

მანია მელაძე

# აგრომეტიოროლოგია



გამომცემლობა „უნივერსალი“  
თბილისი 2008

უკ (UDC): 551. 502.4 (075.8)  
მ – 529

განხილული, მოწონებული და რეკომენდებულია გამოსაცემად საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის აგროეკოლოგიის დეპარტამენტის (ოქმი № 9, 11.01. 2008 წ.) და აგროტექნოლოგიის დეპარტამენტის (ოქმი № 10, 18.02. 2008 წ.) სხდომებზე.

ნაშრომში განხილულია აგრომეტეოროლოგიის მიზნები და ამოცანები, კვლევის თანამედროვე მეთოდები და კანონები. მოცემულია გარემოს აბიოტური ფაქტორების გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე. გაშუქებულია სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროკლიმატური მოთხოვნილება და დარაიონება, აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები და დაკვირვებათა სახეები. წარმოდგენილია გარემოს დაბინძურების და კლიმატის გლობალური ცვლილების ძირითადი ასპექტები.

სახელმძღვანელო შედგენილია მოქმედი პროგრამის მიხედვით და გათვალისწინებულია საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის აგრონომიული, სატყეო, აგროსაინჟინრო ფაკულტეტების სტუდენტებისათვის, აგრეთვე სხვა შესაბამისი პროფილის უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის. იგი შეიძლება გამოიყენოს სოფლის მეურნეობის და საბუნებისმეტყველო დარგების სპეციალისტებმა და დაინტერესებულმა მკითხველმა საზოგადოებამ.

რეცენზენტები: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი **მ. გუბაშა**  
სოფლის მეურნეობის დოქტორი,  
პროფესორი **მ. ბობლიძე**

რედაქტორი: საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი **თ. თურმანიძე**

© მ. მელაძე, 2008

გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2008

თბილისი, 0179, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 19, ☎: 22 36 09, 8(99) 17 22 30  
–mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-12-181-4

## შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ბუნებრივი რესურსების მაქსიმალურად და ეფექტურად გამოყენებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება კლიმატური და ამინდის მეტეოროლოგიური ფაქტორების გამოვლენას. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურ თავისებურებათა მეცნიერულად დასაბუთებული შესწავლა, მათი აგროკლიმატური ფაქტორებისადმი მოთხოვნილების გათვალისწინებით წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიის ძირითად მიზანს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, აგრომეტეოროლოგია სწავლობს კლიმატს და ამინდს სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული მოთხოვნილების გათვალისწინებით, რომელსაც არ შეისწავლის სოფლის მეურნეობის მეცნიერების არცერთი სხვა დარგი.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბოლო ორი ათეული წლის წინათ გამოცემული “აგრომეტეოროლოგიის” სალექციო კურსის (ავტორები: გ.მელაძე, ე.გოგლიძე) შემდეგ წინამდებარე სახელმძღვანელოს გამოცემა, გადამუშავებული და განახლებული სახით პირველი მცდელობაა.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში სრულყოფილადაა წარმოდგენილი აგრომეტეოროლოგიური პროცესების კვლევის თანამედროვე მეთოდები, ტყის კლიმატი, გარემოს გაჭუჭყიანების, კლიმატის გლობალური დათბობის ასპექტები და ა.შ.

კლიმატის ძირითადი ფაქტორები: სინათლე, სითბო, წყალი – განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ზრდა-განვითარებას და მოსავალის ხარისხს. ეს ფაქტორები განსაზღვრავენ მათი გავრცელების გეოგრაფიას, აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებას მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით. აღნიშნული ფაქტორები, წარმოადგენს ხან-

გრძლივი პერიოდის განმავლობაში გეოგრაფიული მდებარეობით ჩამოყალიბებულ კომპლექსს.

სოფლის მეურნეობაში, მინათმოქმედების მაღალი კულტურის ფონზე მნიშვნელოვანია ამინდის პირობები, რომელიც ტროპოსფეროს ქვედა ფენებში ფიზიკური პროცესების ერთობლიობას ქმნის. ამინდის ერთიდაიგივე ფაქტორები მცენარეთა ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზაში განსხვავებულ გავლენას ახდენს, ამიტომ აუცილებელია ამ ფაქტორების მიმართ მცენარეთა დამოკიდებულების შესწავლა.

საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები: სეტყვა, წაყინვები, 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 შესალებელია გარემო ფაქტორებზე მოქმედება და მათ წინააღმდეგ შემარბილებელი ღონისძიებების გატარება, რაც გამოიხატება მიკროკლიმატური პირობების შექმნაში (კერძოდ, მორწყვითი და მელიორაციული ღონისძიებების გატარება, დაჭაობებული ნიადაგების ამოშრობა, 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 მთლიანობაში. ამრიგად, კლიმატური და ამინდის პირობების მეცნიერული შეფასება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ზრდის ერთ-ერთი საშუალებაა.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლიმატის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც სოფლის ასევე სატყეო მეურნეობისათვის, რადგან მისი გათვალისწინების გარეშე მცენარეთა გეოგრაფიული გავრცელება ნაკლებად შესაძლებელია. გა-

რემოს აბიოტური ფაქტორები მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს ტყის განვითარებას. ტყეები განსაკუთრებით მთაგორიან ქვეყნებში არეგულირებენ კლიმატს და მიკროკლიმატს. ტყიან ადგილებში შექმნილი ზომიერი მიკროკლიმატი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ველის კლიმატისაგან. მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვალებადობაც ტყის პირობებში ნაკლებია, რაც დადებითი მოვლენაა და ვრცელდება მის მიმდებარე ტერიტორიებზეც.

სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია ტერიტორიის აგროკლიმატური დარაიონება, აგრეთვე აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზი, რომელიც სოფლის მეურნეობის მომსახურეობის ერთ-ერთ ძირითად სახეს წარმოადგენს. იგი საშუალებას იძლევა ეფექტურად გამოვიყენოთ ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობები, დავიცვათ მცენარეები საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენებისაგან და ა.შ.

უკანასკნელ წლებში ანტროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ( $\text{CO}_2$ ) გაორმაგება (მკვლევართა აზრით 2030-2050 წლისათვის) გამოიწვევს ჰაერის ტემპერატურის 2-3<sup>o</sup>-ით მომატებას, რასაც შეიძლება მოყვეს სხვადასხვა რაიონების განედური განლაგების და საბოლოო ჯამში კლიმატის ცვლილება. აღნიშნული ცვლილება შექმნის ნარმოების 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.

წინამდებარე სახელმძღვანელო მიზნად ისახავს კლიმატური და ამინდის პირობების ეფექტურად გამოყენების შესწავლას, რაც განაპირობებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებას

და მოსავლის ფორმირებას. აგრომეტეოროლოგიის შესწავლა სოფლის მეურნეობის მომავალ სპეციალისტებს დაეხმარება კლიმატისა და ამინდის პრობების რაციონალურად გამოყენებაში, უამინდობის წინააღმდეგ აქტიურ ბრძოლაში.

## თ ა ვ ი

### აგრომეტეოროლოგია, როგორც სოფლის მეურნეობის მეცნიერების დარგი

#### 1.1. აგრომეტეოროლოგიის საგანი, კვლევის მეთოდები და ძირითადი ამოცანები.

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

აგრომეტეოროლოგია გეოგრაფიული ხასიათის მეცნიერებაა, რადგან მისი შესწავლის საგანი კლიმატი და ამინდია. იგი მჭიდრო კავშირშია სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგებთან. ი.ჩირკოვი ამის შესახებ აღნიშნავს, რომ "აგრომეტეოროგია სწავლობს კლიმატს და ამინდს სოფლის მეურნეობის ამოცანებისათვის, რაც არ შეისწავლება არცერთი სხვა სოფლის მეურნეობის მეცნიერების მიერ." მაშასადამე, აგრომეტეოროლოგია მოწოდებულია შეისწავლოს კლიმატი და ამინდი სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული მოთხოვნილების მიხედვით.

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

აგრომეტეოროლოგია იძლევა კლიმატისა და ამინდის გავლენის დასაბუთებას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდაზე, განვითარებაზე და მოსავლის პროდუქტიულობაზე, ამუშავებს მეტეოროლოგიური ფაქტორების არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეცნიერულ მეთოდებს,

ანარმოებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროკლიმატურ დარაიონებას, ამინდის სხვადასხვა პირობებისათვის იძლევა რეკომენდაციებს აგროტექნიკის ჩატარების უზრუნველსაყოფად და სხვა.

აგრომეტეოროლოგია კავშირშია მეტეოროლოგიასთან, კლიმატოლოგიასთან, ჰიდროლოგიასთან და სხვა მეცნიერებებთან.

მეტეოროლოგია, შეისწავლის ატმოსფეროს ფიზიკურ თვისებებს და მოვლენებს, რომლებიც ატმოსფეროში მიმდინარეობენ. მას ატმოსფეროს ფიზიკასაც უწოდებენ.

კლიმატოლოგია, სწავლობს კლიმატწარმომქმნელ პროცესებს და ატარებს სხვადასხვა რაიონების და ქვეყნების კლიმატური პირობების აღწერას.

მიკროკლიმატოლოგია ანუ დედამიწის ზედაპირის ჰაერის ფენის ფიზიკა, სწავლობს აღნიშნულ ფენაში მიმდინარე პროცესებსა და მოვლენებს.

სინოპტიკური მეტეოროლოგია, შეისწავლის ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებს ამინდის პროგნოზების მეთოდების შემუშავების მიზნით, ხოლო 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, ანარმოებს კულტურების აგროკლიმატურ დარაიონებას.

აგრომეტეოროლოგია მჭიდრო კავშირშია აგრეთვე ფიზიკასთან, გეოგრაფიასთან (რადგან აგრომეტეოროლოგიუ-



რი მოვლენები შეისწავლება გეოგრაფიულ და ფიზიკურ ასპექტებში), იგი თავის კვლევის მეთოდებთან აკავშირებს ფიზიკის, მათემატიკის, ბიოლოგიის, ნიადაგმცოდნეობა-აგროქიმიის, მელიორაციის და სხვა სოფლის მეურნეობის დარგების კვლევის ზოგიერთ მეთოდებს.

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

*1. პარალელური ანუ ერთდროული დაკვირვების მეთოდი.* 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-განვითარებაზე და მათ მდგომარეობაზე. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კავშირი ამინდის პირობებსა და კულტურების ზრდა-განვითარებას და მოსავალს შორის. აგრომეტეოროლოგიური კვლევის ეს მეთოდი ეკუთვნის პ.ბროუნოვს. ის ფართოდ გამოიყენება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში და წარმოადგენს აგრომეტეოროლოგიური გამოკვლევების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს.

*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, განვითარებასა და მოსავალზე.

*3. თესვის ვადების გახშირებული მეთოდი.* მისი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მცენარის თესლი ითესება სხვადასხვა ვადებში და ამინდის პირობებში ერთი და იგივე ადგილზე. ვეგეტაციის პერიოდში შესასწავლი კულტურები ითესება ყოველ 5-10 დღეში. ასეთი მეთოდით დათესილი მცენარეები ვითარდებიან სხვადასხვა მეტეოროლოგიურ 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 ვარიანტების ამინდის კომპლექსი, რომელთა მოქმედების ქვეშ ვითარდება საცდელი მცენარის ესა თუ ის ფაზა, რაც საშუალებას იძლევა ძალზე მოკლე დროში გამოვავლინოთ მეტეოროლოგიურ ფაქტორთა კომპლექსის გავლენა მცენარეებზე მისი განვითარების სხვადასხვა ფაზებში. ეს მეთოდი მნიშვნელოვნად აჩქარებს მცენარის მდგრადობის შესწავლას ამინდის არახელსაყრელი მოვლენებისადმი და მიგვანიშნებს, რომელ პერიოდშია მისი თესვისათვის ოპტიმალური ვადები, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს სოფლის მეურნეობის სპეციალისტების მიერ.

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

*5. გაზომვების დისტანციური მეთოდი.* ამ მეთოდის გამოყენებისას შვეულმფრენებით, თვითმფრინავებით და თანამგზავრებით, დიდ ფართობებზე განისაზღვრება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდგომარეობა (ფაზები, მოსავლის აღების ვადები და სხვა), ნიადაგის ტენიანობა, სითბური რეჟიმი და ა.შ.

*6. ფიტოტრონის მეთოდი.* ამ მეთოდის საშუალებით ხელოვნური კლიმატის კამერაში წინასწარ დასახული მიზნის მიხედვით, ქმნიან სხვადასხვა მეტეოროლოგიური პირობე-

ბის შეთანხმებას და იკვლევენ მათ გავლენას მცენარეზე, მისი განვითარების სხვადასხვა პერიოდში.

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

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

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

**აგრომეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანები.** აგრომეტეოროლოგიური პირობების შესწავლისას ითვალისწინებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისადმი და მეცხოველეობისადმი მოთხოვნილებას, ნიადაგის თავისებურებას, აგროტექნიკას და ა.შ. ამ პირობების გათვალისწინება საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ამა თუ იმ რაიონის მეტეოროლოგიური, კლიმატური და ჰიდროლოგიური ფაქტორები, თუ რამდენად შეესაბამებიან მითითებულ მოთხოვნებს, აგრეთვე განვსაზღვროთ ამინდის მოვლენების მავნე მოქმედების ხირისხი სოფლის მეურნეობისათვის (გვალვა, წაყინვები, ძლიერი ყინვები, ყინულის ქერქი, ძლიერი ქარი და სხვა).

აგრომეტეოროლოგიური პირობების დახასიათება საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ ზემოქმედების ყველაზე ეფექტური მეთოდები და ღონისძიებები სითბოს რეჟიმზე, ტენზე და სხვა, მოცემულ რაიონში სოფლის მეურნეობის წარმოების ხელსაყრელი პირობების შესაქმნელად.

აგრომეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანებია:

1. სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის აქტიური ზემოქმედების მეთოდების შემუშავება კლიმატისა და ამინდის მავნე გავლენის შესასუსტებლად ან თავიდან ასაცილებლად, რაც ხელს უწყობს ადამიანს შრომის ნაყოფიერების ამაღლებას.

2. სოფლის მეურნეობის წარმოების მეტეოროლოგიური და კლიმატური პირობების ფორმირების კანონზომიერებათა გამოკვლევა გეოგრაფიული თვალსაზრისით.

3. მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის რაოდენობრივ შეფასებათა მეთოდების დამუშავება - მცენარეების, ცხოველების განვითარებაზე, მათ მდგომარეობასა და პროდუქტიულობაზე, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაავადებათა და მავნებლებთა გავრცელებაზე.

4. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რაციონალურად გაშენების დასაბუთება, კლიმატისა და ამინდის პირობების მაქსიმალურად გამოყენების მიზნით.

5. კლიმატისა და ამინდის არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეთოდების დამუშავება (ნაყინვები, გვალვები და სხვა).

6. დიფერენცირებული აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების აგროკლიმატური და ამინდის პირობების დასაბუთება (ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა, ნიადაგის დამუშავება, გასხვლა, სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების გამოყენება და სხვა).

7. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ძირითადი ფაზების განვითარების და მოსავლის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების დამუშავება.

აღნიშნული ამოცანების გადაჭრისათვის აგრომეტეოროლოგია შეისწავლის მოთხოვნილებებს მეტეოროლოგიური ფაქტორებისადმი და ამუშავებს აგრომეტეოროლოგიურ მაჩვენებლებს, ამყარებს რაოდენობრივ კავშირს მეტეოროლოგიურ ფაქტორებსა და კულტურების ბიოლოგიურ მოთხოვნილებას შორის, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემები, კლიმატისა და ამინდის ხელსაყრელი პირობების ხარისხობ-

რივი შეფასებისათვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდის, განვითარების და მოსავლის გასაადიდებლად.

მაშასადამე, აგრომეტეოროლოგიური ამოცანები მნიშვნელოვანია და განისაზღვრება სოფლის მეურნეობის მოთხოვნილებებიდან.

## 1.2. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები

მოცემულ პუნქტში და ცალკეულ მომენტებში ამინდი ხასიათდება მეტეოროლოგიური ელემენტების ერთობლიობით. მეტეოროლოგიურ ელემენტებს უწოდებენ ჰაერის მდგომარეობის სხვადასხვა ხასიათს და ატმოსფეროს ზოგიერთ პროცესებს. ძირითად მეტეოროლოგიურ ელემენტებს მიეკუთვნებიან: 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 პირობები).

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 ურთიერთშეთანხმების პროცესში აყალიბებენ გარკვეულ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს, რომელსაც აგრომეტეოროლოგია შეისწავლის. რაც შეეხება აგროკლიმატურ პირობებს, იგი არის მოცემული ადგილის აგრომეტეოროლოგიური პირობების მრავალნაირი დახასიათება.

მეტეოროლოგიური ელემენტები ცვალებადია დროსა და სივრცეში, ამიტომ მათზე დაკვირვებები ტარდება რეგულარულად, ღლე-ღამეში ერთი პროგრამის მიხედვით, ერთი ტი-

პის 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.

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

სადგურებზე, მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებები ტარდება რამდენჯერმე დღე-ღამეში. მაგალითად იქ, სადაც შეისწავლიან კლიმატს, დაკვირვება ტარდება 01, 07, 13 და 19 საათზე ადგილობრივი დროით, ხოლო ამინდის სამსახურისათვის 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, და 21 საათზე 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 (რთვილზე, ნამზე, ლიჰყინულზე, 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 ტენიანო-

ბაზე და ტემპერატურაზე, ქარის სიჩქარეზე და მის მიმართულეობაზე). აეროლოგიურ დაკვირვებებს კი ანარმოებენ რადიოზონდების გაშვებით ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, სადაც სწავლობენ მასში მიმდინარე პროცესებს და მოვლენებს.

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

### **1.3. გარემო ფაქტორების 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, რომე-

ლიც 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 შეთანაწყობით, კულტურების მოვლა-მოყვანის სათანადო აგროტექნიკის პირობებში.

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

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

#### 1.4. აგრომეტეოროლოგიის განვითარების ძირითადი ეტაპები

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

მეტეოროლოგიის განვითარებაში ახალი ეტაპი, როგორც ინსტრუმენტალური დაკვირვებები დაიწყო XVI საუკუნიდან, როცა გალილეო გალილეიმ გამოიგონა თერმომეტრი (1597წ.), ხოლო შემდეგ ტორიჩელმა ბარომეტრი (1643წ.). აღ-



ნიშნულმა ხელსაწყოებმა დასაბამი მისცა ამინდის უმთავრესი მახასიათებლების რაოდენობრივ შეფასებას - წნევის და ჰაერის ტემპერატურების მნიშვნელობები შეედარებინათ მათი სხვადასხვა ადგილებში დაკვირვებისას.

რუსეთში რეგულარული მეტეოროლოგიური დაკვირვებები დაიწყო XVII საუკუნეში პეტრე I-ს განკარგულებით პეტერბურგში (1722წ.).

მეტეოროლოგიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მ. ლომონოსოვმა. მან საფუძველი ჩაუყარა რუსეთის სხვადასხვა პუნქტებში მეტეოროლოგიურ დაკვირვებებს, მიუთითა მეტეოროლოგიური პირობების აღრიცხვისა და პროგნოზის მნიშვნელობაზე სოფლის მეურნეობისათვის. მ. ლომონოსოვის იდეებმა განხორციელება დაიწყო XVII საუკუნის ბოლოს და XIX საუკუნის დასაწყისში, როცა მეტეოროლოგიამ თავისი გამოყენება ჰპოვა აგრომეტეოროლოგიის და კლიმატოლოგიის სახით.

მეცნიერმა ა.ბოლოტოვმა (1738-1833წ.წ.) ჩაატარა აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები ამინდის გავლენის გამოსავლენად მცენარეების ზრდასა და განვითარებაზე. ი.კომოვმა (1750-1792წ.წ.) შეისწავლა ამინდის გავლენა სასიცოცხლო პროცესებზე, რომელიც მიმდინარეობს მცენარეთა ორგანიზმში. იგი თვლიდა, რომ აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე, თუ ის ჩატარებული იქნება გეოგრაფიულ ასპექტში, შეიძლებოდა გაკეთებულიყო აგროკლიმატური დარაიონება და ბუნების კალენდრის შედგენა, რომელიც სარგებლობას მოუტანდა სოფლის მეურნეობას.

ფრანგმა რეომიურმა (1730წ.) 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 შრომა – “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 (1842-1916წ.წ). მან შეისწავლა და შეაფასა რუსეთის კლიმატი სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის. პირველმა მიუთითა რუსეთის ტერიტორიაზე 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. გააკეთა ანალიზი თოვლის საფარის როლზე და მიუთითა მინდვრებში თოვლის შეჩერების მნიშვნელობაზე სოფლის მეურნეობის წარმოებაში.

აგრომეტეოროლოგიის განვითარებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის მეტეოროლოგ-გეოფიზიკოსს ა.კლასოვსკის (1846-1917წ.წ). მან წამოაყენა წინადადება ხერსონის რაიონში ჩატარებინათ მეტეოროლოგიური დაკვირვებები სოფლის მეურნეობის საკითხებთან დაკავშირებით. ა.კლასოვსკიმ დაადგინა, რიგი მნიშვნელოვანი საკითხები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მცენარის განვითარებაზე. კერძოდ, მცენარე თვითეული 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 (1852-1927წ.წ). მან შექმნა მეტეოროლოგიურ სადგურთა ქსელი სოფლის მეურნეობისათვის და განსაზღვრა აგრომეტეოროლოგიის ძირითადი ამოცანები. მეტეოროლოგიური პირობების შესწავლის საფუძველზე დაადგინა მეტად მნიშვნელოვანი კანონზომიერება მოსავ-

ლსა და მეტეოროლოგიურ ელემენტებს (ტემპერეტურა და ნალექები) შორის. 1912წ. პ.ბროუნოვმა გამოაქვეყნა მონოგრაფია - "მინდვრის კულტურები და ამინდი."

აგრომეტეოროლოგიურ სადგურთა მუშაობის გამოცდილებას (რომელსაც საფუძველი ჩაუყარეს ა.ვოეიკოვმა, ა.კლასოვსკიმ პ.ბროუნოვმა) და დაკვირვებათა დაგროვილ მასალებს, დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა აგრომეტეოროლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

ახალი ეტაპი აგრომეტეოროლოგიის განვითარებისა და ინყო შრომის საბჭოსა და დაცვის დეკრეტის გამოსვლიდან. შეიქმნა 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 ნიადაგში ტენის მარაგის პროგნოზების მეთოდები.

30-იან წლებში ცნობილი აგროკლიმატოლოგის პროფ. გ.სელიანინოვის ხელმძღვანელობით შესრულებული იქნა მნიშვნელოვანი სამეცნიერო კვლევები. კერძოდ, მან მოგვცა ამიერკავკასიის შავი ზღვის სანაპიროებზე აგროკლიმატური დარაიონების დასაბუთება ციტრუსებისა და სხვა სითბოს მოყვარული კულტურების გაშენებისათვის. მან პირველმა შეადგინე ყოფილი საბჭოთა კავშირის აგროკლიმატური დარაიონების რუკა.

50-იან წლებში გამოიცა აგროკლიმატური ცნობარები. ამ ცნობარებში განზოგადოებული იქნა სადგურების დაკვირვე-

ბათა აგრომეტეოროლოგიური მასალები, დაწყებული მათი დაარსებიდან.

დიდი წვლილი შეიტანა აგრომეტეოროლოგიისა და აგროკლიმატოლოგიის განვითარებაში აკად. თ.დავითაიამ. მას ეკუთვნის მნიშვნელოვანი ფუნდამენტალური გამოკვლევები, კაპიტალური ნაშრომი – “ვაზის კლიმატური ზონები საბჭოთა კავშირში”. მისი ხელმძღვანელობით შესრულდა სამეცნიერო ნაშრომი – “ყამირი და ნასვენი მიწების 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. აგრომეტეოროლოგიასა და აგროკლიმატოლოგიაში მნიშვნელოვანი მეცნიერული კვლევები ჩაატარეს პროფესორებმა ი.გოლცბერგმა, ს.საპოჟნიკოვამ, ი.ჩირკოვმა და სხვებმა. მათ ნაშრომებს მეთოდური და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ, ამა თუ იმ სახის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის.

მოსკოვის ჰიდრომეტეოროლოგიურ ცენტრში მუშაობს აგრომეტეოროლოგიის განყოფილება. ქალაქ ობნინსკში 1977 წლიდან შექმნილია სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი. აგრომეტეოროლოგიური მეცნიერება ეყრდნობა თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის მიღწევებს. იგი თავის გამოკვლევებში იყენებს დისტანციურ ხელსაწყოებს, ფიტოტრონებს, შვეულმფრენებს, ავიაციას, დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებს და სხვა.

საქართველოში პირველი აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები აღინიშნება 1883 წლიდან. ამ პერიოდში საქარისა (ზესტაფონის რაიონი) და საგარეჯოს რაიონის სადგურებზე დაიწყეს დაკვირვებათა ჩატარება სიმინდის აღმოცენების პირობებზე და მისი თესვის ოპტიმალური ვადების დასადგენად. მოგვიანებით პერიოდულ დაკვირვებებს ატარებდნენ გორის, გარდაბნის, თიანეთის, ახალციხის და გურჯაანის სადგურებზე. აღნიშნულ სადგურებზე აგრომეტეოროლოგი-

ური 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.

აგრომეტეოროლოგიურ და აგროკლიმატურ საკითხებზე მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩაატარეს ქართველმა მკვლევარებმა: კ.კელენჯერიძემ, ე.ჯიქიამ, თ.მგელაძემ, შ.ცერცვაძემ, გ.მელაძემ, თ.თურმანიძემ, ე.გოგლიძემ, მ.თუთარაშვილმა, გ.გაგუამ, ნ.ბიძინაშვილმა, ა.დემეტრაშვილმა, გ.შუბლაძემ, ვ.გოგიტიძემ, ა.ჭანუყვაძემ და სხვებმა.

## თ ა ზ ი ი

### ატმოსფერო

#### 2.1. ატმოსფეროს შედგენილობა და აღნაგობა

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

ატმოსფეროში მიმდინარეობს ფიზიკური მოვლენები და პროცესები, რომლებიც განაპირობებენ ამინდს და ქმნიან მის მრავალფეროვნებას. პროცესებში მონაწილეობს დედამიწის ზედაპირიც, უფრო ზუსტად ნიადაგი თავის საფარით და წყლის საცავების 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.).

## მშრალი ჰაერის შემადგენლობა

გაზები (აირები)	მოლეკულური წონა	მოცულობითი შემადგენლობა (%)	სიმკვრივე მშრალ ჰაერთან დამოკიდებულებით
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 ულტრაიისფერი რადიაციის გავლენით ხდება ჟანგბადის მოლეკულების დისოციაცია – დაყოფა ელექტრონებით დამუხტულ ატომებად. დადგენილია, რომ 120-150 კმ ზემოთ ჟანგბადის უდიდესი ნაწილი ატომურ მდგომარეობაში იმყოფება. უფრო მნიშვნელოვან სიმაღლეზე ნაწილობრივ იშლება ატომებად აზოტიც. 2000 კმ სიმაღლეზე ჰაერის შემადგენლობაში სჭარბობს მსუბუქი გაზები: ჰელიუმი, ხოლო უფრო ზევით – წყალბადი, რომლებიც ნიადაგისპირა ჰაერის ფენებში საერთოდ არ არსებობენ.

ატმოსფეროს ერთ-ერთ 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 არ-

სებობას ატმოსფეროსი 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 ჟანგულები. სხვადასხვა პირობებში ჰაერში მათ შედგენილობას მნიშვნელოვნად ადიდებს ავტომანქანების რაოდენობის ზრდა და მათ მიერ გამონაბოლქვი გაზები.

ვულკანების ამოფრქვევის შედეგად ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით ხვდება მტვერი, კვამლი და ფერფლი. ვრცელდება რა ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, აქ წლების განმავლობაში რჩებიან ეს მინარევები, რომლებიც შთანთქავენ და გააბნევენ მზის სხივებს, რითაც უფრო აძლიერებენ ცისკრის ნითელ 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 წარმოქმნის სმოგს, რომელიც მკვეთრად ართულებს ადამიანთა სხვადასხვა დაავადებას და ინვევს მოსახლეობის სიკვდილიანობის ზრდას.

