიხედვით მოითხოვს 1500-2800°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს. მაღალი ტემპერატურები კარტოფილის ტუბერების წარმოქმნის პერიოდში იწვევს მის გადაგვარებას, ხოლო -2,-3°C წაყინვები იწვევს მის დალუპვას. ნიადაგის ტენიანობას უყენებს ზომიერ მოთხოვნილებას. უარყოფითად მოქმედებს მოსავალზე ხანგრძლივი წვიმები და ნიადაგის ტენის სიჭარბე. ტუბერების წარმოქმნის პერიოდში კარტოფილი მოითხოვს განათებას.

15.4 პარკოსანი კულტურები

ლობიო - სითბოსადმი მომთხოვნია, თესლის აღმოცენების მინიმალური ტემპერატურებია 8-10°C. აღმონაცენი ძალზე მგრძობიარეა წაყინვებისადმი, ტემპერატურის დაწვეა 0°C ქვემოთ დალუპველია. მისი ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა მერყეობს ჯიშების მიხედვით და შეადგენს 80-130 დღეს და მეტს. 10°C-ის ზევით ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 1400-3000°C-მდე. ლობიოს კულტურაზე უარყოფითად მოქმედებს ნოტიო, ცივი ამინდი და ნიადაგის ჭარბი ტენი. ხანგრძლივ გვალვებს ვერ იტანს განსაკუთრებით ყვავილობის პერიოდში.

ბარდა - სითბოს ზომიერად მომთხოვნია, აღმოცენებას იწყებს 2-3°C ტემპერატურაზე. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ჯიშების მიხედვით მერყეობს 60-130 დღემდე, ასევე ჯიშების მიხედვით 10°C-ის ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 1300-2500°C. მოზრდილი მცენარეები იტანენ -7,-9°C წაყინვებს.

სოიო - მისი წარმოება შეიძლება თბილ და ტენიან კლიმატურ პირობებში. აღმოცენება იწყება 8-10°C, ოპტიმალური ტემპერატურაა 22-23°C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა მერყეობს 100-150 დღემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°C-ის ზევით მოითხოვს 2500-3000°C და მეტს. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში მნიშვნელოვანია ნალექები (ივნისი-აგვისტო, 200-300 მმ). სოიო სინათლის მიმართ მგრძობიარეა. იგი შეიძლება დაზიანდეს -4, -5°C ტემპერატურაზე.

ცერცვი - სითბოს ზომიერად მომთხოვნია. აღმოცენებას იწყებს 3-4°C, ყვავილობისას ოპტიმალურია 18-20°C ტემპერატურა. ტემპერატურის 8°C-ზე აღმოცენდება 16-17 დღეში, ხოლო 20°C ტემპერატურაზე - 7 დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მის ჯიშებზე და იცვლება 90-დან 140 დღემდე. იგი ტენის ზომიერად მომთხოვნია. აღმონაცენი იტანს -3,-4°C წაყინვებს. აღნიშნული კულტურა სინათ-

ლის მოყვარულია, დაჩრდილულ ადგილებში მისი წარმოება არ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს - მცირდება მოსავალი.

15.5 ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები

მზესუმზირა - თესლის გაღვივებას იწყებს 4-6°C ტემპერატურაზე. 15-20°C ტემპერატურაზე თესლი აღმოცენდება 6-10 დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 130-160 დღეს. მცენარეზე 30°C ზევით ტემპერატურა უარყოფითად მოქმედებს. სიმწიფისათვის მზესუმზირა მოითხოვს 2000°C ტემპერატურათა ჯამს, ხოლო ნალექებს - 240 მმ. ჰაერის ტემპერატურის 0°C-ის ქვემოთ დაწვევისას, საჭიროა სათანადო ღონისძიებების მიღება ყვავილების წაყინებისაგან გადასარჩენად.