ჰაერის გაჭუჭყიანების ძირითად წყაროს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი, სამრეწველო საწარმოები და საცხოვრებელი ბინების გასათბობი სპეციალური დანადგარები. დიდი ქალაქების ვიწრო ქუჩებში, დღის განმავლობაში მხოთავი გაზის შემცველობამ შეიძლება მოიმატოს 94-99%-ით ღამესთან შედარებით, ნახშირწყალბადის შემცველობამ



76-89%-ით, აზოტის ორჟანგმა 83-93%-ით, ეს ყველაფერი დაკავშირებულია იმასთან, რომ დღისით ავტომობილების მოძრაობა ინტენსიურია. ერთი წლის განმავლობაში ავტომობილის გამონაბოლქვი საშუალოდ შეადგენს 297 კგ. CO<sub>2</sub>-ს (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 (მომწავლელია). XX საუკუნის დასაწყისიდან ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობა გაიზარდა დაახლოებით 15%-ით. სამრეწველო ქალაქებიდან (ბათუმი, რუსთავი, ზესტაფონი, ქუთაისი, თბილისი) ყველაზე სუფთა ჰაერით გამოირჩევა ბათუმი, რომელსაც გარკვეულწილად ხელს უწყობს ქალაქის გამწვანება, ხშირი 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 შეუფერხებლად მოძრაობს და ასუფთავებს ქალაქს, რაც არ ითქმის ქალაქ ზესტაფონის შესახებ, რომლის ტერიტორიაზე ფეროშენადნობი ქარხნის მიერ გამონაბოლქვის შედეგად ჰაერის გაჭუჭყიანება საგრძნობია. ამ ქალაქში არ არის გათვალისწინებული გაბატონებული ქარის მოქმედება, გამონაბოლქვის თავიდან ასაცილებლად. ჰაერის გაჭუჭყიანება უფრო მაღალია ქ. თბილისში და ქუთაისში, რაც გამოწვეულია მეტეოროლოგიური პირობებით, აგრეთვე ურბანიზაციით და სამრეწველო საწარმოების თავმოყრით, რაც ხელს უწყობს ჰაერის გაჭუჭყიანების დონის ამაღლებას.

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-განვითარებაზეც, მოსავლის ფორმირებაზე და 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, შეგვიძლია სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, რამდენადმე შევამციროთ მათი მავნეობა და გამოვნახოთ მათი გამოყენების გზები.

დედამიწის ჰაეროვანი გარსი ერთგვაროვანი არ არის, იგი შედგება რამდენიმე ფენისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან სიმკვრივით, ტენიანობით, სითბოთი, ჰაერის ცირკულაციის ხასიათით და სხვა.

ატმოსფეროს ქვედა, ანუ ძირითადი ფენა იწყება დედამიწის ზედაპირიდან და 8-10 კმ-მდე ვრცელდება, იგი ტროპოსფეროს სახელწოდებითაა ცნობილი. ტროპოსფეროს ყველაზე დაბალი ფენა მიწისპირა ფენაა, სადაც მიმდინარეობს ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი პროცესები და შეიმჩნევა ისეთი მოვლენები, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ ადამიანის მოქმედებაზე 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:

1. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დაახლოებით  $0.6^{\circ}$  უდრის ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა ყოველი 100 მ სიმაღლეზე  $0.6^{\circ}$ -ით კლებულობს;
2. წყლის ორთქლის დიდი ნაწილი მოქცეულია ამ ფენაში;
3. ტროპოსფეროში ჰაერი მოძრაობს, როგორც ვერტიკალურად ისე ჰორიზონტალურად.

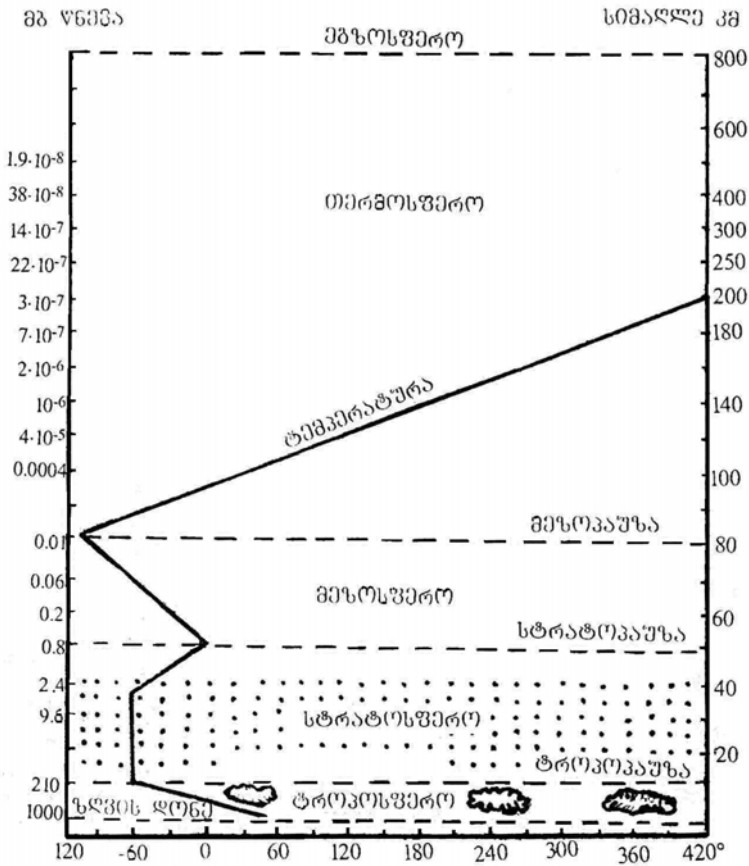
თითქმის ყველა სახის ღრუბელი ტროპოსფეროში წარმოიქმნება. რასაც ხელს უწყობს ტენიანი ჰაერის აღმავალი დინება, რომელიც ადიაბატურად ფართოვდება, სიმაღლის მიხედვით ცივდება და აღწევს ნაჯერ მდგომარეობას. ამის შემდეგ ორთქლი კონდენსირდება, წარმოიქმნება ღრუბლები და ამ უკანასკნელიდან გარკვეულ პირობებში გამოიყოფა ნალექები წვიმისა და სხვათა 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.).

ტროპოსფეროს ზედა საზღვარზე ჰაერის ტემპერატურა საგრძნობლად დაბალია და აღწევს  $-55^{\circ}$ ,  $-60^{\circ}$ . ტროპოსფეროს ზემოთ მდებარეობს ატმოსფეროს მეორე ფენა – სტრატოსფერო, რომელიც ტროპოსფეროსგან გამოყოფილია ტროპოპაუზით. იგი ვრცელდება 50-60 კმ-მდე. ეს ფენა უღრუბლოა. მისი დამახასიათებელი თვისება ის არის, რომ ტემპერატურა 30 კმ-მდე უცვლელი რჩება ( $-55^{\circ}$ ), ხოლო 50 კმ სიმაღლეზე  $0^{\circ}$  უტოლდება. ეს ფენა შეიცავს დიდი რაოდენობით ოზონს და ტემპერატურის მატებაც ამასთან არის დაკავშირებული, რადგან ოზონს აქვს უნარი დიდი რაოდენობით შთანთქოს მზის რადიაციის მოკლე ტალღების ნაწილი. შემდეგ ფენას, რომელიც 50-60 კმ-დან 80-90 კმ-მდე ვრცელდება მეზოსფერო ეწოდება. ამ ფენაში, როგორც ტროპოსფეროში, ტემპე-

რატურა სიმაღლის ზრდასთან ერთად ეცემა და ზედა საზღვარზე -70, -80° 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.



ნახ. 2.1.1. ატმოსფეროს აღნაგობა

მეზოსფეროს შემდეგ დაახლოებით 800 კმ-მდე ვრცელდება თერმოსფეროს ფენა. ამ ფენაში მაღალი ტემპერატურა შეიმჩნევა, დაახლოებით 2000°. 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 დედამიწისაკენ უკანვე დაბრუნებას. 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 კოსმიურ 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 ელემენტია, რომელიც შედის მცენარეული და ცხოველური ცილების შემადგენლობაში. ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი დაკავშირებულია ნიადაგთან და ზოგიერთ ძირხვეწივან კულტურებთან, რაც ამდიდრებს ნიადაგს და ადვილად შესათვისებელს ხდის მას მცენარეებისათვის.

*ჟანგბადი* – მეტად საჭირო ელემენტია სუნთქვისათვის, ლპობისა და წვისათვის. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის ბაქტერიების მოქმედებას, ფესვთა სისტემის ზრდას და მცენარის ნიადაგურ კვებას.

ატმოსფეროში ჟანგბადის შემცველობა არ არის განსაზღვრული, მალიმიტირებელი, მაგრამ იგი მინისზედა მცხოვრებ 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 საკმაო 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°-ის შემთხვევაში მოსალოდნელია ფესვების განვითარების დაჩაგვრა, როცა კონცენტრაცია აღწევს 10% და ტემპერატურა 18°-ია, ფესვების განვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს.

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

*ნახშირორჟანგი* – წარმოადგენს მცენარის ჰაერიდან კვების და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ფორმირების მნიშვნელოვან ფაქტორს. მწვანე მცენარეულობა სინათლის ენერჯიის დახმარებით ახდენს ნახშირორჟანგისა და წყლის სინთეზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება. ცხოველების სუნთქვის, ორგანული ნივთიერებების წვისა და გახრწნის შედეგად ატმოსფეროში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი. აღნიშნული გაზის მომატება

ატმოსფეროში (განსაზღვრულ დონემდე) ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალს.

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, 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.

ატმოსფეროს შემადგენლობაში მუდმივ კომპონენტებთან ერთად ადგილი აქვს დროებით ცვალებად გაზებს. ესენი უპირველეს ყოვლისა კვამლის ან მრენველობის 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. ისინი აკნინებენ ფოტოსინთეზის პროცესს 2-

ჯერ. ტემპერატურის და სინათლის რეჟიმის მიხედვით SO<sub>2</sub> 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.

### 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. 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<sup>3</sup> წყლის მასა 4° ტემპერატურაზე ტოლია 1 ტონის, ხოლო 1მ<sup>3</sup> ჰაერის მასა 0° ტემპერატურაზე ნორმალური წნევის პირობებში (760 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე) შეადგენს 1.293 კგ. მაშასადამე, მოცემული პირობების დროს, წყლის სიმკვრივე ტოლი იქნება 1000 კგ/მ<sup>3</sup>, ჰაერის სიმკვრივე – 1.293 კგ/მ<sup>3</sup>. 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 მოთავსებულია რაიმე ჭურჭელში, ახდენს დანოლას ჭურჭლის კედლებზე თავისი მოლეკულების მოძრაობის შედეგად. ატმოსფეროში ასეთი, პირობითად გამოყოფილი ჰაერის ნებისმიერი მოცულობა დანოლას ახდენს მის გარშემო მყოფ ჰაერზე, ეს უკანასკნელი კი – დედამიწაზე. ჰაერის ასეთი გამოყოფილი მოცულობა შეიძლება ძალიან მცირე იყოს ნერტილის საზღვრებამდეც. მაშასადამე, ატმოსფეროს ყოველ ნერტილში არსებობს ატმოსფერული წნევის განსაზღვრული სიდიდე.

ჰაერის წნევა იზომება ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრით, რომლის მილში ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე ზღ. დონეზე, როცა  $t=0^{\circ}$  უტოლდება 760 მმ, რადგან ამ განიკვეთის ფართობი 1 სმ<sup>2</sup>. ატმოსფეროს წნევას დიდი ხნის განმავლობაში განსაზღვრავდნენ მილიმეტრებში (მმ) ვერცხლიწყლის 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 1მ<sup>2</sup> ფართობზე და ექვივალენტურია ვერცხლისწყლის სვეტის 750.1 მმ. მეტეოროლოგიაში ატმოსფეროს წნევის გამოთვლისათვის იყენებენ ბარის მეთასედ 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 ჩვე-

ნებაზე, საჭიროა მასში შევიტანოთ შესწორება, რათა იგი მივიყვანოთ ზღვის დონეზე და 45°-იანი სიმძიმის ძალის ჩვენებაზე. ზღვის დონეზე, 0°-იანი ტემპერატურისა და 45°-იანი განედის პირობებში ატმოსფერული წნევა შეადგენს 760 მმ, რომელსაც ნორმალურს უწოდებენ.

ატმოსფეროს წნევის გაზომვისათვის 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 ბაბინეს ფორმულა:

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

სადაც  $h$  – სიმაღლის სხვაობაა მ-ში,  $p_1$  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 რელიეფის სხვადასხვა ფორმების შეფარდებითი სიმაღლის განსაზღვრაა საჭირო.

## 2.4. ადიაბატური პროცესები ატმოსფეროში

ჰაერის ტემპერატურის შეცვლას, გარემომცველ გარემოსთან სითბოს გაცვლის გარეშე ადიაბატურ პროცესს უწოდებენ. დადგენილია, რომ თუ ჰაერი იკუმშება, მაშინ წნევა იზრდება და ამასთანავე მატულობს ტემპერატურაც. ხოლო თუ ჰაერი ფართოვდება, მაშინ წნევა 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  $1^{\circ}$ -ით ეცემა ყოველ 100 მ-ზე, ხოლო დაღმავალი დენების დროს მატულობს იმავე სიდიდით. ტენით გაჯერებულ 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. ეს სიდიდე ცვალებადია. ღრუბლების დიდი ნაწილი წარმოიქმნება ჰაერის აღმავალი დენების დროს ადიაბატური გაცივების შედეგად.

## თ ა შ ი III

### მზის ენერჯია ატმოსფეროში და ნიადაგის ზედაპირზე

#### 3.1. მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა

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

1. ულტრაიისფერ სხივებად (ტალღის სიგრძე  $< 0.40$  მკმ);
2. ხილულ სხივებად (ტალღის სიგრძე  $0.40-0.76$  მკმ);
3. ინფრანითელ სხივებად (ტალღის სიგრძე  $\geq 0.76$  მკმ).

ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე მზის ჯამური რადიაციიდან სხივური ენერჯიის 46% სპექტრის ხილულ ნაწილზე მოდის, 47% ინფრანითელზე, 7% ულტრაიისფერზე. თუ მზის სხივს მინის პრიზმაში გავატარებთ, თეთრ ეკრანზე მივიღებთ სხივების 7 ფერად ზოლს: წითელს, წარინჯისფერს, ყვითელს, მწვანეს, ცისფერს, ლურჯს და იისფერს. მსგავს მოვლენას ბუნებაშიც აქვს ადგილი, რაც ცისარტყელის სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ შემთხვევაში მინის პრიზმის როლს წყლის წვეთები ან ყინულის კრისტალები ასრულებენ. აღნიშნული სხივების ერთდროული მოქმედება ადამიანის თვალზე აღიქმება როგორც თეთრი ფერი. ინფრანითელი სხივები უხილავია და ქმნიან სითბურ ეფექტს.

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 შთანთქმითაც მცენარე არეგულირებს მის სასიცოცხლო პროცესებს. სპექტრის ამ უბანზე ნათლად ჩანს ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) მნიშვნელობა. რადიაციის იმ ნაწილს, რომელსაც შთანთქავს ფოთლის ქლოროფილის მარცვლები კ.ტიმირიაზევმა ფიზიოლოგიური რადიაცია უწოდა. ფოტოსინთეზის პროცესისათვის გამოიყენება ჯამური რადიაციის ის ნაწილი, რომელიც მდებარეობს სხივის 0.38-0.71 მკმ ტალღის სიგრძის ინტერვალში და მას ფარ-ს 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 ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს.

მცენარის მიერ ორგანული ნივთიერებების დაგროვებისათვის საჭიროა სინათლის ენერგეტიკული მხარე, რომელიც იქმნება მზის რადიაციის დახმარებით. იგი უნდა სჭარბობდეს განსაზღვრულ მნიშვნელობას, რომელსაც კომპენსაციის წერტილს უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ფოტო-

სინთეზის 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, გაანგარიშების საფუძველზე შედგენილია (ბ.გულიაევი, ნ.ეფიმოვი, ნ.ტომინგი) განტოლება:

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

სადაც  $\Sigma Q$  – 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 გადაყვანი კოეფიციენტი  $C_a = 0.52$

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

### 3.2. მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია

მზის პირდაპირი რადიაცია წარმოადგენს მზის პარალელური სხივების ნაკადს, რომელიც უშუალოდ ეცემა ნიადაგის ზედაპირზე. მისი ინტენსივობა იზომება სითბოს იმ რაოდენობით კალორიებში, რომელსაც ლეზულობს სხივებისადმი პერპენდიკულარულად მიმართული  $1 \text{ სმ}^2$  შავი ზედაპირი 1 წთ-ის განმავლობაში. მისი ენერგეტიკული მხარე დამოკიდებულია მზის დგომის სიმაღლეზე, ატმოსფეროს გამჭვირვალობაზე, შემადგენლობასა და წლის პერიოდზე.

დედამინის მზის გარშემო ელიფსისებურ ორბიტაზე მოძრაობა ინვეეს 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 ენერჯიის დაახლოებით ნახევარი მოდის ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციაზე.

მზის პირდაპირ რადიაციას ახასიეთებს 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, დეკემბერში.

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.

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

### **3.3. მთლიანი რადიაცია, არეკვლილი რადიაცია, ალბედო**

მზის გაბნეული -D და პირდაპირი - S' რადიაციების ჯამს, რომელიც მოდის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, უწოდებენ მთლიან ანუ ჯამურ რადიაციას (Q). მთლიანი რადიაცია წარმოადგენს 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 მოღრუბლულობის 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 რადიაცია, რომელიც მოდის დედამიწის მოქმედ ზედაპირზე და საგნებზე, ნაწილი აირეკლება მისგან. ასეთ რადიაციას არეკლილ რადიაციას უწოდებენ. არეკლილი რადიაციის  $R_s$  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 3.3.1.).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე მეტი არეკვლის თვისება აქვს 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 დამოკიდებულია, აგრეთვე მზის სიმაღლეზე და იცვლება დღის განმავლობაში.

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

## სხვადასხვა ზედაპირის ალბედო (მ.ბუდიკოს მიხედვით)

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

ალბედოს საშუალებით შესაძლებელია ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის რაოდენობის გამოანგარიშება. ზღვის ალბედო შესაძლებლობას იძლევა განისაზღვროს მისი ტალღის სიმაღლე. ხმელეთის ალბედო საშუალებას იძლევა წარმოდგენა ვიქონიოთ მცენარეული საფარის მდგომარეობაზე.

ხმელეთის, ზღვების და ღრუბლების ალბედოზე დაკვირვება წარმოებს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრიდან.

### 3.4. დედამიწისა და ატმოსფეროს გრძელტალღოვანი გამოსხივება

ნიადაგის ზედაპირიდან გამოსხივება მოდის განუწყვეტლივ. რაც მეტია გამომსხივებელი ზედაპირის ტემპერატურა, მით ინტენსიურია მისი გამოსხივება. განუწყვეტლივ მიმდინარეობს გამოსხივება ატმოსფეროდანაც ( $E_s$ ), რომელიც შთანთქავს რა მზის რადიაციის ნაწილსა და დედამიწის გამოსხივებას ( $E_g$ ), თავად გამოსახივებს გრძელტალღოვან რა-

დიაციას. ამ ორი ნაკადის სხვაობა ( $E_{\text{ღ}} - E_{\text{ს}}$ ) წარმოადგენს გრძელტალღოვანი სხივების სითბოს იმ რაოდენობას, რომელსაც კარგავს მოქმედი ზედაპირი. ამ სხვაობას ეფექტურ გამოსხივებას უწოდებენ ( $E_{\text{ეფ}}$ ) და გამოიხატება ფორმულით:

$$E_{\text{ეფ}} = E_{\text{ღ}} - E_{\text{ს}}$$

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

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

### **3.5. რადიაციული ბალანსი და მისი შემადგენელი ნაწილები. 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 შემხვედრ გამოსხივებას უწოდებენ.

მოქმედი ზედაპირის მიერ შთანთქმული მოკლელტალლოვანი რადიაციისა და მის მიერ გაცემული გრძელტალლოვანი რადიაციებს 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 ენერჯის აგრომეტეოროლოგიური შეფასება მოითხოვს ყველა სახის რადიაციის დიფერენციალურ დახასიათებას, განსაკუთრებით რადიაციული ბალანსისას, 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 (ნიადანის) ზედაპირის გამოსხივება;  $E_s$  – ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება. ე.ი. დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი შედგება, შემოსული: პირდაპირი, გაბნეული, ატმოსფეროს შემხვედრი რადიაციებისაგან და გასული: არეკვლილი რადიაციისა და დედამიწის ზედაპირის ეფექტური გამოსხივებისაგან.

რადიაციული ბალანსის განტოლება შეიძლება დაინეროს სხვა სახითაც:

$$B = Q - R_s - E_{გვ}$$

სადაც  $Q$  – არის მთლიანი ანუ ჯამური რადიაცია;  $E_{ფეგ}$  – 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 იქნას, იმ რადიაციის რაოდენობა, რომელიც შთაინთქმება კულტურული მცენარეების და ნიადაგის მიერ.

მზის რადიაციის სხვადასხვა მახასიათებლების გაზომვისათვის გამოიყენება აბსოლუტური და შეფარდებითი მეთოდები, რის შესაბამისადაც შექმნილია აქტინომეტრული ხელსაწყოები. აბსოლუტური ხელსაწყოები გამოიყენება შეფარდებითი ხელსაწყოების შესამოწმებლად. შედარებითი ხელსაწყოები გამოიყენება მეტეოსადგურებზე რეგულარული დაკვირვებების დროს, აგრეთვე ექსპედიციებსა და საველე პირობებში. ყველაზე ფართოდ გამოიყენება თერმოელექტრული ხელსაწყოები – აქტინომეტრი (გამოიყენება მზის პირდაპირი რადიაციის გასაზომად), პირანომეტრი (გამოიყენება გაბნეული და ჯამური რადიაციის გაზომვისათვის) და ალბედომეტრი (გამოიყენება საველე პირობებში ჯამური და არეკვლილი რადიაციის გაზომვისათვის).

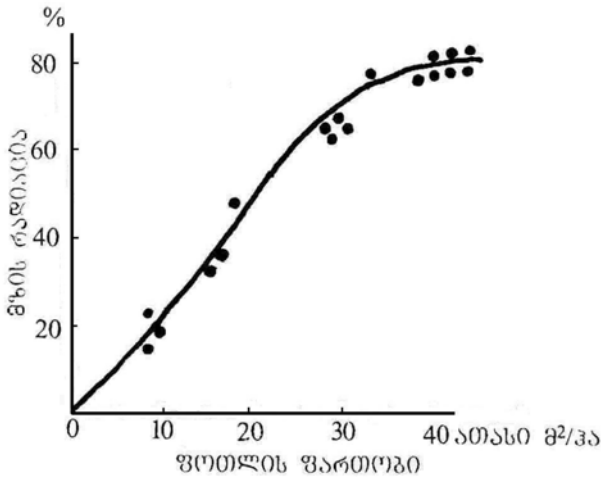
უნივერსალური ჰელიოგრაფი გამოიყენება მზის ნათების ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის.

თერმოელექტრული ბალანსმზომი გამოიყენება ზედაპირის რადიაციული ბალანსის გაზომვისათვის.

ლუქსმეტრი გამოიყენება განათების გაზომვისათვის.

### 3.6. 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 მ<sup>2</sup>. აღნიშნული რიცხვის გაზრდის შემთხვევაში აქტიური რადიაციის შთანთქმა აღარ იმატებს (ნახაზი 3.6.1.).



ნახ. 3.6.1. მცენარეთა მიერ მზის რადიაციის (%) შთანთქმა ფოთლის ფართობთან მიმართებაში (ათასი მ<sup>2</sup>/ჰა)

ფარ-ის მცენარეში გატარება დამოკიდებულია მზის დგომის სიმაღლეზე, და ფოთლის ორიენტაციაზე. მზის მაღალ სიმაღლეზე 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 მცენარეულობის ნათესი, მრავალწლიურ ნარგაობასთან შედარებით, ნარმოადგენს 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 გრუნტის პირობებისაგან. სათბურების უმრავლესობა მუშაობს მზის სითბურ ეფექტზე, სადაც ძირითადად მოყავთ ბოსტნეული კულტურები. სათბურის მინის სახურავი მზის რადიაციას ნაწილობრივ აირეკლავს და აკავებს (დაახ. 30%). რადიაციის ის ნაწილი, რომელიც ხვდება სათბურში ხმარდება ნიადაგისა და ჰაერის გათბობას (დაახ. 30%) და მხოლოდ 40% მოდის მცენარის მარეგულირებელ პროცესებზე.

### 3.7. მზის ენერჯის მნიშვნელობა ბიოსფეროსათვის და მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში

მზის სხივადი ენერჯია (მზის რადიაცია) წარმოადგენს მთელი რიგი პროცესების წყაროს, რომლებიც მიმდინარეობენ ბუნებაში. მათ რიცხვს უპირველეს ყოვლისა მიეკუთვნება მცენარის, ცხოველთა სამყაროს და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობა. იგი, აგრეთვე წარმოადგენს დედამიწაზე კლიმატის ფორმირების ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს. მზის რადიაცია არათანაბრად ათბობს რა ხმელეთსა და ოკეანეს, ინვევს სხვადასხვა თვისების ჰაერის მასების ჰორიზონტალურ შერევას, აღმავალი დენების წარმოშობასა და სხვა. მზის ენერჯის 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 მინდვრებისა და ბაღების მორწყვას ხმარდება.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარების პროცესი მიმდინარეობს მზის სხივური ენერჯის შთანთქმისა და გარდაქმნის საშუალებით. ამიტომ სოფლის მეურნეობის წარმოება შესაძლებელია მხოლოდ ნიადაგის ზედაპირზე მოსული მზის ენერჯის განსაზღვრული რაოდენობით. გამოჩენილმა მეცნიერმა კ.ტიმირიაზევმა აღმოაჩინა მცენარის მწვანე მასის როლის მნიშვნელობა ფოტოსინთეზის პროცესში. ამ პროცესის მსვლელობის დროს, მცენარე მზის ენერჯის 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 ენერჯის მნიშვნელო-



ვან 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 რადიაციის სხვადასხვა ინტენსივობასთან დაკავშირებით მცენარეულობის ყველა ფორმები იყოფა სინათლის მოყვარულ და ჩრდილისამტან მცენარეების ჯგუფებად. მზის რადიაცია მოქმედებს, აგრეთვე მცენარის ქიმიურ შემადგენლობაზე. მაგალითად, ყურძნის და ჭარხლის 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.

## თაზი IV

### ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი

#### 4.1. ნიადაგის გათბობა და გაცივება

ნიადაგი წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითად და შეუცვლელ საშუალებას. ნიადაგის წარმოქმნის პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები, ძირითადად ტემპერატურა და ნალექები. ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს მცენარეების სიცოცხლისათვის 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. დედამიწა და ატმოსფერო უცვლიან ერთმანეთს სითბოს და ნაწილობრივ კარგავენ მას სამყაროს სივრცეში.

ნიადაგის მიერ მზის ენერგიის შთანთქმა დამოკიდებულია ადგილის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე, მცენარეების საფარზე და სხვა. სამხრეთ ფერდობის ნიადაგები მზის სითბოს მეტად შთანთქავენ, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობების. ზაფხულის ცხელ პერიოდში მცენარეული საფარი აფერხებს რა მზის სითბოს შთანთქმას, მის ქვემოთ ნიადაგი ნაკლებად თბება, ვიდრე მცენარეებით დაუსახლებელი ნიადაგები.

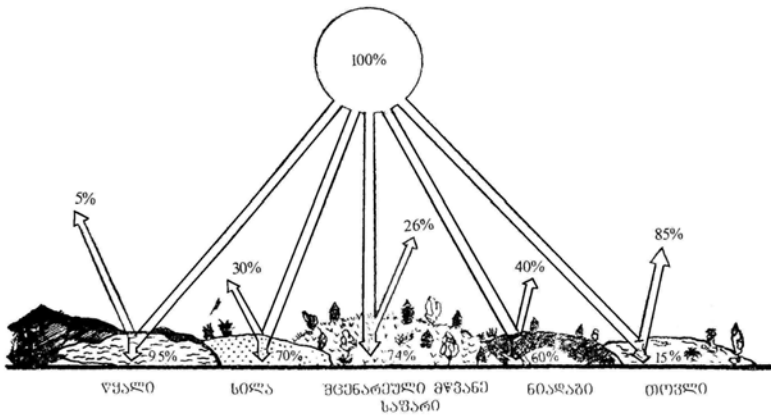
ნიადაგის მიერ სითბოს გაცემა ატმოსფეროში უმთავრესად დამოკიდებულია ნიადაგის ტენიანობაზე. ნიადაგი, რაც უფრო მეტ წყალს შეიცავს, მით მეტი სითბო უნდა დაკარგოს და პირიქით. მშრალი ნიადაგი, თანაბარ პირობებში ნაკლებად ასხივებს სითბოს. ნიადაგი, რომელსაც უნარი აქვს დაიკავოს ჭარბი წყალი, როგორც არის თიხნარი ნიადაგები,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

ნული ნიადაგები მცენარეული საფარის ქვეშ ზაფხულის განმავლობაში 1-2°-ით ცივია, ვიდრე ჰაერი. მსუბუქი ქვიშნარი უახლოვდება ჰაერის ტემპერატურას, ხშირ შემთხვევაში ივლის-აგვისტოში ჭარბობს კიდეც მას 1-1.5°-ით. სითბოს გამოსხივებაზე ღიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში ნეშომპალის 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 ენერგიის განაწილება (ნახაზი 4.1.1.)



**ნახ. 4.1.1. სხვადასხვა ზედაპირის შთანთქმითი და არეკვლითი უნარი**

როგორც ვხედავთ, სხვადასხვა ზედაპირს სხვადასხვა შთანთქმისა და არეკვლის უნარი გააჩნიათ. მაგალითად, ნიადაგი შთანთქავს მზის ენერჯის დაახლოებით 60%, ხოლო ატმოსფეროს უბრუნებს 40%. თუ რადიაციის ბალანსი უარყოფითია, მაშინ 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, აგრეთვე აორთქლებას და წყლის ორთქლის კონდენსაციას მის ზედაპირზე. კონდენსაციის დროს გამოიყოფა სითბო, რომლის დროსაც თბება ნიადაგი, ხოლო აორთქლებაზე იხარჯება სითბო, ამიტომ ასეთ პირობებში მიმდინარეობს ნიადაგის გაცივება.

*ნიადაგის თბოტევადობა.* არჩევენ ნიადაგის მოცულობით და წონით თბოტევადობას. მოცულობით თბოტევადობას უწოდებენ სითბოს იმ რაოდენობას (კალორიებში), რომელიც საჭიროა 1სმ<sup>3</sup> ნიადაგის გასათბობად 1°-ით, ხოლო წონითი თბოტევადობას უწოდებენ სითბოს იმ რაოდენობას,

რომელიც საჭიროა 1გრ. ნიადაგის გათბობისათვის 1°-ით. ნიადაგის თბოტევადობა იმდენად არის დამოკიდებული მას-ში 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.

მოგვეყავს მიტჩერლიხის მონაცემები მოცულობით თბო-ტევადობაზე სხვადასხვა ტენიანობის დროს (ცხრილი 4.1.1.)

ცხრ. 4.1.1.

**ნიადაგის მოცულობითი თბოტევადობა (კალ/სმ<sup>3</sup>°C)**

ნიადაგი	ტენიანობა (%, ყველაზე მცირე ტენიტევადობისაგან)				
	0	20	50	80	100
ქვიშა	0.302	0.385	0.510	0.634	0.717
თიხა	0.240	0.357	0.532	0.706	0.823
ტორფი	0.148	0.300	0.525	0.751	0.902

ცხრილიდან ჩანს, რომ რაც უფრო მატულობს ტენი ნიადაგში, მით მეტია მისი თბოტევადობაც.

ცნობილია, რომ ქვიშნარი ნიადაგები თბილია თიხნარებზე, რადგან მათ გათბობაზე საჭიროა ნაკლები სითბო, ხოლო ცუდი აორთქლების უნარის გამო ისინი ნაკლებადაც ცივდებოდნენ. გაზაფხულზე, ასეთი ნიადაგები უფრო გამოსადეგია 2-3 კვირით ადრე დასამუშავებლად, ვიდრე თიხნარი ნიადაგები. 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 1წამში 1სმ<sup>3</sup> სისქის ნიადაგის ტემპერატურის 1°-ით სხვაობისას ფენის საზღვრებში. ნიადაგის თბოგამტარობა დამოკიდებულია მის მინერალურ შედგენილობაზე, ტენიანობასა და ნიადაგის ფორებში ჰაერის შემცველობაზე.

ნიადაგის ცალკეული შემადგენელი ნაწილაკების თბოტევადობა და თბოგამტარობა მოცემულია ცხრილში 4.1.2.

ცხრ. 4.1.2.

**ნიადაგის შემადგენელი ნაწილების თბოტევადობა და თბოგამტარობის კოეფიციენტი**

ნიადაგის შემადგენელი ნაწილები	თ ბ თ ე ვ ა დ ო ბ ა		თბოგამტარობის კოეფიციენტი (კალ/სმ <sup>2</sup> . წმ/გრად)
	წონითი (კალ/გრ. გრად)	მოცულობითი (კალ/სმ <sup>2</sup> . გრად.)	
ქვიშა და თიხა	0.18-0.23	0.49-0.58	0.0003
ტორფი	0.48	0.60	0.0020
ნიადაგის ჰაერი	0.24	0.0003	0.00005
ნიადაგის წყალი	1.00	1.00	0.0012

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 დიდი მერყეობა, რაც არანორმალურ პირობებს უქმნის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებას.

ცნობილია, ნიადაგის გარეგანი და შინაგანი თბოგამტარობა. გარეგანი თბოგამტარობის დროს ნიადაგის მიერ სით-

ბოს გადაცემა მიმდინარეობს გარემოსათვის, ხოლო შინაგანი სითბოს გადაცემა წარმოებს ნიადაგის შიგნით. შინაგანი სითბოს გადაცემის პროცესი მეტად მნიშვნელოვანია, მისი სიდიდის განსაზღვრის დროს იგულისხმება სითბოს რაოდენობა მცირე კალორიებში, ნიადაგის ყოველ ერთ კვადრატულ სანტიმეტრში ერთ სანტიმეტრ სიღრმეზე, თუ ორივე მოსაზღვრე შრის ტემპერატურა განსხვავდება ერთმანეთისაგან  $1^{\circ}$ -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 გავამახვილოთ ნიადაგის ტემპერატურის რეჟიმის შესწავლაზე, რათა დავადგინოთ სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის, აგროტექნიკის ჩატარების ხელსაყრელი 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 მეტ 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/სმ<sup>2</sup> წამში,  $\lambda$  - 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 შუალედი-სათვის,  $\tau$ -პერიოდი.

როგორც ფორმულიდან ჩანს, ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტით მიმდინარეობს ნიადაგში სითბოს გადა-

ტანა. ხოლო 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, აგრეთვე დიდად არის დამოკიდებული მის საფარზე, რომელსაც ზაფხულში წარმოადგენს მცენარეულობა და სხვა, ზამთარში კი თოვლი. ცნობილია, რომ ნიადაგის ყოველგვარ საფარს შეუძლია შეამციროს ტემპერატურის ამპლიტუდა (ცხრილი 4.1.3.)

ცხრ. 4.1.3.

**მოშიშვლებული და დამულჩული ნიადაგების ტემპერატურები**  
(დაკვირვებები ჩატარებულია ანასეულში, ოზურგეთის რ-ნი)

ნიადაგის სიღრმე	21 ივნისი				
	ნიადაგის ტემპერატურა, 9 საათზე		ნიადაგის ტემპერატურა, 16 საათზე		
	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	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 4.1.3. ჩვენს მიერ მოტანილ დაკვირვებათა მასალებიდან ჩანს, რომ მზიან ამინდში მოშიშვლებულ ნიადაგში, დამულჩულ ნიადაგთან შედარებით ტემპერატურა ყოველთვის მაღალია (მულჩად გამოყენებულ იქნა ხმელი ბალახი). განსაკუთრებით იგი მაქსიმუმს აღწევს 16 საათისათვის, ხოლო დილით მინიმუმია.

შთანთქავს რა ნიადაგი მზის სხივებს, იგი თბება და ამ სითბოს ნიადაგის ზედაპირი გადასცემს მის სიღრმეში. ეს უკანასკნელი ინარჩუნებს სითბოს გარკვეულ მომენტამდე, შემდეგ თანდათან ცივდება მანამ, სანამ მორიგი მზის სხივებს არ შთანთქავს ნიადაგის ზედაპირი. ცხრილიდან ჩანს, რომ 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. 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 *ვადიან (ჩვეულებრივი) თერმომეტრს*, რომლითაც განისაზღვრება ტემპერატურა დაკვირვების გარკვეულ ვადაში. იგი წარმო-

ადგენს მარტივ ვერცხლისწყლიან თერმომეტრს, რომლის სკალის თვითეული მცირე დანაყოფი უდრის 0.2 ან 0.5°.

*მაქსიმალური თერმომეტრი* გვიჩვენებს დაკვირვებათა ვადებს შორის მაქსიმუმს, მის მიმღებ ნაწილში (რეზერვუარში) მოთავსებულია ვერცხლისწყალი (სინდიცი), სკალის დანაყოფი უდრის 0.5°. რეზერვუარის ძირში მიკალულია შუშის ღერაკი, რომლის ბოლო შედის კაპილარის დასაწყისში, სადაც ქმნის სივინროვეს. ტემპერატურის ანევისას რეზერვუარში მოთავსებული სინდიცი ფართოვდება, დაძლევს სივინროვეს და შედის კაპილარში. ტემპერატურა, როგორც კი მიაღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას, იწყებს დაქვეითებას. სინდიცი რეზერვუარში იკუმშება, მაგრამ უკან ველარ ბრუნდება, არ შეუძლია სივინროვის გავლა. იგი ადგილზე წყდება და სინდიცის ის ნაწილი, რომელმაც მაქსიმალური ტემპერატურა გვიჩვენა, კაპილარში რჩება. მისი უკან დაბრუნებისათვის საჭიროა თერმომეტრი დაიბერტყოს, რათა მივიყვანოთ მისი ჩვენება გარემო 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° შეადგენს. ტემპერატურის შემცირებისას სპირტი იკუმშება და მისი ზედაპირული აპკი შეეხება რა ღერაკის მომრგვალებულ ბოლოს, მას ნაიღებს 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 თერმომეტ-

რის რეზერვუარი უნდა დავიჭიროთ ზევით, მანამდე ვიდრე ლერაკი არ შეეხება სპირტის ზედაპირს. ამის შემდეგ თერმომეტრს ვათავსებთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.

ნიადაგის ტემპერატურის განსაზღვრა 5, 10, 15 და 20 სმ სიღრმეზე წარმოებს სავინოვის მუხლებიანი თერმომეტრებით. იგი რეზერვუარის მახლობლად მოხრილია  $135^{\circ}$ -ით. სკალის დანაყოფი  $0.5^{\circ}$  შეადგენს. თერმომეტრები ისე უნდა განვალაგოთ, რომ რეზერვუარი ნიადაგში ჰორიზონტალურად მოთავსდეს, ხოლო მილი, რომელშიც სკალაა მოთავსებული,  $45^{\circ}$ -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 სამომსახურებო შენობიდან და თანამგზავრიდან.

#### **4.3. 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 უფრო თბილია ( $3-4^{\circ}$ ), ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობები. შუალედური ადგილი უკავია დასავლეთ და აღმოსავლეთ ფერდობებს. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაადგილების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას ფერდობების ექსპოზიცია. სამხრეთ ფერდობებზე უნდა გავაშენოთ 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 მეტი რაოდენობით აღწევს დედამიწის ზადაპირზე.

მზის ენერგიის 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°-ით დაბალია, ვიდრე ველზე, ხოლო ზაფხულში ნიადაგი ტყეში 20 სმ სიღრმეზე შეიძლება 6°-მდე ცივი აღმოჩნდეს, ვიდრე ტყით დაუფარავი ადგილი.

ზამთრის პერიოდში თოვლის საფარი წარმოადგენს ნიადაგში წყლის დაგროვების ერთ-ერთ მთავარ წყაროს. იგი ნიადაგს უნარჩუნებს სითბოს და იცავს გაყინვისაგან მის ღრმა ფენას, აგრეთვე მცენარეებს. გავლენას ახდენს კლიმატზე, ინარჩუნებს სითბოს ბალანსს 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.

ცხრ. 4.3.1

**ახალმოსული თოვლის სიმკვრივის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე**

ჰაერის ტემპერატურა	თოვლის სიმკვრივე გრ/სმ <sup>2</sup>	
	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

ახალმოსული თოვლის სიმკვრივე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე თოვის დროს. რაც უფრო მაღალია ჰაერის ტემპერატურა, მით მეტია თოვლის სიმკვრივე. ცხრილში 4.3.1. მოცემულია ახალმოსული თოვლის სიმკვრივის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე.

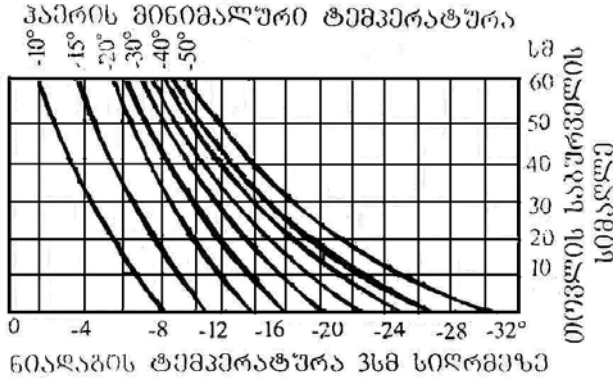
როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტემპერატურის მატებასთან ერთად თოვლის სიმკვრივე მატულობს. ბ.ვეინბეგის მიხედვით თოვლის საფარის სიმკვრივე მატულობს საშუალოდ 10%-ით თვის განმავლობაში.

თოვლის საფარი განსაკუთრებულ როლს ასრულებს მკაცრი ზამთრის პირობებში. იგი ყინვებისაგან იცავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. 0°-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 4.3.1.), რომლის მიხედვით შეგვიძლია განვსაზღვროთ თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე (3 სმ სიღრმეზე).

მოცემულ ნახაზზე (4.3.1.), მარჯვენა ვერტიკალზე აღნიშნულია თოვლის საფარი (სმ), ზემო ჰორიზონტალზე მრუდეების ხაზის ბოლოებთან ჰაერის მინიმალური ტემპერატურები, ხოლო ქვემოთ განლაგებული მრუდეების ბოლოები ქვედა ჰორიზონტზე უჩვენებენ ნიადაგის მინიმალურ ტემპერატურას 3 სმ სიღრმეზე. ნახაზის მიხედვით, რაც უფრო დაბალია ჰაერის ტემპერატურა, მით უფრო მარჯვნივ მიდის მრუდი, ე.ი. მით უფრო დაბალია თოვლის საფარის დაცვითი მოქმედება. დაუშვათ, რომ მოცემულ ნახაზზე ჰაერის ტემპერატურა უდრის -15°, თოვლის საფარველი 30 სმ-ია, მათი

გადაკვეთის ხაზზე გავიგებთ ნიადაგის მინიმალურ ტემპერატურას 3 სმ სიღრმეზე  $-14^{\circ}$ , ე.ი. სხვაობა ჰაერის ტემპერატურას და ნიადაგის 3 სმ სიღრმეს შორის შეადგენს  $-4^{\circ}$ .

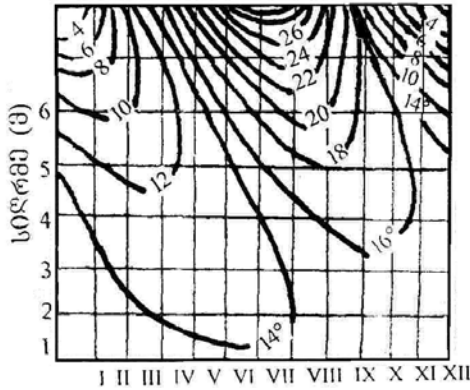


**ნახ. 4.3.1. თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე (3 სმ სიღრმეზე)**

აღნიშნული ნომოგრამის პრაქტიკული დანიშნულებაა განვსაზღვროთ ამა თუ იმ მცენარის დაზიანების ხარისხი, თუ ვიცით მისი კრიტიკული დაზიანების მაჩვენებლები, როდესაც ზამთარში გვეცოდინება ჰაერის ტემპერატურა და თოვლის საფარის სიღრმე.

#### **4.4. ნიადაგის ტემპერატურის თერმოიზოპლეტები. გაყინვა და სიღრმის მიხედვით გაღობა**

ნიადაგის ტემპერატურაზე ხანგრძლივი დაკვირვებების საფუძველზე, შეიძლება შევადგინოთ ნიადაგის სიღრმეში ტემპერატურის განაწილების გრაფიკი (ნახაზი 4.4.1.) რომელზედაც საშუალო თვის ნიადაგის ტემპერატურა დაიტანება სხვადასხვა სიღრმეებზე. ერთნაირი ტემპერატურების წერტილებს შეაერთებენ თანაბარი ხაზებით, რასაც თერმოიზოპლეტებს უწოდებენ.



**ნახ. 4.4.1. 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 მილები, რომ ჩავაწყობთ, უნდა ვიცოდეთ მოცემული ადგილის ნიადაგის გაყინვის სიღრმე ზამთარში.

*გრაფიკზე ნიადაგის ტემპერატურის განსაზღვრის წესი.* ნებისმიერი ჰორიზონტალური ხაზებიდან, სადაც სიღრმეებია ნაჩვენები, შეგვიძლია გავიგოთ ჩვენთვის საჭირო ნიადაგის ტემპერატურების განაწილება, თუ რომელ თვეში იქნება ის ამა თუ იმ სიღრმეზე. ასევე შეიძლება განვსაზღვროთ ნებისმიერი ვერტიკალური ხაზებიდან, სადაც თვეებშია მითითებული ნიადაგის ტემპერატურების განაწილება ჩვენთვის

საინტერესო სიღრმეებში. გრაფიკი პასუხს იძლევა იმაზეც, რომ მოცემულ სიღრმეზე როდის მოიმატა ნიადაგის ტემპერატურამ, მაგალითად 0° ზევით, რომლის დროსაც იწყება ნიადაგის გაღობა; როდის დადგება ფესვთა სისტემისათვის აქტიური ტემპერატურა 10, 15 თუ 20°, რამდენხანს იქნება ეს ტემპერატურები შენარჩუნებული ნიადაგში და ა.შ. ვიცით რა მცენარეების მოთხოვნილება ნიადაგის ტემპერატურის მიმართ, აღნიშნული გრაფიკის გამოყენებით გავიგებთ, თუ რამდენად ხელსაყრელი იქნება მოცემული ადგილის ნიადაგის ტემპერატურები ერთნაირი თუ მრავალნაირი კულტურების წარმოებისათვის.

*ნიადაგის გაყინვა და გაღობა.* ზამთრის თვეებში ნიადაგის ფენის ზედაპირი იყინება. გაყინვა და გაღობა ძირითადად დამოკიდებულია მის ტენიანობაზე. ნიადაგი, რომელიც ტენითაა გაჯერებული, ახლოსაა მისი გაყინვის ტემპერატურა 0°. ნიადაგის ტენი ძირითადად სხვადასხვა მარილების სახით შეიცავს მინერალებს, ამიტომ იგი შეიძლება გაიყინოს არა 0° ტემპერატურაზე ზუსტად, არამედ -0.5 -1.5°-ზე. 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 ზედაპირთან. ძლიერ იყინება ქვიშნარი ნიადაგები, ხოლო შედარებით ნაკლებად თიხნარი ნიადაგები. ნიადაგის გაყინული ზედაპირის გაღობა იწყება სითბოს დადგომისას (გაზაფხულზე), ძირითადად მზის რადიაციული ენერჯის მოქმედებისას, ნაწილობრივ ნიადაგის სიღრმეში არსებული ტემპერატურის გავლენით.



ნით, რომელსაც თანდათანობით იღებს ნიადაგის ზედა ფენა. თიხნარ და ტორფიან ნიადაგებს აქვს ცუდი თბოგამტარობის უნარი, ამიტომ გალღობა მიმდინარეობს ნელა და გვიან, ხოლო სილნარ და ქვიშნარ ნიადაგებზე კი სწრაფად და ღრმად. ნიადაგის სიღრმის გაყინვისა და გალღობის განსაზღვრისათვის იყენებენ დანილინის გაყინულმზომს.

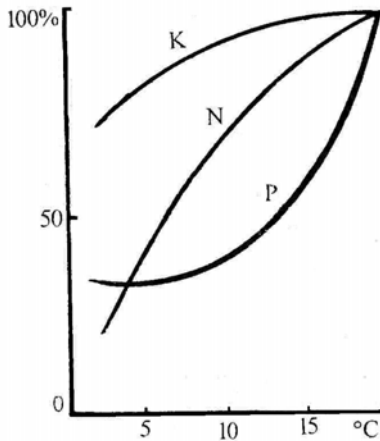
#### **4.5. ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა**

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 ინტენსიობა იზრდება ნიადაგის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. ნიადაგის ტემპერატურის 5° დროს მცენარეში აზოტისა და ფოსფორის შეღწევა თითქმის 3-ჯერ მცირეა, ვიდრე 20° ტემპერატურის შემთხვევაში (ნახაზი 4.5.1.)

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

სასუქების გამოყენების დროს, მცენარეთა დაავადებების და მათ მავნებლებთან ბრძოლის საშუალებების უფრო ეფექტურობისათვის, საჭიროა ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის გათვალისწინება. მცენარეთა ბევრი დაავადება ჩნდება ნიადაგის გარკვეულ ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ ნიადაგის მაღალი ტემპერატურა იწვევს კარტოფილის

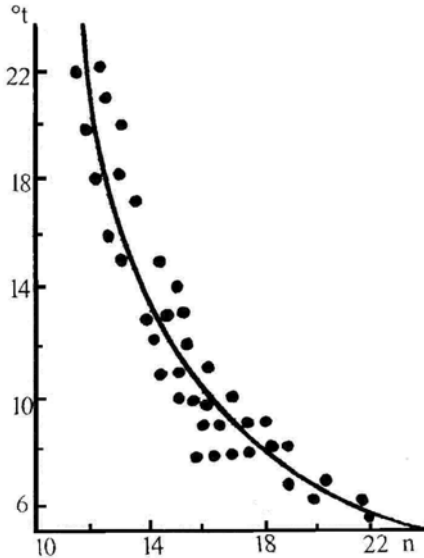
გადაგვარებას, რაც გამოიხატება ტუბერების უხარისხობაში (დანვრილებაში). ტუბერების ფორმირების პერიოდში (ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობისას) ნორმალურად ითვლება 17-18° ნიადაგის ტემპერატურა.



**ნახ. 4.5.1. ნიადაგის ტემპერატურის გავლენა მცენარეების მიერ საკვები ელემენტების (%) შთანთქმვაზე**

მცენარის თესლი ნიადაგიდან აღმოცენდება (ტენის ოპტიმალური პირობებისას) მაშინ, როცა ნიადაგში სითბო იმ ზღვრამდე მიაღწევს, რამდენიც საჭიროა მოცემული სახეობის კულტურისათვის. თესლის აღმოცენების პერიოდი დაკავშირებულია ნიადაგის ტემპერატურასთან. ამ უკანასკნელის მატებასთან ერთად აღმოცენება ჩქარდება და პირიქით (ნახაზი 4.5.2.).

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.



ნახ. 4.5.2. სიმინდის 4 სმ სიღრმეზე ჩათესვიდან აღმოცენებამდე პერიოდის ხანგრძლივობის (n) დამოკიდებულება ნიადაგის საშუალო ტემპერატურაზე (t)

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

მცენარის ბიოლოგიური მინიმუმის ცოდნა განსაზღვრავს თესვის ვადების დადგენას. არასაკმარისად გამთბარ ნიადაგში ჩათესვისას სითბოსმოყვარულ მცენარეთა თესვები (სიმინდი, სოია, ლობიო და სხვა) დიდხანს იმყოფება ნიადაგში. ამ დროს თუ დაემთხვა ნალექებისა და ნიადაგის დიდი 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. 5-10° ტემპერატურის დროს, სითბოსმოყვარული მცენარეების ზრდა 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.

თვითეული მცენარისათვის არსებობს მინიმალური, მაქსიმალური და ოპტიმალური ტემპერატურები, რომელთა საზღვრების გადაცილებისას მცენარეს არ შეუძლია განვითარება ან ნყვეტს მას და იღუპება (ცხრილი 4.5.1)

ცხრ. 4.5.1.

**ნიადაგიდან თესლის აღმოცენებისათვის საჭირო ტემპერატურები**

(პ. ნეკრასოვისა და 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

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სხვადასხვა მცენარეს ნიადაგიდან თესლის აღმოცენებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურა ესაჭიროება. მათი ოპტიმუმი ძირითადად იმყოფება 20-30° ფარგლებში. ხორბლის, ქერის, და შვრიის თესლებს აქვთ უნარი აღმოცენდნენ 1-3° ტემპერატურის დროს, მაგრამ აღნიშნულ ტემპერატურაზე აღმოცენება გრძელდება 15-20

დღე. ტემპერატურის 5-6°-მდე მომატებისას აღმოცენების პერიოდი მცირდება 6-8 დღემდე, ხოლო 9-10°-ის დროს 5 დღემდე.

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

#### **4.6. 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 დიდდება ჰაერის შემცველობა. ასევე ტემპერატურული რეჟიმის გაუმჯობესება შესაძლებელია ნიადაგის ზედაპირის ფერის შეცვლით, ნიადაგის ამოშრობით და დატენიანებით, რომლის შედეგად იცვლება სითბოს ხარჯვა აორთქლებაზე და ნიადაგიც სათანადოდ თბება ან ცივდება.

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

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

ზაფხულის პერიოდში ჭაობიან ფართობებზე დრენაჟის მონყობით, შეგვიძლია ავნიოთ ნიადაგის სახნავი ფენის ტემპერატურა. ნიადაგის ტემპერატურა შეიძლება ვარეგულიროდ, სხვადასხვა მულჩის გამოყენებით (ტორფით, ცელოფნით და სხვა). 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 გადიდების საქმეში. 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 მოქმედებენ მცენარეების ვეგეტაციის დაწყებასა და დამთავრებაზეც.

ცხრილში 4.6.1. მოყვანილია დაკვირვებათა შედეგები ფორთოხლის კულტურის ნაზარდების მეორე ვეგეტაციის დაწყებიდან დაუმულჩავ და დამულჩულ ნიადაგებზე. მულ-

ჩად გამოყენებული 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.

ცხრ. 4.6.1.

**ფორთოხლის კულტურის ნაზარდები (სმ) მეორე ვეგეტაციის დანყებიდან დაუმულჩავ და დამულჩულ ნიადაგებზე**  
(ანასეული, ოზურგეთის რ-ნი)

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 დამულჩულ ნიადაგზე მეტი ზრდით ხასიათდება, ვიდრე დაუმულჩავზე. დამულჩულმა ფორთოხალმა ვეგეტაცია გააგრძელა და დიდი ნაზარდიც მოგვცა. რაც აიხსნება იმით, რომ მულჩმა შეუნარჩუნა ნიადაგს საკმარის ტენი და სითბოს რაოდენობა, რასაც მოკლებულია დაუმულჩავი ნიადაგი. მესამე ვეგეტაცია დამულჩულმა ფორთოხლის კულტურამ, დაუმულჩავთან შედარებით გვიან დაიწყო. დამულჩულმა ფორთოხალმა გააჭიანურა ზრდა და მესამე ვეგეტაცია დაამთავრა დაუმულჩავი ფორთოხლის მეოთხე ვეგეტაციის დამთავრების დროს. მეოთხე ვეგეტაცია დამულჩულმა ფორთოხლებმა დაიწყო დაგვიანებით და მისთვის არახელსაყრელ პირობებში დაასრულა (შემოდგომის წაყინვების დასაწყისში). ვეგეტაცია გაჭიანურდა იმ მიზეზით, რომ დამულჩულ ნიადაგში საკმარის ტენის და სითბოს რაოდენობა იყო. დაუმულჩავმა ფორთოხალმა მეოთხე ვეგეტაცია დაამთავრა შედარებით ადრე, აღნიშნული ფაქტორების შემცირების გამო და ადრე შეუდგა ზამთრის მოსვენებით მდგომარეობას.

მულჩი ინვეს ზრდის გაჭიანურებას და ზამთრისათვის მოუმზადებელს ტოვებს მცენარეს, რაც საფრთხეს უქმნის მის ზამთრისადმი ყინვაგამძლეობას. ეს განსაკუთრებით ეხება ციტრუსოვან კულტურებს. ამიტომ მულჩი განსაზღვრულ დრომდე უნდა იქნას გამოყენებული (შემოდგომამდე). მულჩი მცენარეებში ინვეს ინტენსიურ ზრდას, დიდ დახმარებას უწევს მცენარეებს წყლით უზრუნველყოფაში, განსაკუთრებით გვალვიან ამინდში, აგრეთვე ნიადაგის ტემპერატურის რეგულირებაში. იგი ასევე სიცოცხლეს უსპობს მცენარის ერთ-ერთ კონკურენტს – სარეველა ბალახებს (წყლის გამოყენებაში), თუმცა ჭარბი ტენის შემთხვევაში, მისი გამოყენება მცენარისათვის მავნებელია.