გერანი - ტიპიური ტროპიკული და სუბტროპიკული კლიმატის პირობების წარმომადგენელია. 10°C-ის ზევით ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 3500-4000°C და მეტს. მოცემული ტემპერატურის დროს შეიძლება მივიღოთ მწვანე მასის ორი მოსავალი, ხოლო უფრო მეტი ტემპერატურისას მესამე არასრული მოსავალი. პირველი მოსავლის მიღებისათვის საჭიროა 2100-2500°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, მეორე მოსავლისათვის 1200-1500°C. იგი სინათლის მოყვარულია, კარგად ვითარდება გაბნეული სხივების შემთხვევაში, მეტი ეთერზეთების დაგროვებისათვის საუკეთესო პირობაა მზიანი დღეები. მცენარეზე უარყოფით გავლენას ახდენს ქარები 14-15 მ/წმ და მეტი. ასეთი ქარები აზიანებს ფოთლებს, რომლის შედეგად მიმდინარეობს ეთერზეთების ინტენსიური აორთქლება. გერანს აზიანებს უმნიშვნელო წაყინვები -1, -2°C. დასავლეთ საქართველოს პირობებში გერანი არ მოითხოვს მორწყვას, მხოლოდ იშვიათად შეიძლება მოირწყას, ხანგრძლივი გვალვიანობისას.

ვეგენოლის რეჰანი - ტროპიკული და სუბტროპიკული ზონის მოყვარული მცენარეა. გაზაფხულზე, ღია გრუნტში ჩითი-

ლების გადარგვისათვის საჭიროა ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურა 16-18°C. მოზრდილი მცენარეები 10-12°C ტემპერატურაზე აჩერებენ ზრდას. იგი წარმატებით ვითარდება 10°C-ის ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის 3500°C და მეტის დროს. ფოთლებში ეთერზეთების დაგროვებისათვის ოპტიმალურია 22-25°C, ხოლო -2, -3°C ტემპერატურაზე იღუპება. ევგენოლის რეჰანი საკმაოდ გვალვავამძლეა, ვერ იტანს ნიადაგის ქარბტენიანობას.

ეთერზეთოვანი ვარდი - მრავალწლიანი, ხმელთაშუა ზღვის კლიმატის მცენარეა. იგი ვეგეტაციას იწყებს ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლიდან. გაზაფხულზე ყვავილობს, როცა ტემპერატურა 15-16°C მიაღწევს. მშრალი, მონმენდილი ამინდის პირობებში ყვავილობა გრძელდება 15-20 დღე, ხოლო ღრუბლიან ცივ ამინდებში 30-45 დღე. მისთვის მნიშვნელოვანია სინათლის ფაქტორი. სავეგეტაციო პერიოდში მოითხოვს 10°C-ის ზევით ტემპერატურათა ჯამს 3000-3500°C. აღნიშნული კულტურა იტანს -18°C ტემპერატურას. მისთვის ხელსაყრელია სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთის ფერდობები, რომლებიც დაცულია ქარებისაგან.

15.6 სართავი კულტურა

ბამბა - სითბოს და ტენის მოყვარულია. ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობისას ნათესები აღმოცენდებიან 13°C ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის პირობებში 26-30 დღეში, 23-27°C ტემპერატურაზე - 8-6 დღეში. აღმოცენებიდან ყვავილობამდე საადრეო ბამბის კულტურა მოითხოვს 10°C-ის ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 820°C, საშუალო სიმნიფის - 920°C და საგვიანო ჯიშის - 970°C. მისი განვითარებისათვის ხელსაყრელია მაღალი ტემპერატურები 25-30°C. რაც შეეხება ტემპერატურის შემცირებას 15-20°C-მდე, აღნიშნული კულტურა ანელებს ზრდას და ფერხდება მისი ნაყოფის წარმოქმნა. ბამბის კულტურა წაყინვებისაგან ზიანდება. ნიადაგის ტენია-

ნობის უზრუნველყოფის პირობებში, რაც უფრო ხანგრძლივია უყინვო პერიოდი, მით უხვია მოსავალი.

სავეგეტაციო პერიოდი ბამბისათვის საკმაოდ ხანგრძლივია და შეადგენს 180-210 დღეს. ამ პერიოდში მთელი ფაზების გავლისათვის მოითხოვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°C -ის ზევით $3500-4000^{\circ}\text{C}$ და მეტს. ბამბის მცენარე საჭიროებს განათებას, წინააღმდეგ შემთხვევაში, მოსავალი მნიშვნელოვნად კლებულობს და მისი ხარისხიც მნიშვნელოვნად უარესდება.