## თაზო V

### ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმი

#### 5.1. ჰაერის გათბობის და გაცივების პროცესები

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 გადაცემას მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის განაპირობებენ შემდეგი პროცესები:

*სითბური კონვექცია.* ჰაერის მალალ ფენებში სითბოს გადაცემის მნიშვნელოვან ფაქტორს სითბური კონვექცია წარმოადგენს. წლის თბილ პერიოდში, მზის რადიაციის შედეგად დედამიწის სხვადასხვა ადგილის არათანაბარი გათბობა იწვევს აღმავალ დენებს – კონვექციას. იგი წარმოიქმნება ჰაერის მნიშვნელოვანი 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 სითბო ატმოსფეროში დედამიწის ფენის ზედაპირიდან. ამ პროცესს უწოდებენ

სითბოს კონვექციას. იგი ხმელეთზე წარმოიქმნება დღისით, ხოლო ღამით კი ზღვაზე.

სითბოს გადატანაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერის დინებას. სითბო შეიძლება გადატანილი იქნას ჰაერის მასებთან ერთად ჰორიზონტალური მიმართულებით, ერთი ადგილიდან მეორეში. სითბოს ასეთ გადატანას ადვექციას უწოდებენ. იგი განსხვავდება კონვექციისაგან, სადაც სითბოს გადატანა ძირითადად წარმოებს ვერტიკალური მიმართულებით.

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

დღის საათებში ჰაერის ნაკადი მიმართულია გამთბარი ნიადაგის ზედაპირიდან უფრო ცივი ატმოსფეროსაკენ. ღამის საათებში ტურბულენტური სითბოს გაცვლა შესუსტებულია და მისი სიდიდე ძალზე მცირეა. რაც უფრო დიდია ქარის სიჩქარე, რაც ძლიერია კონვექცია და დიდია უსწორმასწორო დედამიწის ზედაპირი, მით უფრო ძლიერია ჰაერის ტურბულენტობა და მისი სითბოს გაცვლა, რომელიც მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ნიადაგის ზედაპირის სითბოს გაცვლისას ატმოსფეროსთან.

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 რაოდე-

ნობა, 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.* ეს არის ჰაერის მასების გადაადგილება ჰორიზონტალური მიმართულებით, რომლებსაც გადააქვთ სითბო. იგი 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 ხასიათდე-

ბა. მაშასადამე, ჰაერის გათბობა ძირითადად მიმდინარეობს თერმული კონვექციით, ტურბულენტობით, ორთქლის კონდენსაციით და ადვექციით. ჰაერის გათბობა დღისით უმთავრესად ნარმოებს 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 ნლის 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-ით დაშორებული ტერიტორია შედარებით ცივია.

## 5.2. ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები

ჰაერის ტემპერატურის გაზომვისათვის იყენებენ ვადიან, მაქსიმალურ და მინიმალურ თერმომეტრებს (აღნიშნული თერმომეტრების მუშაობის პრინციპები განხილულია 4.2. თავში). ყველა ამ თერმომეტრს ათავსებენ სპეციალურ ჟალუზებიან მეტეოროლოგოურ ჯიხურში, რომელიც დაცულია მზის სხივების უშუალო მოქმედებისაგან, ატმოსფერული ნალექებისაგან, ქარისაგან და სხვა. ჯიხურში მოთავსე-

ბული 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 ნყლიან ჭიქაში, საიდანც იწოვს ნყალს. 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, დეფიციტი, ნამის წერტილი). ამ ხელსაწყოს უწოდებენ ავგუსტის ფსიქრომეტრს.

ჰაერის ტემპერატურის  $-20^{\circ}$ -ზე დაბლა დანევისას მშრალი ფსიქრომეტრული თერმომეტრის გვერდით ათავსებენ სპირტიან თერმომეტრს, რადგან ვერცხლისწყალი იყინება  $-38.9^{\circ}$ , ამიტომ როცა ტემპერატურა დაინევს  $-36^{\circ}$ -მდე, ათვლა უნდა ვანარმოოთ სპირტიანი თერმომეტრით.

ჰაერის ტემპერატურის და ტენის განსაზღვრისათვის საველე პირობებში იყენებენ ასმანის ასპირაციულ ფსიქრომეტრს. იგი პრაქტიკული ხელსაწყოა ამა თუ იმ ტერიტორიის მიკროკლიმატის შესწავლისათვის. მისი მუშაობის პრინციპი იგივეა, როგორც ავგუსტის ფსიქრომეტრის. შედგება ორი თერმომეტრისაგან (მშრალი და სველი). თერმომეტრებზე ათვლის წინ უნდა მოიმართოს ასპირატორი, რომლის სამუშაოებით მიღში, სადაც თერმომეტრების რეზერვუარებია მოთავსებული, შეიწოვება ჰაერი, დაახლოებით ორი მეტრის სისწრაფით წამში, რის შემდეგ თერმომეტრზე ავთვლით ტემპერატურას.

ჰაერის ტემპერატურის განუწყვეტლივ ჩასაწერად იხმარება თვითმწერი – თერმოგრაფი, რომელსაც ათავსებენ მე-

ტეოროლოგიურ ჯიხურში. ერთდროულად ჰაერისა და მცენარის ფოთლის ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება ელექტროთერმომეტრი.

### 5.3. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი

ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას ყოველ 100 მ სიმაღლეზე ტემპერატურის ვერტიკალურ გრადიენტს უწოდებენ და გამოსახება 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. თუ  $t_A < t_B$ , ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სიმაღლესთან ერთად, მაშინ ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე ( $T$ ) დადებითია. ტემპერატურის ასეთი განაწილება სიმაღლის მიხედვით ყველაზე მეტად დამახასიათებელია ტროპოსფეროსთვის. როცა  $t_A > t_B$  ადგილი აქვს ტემპერატურულ ინვერსიას (ტემპერატურა იზრდება სიმაღლის მიხედვით), მაშინ ტემპერატურული გრადიენტი ( $T$ ) უარყოფითია. თუ  $t_A = t_B$ , ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი  $T=0^{\circ}\text{C}/100\text{მ}$ . 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), დღე-ღამურ დროზე (ღამით მცირეა, დღისით დიდია). ატმოსფეროში ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ( $T$ ) ყოველ 100 მ სიმაღლის ცვლილებისას შეადგენს საშუალოდ  $0.6^{\circ}$ . 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°-ით და მეტი გადააჭარბოს 2 მ სიმაღლეზე ტემპერატურას.

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

ცხრ. 5.3.1.

**ჰაერის ტემპერატურის გრადიენტი ღრუბლიან და მზიან, ნათელ ამინდში (14 სთ; ანასეული, ოზურგეთის რ-ნი)**

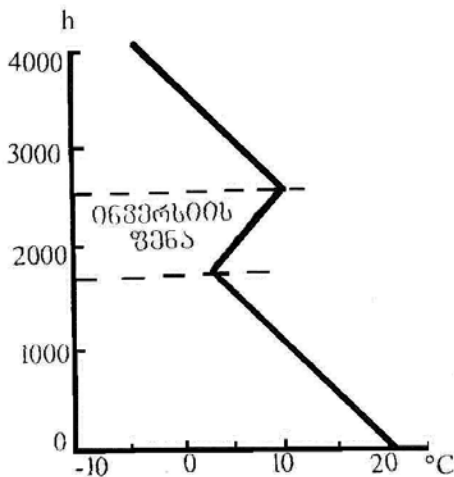
ამინდი	დაკვირვების თარიღი	სიმაღლე ნიადაგის ზედაპირზე (სმ)									
		0	2	5	10	20	40	60	80	120	140
ღრუბლიანი	4.VIII	31.5	28.1	28.4	28.5	25.6	25.5	25.4	25.2	25.0	24.9
მზიანი, ნათელი	19.VIII	43.7	33.9	32.3	31.8	29.0	28.4	27.6	27.5	26.4	26.4

ცხრილიდან ჩანს, რომ ღრუბლიან ამინდში, ნიადაგის ზედაპირიდან 2 სმ სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურა შეადგენს 28.1°. იგი თანდათანობით იკლებს და 140 სმ სიმაღლეზე აღინიშნება 24.9°; სხვაობა შეადგენს 3.2. მზიან, ნათელ

ამინდში სხვაობა გაცილებით მეტია ( $8.5^{\circ}$ ). ტემპერატურის ვერტიკალურ გრადიენტს ამცირებს ქარი, ღრუბლიანობა, ნალექები და ნიადაგის ტენიანობა.

ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტების მონაცემებს იყენებენ სინოპტიკურ მეცნიერებათა დარგში, 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 5.3.1. ნახაზზე.



ნახ. 5.3.1. ატმოსფეროს სტრატოფიკაციის მრუდი

ნახაზიდან ჩანს, რომ ატმოსფეროში სხვადასხვა სიმაღლეზე ტემპერატურის სტრატოფიკაცია ერთნაირი არ არის და დამოკიდებულია ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდესა 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 გამოწვეული ტემპერატურის ცვლილებებისაგან. მშრალი ადიაბატური პროცესის მექანიზმი იმაში მდგომარეობს, რომ მშრალი ჰაერი ნიადაგის ზედაპირიდან აღმავალი დინებისას ადიაბატურად ცივდება ყოველ 100 მ სიმაღლეზე დაახლოებით  $1^{\circ}$ -ით. ამ პროცესს ადიაბატურს უწოდებენ, ხოლო ტემპერატურის გრადიენტს, რომელიც მოცემულ მომენტში უდრის  $1^{\circ}$  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  $0.5^{\circ}$ -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  $0.5^{\circ}$ -ით. აღნიშნულ პროცესს ტენადიაბატურ გრადიენტს უწოდებენ.

## 5.4. ჰაერის ტემპერატურის ინვერსია

ტროპოსფეროში ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სიმაღლის მატების მიხედვით, მაგრამ ზოგჯერ ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას – ინვერსიას, ე.ი. ტემპერატურის მატებას. მინისპირა 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.

## 5.5. 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  $1^{\circ}$ -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-დან 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  $0.5^{\circ}$ -ით ყოველ 100 მ სიმაღლეზე.

3. *სეტყვის სტადია.* აღნიშნული სტადიის დროს ორთქლით ნაჯერი ჰაერის ტემპერატურა  $0^{\circ}$  აღწევს, 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  $0.7^{\circ}$  ყოველ 100 მ სიმაღლეზე. ამ სტადიის დროს ტემპერატურა  $0^{\circ}$  დაბლა ეცემა და მთავრდება იქ, სადაც აღმავალი დენი დაახლოებით ზღ. დონიდან 8500 მ სიმაღლეს მიაღწევს. თოვლის სტადია მთავრდება მაშინ, როცა ჰაერში წყლის ორთქლი გამოი-

ლევა. თოვლი შეიძლება მოვიდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც დედამიწის ზედაპირის მახლობელ ფენაში ტემპერატურა დაახლოებით 0° შეადგენს. თოვლის ფიფქი შედგება რთული კრისტალებისაგან, აქვს ვარსკვლავისებური ფორმა, რომლის რადიუსი 4-6 მმ და მეტსაც აღწევს.

## 5.6. თოვლის საფარის ზედაპირის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე

თოვლს გააჩნია არეკვლის დიდი უნარი. თუ ნიადაგი ირეკლავს მის ზედაპირზე დაცემული მზის ენერგიის 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 დაწვეა 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

5.6.1. მოცემულია თოვლის ზედაპირისა და ნიადაგისპირა ჰაერის ფენების ტემპერატურის დაკვირვებათა მონაცემები.

ცხრ. 5.6.1.

**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 მალლა მატულობს. საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური ჰაერის ტემპერატურები თოვლის საბურველის დროს ყოველთვის დაბალია, ვიდრე უთოვლობის შემთხვევაში. განსაკუთრებით ძლიერად ცივდება ჰაერი, როდესაც თოვლი დევს ჩაღრმავებულ, ქვაბურ ადგილებში, რომელსაც აკრავს მთები. ასეთ პირობებში სუსტი ქარის შედეგად გაცივებული ჰაერი ჩაწვება 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 ტემპე-

რატურა ნიადაგისპირა ფენაში 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 ზედაპირთან მდებარე ჰაერთან შედარებით ან გათანაბრდება ჰაერის ტემპერატურასთან.

## **5.7. 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°) შეუძლია გამოიწვიოს მცენარეთა ძლიერი გადახურება, რომლის დროს არ არის გამორიცხული მათი დაზიანება.

დაბალი და მაღალი ტემპერატურები, რომელიც დამახასიათებელია ამა თუ იმ 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 ინტერვალის ფართოდ ვრცელდება -5°-დან 55°-მდე. ასეთი მცენარეე-

ბი 5°-დან 40°-მდე პროდუქტიულებია. მცენარეები, რომლებიც შეგუებული არიან ექსტრემულ ტემპერატურებთან ზონებს, როგორცაა სტენოთერმიულები, მათი ზრდა შეუფერხებლად მიმდინარეობს გაყინვის წერტილთან ახლოს (2-4°). მცენარის სიცოცხლის ტემპერატურული საზღვრებია, როცა იგი უძლებს ყველაზე დაბალ და მაღალ ტემპერატურებს. 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. აღინიშნება მცენარის სუნთქვის ქვედა ზღვარი (0°), ინტენსიური სუნთქვა (36-40°) და სუნთქვის ტემპერატურის მაქსიმუმი (50°), 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 ინტენსიობაზე ძირითადად ემორჩილება ვანთ-ჰოფის წესს, რომლის თანახმად ქიმიური რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის მატების დროს, ყოველ 10°-ზე ორმაგდება. მაგალითად, 5° ტემპერატურის დროს ქიმიური რეაქციის შედეგად პროდუქტიულობის რაოდენობას თუ მივიღებთ 100%-ად, მაშინ აღნიშნული წესის მიხედვით 15° ტემპერატურისას იგი იქნება 200; 25°-ზე 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 თვითი მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებით. მაგალითად, სითბოსმოყვარულ მცენარეებში ძალზე დაბალი ფოტოსინთეზი აღინიშნება ტემპერატურის 3°-დან 5°-მდე. ფოტოსინთეზისათვის ყველაზე ხელსაყრელია 25°-მდე ტემპერატურა.

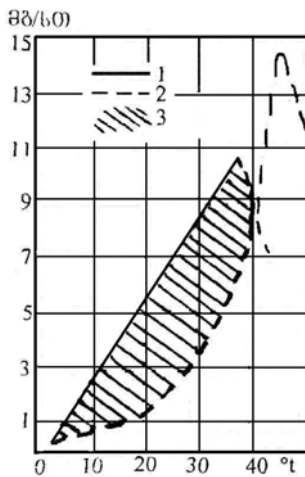
ჰაერის ტემპერატურაზე ტყის გავლენა დამოკიდებულია ტყის ხნოვანობაზე, მის ჯიშობრივ შემადგენლობაზე, სიხშირეზე და სხვა. მუხნარში მაქსიმალური ტემპერატურა მყარდება ვარჯის ზევით, სადაც ის ძლიერ ცვალებადობს. სიმაღლის ზრდასთან ერთად ვარჯში ტემპერატურა მცირდება. თბილ პერიოდში, განსაკუთრებით ზაფხულში, ველთან შედარებით, დღისით ტემპერატურათა შორის დიდი სხვაობაა. დღისით ტემპერატურა დაბალია, მზის ჩასვლის შემდეგ შედარებით მაღალი. ცივ პერიოდში, ტყის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე მეტად საგრძნობია. ტყე მინიმალურ ტემპერატურას ადიდება, მაქსიმალურას ამცირებს, ამის შედეგად ტემპერატურის წლიური ცვალებადობაც მცირდება საშუალოდ 5-10°-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 მაქსიმუმში მაღალია, მინიმუმში შედარებით დაბალი, ტყის თალის 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, 163-247მ სიმაღლეზე ადგილის ტოპოგრაფიის შესაბამისად ტემპერატურა 1°-ით ეცემა (თავისუფალი ატმოსფეროსაგან განსხვავებით, სადაც ტემპერატურის



ვერტიკალური გრადიენტი 100მ სიმაღლეზე 1° 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 5.7.1.



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

**ნახ. 5.7.1. 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° ტემპერატურის ფარგლებში, ვიდრე იხარჯება დისიმილაციის დროს. მაგალითად, ნახაზის 5.7.1. მიხედვით 20° 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. მამასადამე, 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° ჰაერის ტემპერატურაზე მცენარის მიერ დაგროვილი ორგანული ნივთიერება. მცენარეებისათვის ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვების ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 20-30°.

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

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ტემპერატურის ბიოლოგიური მინიმუმი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. სხვადასხვაა მათი ფაზებისა და სანაყოფე ორგანოების ფორმირების ტემპერატურები. მაგალითად, საგაზაფხუ-

ლო ხორბლის, ქერის, შვრიის, წინიბურასა და ცერცველას სანაყოფე ორგანოების ფორმირების მინიმალური ტემპერატურაა 10-12°, ბარდის 8-10°, სიმინდის და მზესუმზირის 12-15°, ლობიოს და სოიოს 15-18°, ბრინჯისა და ბამბის 15-20°. ჩაის კულტურა დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში კვირტის გაშლას იწყებს ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-ზე; დუყების ზრდა იწყება 12-14°-ზე; აქტიურად მიმდინარეობს 18-20°-ზე, ხოლო უფრო ინტენსიურია 24-26° ტემპერატურის პირობებში, ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის შემთხვევაში.

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

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

## **5.8. ტემპერატურათა ჯამი და მისი მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის**

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

ტემპერატურის ჯამები, როგორც მცენარეების მიერ ჯამური მოთხოვნილების მაჩვენებელი, პირველად გამოიყენა რეომიურმა (1734 წ), შემდგომში გაბერლანტმა. წარსულში მის გამოყენებას გააჩნდა გარკვეული ნაკლი. კერძოდ, აწარმოებდნენ დღე-ღამური საშუალო ჰაერის ტემპერატურების

შეკრებას მცენარის ვეგეტაციის მთელი პერიოდისათვის. მაგალითად, აღმოცენებიდან სრულ სიმწიფემდე აჯამებდნენ ტემპერატურებს 0°-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 დღე-ღამური ტემპერატურა თუ იქნება 5-7° ფარგლებში, სითბოს მოყვარული კულტურები – ჩაი, ციტრუსები, ვაზი და ზოგიერთი ეთერზეთოვანები ვერ დაიწყებენ ვეგეტაციას – კვირტები არ გაემლებათ, რადგან მოცემული ტემპერატურები აღნიშნული კულტურებისათვის არა აქტიურია. ჩაის, ციტრუსების და ეთერზეთოვანი ტექნიკური კულტურები, გაზაფხულზე ვეგეტაციის დაწყებისათვის მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღე-ღამურ ტემპერატურას 10°, ხოლო ვაზის წვენთა მოძრაობისათვის საჭიროა 8°. 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°-ის ზევით (აქტიური ტემპერატურა), კლიმატის თერმული რესურსების შეფასებისთვის, რომელიც წარმოადგენს სითბოს უზრუნველყოფის მაჩვენებელს მცენარეების აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში. მისი არსი მდგომარეობს შემდეგში, რომ საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან იწყებენ ტემპერატურების დაჯამებას, რომელიც შეადგენს აქტიური ტემპერატურების ჯამს. მცენარეების სითბოსადმი მოთხოვნილება შეიძლება გამოვხატოთ, ეფექტური ტემპერატურის ჯამებით. რაც არის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურები ათვლილი მცენარის ბიოლოგიური მინიმუმიდან, რომელზედაც მოცემული კულტურა იწყებს განვითარებას. საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-ზე ზევით მდგრადი გადასვლიდან ტემპერატურების ჯამის დაანგარი-

შებისას, ყოველდღიურად აკლდება 10° ტემპერატურა და დარჩენილი ტემპერატურები შეჯამდება, რომელსაც ეფექტურ ტემპერატურას უწოდებენ.

ცხრილში 5.8.1. მოცემულია ჰაერის ტემპერატურის აქტიური და ეფექტური ჯამების დაანგარიშების მაგალითი.

ცხრ. 5.8.1.

**ჰაერის ტემპერატურის აქტიური და ეფექტური ჯამების დაანგარიშება**

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

აკად. თ.დავითაია მიუთითებდა, რომ გვიან გაზაფხულზე, ორი თვის განმავლობაში ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ტემპერატურათა ჯამი 200-3000°-ით მეტი გროვდება, ვიდრე ადრე გაზაფხულზე იმავე ორ თვეში. სხვაობამ ცალკეულ წლებში შეიძლება 400°-ს გადააჭარბოს. ამიტომ, სხვადასხვა რაიონში ჩაის, ციტრუსების, ვაზის თუ სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ამა თუ იმ ფაზის განვითარება არ იქნება ერთნაირი.

დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში ჩაის კულტურა ვეგეტაციას იწყებს ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-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° და მეტი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. რაც მეტია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, მით მეტია ბუჩქებიდან პროდუქტიული დუყების წარმოქმნა.

ცხრილებში 5.8.2 და 5.8.3 მოცემულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ჩაის და ტუნგის კულტურის სხვადასხვა ჯიშების ძირითადი ფაზებისათვის, მათი წარმოების რაიონებში.

ცხრ. 5.8.2.

**აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ჰაერის ტემპერატურის 10°-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 5.8.2) ირკვევა, რომ ჩაის კულტურის კვირტების გახსნასა და I რიგის პროდუქტიული დუყების პერიოდს შორის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი რაიონების მიხედვით საშუალოდ შეადგენს 380°, I რიგის პროდუქტიული დუყების წარმოქმნისა და II რიგის პროდუქტიულ დუყებს შორის საშუალოდ 900° შეადგენს, ხოლო II რიგისა და III რიგის დუყებს შორის 1020°.

**აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები ჰაერის ტემპერატურის 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან ტუნგის კულტურის ძირითად ფაზებს შორის.**

რაიონი	ტემპერატურის 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან – კვირტების გაშლამდე	ტემპერატურის 10°-ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან – ნაყოფის სიმწიფემდე
<b>ტუნგი - ფორდა</b>		
ზუგდიდი	190	4100
ლანჩხუთი	170	4000
ოზურგეთი	160	4140
ოჩამჩირე	170	4090
ქობულეთი	140	4000
ფოთი	110	4070
ჩხორონყუ	200	4080
<b>ტუნგი - კორდატა</b>		
ოზურგეთი	250	3400
ლანჩხუთი	250	3540
ბათუმი	150	3520
ქობულეთი	240	3380

როგორც ცხრილიდან 5.8.3. 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.

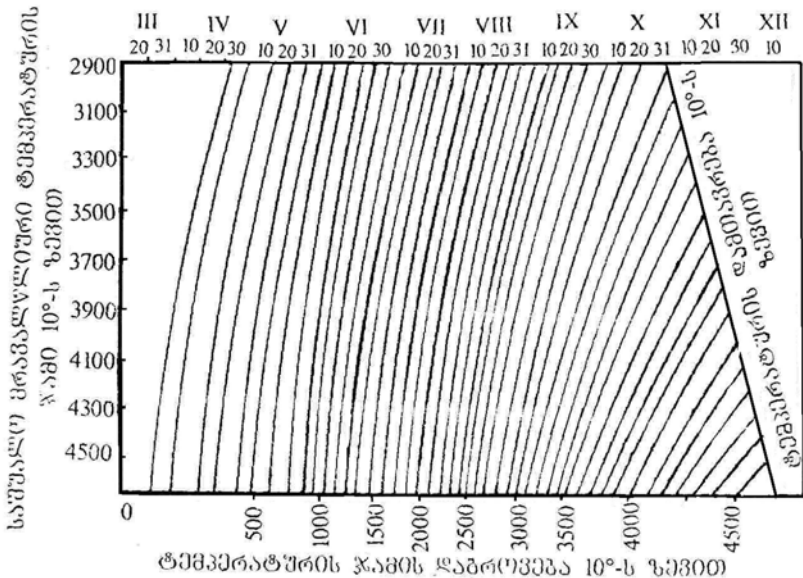
ცხრილში 5.8.4. მოცემულია ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის საჭირო ტემპერატურათა ჯამები 10°-ის ზევით, ზრდის დაწყებიდან სიმწიფემდე.

**სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების  
აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები**

კულტურა	10°-იან პერიოდში საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, ნაყოფების მომწიფე- ბის ან ტექნიკური სიმწიფე- სათვის
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 5.8.1. მოცემულია ნომოგრამა, რომელზედაც შეიძლება განვსაზღვროთ ამა თუ იმ ტემპერატურის ჯამის დაგროვება ნებისმიერ თარიღში და პირიქით, თუ ვიცით თარიღი განვსაზღვრავთ ტემპერატურის ჯამს, რომლის სიზუსტე შეადგენს  $50^{\circ}$  (იშვიათად  $100^{\circ}$ ).



**ნახ. 5.8.1. ტემპერატურის ჯამის დაგროვება დამოკიდებული ტემპერატურის მრავალწლიურ საშუალო ჯამზე**

მოცემული ნომოგრამა შედგენილია მშრალი და ტენიანი სუბტროპიკული ზონებისათვის, ზღვის დონიდან 1000 მ სიმაღლემდე. მაგალითად, თუ გვანტერესებს როდის დაგროვდება  $4200^{\circ}$  აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი, რომელიც საჭიროა მანდარინის კულტურის სრული მომწიფებისათვის, უნდა ვიცოდეთ მოცემული კულტურის წარმოების რაიონში საშუალოდ რამდენს შეადგენს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი  $10^{\circ}$ -ის ზევით. წარმოდგენილ ნახაზზე, ორდინატის ღერძიდან, სადაც აღნიშნულია  $4200^{\circ}$ , გავავლებთ სწორ ხაზს აბ-

სცისთა ღერძიდან აღმართულ 4200°-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.

### **5.9. მცენარეების მოთხოვნილება სითბოსადმი. სითბოს 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.

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

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

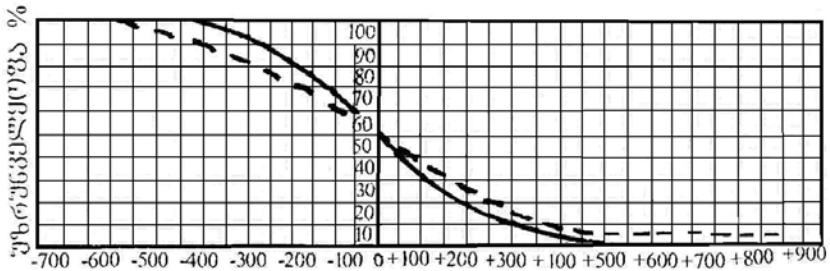
5. სითბოს მეტად მოყვარულნი, რომლებიც აღმოცენდებიან 10° და მეტი ტემპერატურის დროს: ლობიო, სორგო, კუნჭუტი და ა.შ.

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.დავითაიას 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 დღე-ღამური ტემპერატურა თამბაქოს საყვავილეების წარმოქმნის დროს, ყვავილობისას და მისი ფოთლების შეტეხვისას. თამბაქოს საყვავილეების ფაზის წარმოქმნისათვის ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურა მცირდება 37%-ით, ყვავილობისათვის 35%-ით, ხოლო პირველი ფოთლების შეტეხვისათვის 46%-ით.

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

ნახაზზე 5.9.1. აბსცისთა ღერძზე მოცემულია ტემპერატურათა ჯამის საშუალო სიდიდიდან გადახრა (0 პირობითადაა მიღებული), ხოლო ორდინატთა ღერძზე – ტემპერატურით უზრუნველყოფა პროცენტებში.



**ნახ. 5.9.1. ტემპერატურათა ჯამის უზრუნველყოფის მრუდი**

ნახაზზე მოცემული მრუდები ორი ტიპისაა და ახასიათებენ სუბტროპიკულ და ზომიერ კლიმატურ ზონებს, რომლითაც შეიძლება განვსაზღვროთ სითბოთი უზრუნველყოფა სავეგეტაციო პერიოდში, სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის. ამისათვის უნდა ვიცოდეთ მოცემული რაიონისათვის მრავალწლიური საშუალო ტემპერატურის ჯამი  $10^{\circ}$ -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან.

მაგალითისათვის განვსაზღვროთ ყვარლის რაიონში, თუ რამდენჯერ მომწიფდება სუბტროპიკული ხურმის (ხიაკუმე) ნაყოფები. მოცემულ რაიონში ტემპერატურათა ჯამი  $10^{\circ}$ -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან შეადგენს  $3900^{\circ}$ , ხოლო სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების მომწიფების საუკეთესო ტემპერატურის ჯამს წარმოადგენს  $4000^{\circ}$ , სხვაობა მათ შორის  $+100^{\circ}$ -ია. ნახაზზე 5.9.1. აბსცისთა ღერძის იმ წერტილიდან, სადაც მოცემულია ტემპერატურათა სხვაობა  $+100$  აღვმართავთ ორდინატის პარალელურს, რომელიც სუბტროპიკული ტიპის მრუდიან გადაკვეთის წერტილში გვაძლევს ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფის  $40\%$ -ს. მაშასადამე, სუბტროპიკული ხურმის (ხიაკუმე) ნაყოფები ნორმალურად დამწიფდება, ე.ი. სითბოთი უზრუნველყოფილი იქნება ათ წელიწადში ოთხჯერ. ანალოგიურად შეიძლება განვსაზღვროთ სხვა დანარჩენი ჩვენთვის საინტერესო სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის სითბოს უზრუნველყოფა ამა თუ იმ რაიონში.

ცხრილში 5.9.1. მოყვანილია ვაზის სხვადასხვა ჯიშების (რქანითელი, საფერავი, მწვანე) ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფა პროცენტებში მევენახეობის რაიონებისათვის.

ცხრ. 5.9.1.

**ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფა 10°-ის ზევით  
ვაზის კულტურისათვის**

რაიონი	უზრუნველყოფა, %		
	რქანითელი	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
ჯოჯოხეთი (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 5.9.1. გვაძლევს ნათელ წარმოდგენას ვაზის (რქანითელი, 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.

## თაზი VI

### წყლის ორთქლი ატმოსფეროში

#### 6.1. ჰაერის ტენიანობა და მისი განსაზღვრის მეთოდები

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 ზრდაპირი 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. ასეთ ჰაერს უწოდებენ ტენიან ჰაერს. როგორც ყველა გაზს, წყლის ორთქლსაც ახასიათებს დრეკადობა და რამდენადმე განაპირობებს ატმოსფერულ წნევასაც.

წყლის ორთქლი, რომელიც წარმოიქმნება ამაორთქლებელი ზედაპირიდან წარმოშობს წნევას, რომელსაც გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობას უწოდებენ და გამოსახა-

ვენ 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° ტემპერატურის დროს იგი შეადგენს 23.4 მბ, ხოლო -20° დროს 1.3 მბ.

ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლის ანუ ჰაერის ტენიანობის დასახასიათებლად ხმარობენ შემდეგ სიდიდეებს: აბსოლუტური ტენიანობა, შეფარდებითი ტენიანობა, ტენიანობის დეფიციტი და ნამის წერტილი.

*ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა* – (e) არის წყლის ორთქლის ის რაოდენობა გრამებში, რომელიც მოთავსებულია 1მ<sup>3</sup> მოცულობის ჰაერში და გამოისახება გრ/მ<sup>3</sup>. წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობა გამოიანგარიშება ფსიქრომეტრული ფორმულით და გამოისახება მბ-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 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).

*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 გაფრებას. ნამის წერტილს განსაზღვრავენ წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობის ცხრილით. ნამი წარმოიქმნება  $0^\circ$  ტემპერატურის ზევით, ხოლო  $0^\circ$ -ზე იგი იღებს რთვილის 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, ნვიმის, სეტყვის და თოვლის სტადიები).

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

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, იგი გამოიყენება საველე პირობებში.

ჰიგრომეტრული მეთოდით ჰაერის ტენიანობის გაზომვა დაფუძნებულია სხეულის ჰიგროსკოპულობაზე. ამ თვისებაზეა დამყარებული თმისანი ჰიგრომეტრის მუშაობა. თმისანი ჰიგრომეტრი – გამოიყენება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრისათვის 10°-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს. იგი წარმოადგენს ძირითად ხელსაწყოს ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად.

თმისანი ჰიგროგრაფი – გამოიყენება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის ცვალებადობის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის.

## 6.2. 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 ანელეებენ წყლის ორთქლის გადაადგილებასაც. მცენარეულ საფარში წყლის ორთქლი გაცილებით მეტია, ვიდრე მოშეშვლებულ ნიადაგზე. ამიტომ ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა უშუალოდ მცენარეულ საფარში უფრო უფრო მეტია, ვიდრე მის გარშემო, განსაკუთრებით დღის საათებში. მრავალწლიან მცენარეთა მასივებში წყლის ორთქლი ზაფხულობით რამდენადმე მეტია, ვიდრე მიწოდორში. 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 აღების დროს ჰაერის გაზრდილი ტენიანობა აფერხებს სრული სიმწიფის დადგომას, ადიდებს ტენს მარცვალში, რომელიც არადაამაკმაყოფილებლად 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 პიმიდორის ფიტოფტორა, ვაზის ჭრაქი, თეთრი სიდამპლე და სხვა.

ჭარბი ტენიანობის დროს მცენარის ნაყოფები, თესვები, ფესვები და ძირხვენები გამოირჩევიან ნახშირწყლების მომა-

ტებული 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 მბ-ის დროს 1 ჰა ნიადაგის ზედაპირიდან დღე-ღამის განმავლობაში 80 ტონა წყალი აორთქლდება, რაც ინვესტს ნიადაგის გამოშრობას. თუ მცენარეს დიდხანს მოუწია ყოფნა ისეთ ჰაერში, სადაც შეფარდებითი ტენიანობა 30%-ზე ნაკლებია, გამოიწვევს მისი ფოთლების ნაადრევად ქცნობას და მოსავლის მკვეთრ შემცირებას. მინდვრის მცენარეთა უმეტესობა, ვეგეტაციის ისეთ ფაზაში, რომლის დროსაც ინტენსიურად მიმდინარეობს ბიომასის მომატება, საჭიროებს ტენის ჭარბ რაოდენობას, მაშინ როდესაც მსგავსი მდგომარეობა სხვა ფაზაში უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეზე. პურეული კულტურების მოსავლის აღება მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც ჰაერის ფარდებითი ტენიანობა შედარებით დაბალია. ჰაერის შეფარდებით ტენიანობასა და ტემპერატურაზე დიდად არის დამოკიდებული მრავალი სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარების ნორმალური მიმდინარეობა, როგორცაა, მაგალითად: სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა, მარცვლეული კულტურების აღება, საკვები ბალახის დამზადება სასილოსედ, სასაწყობო სათავსოების განიავება, 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, ვენტილაციის და საკონდიციონერო სისტემებში. აღნიშნულ სიდიდეთა რეჟიმის გამოყენება საშუალებას იძლევა სწორად დავახასიათოდ ამა თუ იმ ადგილის კლიმატური თავისებურებანი, ვარეგულიროთ სათბურის მიკროკლიმატი და სხვა.

### 6.3. აორთქლება

თხევადი ნივთიერების გადასვლას გაზობრივ მდგომარეობაში აორთქლებას უწოდებენ. 1 გრ წყლის აორთქლებისათვის საჭიროა დაიხარჯოს 600 კალორია, ხოლო დედამიწის ამაორთქლებელი ზედაპირიდან ამ პროცესს კოლოსალური ენერგია სჭირდება, რასაც მზის რადიაცია უზრუნველყოფს. აორთქლების პროცესი მდგომარეობს იმაში, რომ 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 ამაორთქლებელი 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.

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

*აორთქლება მცენარის ზედაპირიდან.* მცენარე წყალს დიდი რაოდენობით აორთქლებს, ამ პროცესში უშუალოდ თვითონ მონაწილეობს და აწესრიგებს მას სპეციალური ორგანოებით. მცენარეში წყალი (სხვადასხვა მინერალური მარილებით) შეიწოვება 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, რო-

მელსაც 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° ტემპერატურამდე. თუ გარემოს ტემპერატურამ 40°-ზე მაღლა აინია და ეს მდგომარეობა დიდხანს გაგრძელდა, მცენარე ზიანდება და ჭკნება. ჰაერში ტენის საკმაოდ 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 შემდეგია: 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 აგრეთვე ნიადაგის ფერი. რამდენადაც მუქია ნიადაგი, მით უფრო მეტი წყალი აორთქლდება. ასეთი დიდი სხვაობა აიხსნება ნიადაგის მიერ სხვადასხვა რაოდენობით მზის სხივური ენერჯის შთანთქმით.

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

აორთქლების ინტენსიობაზე მოქმედებს ექსპოზიციაც. სამხრეთ დაქანება უფრო თბება, ვიდრე ჩრდილოეთი, ამიტომ პირველ შემთხვევაში გაცილებით მეტ აორთქლებას აქვს ადგილი, ვიდრე მეორეში.

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

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

## 6.4. წყლის ორთქლის კონდენსაცია. ჰიდრომეტეორები

კონდენსაცია ეწოდება პროცესს, როცა წყლის ორთქლი გადადის თხევად მდგომარეობაში. ბუნებაში არის გარკვეული პირობები, როცა წყლის ორთქლი გაზობრივი მდგომარეობიდან პირდაპირ ცინულის მდგომარეობაში გადადის, რასაც (თხევადი გაზის გვერდის ავლით) 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 ნერტილამდე 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 (ბაქტერიები, სპორები, აზოტოვანი და გოგირდოვანი შენაერთები, ზღვის მარილის ნაწილაკები და სხვა). იმ ნაწილაკებს, რომლებზედაც მიმდინარეობს წყლის ორთქლის კონდენსაცია, საკონდენსაციო ბირთვებს უწოდებენ. მაშასადამე, წყლის ორთქლის კონდენსაციისათვის საჭიროა შემდეგი პირობა: 1. ჰაერის გაცივება ნამის ნერტილამდე; 2. ჰაერში საკონდენსაციო ბირთვების არსებობა.

ატმოსფეროში წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად წარმოიქმნება ნისლი და ღრუბლები, რომლებსაც ჰიდრომეტეორებს უწოდებენ. ჰიდრომეტეორები შეიძლება წარმოიქ-

მნას ნიადაგის ან სხვადასხვა საგნების ზედაპირზე, როგორცაა: ნამი, თრთვილი, ჭირხლი და ლიპყინული.

## 6.5. ღრუბლები და მათი კლასიფიკაცია

წყლის ორთქლის კონდენსაციის ან სუბლიმაციის პროდუქტს, რომელიც წარმოიქმნება ატმოსფეროში გარკვეულ სიმაღლეებზე, ღრუბლებს უწოდებენ. ღრუბლებს თავისი შემადგენლობით ყოფენ სამ ჯგუფად:

1. წვიმის, რომლებიც შედგებიან წვიმის წვეთებისაგან;
2. ყინულოვანი, რომლებიც შედგებიან ყინულოვანი კრისტალებისაგან;
3. შერეული, რომლებიც შედგებიან როგორც წყლის, ისე ყინულოვანი კრისტალებისაგან.

ღრუბლები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ატმოსფერულ პროცესებზე. ძირითადად კი ღრუბლებიდან გამოიყოფა ატმოსფერული ნალექები. დღისით იგი ამცირებს სხივური ენერჯის 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 – Cirrus (Ci);
  2. ფრთაგროვა – Cirrocumulus (Cc);
  3. ფრთაფენა – Cirrostratus (Cs);



- II. საშუალო იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2-6 კმ)
  - 4. მაღალგროვა – *Alto cumulus* (Ac);
  - 5. მაღალფენა – *Alto stratus* (As);
- III. ქვედა იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2 კმ და ნაკლები)
  - 6. ფენა – *Stratus* (St);
  - 7. ფენაგროვა – *Strato cumulus* (Sc);
  - 8. წვიმაფენა – *Nimbo stratus* (Ns);
- IV. ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 500-1500 მ)
  - 9. გროვა – *Cumulus* (Cu);
  - 10. გროვანვიმა – *Cumulonimbus* (cb)

ზედა იარუსის ღრუბლები შედგებიან ცინულოვანი კრისტალებისაგან, მათგან ნალექი არ წარმოიქმნება. საშუალო და ქვედა იარუსის ღრუბლები წვეთოვანი ან შერეული ღრუბლებია, რომლებიც იძლევიან ნალექს. ყველაზე მნიშვნელოვანი ნალექი მოდის წვიმაფენა ღრუბლებიდან. ვერტიკალური წარმოშობის ღრუბლები წარმოიქმნებიან ჰაერის აღმავალი დინების დროს, განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში, გროვა ღრუბლებიდან – თქემის 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.

## თაზო VII

### ნალექები

#### 7.1. ნალექის ტიპები

ნალექები ძირითადად იყოფა ორ ტიპად:

I – ტიპს მიეკუთვნება ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება ჰაერში სხვადასხვა სიმაღლეზე და მოდის ღრუბლებიდან დედამიწაზე (წვიმა, თოვლი, ხორხოშე-ლა, სეტყვა);

II – ტიპს მიეკუთვნება ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება უშუალოდ მიწის ზედაპირზე, მასზე არსებულ საგნებზე ან მცენარეული ზედაპირის საფარზე წყლის ორთქლის კონდენსაციით ან სუბლიმაციით, რომელიც ილექება მათ ზედაპირებზე სითხის ან მკვრივი ფორმის სახით (ნამი, რთვილი, ქირხლი, ლიპყინული).

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

*გაბმული* – წვიმა მოდის ძირითადად წვიმა ფენა (Ns) ღრუბლებიდან ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და მოიცავს დიდ ტერიტორიას.

*თქეში (კოკისპირული)* – წვიმა მოდის წვიმაგროვა (Cb) ღრუბლებიდან შედარებით ხანმოკლე პერიოდით. მისი წარმოქმნა ცივი ფრონტის გავლასთან არის დაკავშირებული. იგი მოიცავს შედარებით მცირე ტერიტორიას და შეიძლება თანახლდეს ძლიერი ქარი. წვიმის წვეთების დიამეტრი ზოგჯერ 5-7მმ-ია.

*ჟინჯლი (ფთქორი)* – წვიმა გვევლინება ფენა (St) ღრუბლებიდან. გამოირჩევა მცირე ვერტიკალური სიმძლავრით,

რაც წვეთს არ აძლევს დამსხვილების საშუალებას და მისი წვეთების დიამეტრი 0.5 მმ-ზე ნაკლებს შეადგენს.

*თოვლი* – რთული სიმეტრიული ყინულის კრისტალები-საგან შედგება. იგი წარმოიქმნება, როცა დედამიწიდან შედარებით ახლოს (2-3 კმ) გარკვეულ ჰაერის ფენაში ტემპერატურა  $0^{\circ}$  უტოლდება. თუ ტემპერატურა დედამიწის ზედაპირთან ახლოს  $0^{\circ}$  აღემატება, მაშინ ნალექები შეიძლება მოვიდეს შერეული სახით (მდნობარე თოვლის ფიფქი და წვიმა), რომელსაც სველ თოვლს უწოდებენ.

*ხორხოშელა* – თეთრი, სფეროსებური გაუმჭირვალე სახისაა, რომლის დიამეტრი 2-5 მმ აღწევს. იგი წარმოიქმნება შერეულ ღრუბლებში, დაბალ ტემპერატურაზე ( $0^{\circ}$ -თან ახლოს), სადაც ხდება ფიფქებისა და გადაცივებული წყლის წვეთების შეხვედრა.

*სეტყვა* – წყლის ორთქლის კონდენსაციის პროდუქტია, რომელიც წარმოიქმნება ელჭექის ხასიათის ღრუბლებიდან. იგი გამჭირვალე ყინულის ბირთვია, რომლის დიამეტრი შეადგენს 4-5 მმ. ცალკეულ შემთხვევაში სეტყვის ნონამ შეიძლება მიაღწიოს 200-300 გრ და მეტს. სეტყვის მოსვლის საშუალო ხანგრძლივობა 5 წთ აღწევს. ნაკლებად მოდის დაბლობ-ვაკე ადგილებში.

II – ტიპის ნალექები (ნამი, რთვილი, ჭირხლი, ლიპყინული) წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია.

*ნამი* – წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგისა და მცენარის საფარის ზედაპირზე, წყლის წვრილი წვეთების სახით, ჰაერის ტემპერატურის  $0^{\circ}$ -ზე მაღლა. იგი მცენარისათვის სასარგებლო მოვლენაა, როგორც ტენის რესურსი, განსაკუთრებით გვალვიან რაიონებში.

*რთვილი* – თეთრი ფერის ყინულის კრისტალებია. იგი წარმოიქმნება, როცა ჰაერის ტემპერატურა  $0^{\circ}$ -ზე დაბლა დაინევს. მისი წარმოშობა წყლის ორთქლის უშუალო სუბლიმაციის შედეგია.

*ჭირხლი* – თეთრი ფხვიერი (თოვლის მსგავსი) ყინულის კრისტალებია, რომელიც წარმოიქმნება ხის ტოტებზე, მავთულებსა და სხვა. მისმა სისქემ შეიძლება 30-50 მმ მიაღწიოს.

*ლიპყინული* – გლუვი, გამჭირვალე ან მღვრიე ფერის მკვრივი ყინულის ფენაა. იგი წარმოიქმნება გადაცივებული ნვიმის ნვეთების 0°-ზე 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 მიწისპირა ფენებში წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროდუქტი. 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.

*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. ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა და მათი მნიშვნელობა**

ნიადაგის ტენიანობის ძირითად წყაროს ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენენ. ამიტომ მათი განაწილება რეგიონების მიხედვით, განაპირობებს მცენარის ტენით უზრუნველყოფის ხარისხს. მცენარის ტენით უზრუნველყოფა და-

მოკიდებულია 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.

ცხრილში 7.2.1. მოცემულია ზოგიერთი ტყის მცენარეების მიერ დაკავებული ნალექების რაოდენობა.

ცხრ. 7.2.1.

**ტყის მცენარეების მიერ დაკავებული ატმოსფერული  
ნალექების რაოდენობა**

მცენარის სახეობა	ნალექების დაკავება, %
ნაძვი – სოჭი	37
ფიჭვი	24
ნეკერჩხალი-წიფელი	43
ნეკერჩხალი	25
ვერხვი	16

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 შედეგადაც მოსალოდნელია მოსავლის მკვეთრი შემცირება. ასეთი პერიოდი მცენარისათვის კრიტიკულად ითვლება. ტენიანობის პირობების სწორი აგრომეტეოროლოგიური შეფასებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ მცენარის ტენით უზრუნველყოფა მისი ფაზების განვითარების თვითეულ 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 ივლის-აგვისტოში საჭიროა მათი ტენით უზრუნველყოფა.

ატმოსფერული ნალექების განაწილების ხასიათს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მარცვლეული და სხვა სახის კულტურებისათვის. სამემოდგომო 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 7.2.2. მოცემულია მეკარტოფილეობის რაიონებისათვის ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა ივნის-ივლისის თვეებში.

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

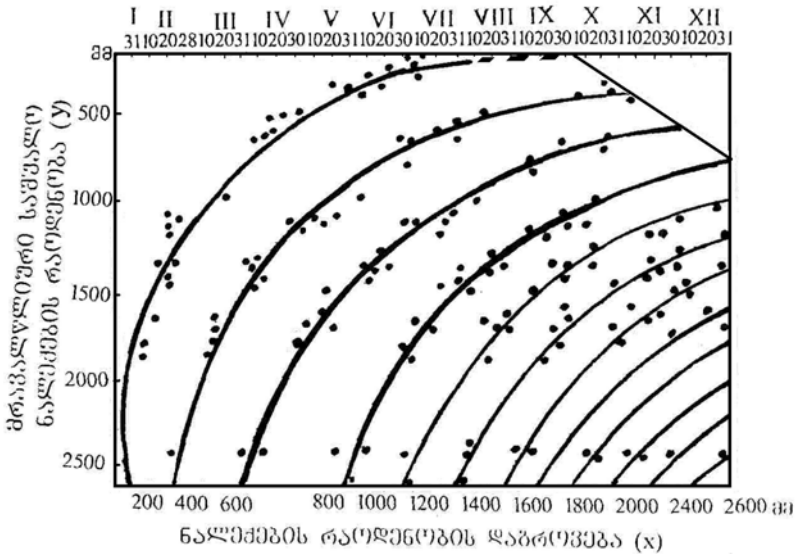
მორწყვას, მხოლოდ განსაკუთრებული უნაღველობის შემთხვევაში შეიძლება ჩატარდეს მორწყვა ერთხელ. ვაზის მეორე პერიოდის ვეგეტაცია ემთხვევა გვალვების პერიოდს. ამიტომ საჭიროა ჩატარდეს 3-4-ჯერ მორწყვა. ვაზისათვის მეორე პერიოდი წარმოადგენს გადამწყვეტს. მაშასადამე, რაც მეტია ტენით უზრუნველყოფა, მით მეტი მოსავალი უნდა ვივარაუდოთ და პირიქით.

ცხრ. 7.2.2.

**ატმოსფერული ნალექების (მმ) უზრუნველყოფა (%)  
ივნის-ივლისის განმავლობაში მეკარტოფილეობის  
წარმოების ძირითად რაიონებში**

რაიონები	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
თეთრიწყა- რო	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
დედოფლის წყარო	290	260	220	190	170	150	140	120	110	80	40
ჯავა	300	280	240	220	200	190	170	160	140	110	80
ნალკა	270	250	230	210	190	170	160	150	130	100	60

სავეგეტაციო პერიოდში მცენარის ნებისმიერი ფაზის განვითარებისათვის, მრავალწლიური საშუალო ნალექების ჯამის მიხედვით, შედგენილია ნალექების ჯამის დაგროვების უზრუნველყოფის ნომოგრამა (ნახაზი 7.2.1.).



**ნახ. 7.2.1. მრავალწლიური ნალექების ჯამზე დამოკიდებული (y) ნალექების დაგროვება (x)**

მოცემული ნომოგრამის (ნახ. 7.2.1.) მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს, თუ რომელ კალენდარულ ვადაში დაგროვდება ჩვენთვის საინტერესო ნალექების ჯამი (მმ), სადაც გავივებთ, თუ რამდენად იქნება უზრუნველყოფილი ტენით მცენარე.

ნომოგრამაზე (ნახ. 7.2.1.) მაგალითისათვის განვსაზღვროთ, თუ რომელ რიცხვში დაგროვდება საშუალოდ 800 მმ ნალექი, სხვადასხვა რაიონში. ამისათვის ორდინატის ღერძიდან, სადაც აღნიშნულია მრავალწლიური ნალექების ჯამი მოცემული რაიონისათვის, გავავლებთ აბსცისთა პარალელს 800 მმ ნალექების რაოდენობის დაგროვების მრუდამდე და გადაკვეთის წერტილთან ვპოულობთ შესაბამის თარიღს.

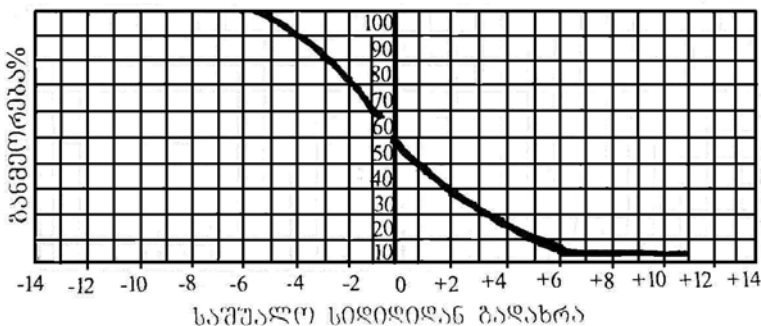
ცხრილში 7.2.3. მოცემულია შედეგები ზოგიერთი რაიონისათვის.



**საშუალო მრავალწლიური ნალექების ჯამი და  
800 მმ ნალექების დაგროვების თარიღები**

რაიონი	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 7.2.2.).



**ნახ. 7.2.2. 20 მმ და მეტ ნალექიან დღეთა რაოდენობის უზრუნველყოფის მრუდი 10°-ზე მეტი ტემპერატურის პერიოდში**

მრუდის მიხედვით, შეიძლება განვსაზღვროთ, თუ რამდენჯერ იქნება ჩვენთვის საინტერესო სასოფლო-სამეურნეო კულტურები 20 მმ და მეტი ნალექიან ღლეთა რიცხვით ყოველ 10 და მეტ წელიწადში უზრუნველყოფილი. განსაზღვრისათვის, უნდა ვიცოდეთ 20 მმ და მეტი ნალექიან საშუალო ღლეთა რიცხვი 10°-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 ღლეთა რიცხვი, დაუშვათ 14. ვპოულობთ სხვაობას ლაგოდეხის რაიონის საშუალო ნალექიან ღლეთა რიცხვსა და 14 შორის, იგი შეადგენს 4. აბსცისთა ღერძიდან მარჯვნივ, სადაც ციფრი ოთხია აღნიშნული, აღვმართავთ ვერტიკალურ ხაზს მრუდის გადაკვეთამდე და ვპოულობთ შესაბამის 20%. მაშასადამე, 20 მმ და მეტი ნალექიან ღლეთა რიცხვი 14, მოცემულ რაიონში უზრუნველყოფილი იქნება 10 წელიწადში 2-ჯერ.

### **7.3. თოვლის საბურველის მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის**

თოვლის საბურველი წარმოადგენს ნიადაგში ტენის მარაგს და იქცევა მცენარეების წყლით მომარაგების წყაროდ. კლიმატურ პირობებზე დამოკიდებულებით და ჩანოლის ხასიათით, თოვლის საბურველის გავლენა შეიძლება იყოს დადებითიც და უარყოფითიც. იგი იცავს ნიადაგს გადაცივებისაგან და ღრმა გაყინვისაგან, ასევე მცენარეებს, რომლებიც იმყოფებიან თოვლის ქვემოთ. ამავე დროს ხელს უწყობს მიწისპირა ჰაერის ფენის გაცივებას. თოვლს აქვს უნარი აირეკლოს მზის რადიაციის 70-80%-ზე მეტი, ამიტომ მისი ზედაპირი ნიადაგის ზედაპირთან შედარებით ცივია. თოვლის ქვემოთ ნიადაგის ტემპერატურის მერყეობა მცირეა.

ცხრილში 7.3.1. მოცემულია მონაცემები თოვლის საბურველის სხვადასხვა სიღრმის ქვეშ ტემპერატურის ცვლილების შესახებ.

ცხრ. 7.3.1.

**ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის დამოკიდებულება თოვლის საბურველის სიმაღლეზე**

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

ცხრილიდან (7.3.1.) ჩანს, რომ თოვლის საბურველის სიმაღლის მატებასთან ერთად მატულობს სხვაობა მოცემულ ტემპერატურებს შორის.

თოვლის საბურველის მნიშვნელობას პირველად ყურადღება მიაქცია გეოგრაფმა-კლიმატოლოგმა ა.ვოეიკოვმა. მან მიუთითა, რომ 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 7.3.2. წარმოდგენილია თოვლის საბურველის სიმაღლის (სმ) განმეორება (%) საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ ზოგიერთ რაიონებში, ხოლო ცხრილში 7.3.3. დღეთა რიცხვი თოვლის საბურველით, დეკადების მიხედვით.

ცხრ. 7.3.2.

**თოვლის საბურველის სიმაღლის (სმ) განმეორება (%)  
საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელ ზოგიერთ რაიონებში**

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

ცხრ. 7.3.3.

**საშემოდგომო ხორბლის ზოგიერთ მწარმოებელ რაიონებში  
დღეთა რიცხვი თოვლის საბურველით (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 მიგვითითებენ ზამთარში საშემოდგომო მარცვლეული კულტურების თოვლის საბურველით უზრუნველყოფაზე და მათ დამაკმაყოფილებლად გამოზამთრებაზე, მაშინ როცა ტემპერატურა დაინევს -20, -22°-მდე და დაბლა.

## 7.4. ნიადაგის ტენიანობა და მისი განსაზღვრის მეთოდები

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, ტენტევალობაზე. 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 მდგო-

მარეობის შეფასებისათვის, აგრეთვე აგროტექნიკური ეფექტურობის განსაზღვრისათვის.

ნიადაგის ტენის განსაზღვრისათვის იყენებენ თერმოსტატულ მეთოდს. ნიადაგის ნიმუშს იღებენ ყოველ 10 სმ ფენაში საჭირო სიღრმეზე, რომელიც თავსდება ალუმინის საშრობ ქიქებში და იწონება 0.1 გრ-მდე სიზუსტით. შემდეგ ათავსებენ თერმოსტატში 100-150° ტემპერატურის პირობებში. ნიადაგის ნიმუშებს აშრობენ მანამდე, სანამ ქიქების წონა მორიგი აწონის შემდეგ არ აღემატება 0.1 გრ. სიღნარი 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 ტენიანობა (%),  $p_1$  – ტენიანი ნიადაგის წონა,  $p_2$  – ნიადაგის ნიმუშის წონა გამოშრობის შემდეგ. მაგალითად,  $p_1 = 40$  გრ.,  $p_2 = 30$  გრ., მაშინ  $p_1 - p_2 = 40 - 30 = 10$  გრ., მივიღებთ:

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

აღნიშნული მეთოდი რამდენადმე რთული და შრომატევადია. ამიტომ აგრომეტეოროლოგიურ სადგურებზე გამოიყენება ტენზომეტრი – რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენებით.

## 7.5. ნიადაგის პროდუქტიული ტენი

სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის ძირითადი მნიშვნელობა აქვს, ნიადაგის ტენის იმ ნაწილს, რომელიც მისაწვდომია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის და უზრუნველყოფს მოსავლის ფორმირებას, მას 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) სიღნაღი 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 მშში იზომება. პროდუქტიული ტენის რაოდენობის გამოანგარიშებისათვის უნდა ვიცოდეთ ნიადაგის მოცულობითი წონა. იგი არის ნიადაგის 1 სმ<sup>3</sup> წონა, მისი ბუნებრივი აგებულებით (დაუშლელად). ნიადაგის მოცულობითი წონა იცვლება 1.3-1.8 გ/სმ<sup>3</sup> ფარგლებში. ნიადაგი, რაც უფრო მდიდარია ნეშომპაღლით და ფხვიერია, მით მეტია მათში ფორები და მით

ნაკლებია მათი მოცულობითი წონა. ასეთი ნიადაგების მოცულობითი წონა შეიძლება შეადგენდეს 1.0 სმ<sup>3</sup>.