15.7 ხილ-კენკროვანი კულტურები

ვაშლი - ზომიერი კლიმატის მცენარეა, სითბოს ნაკლებად მომთხოვნია. საადრეო ჯიშების სიმწიფისათვის სრულიად საკმარისია უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 125-150 დღე, ხოლო საგვიანო ჯიშებისათვის - 150-185 დღე. ვეგეტაციას იწყებს $6-7^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, ყვავილობს - $12-13^{\circ}\text{C}$. სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით შეადგენს 1500°C . ყველაზე ყინვაგამძლე ჯიშები უძლებენ -45 , -50°C ტემპერატურას (ციმბირი, ურალი). უარყოფითად მოქმედებს ყვავილობის პერიოდში ღრუბლიანი, ტენიანი ამინდი, რაც ხელს უშლის ყვავილების მასიურ განაყოფიერებას. არანაკლებ გავლენას ახდენს ნიადაგში ტენის სიჭარბე და ძლიერი ქარები.

მსხალი - ზომიერი კლიმატის მოყვარული მცენარეა. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°C -ის ზევით ჯიშების მიხედვით მოითხოვს $1600-2800^{\circ}\text{C}$. საადრეო ჯიშების ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა არანაკლებ 140-150 დღე. ვეგეტაციას იწყებს $5-6^{\circ}\text{C}$. ნორმალურად ვითარდება და მაღალ მოსავალს იძლევა, როცა წლის განმავლობაში ნალექების რაოდენობა შეადგენს 700-1000 მმ. მსხლის კულტურის ფესვთა სისტემა ზიანდება ნიადაგის ტემპერატურის -9 , -10°C -მდე შემცირებისას. იმ ადგილებში, სადაც მოსალოდნელია -30 , -35°C ყინვები მსხლის კულტურის გაშენება არახელსაყრელია.

ვაზი - თბილი კლიმატის მცენარეა. ვეგეტაციის აქტიურ პერიოდს იწყებს გაზაფხულზე, წვენთა მოძრაობით - „ტირილით“, როცა ნიადაგის ტემპერატურა ფესვთა სისტემის განლაგების სიღრმეზე აღწევს 7-10°C. მკვეთრი აცივების შემთხვევაში წვენთა მოძრაობა წყდება, ხოლო ხანგრძლივი დათბობის შემდეგ განახლდება. სავეგეტაციო პერიოდში, ვაზი ჯიშების მიხედვით მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 2500-3500°C და მეტს (საადრეო ჯიში 2500°C, საშუალო - 2900°C, საგვიანო - 3500°C). ზედმეტი ტენიანობა ვაზისათვის მავნებელია. კარგი განათებულობისა და ნორმალური სითბოს პირობებში ვაზის ნაყოფებში შაქრიანობა იმატებს, ხოლო სიმწვანე მცირდება. გაზაფხულზე, წაყინვების შემთხვევაში -1°C ტემპერატურაზე ზიანდება ახალგაზრდა ფოთლები და ნაზარდი ყლორტები. შემოდგომაზე, ვაზის კულტურამ თუ კარგად გაიარა გამოწრთობის სტადია, შეიძლება გაუძლოს ხანმოკლე ყინვებს -18, -20°C და ნაკლებს, ხოლო ხანგრძლივი ყინვებისას -20, -22°C ტემპერატურაზე იღუპება ერთნლიანი ნაზარდები, უფრო დაბალი ტემპერატურის დროს -23, -24°C გარდაუვალია ვაზის მრავალნლიანი ნარგაობის დაღუპვა. ვაზისათვის უკეთესია ქვიშნარი და თიხნარი ტიპის ნიადაგები, რომლებიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით.

ალუბალი - სითბოს ნაკლებად მომთხოვნია. ყვავილობას იწყებს 9-10°C ტემპერატურის პირობებში. ნაყოფის სიმწიფისათვის 10°C-ის ზევით საჭიროა 1400-1600°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. ნიადაგის ტენისადმი ალუბალი ზომიერი მოთხოვნისაგან გამომდინარეობს. მისი ყვავილები საკმაოდ მგრძობიარეა გაზაფხულის წაყინვებისადმი და შეიძლება დაზიანდეს -2, -4°C ტემპერატურაზე. ჯიშების მიხედვით, ალუბლის ყინვაგამძლეობა მერყეობს -25, -30°C ტემპერატურის ფარგლებში. იგი კარგად ვითარდება ქვიშნარ, მსუბუქ და თიხნარ ნიადაგებზე.