ნიადაგის ტენიანობა გამოსახული პროცენტებში, რომ გადავიყვანოთ პროდუქტიული ტენის მმ-ში, ვსარგებლობთ ფორმულით:

$$W_{\text{პრო}} = 0.1dh (W - k)$$

სადაც  $W_{\text{პრო}}$  – პროდუქტიული ტენის მარაგია (მმ),  $d$  – ნიადაგის მოცულობითი წონა (გ/სმ<sup>3</sup>),  $h$  – 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.

მოგვყავს მაგალითი გორის აგრომეტეოროლოგიური სადგურისათვის. ნიადაგი საშუალო თიხნარია, მისი მოცულობითი წონაა  $d=1.25$  გ/სმ<sup>3</sup>, ჭკნობის ტენიანობა  $k=8.2\%$ , ნიადაგის ტენიანობა ( $W$ ) განისაზღვრა 10 სმ სისქის  $h$  ფენაში და შეადგინა 15.6%. ამ მნიშვნელობების ფორმულაში ჩასმით ვღებულობთ:

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

განვსაზღვრავთ, რა 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.

მაგალითი. თუ განსაზღვრული გვაქვს პროდუქტიული ტენის მარაგი ყოველ 10 სმ ფენაში (ცხრილი 7.5.1.), შეგვიძლია შევკრიბოთ ტენის რაოდენობები 0-დან 10 სმ-მდე და 10 სმ-დან 20 სმ-მდე სიღრმის ფენებში. მივიღებთ სახნავ ფენაში (0-20 სმ) ნიადაგის 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.

ცხრ. 7.5.1.

**სხვადასხვა ფენისათვის განსაზღვრული  
პროდუქტიული ტენის სიდიდეები  
(მაგალითის მიხედვით)**

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

აგრომეტეოროლოგიაში გამოყენებული მეთოდის თანახმად, ტენის მარაგის შეფასება, სასოფლო-სამეურნეო ფართობებში წარმოებს მხოლოდ მილიმეტრებში.

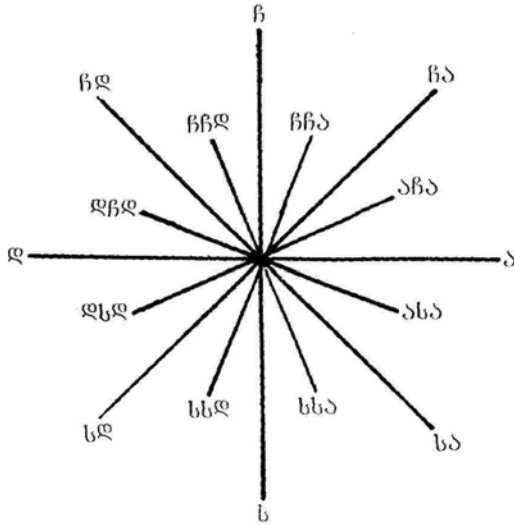
## თაზო VIII

### ქარი

#### 8.1. ქარი და მისი წარმოქმნის მექანიზმი

ჰაერის 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  $1^{\circ}$ -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.).



**ნახ. 8.1.1. ჰორიზონტის რუმბების განაწილება**

ქარის სიჩქარე არის ის მანძილი, რომელსაც ჰაერის მასა დროის ერთეულში გაივლის. იგი იზომება მ/წმში, 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:

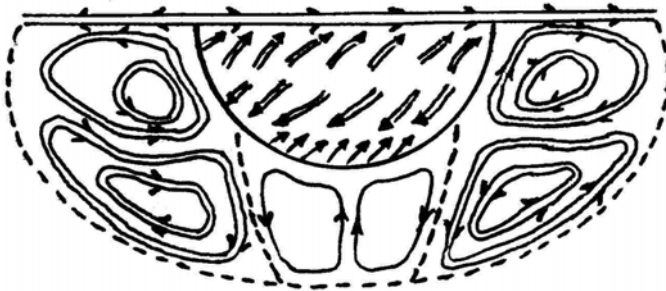
1. ბარომეტრული გრადიენტის ძალა;
2. დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა;
3. ხახუნის ძალა;
4. ცენტრიდანული ძალა.

დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული გადამხრელი ძალა დამოკიდებულია, ლერძის 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 სანინაღმდეგო მიმართულებით და მისი სიდიდე ქარის სიჩქარის პირდაპირპროპორციულია. ეს ძალა წარმოადგენს გარეგანი და შინაგანი ხახუნის ძალების ჯამს. ჰაერის მოძრავი მასების ხახუნი 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.

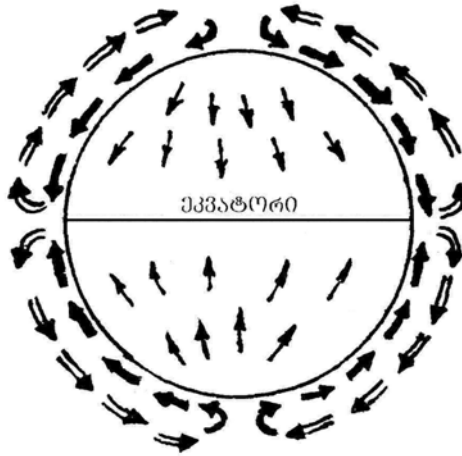
ცენტრიდანული ძალა დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული ძალის მსგავსია და აძლიერებს მას, რის გამოც ქარის გრადიენტიდან გადახრის კუთხეს ადიდებს.

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



ნახ. 8.1.2. ატმოსფეროს რთული ცირკულაცია

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



ნახ. 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.

## 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 ნახილში, მზის რადიაციის თანაბარი მოქმედების შედეგად, აქვთ მუდმივი მიმართულება. პასატების არეში უმეტესად მოწმენდილი ამინდია, მისი საშუალო სიჩქარეა 6-8 მ/წმ.

*მუსონები* – წარმოიქმნებიან ხმელეთისა და ზღვის (ან ოკეანის) არათანაბარი გათბობის გამო. ზღვის ზედაპირთან შედარებით, ზაფხულობით ხმელეთი უფრო მეტად თბება,

რაც ხმელეთზე ამცირებს ატმოსფერულ წნევას. ამის შედეგად აღიძვრება ბარომეტრული გრადიენტი, მიმართული ზღვიდან ხმელეთისაკენ და მუსონი ზღვიდან ხმელეთისაკენ ქრის. ზამთარში შებრუნებით ხდება. 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 წესიერად 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 გათბობის გამო. 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 ხმე-

ლეთი უფრო მეტად ცივდება, ვიდრე ზღვა. ეს იწვევს სანინა-ალმდეგო გრადიენტის გაჩენას, რომელიც მიმართულია ხმელეთიდან ზღვისაკენ. ამის გამო, დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში აღიძვრება ქარი, რომელიც ღამით ქრის ხმელეთიდან ზღვისაკენ. მას ხმელეთის ბრიზი ეწოდება.

*მთა-ბარის* – ქარებს ახასიათებს დღე-ღამის პერიოდი. დღისით ქრიან ბარიდან მთებისაკენ, ხოლო ღამით პირიქით.

მთა-ბარის ქარები უმთავრესად განვითარებულია მთაგორიან მხარეში, ზაფხულობით, მონმენდილ 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. ღამით 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. მისი 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.

*ფიონი* – წარმოიქმნება ტენიანი ჰაერის მიერ მაღალი მთის ქედის გადალახვისას და ამიტომ დამახასიათებელია მთიანი მხარეებისათვის.

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 ატ-

მოსფერულ გვალვას, აძლიერებს ნიადაგის გამოშრობას. 2-3 დღის განმავლობაში ასეთი ქარის შედეგად მცენარეების ფოთლები ჭკნება, ხმება და ცვენას იწყებს. 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. მას მოძრაობა უხდება ციკაბო ფერდობზე, ისეთი დაღმავალი სიჩქარით, რომ სინამდვილეში “ქართველ-დნილს” 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 უსწორმასწორობა, მაღლობის, ბორცვისა და სხვათა სახით ჰაერის ნაკადების საგრძნობ ცვლილებას იწვევს, რასაც ქარის ნაკადთა დეფორმაციასაც უწოდებენ. ქარის მიერ ბორცვის გადალახვის შემდეგ ჰაერი დაეშვება ვაკეზე, მისი ნაკადები იშლებიან, ე.ი. მოხდება ნაკადთა დივერგენცია და ვაკეზე ქარი რამდენადმე შესუსტდება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდობის გადალახვის დროს ქარი მოხვედბა ამოღრმავებულ ადგილში, ამ უკანასკნელში წარმოიშვება 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 შე-



სამჩნევი 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, ქარი წყდება. ა.კაიგოროდოვის მიხედვით, ქარის შეწყვეტის მომენტი გამოისახება ფორმულით:  $V_d = V_{oe}^{-kd}$ , სადაც  $d$  – მანძილია ტყის ნაპირიდან,  $V_{oe}$  – ქარის სიჩქარე ტყის გარეთ,  $k$  – მუდმივი სიდიდე, რომელიც ტყის ჯიშობრივ შემადგენლობასა და სიხშირეზეა დამოკიდებული.

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 წინაღობაში ბრძოლაში. იგი წარმოადგენს უდიდეს, დაუშრეტელ და მუდმივმოქმედ წყაროს. იგი ხელს უწყობს ჰაერის მასების ერთმანეთში შერევას, რომლის მეშვეობითაც შენარჩუნებულია ატმოსფეროს გაზების თანაბარი შემადგენლობა. მას ტენიანი ჰაერი გადააქვს ოკეანეებიდან, ზღვებიდან ხმელეთის სიღრმეში და ატენიანებს ჰაერს ქარის მოქმედების ზონაში, სადაც მცენარეს უზრუნველყოფს ჰაერის საჭირო ტენით.

ქარი ენერჯიის ისეთი წყაროა, რომლის დახმარებითაც მოძრაობაში მოდიან სპეციალური ძრავები, რომლებიც ხშირად გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში. ზომიერი ქარი (4-5

მ/წმ) ხელს უწყობს მცენარეთა ურთიერთდამტვერვას, თეს-  
ლების შორ მანძილზე გადატანას და სხვა.

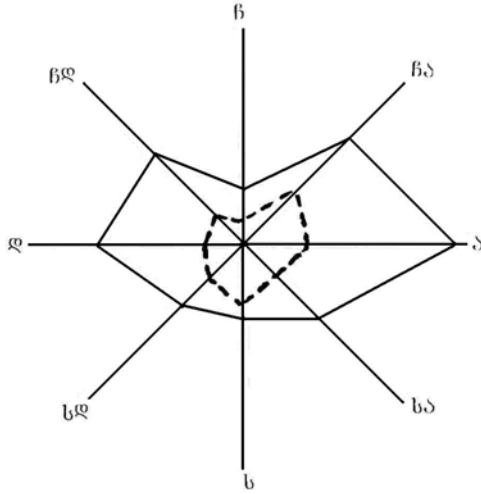
ქარის უარყოფითი მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ  
იგი აძლიერებს წყლის აორთქლებას ნიადაგიდან და აშრობს  
მას, ინვევს ნიადაგების ეროზიას, მცენარეთა ჭკნობას. ძლი-  
ერი ქარები (15 მ/წმ და მეტი) ინვევს ნაგებობების ნგრევას,  
მტვრიან ქარბუქს, ნათესების ჩანოლას და ა.შ.

მონაცემები ქარის რეჟიმზე გამოიყენება სამრეწველო  
ობიექტების დაპროექტების დროს, ახალი ქალაქებისა და  
დასახლებული პუნქტების საცხოვრებელი და საზოგადოებ-  
რივი შენობების დაგეგმვისას და სხვა.

## 8.4. ქართა სქემა

მინდორსაცავი ტყის ზოლების გაშენების დროს მნიშვნე-  
ლოვანია ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გრაფიკულად  
გამოსახვა. ქარის მიმართულება წლის განმავლობაში მოცე-  
მული ადგილისათვის მეტად ცვალებადია. ჩვეულებრივ,  
აღინიშნება ქარის სხვადასხვა მიმართულება, მაგრამ ამ მი-  
მართულებიდან ზოგჯერ ერთი და იგივე მიმართულების  
რუმბის ქარი მეორდება ხშირად, ხოლო ზოგჯერ იშვიათად.  
ამ განმეორების შესწავლისათვის აიგება გრაფიკი, რომელ-  
საც ქართა სქემას უწოდებენ.

ქართა სქემა ეს არის გრაფიკული გამოსახვა ქარის მი-  
მართულების განმეორებისათვის თვის, სეზონის ან წლის მი-  
ხედვით. ამ გრაფიკის აგებისათვის ერთი ნერტილიდან გა-  
ყავთ 8 სწორი ხაზი. თვითეული ხაზი შეესაბამება გარკვეუ-  
ლი რუმბის სახელწოდებას – ჩ, ჩდ და ა.შ. ყოველ ხაზზე ერ-  
თი და იგივე მასშტაბით მოიზომება მოცემული პერიოდის  
შესაბამისი რუმბის განმეორების შემთხვევათა რიცხვი. ხა-  
ზებზე დატანილი ნერტილის ბოლოებს შეაერთებენ უწყვეტი  
ხაზით. იმ რუმბზე, რომელზედაც დატანილი იქნება შემ-  
თხვევათა რიცხვის უმეტესი რაოდენობა, მიგვანიშნებს გა-  
ბატონებული ქარის მიმართულებაზე (ნახაზი 8.4.1.).



ნახ. 8.4.1. ქართა სქემა

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

ცხრ. 8.4.1.

**ქარის განმეორება (%) და საშუალო სიჩქარე (მ/წმ) რუმბების მიხედვით**

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

ამავე სქემის თვითნებულ ხაზზე შეიძლება მოიზომოს შესაბამისი რუმბის ქარის საშუალო სიჩქარე. ამ მონაკვეთების ბოლოებსაც აერთებენ წყვეტილი ხაზით და მიიღებენ ქარის საშუალო სიჩქარეთა სქემას მოცემული ადგილისათვის.

ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის ძირითადი გასაზომი ხელსაწყოებია: ფლუგერი, ხელის ანემომეტრი და ანემორუმბომეტრი.

*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.

## თაზი IX

### სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენები

#### 9.1. წაყინვების ტიპები და მათი წარმოქმნის პირობები

ამინდის 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 საბურველის დიდხანს ჩანოლით.

წაყინვებს უწოდებენ ჰაერის მინიმალური ტემპერატურის ან ნიადაგის მოქმედ ზედაპირზე 0°-მდე და დაბლა დაწევას, წლის შედარებით თბილ პერიოდში (გაზაფხული, შემოდგომა). წარმოშობის პროცესების მიხედვით და ამინდის პირობებით არსებობს წაყინვების სამი ტიპი:

1. *ადვექციური წაყინვები* – წარმოიქმნება ცივი ჰაერის ტალღების (ადვექციის) შემოჭრის შედეგად და გრძელდება ერთი ან რამდენიმე დღე-ღამის განმავლობაში. ამ დროს მიმდინარეობს ჰაერის ტემპერატურის დაწევა 0°-ზე დაბლა და შეიძლება მოიცვას ძალზე დიდი ტერიტორია.

2. *რადიაციული წაყინვები* – განპირობებულია ნიადაგის მოქმედი ზედაპირის ინტენსიური გადაცივებით (გამოსხივებით), რომელიც წარმოებს ღამით მოწმენდილ 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°, იშვიათ შემთხვევაში -5, -6°) მზის ამოსვლისას.

თუ ამინდი წყნარი და მოწმენდილია წაყინვები მოსალოდნელია ყოველდღიურად.

3. *ადვექციურ-რადიაციული ან შერეული წაყინვები* – წარმოიქმნება ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისა და შემდგომში მისი ღამის გამოსხივების (გადაცივების) შედეგად. ასეთი პროცესის დროს დღისით ნიადაგის ზედაპირი რამდენადმე ცივდება და სითბოს მარაგი მის ღრმა ფენებშიც კლებულობს, ღამით კი ინტენსიურად იწყება გამოსხივება. აღნიშნული სახის ყინვები ღია, ქარისაგან დაუცველი ადგილები-სათვის საშიშია, რადგან ყინვებმა შეიძლება მიაღწიოს  $-2$ ,  $-4^{\circ}$  და მეტსაც და გაგრძელდეს ორი-სამი დღის განმავლობაში.

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

წაყინვების მოქმედება მცენარეებზე სხვადასხვანაირია. იგი უფრო მეტად საგრძნობია ახალგაზრდა ფოთლების გაშლის, ყვავილობისა და ნაყოფების მომწიფების პერიოდში. ამ დროს გამორიცხული არ არის ყლორტების დაზიანებაც. ზოგიერთ რაიონში წაყინვებმა შეიძლება დააზიანოს გაზაფხულზე ან შემოდგომაზე ჩაის ნაზი დუყები, გაზაფხულზე ვაზის, დაფნის, ტუნგის და სხვა კულტურების ნორჩი ფოთლები.

ტემპერატურას, რომლის ქვემოთ ვეგეტაციაში მყოფი მცენარეები ზიანდებიან ან იღუპებიან, კრიტიკულს უწოდებენ. სხვადასხვა მცენარეებისათვის და მათი განვითარების სხვადასხვა ფაზისათვის კრიტიკული ტემპერატურები განსხვავებულია.

ცხრილში 9.2.1. მოცემულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წაყინვებისაგან დამაზიანებელი კრიტიკული ტემპერატურები.

**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 ჭარხალი	-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
წინიბურა	-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 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.

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

კულტურა	ყვავილები	ნასკვები	პირველი ახალგაზრდა ფითლები
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.

ამჟამად, არსებობს წაყინვების და ზამთრის ყინვების წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდები, რომლებიც პირობითად იყოფა ორ ჯგუფად: I – აკუთვნებენ ფიზიკურს, როგორცაა სხივფრქვევის შემცირება, ნამის ნერტილის აწევა, ჰაერის გათბობა, ჰაერის ფენების ერთმანეთში შერევა და სხვა. II – აკუთვნებენ ბიოლოგიურს – ყინვაგამძლე ჯიშების გამოყვანა სელექციური გზით, მცენარეთა კვების რეჟიმის რეგულირება, პინცირება, მცენარეების შტამბზე მიწის შემოყრა, შეფუთვა და სხვა.



*გამოსხივების შემცირება* – ნიადაგიდან და მცენარეებიდან გამოსხივება შეიძლება შემცირდეს კვამლის გამოყენებით, რაც რამდენადმე ამცირებს წაყინვების მოქმედებას. კვამლის მოქმედება იწვევს, საკვამლე გროვების (კოჭების) წვის შედეგად სითბოს გამოყოფას, რაც რამდენადმე ამცირებს წაყინვების მოქმედებას. მისი ეფექტი საწვავი მასალის ვარგისიანობაზეა დამოკიდებული და 1-2°-მდე აღწევს. წვის დროს კვამლთან ერთად გამოიყოფა სითბო, რომლის რაოდენობა დამოკიდებულია საწვავი მასალის რაოდენობასა და კალორიულობაზე. საწვავ 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 სანინალმდეგო მიმართულებით. საკვამლე გროვების ანთებას იწყებენ, როცა ჰაერის ტემპერატურა 2-1°-მდე დაიწევს. კვამლის გამოყოფის პროცესი უნდა გაგრძელდეს მზის ამოსვლის შემდეგ 1 საათის განმავლობაში მაინც, რათა მცენარის უჯრედებს შორის თუ ჰქონდა ადგილი ყინულის კრისტალების წარმოქმნას თანდათან გალღვეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მზის სხივების უშუალო ზემოქმედების შედეგად, მცენარის ორგანოები შეიძლება სწრაფად გათბეს და გამოიწვიოს გაყინული კრისტალების სწრაფი გალღობა მცენარის უჯრედებს შორის. ამას შეიძლება მოჰყვეს 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°-ზე დაბლა. ყინვების მეტი ინტენსიურობისას -3, -4° და ქვემოთ გამოყენებული უნდა იქნას დაცვის სხვა მეთოდები.

*ნამის ნერტილის აწევა* – იგი 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 მოიმატოს 1-2°-ით, 2 მ სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან. ამ მიზნით, აღნიშნული მეთოდის გამოყენება, ე.ი. მორწყვა მიზანშეწონილია ჩატარდეს გაზაფხულზე და შემოდგომაზე შედარებით გვალვიან რაიონებში (აღმოსავლეთ საქართველოს ქართლის ზონაში).

*ჰაერის გათბობა* – გარკვეული ეფექტით ხასიათდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წაყინებისა და ზამთრის ყინვებისაგან დასაცავად. ამ მეთოდის შემთხვევაში გამოიყენება თხევადი საწვავები. მისი ეფექტიანობა დამოკიდებულია მათბურების რაოდენობაზე. 100 ცალი მათბური 1 ჰა-ზე იძლევა 1°-მდე ტემპერატურის ეფექტს (1-1.5 მ სიმაღლეზე), ხოლო 500 ცალი 3-4°-მდე ტემპერატურის ეფექტს, წყნარ ამინდში.

*ჰაერის ფენების ერთმანეთში შერევა* – რადიაციული წაყინების დროს განსაკუთრებით ეფექტურია ე.წ. საქარე დანადგარი (“ვენტილიატორი”), რომელსაც ჰაერის ცივი და თბილი მასები მოძრაობაში მოჰყავს და ერთმანეთში ურევს. იგი შეიძლება დაიდგას ნიადაგის ზედაპირიდან 6-10 მ და მეტ სიმაღლეზე. დანადგარმა მცენარეები შეიძლება დაიცვას -4, -6°-ის დროს. უფრო მაღალი ტემპერატურების დროს მიზანშეწონილია კომპლექსური ღონისძიების განხორციელება – საქარე დანადგარებთან ერთად თხევადი საწვავების მათბურები და სხვა. ასეთმა კომპლექსურმა მეთოდმა შეიძლება დადებითი შედეგი გამოიღოს ადვექციური ყინვების დროსაც.

აღნიშნული მეთოდების გარდა, არსებობს მცენარეების ყინვისაგან დაცვის სხვა მეთოდებიც. მაგალითად, წყლის შეფრქვევა (უწვრილესი წვეთების სახით), სპეციალური გაზის მათბურების გამოყენება, რეაქტიული ძრავის გამოყენება, უკვამლო და ნაკლებად აალებადი საწვავების (კოქსი, ტორფის ბრიკეტები) გამოყენება მათბურების 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. სელექციონერები მუშაობენ მცენარეების ისეთი ჯიშების გამოყვანაზე, რომლებიც რამდენადმე ყინვაგამძლე იქნებიან. ისინი გვიან დაიწყებენ ვეგეტაციას, ნაყინვების შეწყვეტის შემდეგ და ადრე დაიწყებენ, ნაყინვების დაწყებამდე.

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

*პინცირება (ნაჩქმეტა)* – მას ძირითადად იყენებენ ციტრუსოვანი კულტურებისთვის ადრე შემოდგომაზე. როდესაც მცენარეებს დაუდგებათ ხელსაყრელი აგეომეტეოროლოგიური პირობები, ისინი აგრძელებენ ზრდას. ამიტომ მათ აცლიან დაახლოებით 10-15 სმ სიგრძის წვეროებს, ამით მცენარე იძულებულია შეწყვიტოს ვეგეტაცია, გადადიან მოსვენებით მდგომარეობაში. ამ დროს ნაზარდები იწრთობიან 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 კულტურებზე. ეს მეთოდი ძლიერი ყინვების შემთხვევაში იცავს მცენარის მიწით დაფარულ ნაწილს. გადარჩენილი ნა-

ნილებიდან გაზაფხულზე საკმაოდ ძლიერი ნაზარდები ვითარდება.

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

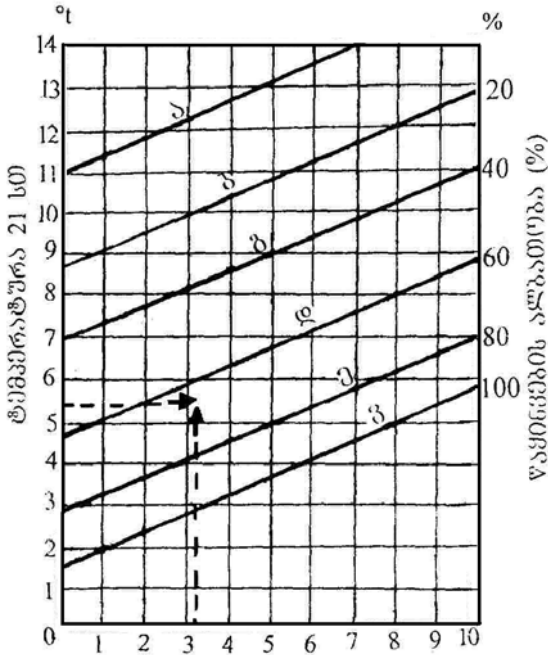
### 9.3. მოსალოდნელი წაყინვების პროგნოზი

*ბროუნოვის მეთოდი* – იმაში მდგომარეობს, რომ წაყინვების წარმოქმნის ალბათობა დაკავშირებულია ტემპერატურის აბსოლუტურ სიდიდესთან საღამოს დაკვირვების ვადაში. საღამოს 21 სთ-ზე რაც უფრო დაბალია ტემპერატურა და რამდენადაც 13 სთ-დან 21 საათისაკენ მკვეთრად კლებულობს იგი, იმდენად მეტად მოსალოდნელია წაყინვა. გვენცკევიჩმა და ე.ცუბერბილერმა წაყინვების ეს ხერხი გადაამუშავეს და გამოსახეს გრაფიკულად (ნახაზი 9.3.1.).

მაგალითისათვის გრაფიკზე განვსაზღვროთ წაყინვების ალბათობა. დაუშვათ, 13 საათზე ჰაერის ტემპერატურა იყო 8.5°, ხოლო 21 საათზე 5.2°. აღნიშნული ტემპერატურების სხვაობა იქნება 3.3°. გრაფიკზე დავიტანთ სათანადო ტემპერატურის მაჩვენებლებს, ე.ი. 5.2° და 3.3°, სადაც გავიგებთ, რომ წაყინვა უმეტეს შემთხვევაში შესაძლებელია დაახლოებით 70%. ანალოგიურად განისაზღვრება წაყინვის ალბათობა გრაფიკზე დღისა და საღამოს სხვა ტემპერატურების ურთიერთგადაკვეთის წერტილში.

*მიხელსონის გრაფიკული მეთოდი* – იგი აკავშირებს ღამით წაყინვების წარმოქმნის ალბათობას ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობასთან. ეს წესი ემყარება შემდეგს, რაც

უფრო მცირეა ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა, წაყინვა იმდენად უფრო მოსალოდნელია და პირიქით (ნახაზი 9.3.2.).



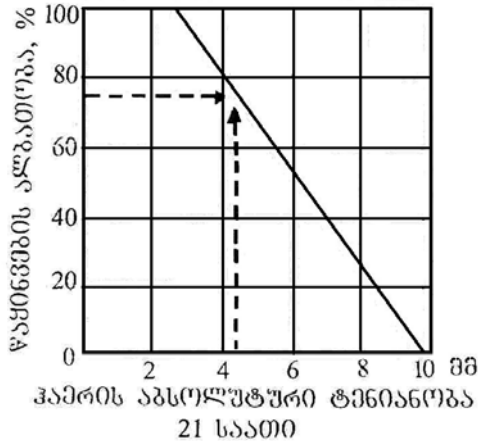
ტემპერატურის სხვაობა 13 და 21 სთ შორის

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

**ნახ. 9.3.1. წაყინვების დადგომის ალბათობის (%) გრაფიკი**

განვსაზღვროთ მოსალოდნელი წაყინვა გრაფიკზე, რომელიც გაიანგარიშება 21 საათზე ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობით. დაუშვათ იგი 21 საათზე იყო 4.2 მმ. მოცემული სიდიდის გრაფიკის აბსცისთა ღერძიდან აღვმართავთ სწორ ხაზს, გრაფიკზე დახრილი ხაზის გადაკვეთამდე. ამ უკანასკნელის წერტილიდან გავავლებთ ჰორიზონტალურ ხაზს ორ-

დინატის გადაკვეთამდე, სადაც გადაკვეთის წერტილი გვიჩვენებს წაყინვის დადგომის ალბათობას, დაახლოებით 75%. ე.ი. წაყინვა მოსალოდნელია.