ქლიავი - სითბოს ზომიერად მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს 6-7°C ტემპერატურაზე, ყვავილობას - 8-9°C. სავეგეტაციო პერიოდში ნაყოფების მომწიფებისათვის საჭიროა 1800-2000°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. გაზაფხულის წაყინვებს -3, -5°C შეუძლია დააზიანოს ქლიავის ახალგაზრდა ფოთლები და ყვავილები. მცენარის ყინვაგამძლეობა დამოკიდებულია მის ჯიშებზე და მერყეობს -30, -40°C ტემპერატურის ფარგლებში. იგი ნიადაგურ პირობებს განსაკუთრებულ მოთხოვნას არ უყენებს, შეიძლება ნორმალურად განვითარდეს ქვიშნარ, ალივიურ, მსუბუქი თიხნარი ტიპის ნიადაგებზე.

ბალი - საკმაოდ სითბოს მოყვარულია და გარკვეულ მოთხოვნას უყენებს ჰაერის შეფარდებით ტენიანობას. ვეგეტაციას იწყებს 7-8°C ჰაერის საშუალო დღელამურ ტემპერატურაზე. ნაყოფის სიმწიფე ჯიშების მიხედვით მერყეობს და საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით 1200-1500°C. ბალი ზომიერ მოთხოვნას უყენებს ნიადაგის ტენს. ხანგრძლივი, ჭარბი ტენიანობა უარყოფით გავლენას ახდენს ზრდა-განვითარებაზე და ნაყოფების ფორმირებაზე. ინვეს ფოთლების, ასევე, ახალგაზრდა ნაყოფების სიმწიფემდე შეყვითლებას და ჩამოცვენას. გაზაფხულზე წაყინვების -2, -4°C ტემპერატურა ძლიერ აზიანებს მოცემული კულტურების ყვავილებს. მცენარე შეიძლება დაზიანდეს -30°C და დაბლა. ბალი მოსავალს იძლევა თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგებზე.

კაკალი - სითბოს მოყვარულია. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით საჭიროა 2600-3400°C, ნალექების რაოდენობა - 270-540 მმ, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 160-190 დღე. მაღალხარისხოვანი ნაყოფები მიიღება იმ ხეებიდან, რომლებიც გაშენებულია 500-1000 მ სიმაღლემდე ზღვის დონიდან. აღნიშნულ სიმაღლეზე უფრო მაღლა, ნაყოფებიდან ზეთის გამოსავლიანობის პროცენტი ეცემა. კაკლის მცენარე ყინვაგამძლეა, მისი დაზიანება შესაძლებელია -28, -30°C და დაბლა. კაკლის მცენარისათვის არახელსაყრელია ძლიერ დამლაშებული და დაჭაობებული ნიადაგები. ზრდა-განვითარება

კარგად მიმდინარეობს კარბონატულ და სუსტ ტუტე შავმიწა ნიადაგებზე, აგრეთვე ალუვიურ-თიხნარ ნიადაგებზე.

ნუში - გვალვავადმიძლეა. ვეგეტაციას იწყებს ადრე, ამიტომ ხშირად ზიანდება წაყინვებისაგან. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 137-152 დღეს. მოცემულ პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 2600-2800°C, ნალექების რაოდენობას - 300-350 მმ. ყვავილობის პერიოდში ნუშისთვის ძალზე სახიფათოა წაყინვები. ყვავილებმა შეიძლება გაუძლოს -3, -4°C ტემპერატურას, მაგრამ -0.5°C დამლუბველია ახალგაზრდა ნასკვებისათვის. ნუშის კულტურა ძლიერ ზიანდება -25°C დაბლა. ცუდად ან სრულიად ვერ ეგუება მჟავე და დამლაშებულ ნიადაგებს. ზრდა-განვითარება კარგად მიმდინარეობს ქვიშნარ, ნეშომპალა-კარბონატულ, შავმიწა და ალივიურ ნიადაგებზე.

სუბტროპიკული ხურმა - ტიპიური სუბტროპიკული კლიმატის მოყვარული მცენარეა. კვირტების გახსნიდან ყვავილობამდე 10°C-ის ზევით მოითხოვს 700-900°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს, ყვავილობიდან სიმწიფემდე - 3200-3600°C. ყინვებისაგან -18, -19°C ტემპერატურაზე შეიძლება დაზიანდეს ერთწლიანი ნაზარდები, ხოლო -22, -25°C ტემპერატურა ნარმოადგენს მისთვის კრიტიკულს. ნალექების რაოდენობა წლის განმავლობაში ესაჭიროება 900-1200 მმ, თუმცა ნორმალურად ვითარდება 500-800 მმ ნალექების შემთხვევაშიც. მოცემული კულტურისთვის მავნებელია ძლიერი ქარები. ნიადაგურ პირობებს დიდ მოთხოვნას არ უყენებს. კარგ მოსავალს იძლევა თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგზე, მაგრამ მისთვის ხელსაყრელია მსუბუქი თიხნარი, ტენიანი, ნეშომპალით მდიდარი ნიადაგები.

გარგარი - სითბოს მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს 5-6°C ტემპერატურაზე, ყვავილობს - 7-8°C. სავეგეტაციო პერიოდში წაყოფების მომწიფებისათვის 10°C-ის ზევით მოითხოვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 1400-1600°C. გაზაფხულის წაყინვებისაგან -3, -4°C ტემპერატურაზე შეიძლება დაუზიანდეს ყვავილები, ხოლო -1, -2°C ახალგაზრდა ნასკვები. აღნიშნული

კულტურა ყინვებისადმი საკმაოდ გამძლეა, გამონრთობილ მცენარეს შეუძლია გადაიტანოს -24 , -26°C ტემპერატურა, ხოლო -30°C ქვემოთ ზიანდება. იგი გვალვავამძლეა, სინათლის განსაკუთრებით მომთხოვნია, ამიტომ მისთვის ხელსაყრელია კარგად განათებული სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ფერდობები. გარგარი ნორმალურად ვითარდება სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, მხოლოდ ვერ ეგუება ნიადაგის ჭარბ ტენს და გრუნტის წყლებს 1 მეტრზე მაღლა.

ატამი - სითბოს განსაკუთრებით მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს $6-7^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, ყვავილობას - $8-9^{\circ}\text{C}$. ნაყოფების მომწიფებისათვის 10°C -ის ზევით საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია $2000-2200^{\circ}\text{C}$. ატამის ყვავილები ნაყინვებისაგან ზიანდება -4 , -5°C ტემპერატურაზე, ხოლო ნასკვები ზიანდება -1 , -2°C . აღნიშნული კულტურა უნდა გაშენდეს იმ ტერიტორიებზე, სადაც ყინვები არ არის -23 , -25°C ტემპერატურის ქვემოთ. მისი ფესვთა სისტემა შესაძლებელია დაზიანდეს -12 , -14°C ტემპერატურაზე. ატამი ნიადაგების მიმართ არ არის მომთხოვნი, თუმცა მისთვის ხელსაყრელია ნეშომპალა, მსუბუქი თიხნარი, წყალგამტარი ნიადაგები. ადვილად იტანს ხანმოკლე გვალვებს, ვერ ეგუება ჭარბ ტენიანობას. გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებს სინათლის ფაქტორს.

შავი მოცხარი - სითბოს მცირედ მომთხოვნია. სავეგეტაციო პერიოდში 10°C -ის ზევით საჭიროებს $1000-1200^{\circ}\text{C}$ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს. შავი მოცხარის ზრდა-განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურებია $17-18^{\circ}\text{C}$. იგი საკმაოდ ყინვავამძლეა, დამაკმაყოფილებლად იტანს -30 , -35°C ტემპერატურას. მცენარის ფესვთა სისტემა -15 , -16°C ტემპერატურაზე არ ზიანდება. შავი მოცხარის კულტურა კარგად ვითარდება და იძლევა ხარისხოვან, საკმაოდ მაღალ მოსავალს მთიან და მაღალმთიან პირობებში.

15.8 ციტრუსოვანი კულტურები

ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი - ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის ტიპური წარმომადგენლებია და მოითხოვენ განსაკუთრებულ სითბოს რაოდენობას. ვეგეტაციას იწყებენ ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის $10-11^{\circ}\text{C}$, ყვავილობა აღინიშნება $16-18^{\circ}\text{C}$ და გრძელდება $15-20$ დღე. მცენარეთა ფესვთა სისტემა განვითარებას იწყებს $11-12^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ნაყოფები ზრდას იწყებს ყვავილობის დამთავრებიდან და ინტენსიურად 2 თვემდე იზრდებიან, შემდგომი ზრდის პროცესი თანდათანობით ნელდება და სიმწიფის პერიოდის დადგომისას წყდება. ნაყოფების ზრდა დამოკიდებულია ჰაერის საშუალო ტემპერატურასა და ნიადაგის ოპტიმალურ ტენიანობაზე. მოცემული კულტურების ზრდისთვის ხელსაყრელია $22-23^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა.