**ნახ. 9.3.2. წაყინვების დადგომის ალბათობის გრაფიკი**

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

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

ხოლო 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 სთ-ის ჰაერის შეფარდებით ტენიანობაზე; კონკრეტული რაიონისათვის  $C$  – კოეფიციენტი იცვლება, ამიტომ შეფარდებითი ტენიანობის სიდიდის ცვლილებების შესაბამისად იგი მოცემულია სპეციალურ ცხრილში 9.3.1.

ცხრ. 9.3.1.

**C – კოეფიციენტი 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; ნაყინვის პროგნოზის კორექტირება წარმოებს 21 საათზე ღრუბლების ბალების მიხედვით. მაგალითად, თუ ცის თალი 21 საათზე მონმენდილია, ე.ი. ღრუბლიანობა ბალებში უდრის 0-4, მაშინ  $A = -2$ . მაშასადამე, ფორმულით გაანგარიშებული მინიმალური ტემპერატურა შემცირდება  $2^{\circ}$ -ით. როდე-

საც ღრუბლიანობა 4-7 ბალა,  $A=0$  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  $2^{\circ}$ -ით.

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

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

$$T_B = 3.7 - (8.4 - 3.7) \cdot 1.5 = -3.4^{\circ}$$

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

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

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

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

საბოლოოდ 21 საათზე დაზუსტებით მოსალოდნელი მინიმალური ტემპერატურა ნიადაგის ზედაპირზე იქნება:

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



## 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, მიგვითითებს გვალვიანობის მაჩვენებელზე.

გვალვიანობის დახასიათება შეიძლება ვანარმოთ გ.სელიანიანოვის 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.

გსელიანინოვის ფორმულით აორთქლება (მმ) რიცხობრივად ტოლია დაახლოებით ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის ჯამის 10°-ის ზევით ჰაერის ტემპერატურის გადასვლის თარიღებს შორის პერიოდში, გაყოფილი 10°-ზე. მოცემული ჰიდროთერმული კოეფიციენტი არ გამოიყენება ზამთრის ტენიანობის შეფასებისათვის, ასევე გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, როცა ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 10°-ზე დაბალია. ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰოკ) <0.1 წამოადგენს გვალვიანობის მაჩვენებელს, ჰოკ <0.4 მიუთითებს მეტად ძლიერ გვალვაზე, ჰოკ <0.5 ძლიერს, <0.6 საშუალო გვალვას.

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

ცხრილში 9.4.1. მოცემულია მონაცემები გვალვების ალბათობაზე.

ცხრ. 9.4.1.

**გვალვიანობის ალბათობა (%) და დღეთა რაოდენობა 10°-ზე მაღალი ტემპერატურის დროს**

რაიონი	გ ვ ა ლ ვ ი ა ნ ო ბ ა							
	სუსტი, %	დღეთა რაოდენობა >10° ტემპ-ის დროს	საშუალო ინტენსიური, %	დღეთა რაოდენობა >10° ტემპ-ის დროს	ინტენსიური, %	დღეთა რაოდენობა >10° ტემპ-ის დროს	ძლიერ ინტენსიური, %	დღეთა რაოდენობა >10° ტემპ-ის დროს
ბათუმი	71	2	24	0	0	0	0	0
თელავი	100	38	90	12	2	2	0	0
სოხუმი	100	14	81	2	1	1	10	0
ქუთაისი	100	22	100	18	9	9	76	4

*ბორშაკი (ატმოსფერული გვალვა)* – კომპლექსურ, მეტეოროლოგიურ მოვლენას წარმოადგენს, რომელიც ხასიათდება

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

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

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

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

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. თავსხმა წვიმა. სეტყვა

წვიმას, რომელიც მოკლე დროში იძლევა დიდი რაოდენობით ნალექებს, უწოდებენ თავსხმას. იგი, ჩვეულებრივ გროვა-წვიმა (Cb) ღრუბლებიდან მოდის. თავსხმა წვიმა ხასიათდება ხანგრძლივობით და ინტენსიურობით. ამ უკანასკნელის ქვეშ იგულისხმება წყლის რაოდენობა მმ-ში, რომელიც მოდის 1 წთ-ის განმავლობაში. ე.ბერგის მიხედვით, თავსხმა ნალექების მაქსიმალური ინტენსიობა 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 მაქსიმალური ინტენსიობა შეადგენს 7.3 მმ/წმ (ცემი, ბორჯომის რაიონი). თავსხმა წვიმის ინტენსიობა შეიძლება მეტიც იყოს. მაგალითად, ჰავაის კუნძულებზე ის აღნიშნულია 21.5 მმ/წმ-ში. საქართველოში შავი ზღვის სანაპირო ზოლში – ბათუმში, დღე-ღამის განმავლობაში შეიძლება მოვიდეს 300 მმ-ზე მეტი ნალექი, რაც ერთი თვის და მეტ ნორმას შეადგენს ზოგიერთი რაიონებისათვის.

თავსხმა წვიმა შეიძლება გაგრძელდეს ერთ საათს და მოიცვას არც თუ ისე დიდი ტერიტორია, მაგრამ შეუძლია დიდი ზიანი მიაყენოს მრავალ დარგს. უხვი წვიმის წყლის ნაკადი არ ჩაიჟონება ნიადაგში და სწრაფად მიექანება დამრეცი ადგილებისაკენ, რეცხავს ნიადაგის ზედაპირის ნაყოფიერ ფენას, ინვევს ეროზიას, ძლიერ აქუცმაცებს ნიადაგის ზედაპირის ფენას, რის შედეგად ნიადაგის ზედაპირზე, გამომშრობის გამო წარმოიქმნება ე.წ. ქერქი, რომელიც აძნელებს ნიადაგში ჰაერის გაცვლის პროცესებს და სხვა. იგი აყოვნებს თესლების აღმოცენებას, ინვევს მოსავლის დანაკარგს, პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას და ა.შ. თავსხმა წვიმებით გამოწვეული ეროზიის საწინააღმდეგოდ, საჭიროა ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეული საფარის შექმნა, განსა-

კუთრებით ეროზია - საშიშ ადგილებში, ტერასების მოწყობა და სხვა მელიორაციული ღონისძიებები.

*სეტყვა* – მისი წარმოქმნა დაკავშირებულია ჰაერის ძლიერ აღმავალ დენებთან, რომელიც ფორმირდება და გვევლინება ელჭექის ხასიათის ღრუბლებიდან. იგი განსაკუთრებით საშიშია მცენარეების ყვავილობისა და ნაყოფების მომწიფების პერიოდში, როცა მათ არ შეუძლიათ ალადგინონ დაზიანებული ორგანოები და მოგვცეს მოსავალი.

საქართველოს მევენახეობის რაიონებში (თელავი, ყვარელი, საგარეჯო, სიღნაღი, დედოფლისწყარო, ახმეტა, გურჯაანი) ყველაზე მეტი სეტყვიანობა აღინიშნება მაის-ივნისში. მაქსიმუმი მოდის მაისის თვეში. ამ დროს უფრო მეტად ვაზის დაზიანება მოსალოდნელია კვირტების გახსნის პერიოდში და ყვავილობის დასაწყისში დაახლოებით 40-60%-მდე.

საქართველოში 1961 წელს პირველად შეიქმნა სეტყვასთან ორგანიზებული ბრძოლის სამსახური, რომელსაც ალაზნის ველზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სეტყვისაგან დაცვის ფუნქცია დაევალა.

საქართველოში სეტყვის საწინააღმდეგო ბრძოლის ღონისძიებები ტარდება განსაკუთრებით სეტყვასაშიშ რაიონებში (ახმეტა, თელავი, საგარეჯო, გურჯაანი, დედოფლისწყარო, სიღნაღი, ლაგოდეხი, ყვარელი, მარნეული, თეთრიწყარო, დმანისი, ბოლნისი). ჩატარებული ღონისძიებების შედეგად მისგან მიყენებული ზარალი შეიძლება საშუალოდ 70%-მდე შემცირდეს.

სეტყვასთან ბრძოლას აწარმოებენ ღრუბლებში სეტყვის წარმოქმნის პროცესებზე უშუალოდ ზემოქმედების გზით. სეტყვის ღრუბლებზე ხელოვნური ზემოქმედების მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს მსხვილი სეტყვის წარმოქმნის პროცესის შეჩერება. ამ მიზნით სეტყვის ღრუბლების განვითარების დაწყებიდან რამდენიმე წუთის (15-20 წთ) შემდეგ, მათ ესვრიან სპეციალურ რაკეტებს ან ქვემების ქურევებს, რომლებსაც შეაქვთ ღრუბლებში სეტყვის თავიდან აცილების სათანადო რეაგენტები.

## 9.6. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაზიანების გამომწვევი 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 საბურველის მოქმედება შეიძლება ძლიერ მერყეობდეს 30 სმ-დან 70 სმ-მდე. ამოხუთვას ადგილი აქვს ღრმა თოვლის საბურველის ქვეშ ხანგრძლივად ყოფნისას, რომლის ქვემოთ ნიადაგის ზედაპირი ზამთარში, შედარებით მაღალ ტემპერატურას ინარჩუნებს (0°-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 შიმშილობს.

მზიან ამინდში, თოვლის საბურველის 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 საბურველს აგრომეტეოროლოგიური პირობების მიხედვით აქვს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე.

*ლპობა* – საშემოდგომო ნათესების ამოლპობა ნაწილობრივ ან მთლიანად შესაძლებელია მათი წყლით დაფარვის შემთხვევაში 20 დღეზე მეტი პერიოდის განმავლობაში. ასეთ პირობებში მცენარეები იღუპებიან ჟანგბადის უქონლობისა და საკვები ნივთიერებების უკმარისობის შედეგად. თუ მცენარეების ზედა ნაწილები იმყოფება წყლის ზემოთ, მაშინ ნასთესების გამეჩხერება სუსტად იქნება გამოხატული, ხოლო თუ მთლიანად იმყოფება წყალში 14 დღის განმავლობაში, გამეჩხერება მოსალოდნელია 50%-ით.

*ამობერვა* – ამ მოვლენის დროს ნიადაგის ფორებში, წყლის გაყინვის დროს, წარმოიქმნება ყინულის კრისტალები, რომლებიც ხეთქავენ და ბერავენ ნიადაგს, მასთან ერთად ფესვებიანად ამოიწვევს მცენარეებიც. როცა ნიადაგი გალღვება, ის თანდათან ჩაჯდება, ხოლო მცენარეების ნაწილი მაინც ამონეული დარჩება ნიადაგიდან. ნიადაგის გაყინვის პროცესის რამდენჯერმე განმეორება და გაღობა აშიშვლებს საშემოდგომო კულტურების და მრავალწლიანი ბალახების ფესვთა სისტემას. ყველაზე ინტენსიურად ეს პროცესი მიმდინარეობს ჭარბტენიან, უსტრუქტურო და გვიან მოხნულ 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 ღონისძიებების გატარება და ა.შ.

*ყინულის ქერქი* – წარმოიქმნება ზამთარში ჰაერის ტემპერატურის გათბობისას, თოვლის დნობისაგან ან წვიმის შემდეგ ნიადაგის ზედაპირზე აღნიშნული ფაქტორების გა-



ყინვისას. 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 დღე-ღამის 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 თანდათან თოვლთან ერთად დნება და ზიანს არ აყენებს საშემოდგომო ნათეს კულტურებს. თოვლით დაუფარავ ყინულის ქერქს, რომელსაც შეუძლია დააზიანოს საშემოდგომო ნათესები, ზოგჯერ ზედაპირზე მოაბნევენ ნაცარს ან გადამწვარ ნაკელს, რასაც მოყვება ყინულის სწრაფად გალღობა.

## თაზი X

### კლიმატი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში

#### 10.1. ცნება კლიმატზე და მისი კლასიფიკაცია

კლიმატი წარმოადგენს მოცემულ ადგილში ამინდის მრავალწლიურ რეჟიმს ან ამინდის საშუალო მდგომარეობას ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, რომელიც განპირობებულია მისი გეოგრაფიული მდებარეობით. კლიმატის საერთო მახასიათებლებს წარმოადგენს უმთავრესი მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო მრავალწლიური და განმეორებათა მნიშვნელობები – ტემპერატურის და ჰაერის ტენიანობის, ატმოსფერული წნევის და ნალექების, ქარის სიჩქარის და მიმართულების, თოვლის საბურველის სიმაღლის და სხვა.

კლიმატწარმოქმნის ძირითადი ფაქტორებია: მზის რადიაცია, ატმოსფერული 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, აგრეთვე აორთქლებაზე. დედამიწის ზედაპირზე მზის რადიაციის შემოდინება და რადიაციული ბალანსის სეზონური ცვლილება დამოკიდებულია დედამიწის სფეროსებრ ფორმაზე და მისი ღერძის დახრაზე. დედამიწის ზედაპირზე განედების მიხედვით მზის სითბოს განაწილებას ყოფენ ხუთ თერმულ სარტყელად. ესენია – ცხელი სარტყელი, რომელიც მდებარეობს ტროპიკებს შორის ჩრდილოეთ და სამხრეთ ( $23.5^{\circ}$ ) განედებზე. ორი ზომიერ სარტყელი, რომელიც გადაჭიმულია ტროპიკებიდან ჩრდილოეთისაკენ და სამხრეთისაკენ ( $66.5^{\circ}$  განედებზე) პოლარულ წრემდე და ორი ცივი სარტყელი, რომელიც მოქცეულია პოლარულ წრე-

ებსა 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 რაიონების 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.

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 მოღვაწეობის მრავალი დარგი, მათ შორის მრეწველობაც.

კლიმატთა დიდ სხვაობას ქმნის კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების სხვადასხვა შეთანხმება. დედამიწაზე კლიმატის შესწავლისათვის და მისი ცალკეული რაიონებისათვის ადგენენ კლიმატური ელემენტების სხვადასხვა ნიშნების განსაზღვრულ შეთანხმებას, რომლის მიხედვითაც აწარმოებენ კლიმატის კლასიფიკაციას. არსებობს კლიმატის

სხვადასხვა კლასიფიკაცია, რომელიც შედგენილია სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით.

ლ.ბერგის მიხედვით კლიმატის კლასიფიკაციაში გამოყოფილია გეოგრაფიული კლიმატური ლანდშაფტური 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.

## 10.2. კლიმატის შეფასება სოფლის მეურნეობის წარმოების მიზნით

კლიმატური მონაცემები სოფლის მეურნეობისათვის მხოლოდ მაშინ არის საინტერესო, როცა მათთან ერთად ცნობილია მცენარეების მიერ წამოყენებული საჭირო მოთხოვნილებები კლიმატური ფაქტორებისადმი (კ.ტიმირიაზევი).

სასოფლო-სამეურნეო კლიმატის 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 მათზე 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, ღრუბლიან-

ნობა ასუსტებს და ცვლის მზის რადიაციის სპექტრულ შემადგენლობას დედამიწაზე და მნიშვნელოვნად ამცირებს ჰაერის ტემპერატურის დღე-ღამურ ამპლიტუდას. ქარი აძლიერებს ნიადაგის ტენის ხარჯვას აორთქლებაზე და ტრანსპორტზე და ა. შ.

სასოფლო-სამეურნეო კლიმატის შეფასების მეთოდებაში გათვალისწინებულია, აგრეთვე 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 რაიონში ზამთრის ძლიერი ყინვები განსაზღვრავს, აგრეთვე 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 რაოდენობრივი მნიშვნელობები: 1. სავეგეტაციო პერიოდის თერმული და ნაწილობრივ სინათლის პირობების, ასევე მისი ცალკეული პერიოდების; 2. ტენიანობის პირობების ნაღებების რეჟიმის და ნიადაგის ტენის; 3. საშემოდგომო და მრავალწლიანი მცენარეების გადაზამთრების პირობების, რომლებიც ხასიათდებიან ჰაერის და ნიადაგის მინიმალური ტემპერატურებით, თოვლის საბურველის სიმძლიერით; 4. სოფლის მეურნეობისათვის არახელსაყრელი (საშიში, სახიფათო) მეტეოროლოგიური მოვლენების.

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.

სასოფლო-სამეურნეო კლიმატის შეფასების მეთოდის თავისებურებას წარმოადგენს სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენებისა და კლიმატის ძირითად ფაქტორთა მონაცემების გამოყენების განმეორება. ეს საშუალებას იძლევა გავიანგარიშოთ, მცენარეების პროდუქტიულობა კლიმატის ფაქტორებისადმი და განვითარების უზრუნველყოფა მთელი მინათმოქმედების ტერიტორიაზე.

*აგროკლიმატური მაჩვენებლები.* რაოდენობრივი კავშირის გამოხატულებას ერთი მხრივ კლიმატის ფაქტორებსა და მეორე მხრივ განვითარებას, ზრდას, ყინვაგამძლეობას და მოსავლის ფორმირებას შორის აგროკლიმატურ მაჩვენებლებს უწოდებენ. მათი შედარება კლიმატურ რესურსებთან იძლევა შესაძლებლობას დავადგინოთ, რამდენად ხელსაყრელია (ან არახელსაყრელი) მოცემული რაიონის 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 ეკუთვნის პროდუქტიული ტენის მარაგი, რომელიც მოსავლის სიდიდის უზრუნველყოფის განმსაზღვრელია.

*აგროკლიმატური ანალოგები.* სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის, მნიშვნელოვანია ის, რომ მცენარეების სიცოცხლის განმსაზღვრელი კლიმატური ფაქტორები უზრუნველყოფდეს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოთხოვნილებას. ეს გარემოება წარმოადგენს აგროკლიმატური ანალოგების თეორიის საფუძველს, რომელიც დამუშავებულია ნ.ვავილოვის, გ.სელიანინოვის და თ.დავითაიას მიერ. ამ თეორიის თანახმად, ერთი კლიმატური ზონიდან მეორეში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გადატანისას საჭიროა დადგინდეს, ახალი ტერიტორიების

კლიმატური რესურსების შესაბამისი ხარისხი მცენარეების მოხოვნილებისამებრ, რომელიც გამოისახება აგროკლიმატურ მაჩვენებლებში.

### 10.3. 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 მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობებით, არამედ მათი განსაზღვრული მნიშვნელობების და მათი დროში განმეორებებითაც. 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 დასაბუთებისათვის, ამა თუ იმ მცენარეთა ჯიშების და სახეობების გაშენებისათვის, კლიმატური ფაქტორებისადმი სხვადასხვა მოთხოვნების მიხედვით.

*აგროკლიმატური სიდიდეების უზრუნველყოფისა და განმეორების გაანგარიშება.* აგრომეტეოროლოგიური რესურსების შეფასებისათვის იყენებენ საშუალო მრავალწლიური მეტეოროლოგიური სიდიდეების მნიშვნელობას, რომელიც რიგი წლების განმავლობაში მიიღება გასაშუალების გზით. თუ რიგი საკმაოდ დიდია (40-60 და მეტი მრავალფაქტორთა სიდიდისათვის), ასეთ გასაშუალებას (მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა) 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 განმეორებას, ხოლო მოცემული სიდიდის განმეორების მნიშვნელობას, რომელიც გამოისახება პროცენტებში, ალბათობას უწოდებენ. ის გვიჩვენებს, თუ რა სიხშირისაა ასეთი მოვლენის განმეორების ალბათობა წლის გარკვეულ ინტერვალში. ჯამური ალბათობის მოვლენას გარკვეული საზღვრის ზევით ან ქვევით უზრუნველყოფას უწოდებენ.

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  $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ , რომლებიც განლაგებულია კლებად რიცხვებად,  $n$  – შემთხვევათა რიცხვი რიგში.

*სავეგეტაციო პერიოდის თერმული და სინათლის რესურსების შეფასება.* 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 განმეორების შემთხვევა და მცენარეების მიერ ტემპერატურის ჯამისადმი მოთხოვნილების უზრუნველყოფა (%). ამისათვის ვსარგებლობთ უზრუნველყოფის მრუდით (იხ. ქვეთავი 5.9., ნახ. 5.9.1.). ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა მოცემულ ადგილზე, სავეგეტაციო პერიოდში გავიგოთ რა ალბათობითაა მოსალოდნელი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ესა თუ ის მნიშვნელობები. სავეგეტაციო პერიოდში გამოთვლილი ტემპერატურის ჯამი, მოცემული პერიოდის განმავ-



ლობაში, 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. ქვეთავი 5.8., ნახ. 5.8.1.), რომლითაც შეიძლება განვსაზღვროთ ნებისმიერ თარიღში ამა თუ იმ ტემპერატურის ჯამის დაგროვება.

თერმული პირობების შეფასებისათვის გაითვალისწინება, აგრეთვე უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა, ჰაერში და ნიადაგის ზედაპირზე ინტენსიური წაყინვების 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°-ის ზევით ტემპერატურების პერიოდში, ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის ჯამური შემოსვლით.

*სავეგეტაციო პერიოდის ტენიანობის პირობების შეფასება.* 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. ქვეთავი 7.2., ნახ. 7.2.1.), რომლითაც შეიძლება გავიანგარიშოთ კონკრეტული რაიონისათვის 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 ამა თუ იმ რაიონში ნალექების ჯამი შეიძლება ერთნაირი იყოს, მაგრამ ერთი რაიონი ხასიათდებოდეს ნალექების სიჭარბით სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, ხოლო მეორე ტენის

ნაკლებობით და მოითხოვდეს მორწყვითი ღონისძიებების გატარებას. ეს აიხსნება ამ რაიონებში აორთქლების სხვაობით. აორთქლება ძირითადად დამოკიდებულია მზის რადიაციის შემოსვლაზე და ამით განპირობებულია ტემპერატურული რეჟიმი. სამხრეთის რაიონებში აორთქლება მაღალია, ვიდრე ჩრდილოეთის რაიონებში. აგრომეტეოროლოგიაში ტერიტორიის ტენიანობის პირობების შეფასებისათვის მიმართავენ ნალექების რაოდენობის შეფარდებას მის აორთქლებასთან. ამისათვის გამოიყენება გ.სელიანინოვის ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰთკ).

#### 10.4. 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 ანცალკევებენ სავეგეტაციო პერიოდის ტენისა და სითბოს უზრუნველყოფის მაჩვენებლების, გამოზამთრების პი-

რობების მიხედვით, აგრეთვე 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 აგროკლიმატურ მაჩვენებლებს, რომლებიც გამოხატავენ კულტურის კონკრეტულ მოთხოვნილებას კლიმატურ ფაქტორებზე. რიგ შემთხვევებში თერმული პირობების შეფასებას იძლევიან ეფექტური ტემპერატურის ჯამის მიხედვით. ითვალისწინებულ დაბალ და მაღალ კრიტიკულ ტემპერატურებს, რომლებიც აზიანებენ მცენარეებს ვეგეტაციისა და ზამთრის შესვენების პერიოდში (ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურებს). ტენიანობის უზრუნველყოფის შეფასებისას, ითვალისწინებენ ნიადაგში პროდუქტიული ტენის მარაგს, ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში და სხვა არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ მოვლენებს.

ამჟამად ჩატარებულია აგროკლიმატური დარაიონება ჩაის, კეთილშობილი დაფნის (გ.მელაძე), ციტრუსების (შ.ცერცვაძე, გ.მელაძე), ვაზის (თ.თურმანიძე), შავი მოცხარის (მ.თუთარაშვილი) და სხვა კულტურებზე. ანალოგიური სამუშაოები ტარდება საზღვარგარეთის მრავალ ქვეყანაში.

აგროკლიმატური დარაიონება კლიმატის გამოკვლევის დამასრულებელი ეტაპია. მისი ძირითადი ეტაპებია:

1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარებისა და პროდუქტიულობის აგროკლიმატური მაჩვენებლების დადგენა კლიმატურ ფაქტორებზე დამოკიდებულობით;
2. ტერიტორიის აგროკლიმატური რესურსების შესწავლა;
3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოთხოვნილების შესაბამისი აგროკლიმატური რესურსების ხარისხის შეფასება;

4. მიკროკლიმატის შესწავლა აგროკლიმატური რესურსების დეტალური შეფასებისათვის;
5. საერთო აგროკლიმატური დარაიონების ჩატარება;
6. 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.

## 10.5. კლიმატის მოსალოდნელი გლობალური ცვლილება

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. უნდა დაზუსტდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ზონები და შეტანილი იქნას სათანადო ცვლილებები.

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, გაზის-მაგვარი 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 მატერიკების 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 (CO<sub>2</sub>) 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 (ინფრარითელი) სითბური სხივების შეკავება ნახშირორჟანგის მიერ, რის გამოც დედამიწის ატმოსფერო განიცდის დათბობას – ტემპერატურის მატებას.

მ.ბუდიკოს მონაცემებით, ყოველწლიურად სანარმოო ენერჯის 6%-ით ზრდას შეუძლია ერთი საუკუნის შემდეგ ჰაერის ტემპერატურის 3°-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 მწვა-

ნე მასა წარმოადგენს ნახშირორჟანგის შთანთქმის ძირითად წყაროს, ამცირებს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ქარბად დაგროვებას. გაანგარიშებით, 1ჰა 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 დედამიწაზე. დედამიწის ტემპერატურის ცვლილებას თუნდაც  $1^{\circ}$ -ით, შეიძლება დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა ჰქონდეს, რადგან ეს გამოიწვევს სხვადასხვა რაიონების განედური განლაგების ცვლილებას. ამ რაიონებში კი ნორმალურად იზრდება მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელი 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 შედეგები (გ.ხეფლინგის მიხედვით), რომ ვიცოდეთ საჭიროა:

1. შეიკრიბოს, დაგროვდეს და დამუშავდეს მონაცემები კლიმატის შესახებ;
2. კლიმატური პროცესების გამოკვლევა;
3. შესწავლილი იქნას ნივთიერებათა ისეთი მშთანთქავი წყაროები, რომლებიც შედიან ატმოსფეროში და შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ კლიმატზე;
4. შესწავლილ იქნას კლიმატის ცვლილებათა გავლენა სოციალურ-ეკონომიკურ პროცესებზე;
5. შესწავლილი იქნას ცვლილებათა შედეგები, ბიოსფეროში.

საქართველოში ტემპერატურის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე, მკვლევარების გაანგარიშებით გამოვლენილია აღმოსავლეთ საქართველოში ტემპერატურის შედარებით მეტი მატების ტენდენცია, ვიდრე დასავლეთ სა-

ქართველოში. ამიტომ დასავლეთ საქართველოში შემუშავებული სცენარის მიხედვით გათვალისწინებულია ტემპერატურის 1°-ით მატება, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 2°-ით მატება. აღნიშნული ტემპერატურების მატების მიხედვით აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოსათვის გამოყოფილია ვაზის შესაბამისი გავრცელების ზონები.

აგროკლიმატი 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 ზღვის დონიდან 800-900მ სიმაღლეებზე, ხოლო საქართველოს სამხრეთით 1000-1100მ-მდე.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე, ჰაერის ტემპერატურის მომატებისას, ცხადია ვაზის გავრცელების არსებული ზონები შეიცვლება. ამიტომ ვაზის გავრცელების რაიონების მიხედვით განსაზღვრული იქნა ჰაერის ტემპერატურის ჯამები (10°-ის ზევით), დასავლეთ საქართველოსათვის 1°-ით მატებისას, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოსათვის 2°-ით მატებით. ამ სცენარის ანალიზისა და დამუშავების შედეგად გამოირკვა, რომ დასავლეთ საქართველოში ტემპერატურის ჯამის მატება საშუალოდ შეადგენს 180-200°-ს და ოდნავ მეტს, აღმოსავლეთ საქართველოში 350-400°-ს და ოდნავ მეტს.

აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამების მატების გათვალისწინებით საქართველოს ტერიტორიისათვის გამოიყო ვაზის სხვადასხვა ჯიშების გავრცელების აგროკლიმატური ზონები. I – ზონაში, სადაც ტემპერატურათა ჯამი 3500° და მეტია, შეიძლება ვანარმოოთ ყველა ჯიშის ვაზი (საადრეოპინო, კაჭიჭი და სხვა; საშუალო სიმწიფის – საფერავი, მანავის მწვანე, ოჯალეში, ალიგოტე და სხვა; საგვიანო – რქანითელი, ცოლიკაური, მწვანე, ჩხავერი, იზაბელა და სხვა).

II – ზონაში ტემპერატურის ჯამი 3000° და მეტია. ამ ზონაში შეიძლება ვანარმოთ, მხოლოდ საშუალო სიმწიფის და საადრეო ვაზის ჯიშები, რაც შეეხება III ზონას, აქ ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 2500°-ს და მეტს, სადაც შესაძლებელია მხოლოდ საადრეო ვაზის ნარმოება.

ამჟამად არსებული ვაზის გავრცელების ზონებში ტემპერატურათა ჯამების გაზრდამ გამოიწვია ამ ზონების ტერიტორიების გადიდება. ასე მაგალითად, ვაზი დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით ვრცელდება 1100-1200მ-მდე, აღმოსავლეთ საქართველოში 1200-1400მ-მდე.