სავეგეტაციო პერიოდში ფაზებს შორის, კერძოდ, კვირტების გახსნიდან ყვავილობამდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს დღეღამური ჰაერის ტემპერატურის 10°C -ის ზევით ლიმონი - „ახალქართული“, ფორთოხალი - „ვაშინგტონ-ნაველი“ და მანდარინი - „უნშიუ“ მოითხოვენ $400-560^{\circ}\text{C}$, ყვავილობიდან სიმწიფემდე - $3500-3700^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურას. ნალექების რაოდენობა ყვავილობიდან სიმწიფემდე შეადგენს $1100-1750$ მმ. აღნიშნულ კულტურებს ახასიათებს სუსტი ყინვაგამძლეობა. ნაყოფები ზიანდება $-1, -2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ლიმონის კულტურა ყინვებისაგან იღუპება $-8, -9^{\circ}\text{C}$, ფორთოხალი $-10, -11^{\circ}\text{C}$, მანდარინი $-11, -12^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

ციტრუსოვანი კულტურები ნორმალურად ვითარდებიან და იძლევიან კარგ მოსავალს საკმაოდ ღრმა და საკვები ელემენტებით მდიდარ ნიადაგებზე. დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლში აღნიშნული კულტურები გაშენებულია ენერ, ნეშომპალა-კარბონატულ, წითელმინა ნიადაგებზე. მოცემული კულტურებისათვის არახელსაყრელია ქარბტენიანი, ძლიერ ტუტიანი და ქვიშიანი ნიადაგები. ხელსაყრელია სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის

ფერდობები. გასათვალისწინებელია, რომ მცენარეები დაცული უნდა იყოს ძლიერი ქარების მოქმედებისაგან, ქარსაფარი ზოლების მოწყობით.

15.9 ვაზის კულტურა

ვაზი - ზომიერად თბილი კლიმატის მცენარეა. მისი ვიზუალური ცვლილებების დაწყებამდე (კვირტების დაბერვა, გაშლა) ადგილი აქვს მასში მიმდინარე სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებს. აღნიშნულის შესამჩნევი სიმპტომია წვენთა მოძრაობის დასაწყისი („ვაზის ტირილი“) რაც ითვლება ვაზის ვეგეტაციის დასაწყისად. ვაზში წვენთა („ვაზის ტირილი“) მოძრაობის დასაწყისი უკავშირდება ამინდის ანუ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს, კერძოდ, ტემპერატურას. აღნიშნული პროცესი იწყება ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლისას ნიადაგის ტემპერატურის $8-9^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში. ვაზის წვენთა მოძრაობა მსუბუქ ნიადაგებზე შეიძლება უფრო ადრეც დაიწყოს, რადგან იგი უფრო ადრე თბება. გამთბარი ნიადაგის პირობებში დაწყებული წვენთა მოძრაობა, შეიძლება იმ შემთხვევაშიც გაგრძელდეს, როცა ტემპერატურა 0°C -მდე დაიწევს, თუმცა ეს პირობები ხანგრძლივი არ უნდა აღმოჩნდეს.

საქართველოს ტერიტორიაზე ვაზის კვირტების გაშლა იწყება ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით გადასვლიდან 8-16 დღის შემდეგ. მოცემული პერიოდი იცვლება ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, რასაც განაპირობებს ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება. ვაზის ყვავილობის პერიოდს განსაზღვრავს ამინდის პირობები და იგი შეიძლება გაგრძელდეს 10-15 დღემდე. ყვავილობისათვის ხელსაყრელია $18-20^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა. დასავლეთ საქართველოში ყვავილობა აღინიშნება მაისის ბოლოს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში ივნისის პირველ დეკადაში. ყვავილობის დასრულების შემდეგ იწყება მარცვლის გამონასკვა. ეს პერიოდი დასავლეთ საქართველოს პირობებისათვის საშუალოდ ივნისის პირველ ნა-

ხევარში იწყება, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - ივნისის ბოლოს. ამ ფენოლოგიური ფაზის ხანგრძლივობა 45-დღიდან 80 დღემდე გრძელდება. გამონასკვიდან სიმნიფის ფენოლოგიური ფაზის დაწყებამდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ვაზის საადრეო ჯიშებისათვის შეადგენს 1200-1400°C, საშუალო სიმნიფის ჯიშებისათვის - 1400-1600°C, ხოლო საგვიანოსათვის 1600-1800°C და მეტს.

კლიმატური და და ამინდის პირობები მნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ ყვავილობის დასასრული - სიმნიფის ფაზათაშორის პერიოდის ხანგრძლივობას. ამინდის არახელსაყრელი პირობების გამო, ცალკეულ წლებში ვაზის ყვავილობის და ნაყოფების მომნიფების ვადები ხანგრძლივდება. ყვავილობის პერიოდში აგროტექნიკური ვადებით დადგენილი თარიღები, რამდენადმე შეიძლება გადაინიოს, ხოლო ნაყოფების მომნიფება გაგრძელდეს გვიან შემოდგომამდე, რაც დიდი ალბათობით გამოიწვევს მოსავლის გვიან აღებას.

15.10 ჩაის კულტურა

ჩაის კულტურა - განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს სითბოს, ტენიანობას, სინათლეს და სხვა. სავეგეტაციო პერიოდში ჩაის კულტურის მოთხოვნილება სითბოსადმი განისაზღვრება ტემპერატურათა ჯამით, რომელიც საჭიროა ნორმალური ვეგეტაციისათვის. ჩაის კულტურა ვეგეტაციას იწყებს 10°C-ზე ზევით ჰაერის საშუალო დღელამური ტემპერატურის დადგომიდან და წყვეტს მას აღნიშნული ტემპერატურის დაბლა.

ჩაი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვს 3200°C და მეტ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს. ჰაერის ტემპერატურის 22-24°C შემთხვევაში, მოცემული კულტურისათვის ნორმალურად შეიძლება ჩაითვალოს ერთი თვის განმავლობაში 100-120 მმ ნალექები, რომლის დროს ჰიდროთერმული კოეფიციენტი შეადგენს 1.5-1.7.

ჩაის კულტურის მაღალი პროდუქტიულობისათვის ოპტი-
მალურია 80% ტენიანობა. დიდი მოთხოვნა ტენიანობაზე იმით
აიხსნება, რომ იგი წარმოქმნის ნაზ დუყებს, რომლებიც ზრდი-
სათვის მოითხოვენ ძალზე დიდი რაოდენობით წყალს. ჩაის
კულტურა ნიადაგის ხანგრძლივ ჭარბ ტენიანობას ვერ ეგუება,
რადგან ასეთი პირობებისას ნიადაგში იქმნება ჰაერის უკმარი-
სობა, რის შედეგად ფესვთა სისტემა ვერ ვითარდება და ზოგ-
ჯერ იღუპება. იგი, განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს ჰაე-
რის ფარდობით ტენიანობას, რომელსაც დუყების ნორმალური
ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროებს 75-80% და მეტს.

ჩაის კულტურისათვის კრიტიკულ ტემპერატურას წარმო-
ადგენს -18, -19°C. ღრმა თოვლის საბურველის (20-40 სმ და მე-
ტი) ქვეშ შეიძლება დაუზიანებლად გადაიტანოს -23, -25°C
ტემპერატურები. იგი საკმაოდ მგრძობიარეა ნიადაგის რეაქ-
ციისადმი. ნორმალურად ვითარდება მჟავე ნიადაგებზე (ენე-
რი, ყვითელი, წითელმინა ტიპის), რომელთა pH შეადგენს 4.7-
5.3, ძალზე ცუდად იზრდება ტუტე და კირიან ნიადაგებზე.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. როგორია ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრომეტეოროლოგიური და აგროკლიმატური პირობების-
სადმი მოთხოვნილება?

ლიბრატურა

- ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ერისთავი დ. კლიმატის ცვლილება და გეოინჟინერია. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2016
- ბერიტაშვილი ბ. თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორია და მისი როლი ქართული ჰიდრომეტეოროლოგიური მეცნიერების განვითარებაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2018
- გაგუა გ. საქართველოს აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „პეტიტი“, თბილისი, 2013
- გუგავა ე., მელაძე გ. მცენარეთა ეკოლოგია. გამომცემლობა „მერაბ აბელაშვილი“, თბილისი, 2003
- გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2005
- გუნია გ. ეკოლოგიური მონიტორინგი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2019
- ელიზბარაშვილი ე. კლიმატოლოგია. სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2020
<https://elibrary.sou.edu.ge/ge/books/klimatologia/828>
- თურმანიძე თ. ვაზის ეკოლოგია. თბილისი, 2003
- კოტარია ა. მეტეოროლოგიის საფუძვლები. ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის საველმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1992
- მელაძე გ., გოგლიძე ე. აგრომეტეოროლოგია. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1991
- მელაძე გ. ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლებით. ჰიდრომეტ. დეპარტამენტის ბეჭდვისა და პოლიგრაფიის უბანი, თბილისი, 1998
- მელაძე მ. აგრომეტეოროლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2008
- მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2010

- მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2012
- მელაძე გ., მელაძე მ. კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოში. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2020
- მელაძე მ. აგროეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2015
- მელაძე მ. სატყეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2011
- საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2011
- ტატიშვილი მ., ქართველიშვილი ლ., მკურნალიძე ი., მესხია რ. სეტყვისა და ელჭექური პროცესების დინამიკა და სტატისტიკური განაწილება საქართველოში კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „მნიგნობარი“, თბილისი, 2018
- შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტულუში ნ., ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციის საკითხები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2014
- ჩხაიძე გ. სუბტროპიკული კულტურები. ნაწილი I, II, თბილისი, 1996
- ხვედელიძე ზ. მოკლე სამეცნიერო ცნობარი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2021
- ქართველიშვილი ლ., ტატიშვილი მ., ამირანაშვილი ა., მეგრელიძე ლ., კუტალაძე ნ. ამინდი, კლიმატი და მათი ცვლილების კანონზომიერებანი საქართველოს პირობებში. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2023
- ჯავახიშვილი შ. ლექციების კურსი მეტეოროლოგიასა და კლიმატოლოგიაში. ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1984
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии. Изд. «Логос», М., 2005
- Меладзе Г.Г. Экологические факторы и производство сельскохозяйственных культур. Гидрометеоиздат, Л., 1991

- Branislava Lalic, Josef Eitzinger, Anna Dallamarta, Simone Orlandini, Ana Firanj Sremac, Bernard Pacher. *Agricultural Meteorology and Climatology*. Firenze University Press, 2018
- Climate Change. II Assessment Report of the IPCC, vol. I, Cambridge University Press, UK, 1996
- Denholm Hampson. *Agroclimatology*. Publ. Excelic Press LLC, 2021
- Edward Aguado, James E. Burt. *Understanding Weather and Climate*. 5th edition, Published by Pearson, 2014
- Harpal S. Mavi, Graeme I. Tupper. *Agrometeorology. Principles and Applications of Climate Statistics in Agriculture*. Haworth Press Inc., Austria, 2004
- Jerry Hatfield, Mannava Sivakumar, John Praeger. *Agroclimatology: Linking agriculture to climate*. Publ. John Wiley & Sons, 2020
- Kogan F. *Global Drought Watch from Space*. Bull. Amer. Meteorology, 2001
- Lalic B., Eitzinger J., Marta A., Orlandini S., Sremac A., Pacher B. *Agricultural Meteorology and Climatology*. Firenze University Press, Italy, 2018
- Meena Ram Swarrop. *Agrometeorology*. Publ. London, United Kingdom, 2021
- Meladze G., Meladze M. *Impact of Global Warming on the Vegetation Durable and Distribution Area of Crops in the Humid Subtropical and Mountainous Regions of Georgia*. American Journal of Environmental protection, vol.4, No.3-1, 2015
- Meladze G., Meladze M., Elizbarashvili N., Meladze G. *Global Warming: changes of Agroclimatic Zones in Humid Subtropical, Mountainous and High Mountainous Regions of Georgia*. International Journal of Current Research, India, 2016
- Meladze G., Meladze M., *Climate Change: a trend of increasingly frequent droughts in Kakheti Region (East Georgia)*. Journal of Annals of Agrarian Science, Copyright© Elsevier B.V., vol.15, No.1, 2017
- Stafanos Palmer. *Agrometeorology*. Scitus Academics LLC, 2016



GEORGIAN TECHNICAL
UNIVERSITY



FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE
AND BIOSYSTEMS ENGINEERING



FACULTY OF MOUNTAIN SUSTAINABLE
DEVELOPMENT



INSTITUTE
OF HYDROMETEOROLOGY

MAIA MELADZE

AGROMETEOROLOGY AND AGROCLIMATOLOGY



Publishing House “**UNIVERSAL**”

Tbilisi 2024

მაია მელაძე

აგრომეტეოროლოგია
და
აგროკლიმატოლოგია



გამომცემლობა „უნივერსალი“

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