ვაზის გავრცელების ზონებში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებისას გათვალისწინებულია, აგრეთვე თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამები მმ-ში, რომელთა თანახმად დასავლეთ საქართველოს რაიონებში – ოჩამჩირე, ნალენჯისა, სენაკი, ლანჩხუთი, სამტრედია, ნანოლბრივ ტყიბული, ჭიათურა, ხარაგაული მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების მომატება 5-15%-ის რაოდენობით, ხოლო რაიონებში – გუდაუთა, გულრიფში, გაგრა, ოზურგეთი, ხელვაჩაური კლება დაახლოებით იგივე პროცენტით.

აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში – გურჯაანსა და დედოფლისწყაროში ატმოსფერული ნალექების მომატება შესაძლებელია 5-15%-ით, ხოლო სხვა დანარჩენ რაიონებში შესაძლებელია კლება 5-15%-მდე. 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.



## თაზო XI

### მიკროკლიმატი

#### 11.1. მიკროკლიმატის მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში და მისი შესწავლის მეთოდები

მიკროკლიმატი შეისწავლება ნიადაგისპირა მიმდებარე ჰაერის ფენაში და მცენარეებით დაფარულ გარემოში. მეცნიერების ამ მიმართულებას მიკროკლიმატოლოგიას უწოდებენ ანუ იგი შეისწავლის მცირე ადგილის ჰავას. 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 სამხრეთის ფერდობზე, ვიდრე ჩრდილოეთის ფერდობზე. შექმნილი თავისებური მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც ზოგადი კლიმატური ფონიდან გამოირჩევიან, წარმოქმნიან ადგილის მიკროკლიმატს, მაკროკლიმატის ანუ დიდი ტერიტორიის კლიმატისაგან განსხვავებით. მაკროკლიმატის პირობები თითქმის მუდმივია, მიკროკლიმატის კი იცვლება ანთროპოგენური გავლენით. მაგალითად, ნიადაგის დამუშავებით, ტყის გაკაფვით, მცენარეების გაშენებით, ქაობების დაშრობით და მრავალი სხვა მოქმედებით.

ხელოვნურად შექმნილი პირობები ცვლის განათებას და მზის რადიაციის მოქმედებას, რასაც თანახლავს ტემპერა-

ტურის, 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, არჩევენ ტყის, ქალაქის, დაბლობის, ტბის, მდინარის და სხვა ადგილობრივ კლიმატს, ხოლო მიკროკლიმატი მცირე მასშტაბითაა წარმოდგენილი – ბოსტნის, მცენარეების ნარგავების და სხვა.

მეტეოროლოგიაში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით მიკროკლიმატური პირობების შესწავლა წარმოებს რამდენიმე მიმართულებით: 1. დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაში; 2. უშუალოდ მცენარის არეში; 3. რელიეფის ფორმის მიხედვით; 4. ქალაქის მიკროკლიმატის.

ყველა ფერდობს ახასიათებს მიკროკლიმატური თავისებურებანი. მთაგორიან ადგილებში ხდება მაღლობიდან დაბლობისაკენ ჰაერის მასების მოძრაობა. ეს მოვლენა ღამის საათებში იწვევს 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 თვითეული პუნქტის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ზედაპირის ფორმა, ნიადაგისა და მცენარეულობის დახასიათება, მანძილი ტყიდან ქალაქებიდან, სოფლებიდან და სხვა. ხელსაწყოების დაყენება წარმოებს სელიანინოვის 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.

## 11.2. ნიადაგის კლიმატი

ნიადაგის კლიმატის ქვეშ იგულისხმება ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის მრავალწლიური რეჟიმი, ნიადაგის ჰაერი და სხვა მახასიათებლები, რომლებიც დამოკიდებული არიან 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 ნყლების 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 გამოზამთრების პირობები.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში საგაზაფხულო მინდვრის სამუშაოების ვადები, როგორც წესი დგება, ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით. ცალკეულ ნაკვეთებს კი ნიადაგის ტიპზე დამოკიდებულებით, გააჩნიათ სულ სხვა ტემპერატურული რეჟიმი. გაზაფხულზე მძიმე ნიადაგები, რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობით ტენს, შრებიან ნელა. ამიტომ მათი გათბობა 5°-მდე 20 სმ სიღრმეზე ხდება 10-15 დღით გვიან ჰაერთან შედარებით. მსუბუქ ნიადაგებზე კი 5°-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°, ხოლო თიხნარ და ტორფიან ნიადაგებს შორის 4-5°. გამომშრალი ტორფიანი ნიადაგების ტემპერატურა 3-5°-ით მეტია, ვიდრე ტენიანი, ტორფიანი ნიადაგების ტემპერატურა. ქვიშნარი ნიადაგები ზაფხულობით უფრო თბილია და ზამთრობით უფრო ცივი, ვიდრე თიხნარი ნიადაგები და ა.შ.

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.

### 11.3. ტყის კლიმატი

ტყე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს მიკროკლიმატის ფორმირებაზე. იგი არეგულირებს მეტეოროლოგიური ელემენტების მსვლელობას. მზის სხივურ ენერგიას მცენარეები შთანთქავს და ტყის ქვეშ ნიადაგის ზედაპირი მიიღებს მხოლოდ იმ ენერგიის ნაწილს, რაც მის ზედაპირსა და ქვედა შრეებს ათბობს, ხოლო 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:

- ა) 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 ოპტიმალურ პირობებს ქმნის.
- ბ) ტყე ქარს მიმართულებას უცვლის, ამცირებს მის სიჩქარეს და ამით იცავს ნიადაგსა და მცენარეს გამოშრობისაგან.
- გ) ტყისქვეშა ნიადაგი ორგანული ნარჩენების დაშლის შედეგად სხვა ნიადაგებისაგან მაღალი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით განსხვავდება, ის კარგად ითვისებს ატმოსფერულ ნალექებს, დიდი სითბოგამტარიანობა და სითბოტევადობა ახასიათებს, რაც მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის.

ტყის გაკაფვის შედეგად ძლიერდება ეროზიული პროცესები, განსაკუთრებით დასერილრელიეფიან, მთაგორიან ადგილებში. ნიადაგის ზედაპირსა და მიმდებარე ჰაერის შრეში ტემპერატურა დიდად ცვალებადობს, იზდება მისი ამპლიტუდა.

მეცნიერებაში კლიმატზე ტყის გავლენის საკითხი დაისვა ტყის არასწორი ექსპლოატაციის შედეგად კლიმატის შეცვლის, ატმოსფერული ნალექებისა და ამასთან დაკავშირებით წყლის რესურსების შემცირების, მოშიშვლებულ ადგილებზე მტვრის, ქარბუქის, წყალდიდობის, თოვლის ზვავებისა და სხვა მავნე მოვლენების გამო, რაც 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 არამართო 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, წინვიანთან შედარებით, მეტ რადიაციას ატარებს (ნაძვის ხშირი ტყე 0.7-1.0%). რადიაციის გატარების დროს მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა იცვლება.

დღე-ღამის 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%-ით).

ტყე საგრძნობ გავლენას ახდენს ნიადაგის სიღრმის ტემპერატურაზე. ზაფხულობით ტყის ქვეშ ნიადაგის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ღია ადგილთან შედარებით, ზამთარში პირიქით 0.5°-ით მეტია.

ტყეში ფარდობითი ტენის დინამიკა დამოკიდებულია ნიადაგის და მცენარის მწვანე ნაწილებისაგან აორთქლების ინტენსიობაზე. ტყეში აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა ყოველთვის მეტია. დღე-ღამეში საშუალოდ ტყეში ტენიანობა 1-დან 10%-მდეა.

## თაზო XII

### აზიონი

#### 12.1. ჰაერის მასები და მათი ფორმირება

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 უდაბნო საჰარის 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 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 მასის თვისება განისაზღვრება იმ რაიონის თავისებურებებით, სადაც იგი ფორმირდება. საერთოდ, ჰაერის მასები ფორმირდებიან 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:



1. არქტიკული ჰაერის მასების ფორმირება ძირითადად მიმდინარეობს 70°-იან განედებზე, ჩრდილოეთით, ე.ი. იმ არეებში, სადაც ყინულისა და თოვლის საფარი დომინირებს;
2. ზომიერი ჰაერის მასები ფორმირდებიან ზომიერი განედების ხმელეთსა და ოკეანეების ზედაპირზე;
3. ტროპიკული ჰაერის მასების ფორმირებას ადგილი აქვს სუბტროპიკული მაქსიმუმების არეებში (30-40°-ის განედებზე);
4. ეკვატორული ჰაერის მასები ფორმირდებიან ეკვატორის გასწვრივ 10° განედამდე.

ჰაერის მასები დედამიწის გარშემო განუწყვეტელ მოძრაობაშია, ე.ი. ერთი რაიონიდან გადადის მეორე რაიონში. მათ ასეთ მოძრაობას, ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციას უწოდებენ (იხ. ქვეთავი 8.1., ნახ. 8.1.2.). ჰაერის მასების ასეთი 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 თვისებას და იძენს მეორეს, რაც გარკვეულწილად მოქმედებს ამინდის საერთო ხასიათზე.

## 12.2. ფრონტები. ციკლონი, ანტიციკლონი

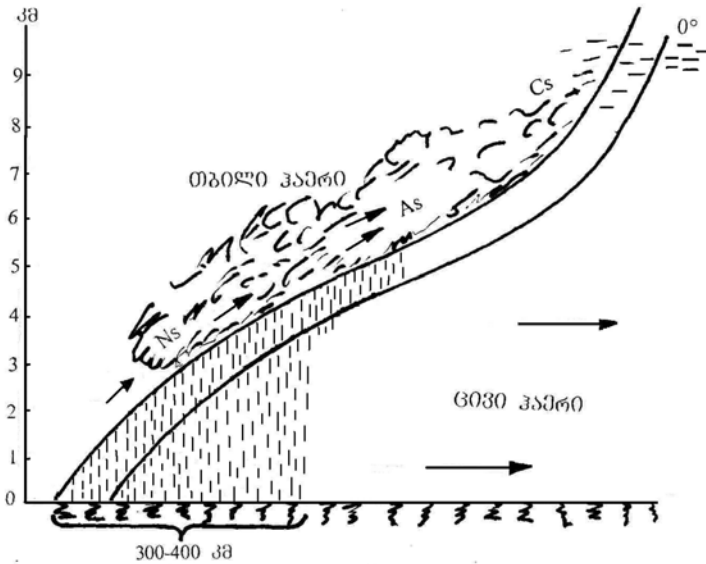
სხვადასხვა ფიზიკური თვისებების მქონე ჰაერის მასები, დედამიწის გარშემო მუდმივ მოძრაობაში არიან და ურთიერთშეხებისას ერთმანეთში ერევიან რითაც წარმოქმნიან ფრონტალურ ზონებს, ხოლო ამ უკანასკნელის დედამიწასთან გადაკვეთის ადგილს ფრონტის ხაზს, ანუ ფრონტს უწოდებენ. მისი სისქე 10-15 კმ უდრის, ზოგჯერ 50 კმ. ფრონტის ხაზზე შეიმჩნევა ატმოსფერული მოვლენების ძალიან სწრაფი ცვლილება, ე.ი. მკვეთრად იცვლება ატმოსფეროს წნევა, ტემპერატურა, ღრუბლიანობა, ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, მიმართულება და სხვა. 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 (სრიალს). ამ შემთხვევაში ცივი ჰაერი ადგილს უთმობს თბილ ჰაერს. ამ მომენტში მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს, თბილ ფრონტს უწოდებენ (ნახაზი 12.2.1.).

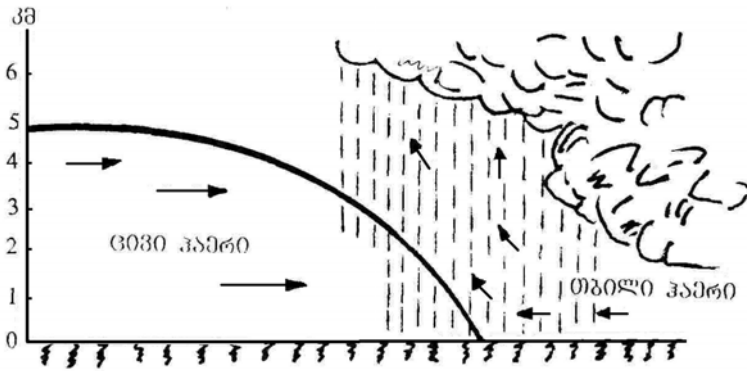
თბილი ჰაერის აღმასვლის დროს (8-9 კმ-მდე) მიმდინარეობს ყველა ის ფიზიკური პროცესი, რაც ხდება ჰაერის ვერტიკალური მოძრაობისას. მაგალითად, ფრონტალურ ზედაპირზე თბილი ჰაერი ადიაბატურად ცივდება. ეს აპირობებს კონდენსაციურ პროცესებს, ღრუბლების წარმოქმნით და ნალექების მოსვლით. ფრონტის ხაზის ახლოს დედამიწის გადაკვეთასთან წარმოიქმნებიან ქვედა იარუსის ნვიმაფენა (Ns) ღრუბლები, რომლებიც მცირე ინტენსივობის ხანგრძლივ ნალექს იძლევიან. ასეთი ნალექის ზონის სიგრძე 300-400 კმ-ია. ამ სახის ნალექი მეტად სასარგებლოა სოფლის მეურნეობისათვის, რადგან იგი თანაბრად ჩაიჟონება ნიადაგში და მცენარისათვის ავსებს სასარგებლო ტენის მა-

რაც. თბილი 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.



ნახ. 12.2.1. თბილი ფრონტის სქემა

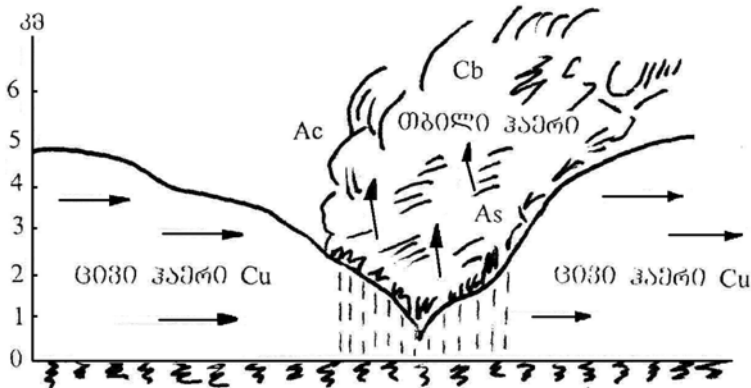
ცივი ფრონტი – ცივი ჰაერის მასა უფრო მძიმე და მკვრივია, ამავდროულად უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე თბილი ჰაერის მასა, მისი სიჩქარეა 40-50 კმ/სთ. იგი შეიჭრება თბილ ჰაერში სოლისებურად, აიძულებს მას უკან დაიხიოს და იკავეს მის ადგილს. მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს ცივი ფრონტს უწოდებენ (ნახაზი 12.2.2.).



ნახ. 12.2.2. ცივი ფრონტის სქემა

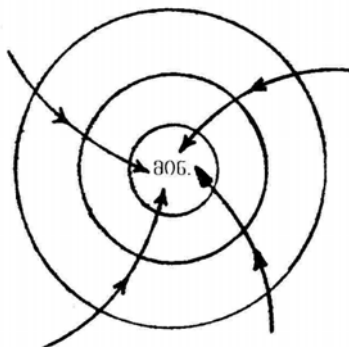
ცივი ჰაერის მასის სწრაფად შეჭრა თბილ ჰაერში იწვევს ამ უკანასკნელის დიდი სიჩქარით ზევით განდევნას, რასაც თან სდევს სწრაფი და ინტენსიური კონდენსაციური პროცესების მიმდინარეობა. ამ დროს წარმოიქმნება გროვანვიმის ღრუბლები (Cb), საიდანაც მიიღება თქეში ხასიათის წვიმა. ცივი ფრონტის გავლისას წლის თბილ პერიოდში ხშირად ადგილი აქვს ელჭექსა და სეტყვის მოსვლას.

*ოკლუზია* – ამ ფრონტისათვის დამახასიათებელია ცივი ჰაერის მასების მეტად სწრაფი მოძრაობა. ეს ფრონტი წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც ერთი ცივი ჰაერის მასა მოძრაობისას დაეწევა მეორე ცივი ჰაერის მასას და მოხდება მათი ფრონტის ხაზების გაერთიანება. ცივი ჰაერის მასები ერთმანეთში შეერევიან, რაც გამოიწვევს თბილი ჰაერის მასების მალლა სწრაფად განდევნას და გროვანვიმა (Cb) ღრუბლები-სა და ელჭექის წარმოქმნას. ფრონტის ხაზების ასეთ გაერთიანებას ოკლუზია ეწოდება (ნახაზი 12.2.3.).



ნახ. 12.2.3. ოკლუზია

ატმოსფეროს ცირკულაციის საერთო სისტემაში არის დაბალი და მაღალი წნევის არეები, ანუ ციკლონები და ანტიციკლონები. ციკლონს უწოდებენ დაბალი წნევის არეს, რომელიც ძირითადად შეიმჩნევა მის ცენტრში, ხოლო პერიფერიებისაკენ იგი თანდათან მატულობს, რის გამოც ქარები პერიფერიიდან ცენტრისაკენ მოძრაობენ, საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით (ნახაზი 12.2.4.).

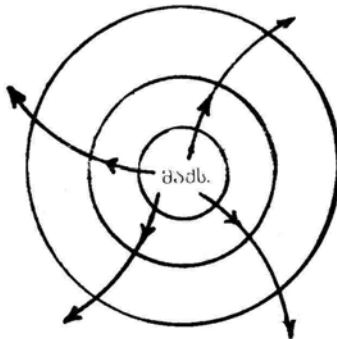


ნახ. 12.2.4. ციკლონი

ციკლონის წარმოქმნასა და განვითარებაში მონაწილეობს ორი სხვადასხვა თვისების მქონე ურთიერთმოქმედი ჰა-

ერის 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 ოკლუზიის ფრონტის წარმოშობას, რის შედეგადაც ციკლონი სუსტდება და საბოლოოდ ქრება. ციკლონების დიდი რაოდენობა, ძირითადად მოძრაობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, თუმცა შესაძლებელია მათი გადახრა ჩრდილოეთით ან სამხრეთით. ცივი ფრონტის გავლის დროს წარმოიქმნება წვიმაგროვა ღრუბლები, საიდანაც მიიღება თქვეში 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. ატმოსფეროს წნევის ასეთი განაწილების გამო, ჰაერის მასები ანტიციკლონში მოძრაობენ ცენტრიდან პერიფერიისაკენ, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით (ნახაზი 12.2.5.).



ნახ. 12.2.5. 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 გამონვეულია ადგილობრივი წარმოშობის კონვექტური დენებით.

### 12.3. ამინდის პროგნოზირება

ამინდი არის ჩვენს გარშემო არსებული ჰაერის მასებისა და მასში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მდგომარეობა და 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, აგრეთვე 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. ამინ-

დის პროგნოზი შეიძლება იყოს მოკლევადიანი 1-3 დღის და გრძელვადიანი, კვირის ან ერთი თვის. 1-3 დღის ამინდის პროგნოზი დგება ჰიდრომეტეოროლოგიურ ცენტრში.

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 აშშ-ში – 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 გადანყვება, რომელშიც გამოიყენება თითქმის ყველა მეტეოროლოგიური ინფორმაცია, შესაძლებელია კომპიუტერული უზრუნველყოფით.

ამინდის წინასწარმეტყველებისათვის, მნიშვნელოვანია სინოპტიკური რუკების შედგენა. სინოპტიკური ანალიზით გამოვლინდება, რა მიმართულების ტრაექტორიით იმოძრავენ ბარიული სისტემები და როგორ ამინდს განაპირობებენ.



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.

## თაზი XIII

### ქირითადი სასოფლო სამეურნეო კულტურების აბრომეტეოროლოგიური პირობებისა და მოთხოვნები

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების პროცესში მნიშვნელოვანია მათი გარემო ფაქტორებისადმი მოთხოვნების გათვალისწინება. ე.ი. უნდა ვიცოდეთ მოცემული კულტურების ბიოლოგიური თავისებურება და მათი რეაქცია მთავარ ელემენტებზე (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 განვაცალკავოთ. 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 კულტურების მოთხოვნები ამ პირობებისადმი.

### 13.1. 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 ანარმოებენ შემოდგომაზე. მისი თესვის ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 14-17°. იგი ვეგეტაციის განახლებას იწყებს გაზაფხულზე, ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 5°-ს ზევით გადასვლიდან. აქტიური ზრდა მიმდინარეობს 10-15°-ზე, ხოლო -16, -18°-ზე კულტურა იღუპება. 20 სმ თოვლის საბურველის ქვეშ უძლებს -25, -30° ტემპერატურებს. გაზაფხულის (მაისის) ნალექები აძლიერებენ აღნიშნული კულტურის ვეგეტაციური მასის ზრდას და კარგ პირობებს ქმნიან ახალი ყლორტების ამოღებისათვის, ხოლო მარცვლების მომწიფების პერიოდში ნალექებს ნაკლებად მოითხოვს. სავეგეტაციო პერიოდი 260-300 დღეს შეადგენს.

*საშემოდგომო ჭვავი* – ფართოდ არის გავრცელებული ევროპაში. მას გააჩნია ყინვაგამძლეობის და შემოდგომაზამთრის ნიადაგის ტენის მარაგის გამოყენების კარგი უნარი. ვეგეტაციის განახლებას იწყებს ჰაერის ტემპერატურის 5°-ზე გადასვლის შემდეგ. მისი ვეგეტაციის ხანგრძლივობა (ზამთრის პერიოდის გამოკლებით) შეადგენს დაახლოებით 140-180 დღეს, რომლის პერიოდში 10°-ს ზევით ტემპერატურის ჯამი გროვდება 1600-1900°. ტენის მიმართ შედარებით ნაკლებად მომთხოვნია (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.

*სავაზაფხულო ხორბალი* – ითესება ადრე გაზაფხულზე და ნიადაგის საკმაო ტენიანობის შემთხვევაში, აღმოცენდება 6 დღის შემდეგ, 4° ტემპერატურის პირობებში. მისი ვეგე-

ტაციის ყველაზე ხელსაყრელ აგრომეტეოროლოგიურ პირობებს წარმოადგენს ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 15-20°. თესვიდან მომნიფებაამდე საჭიროებს 90-120 დღეს და 10°-ს ზევით ტემპერატურის ჯამს 1700-1900° და მეტს. მონიფების ფაზაში თუ ცხელი და მშრალი ამინდებია, მარცვლები ნორმალურად არ ყალიბდება, გამოდის ფშუტე. ტენის სიჭარბის და დაბალი ტემპერატურის პირობებში აღმოცენება ჭიანურდება.

*საგაზაფხულო ქერი* – თესავენ სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში. მთიან და მაღალმთიან პირობებში წარმატებით ვითარდება 2500-3000 მ სიმაღლეზე ზღ. დონიდან. ახასიათებს მოკლე ვეგეტაციის პერიოდი 98-95 დღე. აღმოცენდება 8-10°, 17-12 დღის შემდეგ. სავეგეტაციო პერიოდში 10°-ს ზევით 1000-1100° ტემპერატურის ჯამს მოითხოვს. შედარებით უკეთ ეგუება ნიადაგში ტენის ნაკლებობას, ვიდრე საგაზაფხულო ხორბალი.

*შვრია* – სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 95-120 დღეს, გაზაფხულის წაყინვებს იოლად, დაუზიანებლად იტანს. ხანგრძლივი მაღალი ტემპერატურები მარცვლების ფორმირების პერიოდში არ არის ხელსაყრელი. განსაკუთრებით ტენს საჭიროებს დაბუჩქებიდან დათავთავებამდე პერიოდში. ნალექების ნაკლებობა ამ პერიოდში ინვეს შვრიის მოსავლის ძლიერ შემცირებას.

*სიმინდი* – სითბოს მოყვარული კულტურაა. სიმნიფის მიხედვით არჩევენ სხვადასხვა ჯიშებს, რომელთა შორის ვეგეტაციის ხანგრძლივობა შეადგენს 2 თვეს და მეტს. სიმინდის თესვის ოპტიმალურ ვადად ითვლება ჰაერის საშუალო ტემპერატურის გადასვლა 10°-ს ზევით. აღნიშნულ ტემპერატურაზე უფრო ადრე დათესვა ინვეს აღმოცენების ძლიერ გაჭიანურებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს თესლების ნიადაგში ჩალპობა, აგრეთვე აღმონაცენის წაყინვებით დაზიანება. არ არის რეკომენდებული გვიან თესვაც, რადგან ზოგიერთ რაიონში იგი შეიძლება დაემთხვეს გვალვების პერიოდს, სადაც აღმოცენების პროცენტი ძალზე უმნიშვნელო

იქნება. გაზაფხულზე ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით გადასვლის თარიღამდე, თუ ნალექების რაოდენობა აღინიშნა 10-30 მმ, ხოლო ტემპერატურის ჯამი  $80-100^{\circ}$ , მაშინ ასეთი პირობები წარმოადგენს სიმინდის თესვის ოპტიმალურ ვადას.

სავეგეტაციო პერიოდში სიმინდის საადრეო ჯიშები მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით გადასვლიდან  $1700^{\circ}$  ტემპერატურის ჯამს, საშუალო მნიშვადი  $2200^{\circ}$ , ხოლო საგვიანო  $2800^{\circ}$  და მეტს. მარცვლების ფორმირების პერიოდში ხელსაყრელია საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურა  $20-24^{\circ}$  და ნიადაგის 0.5 მ ფენაში არა ნაკლებ 60-70 მმ ტენის მარაგი.

ტენის ნაკლებობა ხელს უწყობს მაღალი ტემპერატურის უარყოფით გავლენას და წარმოადგენს ფოთლების სუსტად განვითარების მიზეზს. ასევე ნიადაგის ჭარბი ტენიანობა აუარესებს ფესვთა სისტემის ჰაერაციის პირობებს, ამცირებს სიმინდის ნაზარდს. უფრო არახელსაყრელია ნიადაგის ჭარბი ტენიანობა ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს. შემოდგომის წაყინვები დამლუპველად მოქმედებს სიმინდის მარცვლების მოსავალზე.

*ფეტვი* – გამოირჩევა სითბოსადმი მაღალი მოთხოვნილებით და გვალვავამძლეობით. ერთწლიანი მცენარეა, თესლის აღმოცენებას იწყებს  $8-10^{\circ}$ -ზე. უფრო დაბალ ტემპერატურაზე აღმოცენება ჭიანურდება და ნიადაგში დიდხინით დაყოვნებისას ლპება. ჯიშებზე დამოკიდებული ფეტვის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა  $80-120$  დღე. სითბოსადმი მოთხოვნილება მერყეობს  $1600-2300^{\circ}$ . საადრეო ჯიშები მოითხოვს  $1000-1500^{\circ}$ , შედარებით უკეთ იტანს მაღალ ტემპერატურებს ( $35-40^{\circ}$ ), ვერ იტანს მცირე წაყინვებსაც კი (-1, -3).

*წინიბურა* – ძირითადად ზომიერ კლიმატურ პირობებში მოჰყავთ. ახასიათებს მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი. საადრეო ჯიშები მნიშვნელოვნად  $60$  დღეში  $10^{\circ}$ -ის ზევით ტემპერატურაზე

რის ჯამის 1000-1200°-ზე, ხოლო გვიანმნიფადი ჯიშები მნიფდება 80-90 დღეში ტემპერატურის ჯამის 1300-1500° პირობებში. ნიადაგის ტენიანობაზე დიდი მოთხოვნილების გამო, გვალვიან რაიონებში წინიბურა არ მოჰყავთ. იგი მგრძნობიარეა ნაყინვებისადმი. გაზაფხულზე ჰაერის -2 -3° მასზე დამლუპველად მოქმედებს. ამიტომ მას თესავენ შედარებით გვიან, როდესაც ნიადაგის ტემპერატურა 14-15°-ს მიაღწევს და ნაყინვები შეწყდება. ხელსაყრელია დაახლოებით 20° ჰაერის ტემპერატურა.

*ბრინჯი* – ერთწლიანი კულტურული მცენარეა. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ჯიშების მიხედვით შეადგენს 100-150 დღეს. აღმოცენებისათვის საჭიროებს 10-13° ტემპერატურას. კარგად უძლებს 35-40°, ხოლო ზიანდება 0°-მდე ტემპერატურის შემცირებისას. მისი 10°-ს ზევით ტემპერატურის ჯამის მოთხოვნილება მერყეობს 2000-4000°. ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 20-25°. ბრინჯი ტენის მოყვარულია, ამიტომ საჭიროა მისი მორწყვა ისე, რომ ნათესები წყალში უნდა იდგნენ აღმოცენებიდან რძისებრ სიმნიფემდე. ნათესებს წყლისგან ანთავისუფლებენ მოსავლის აღებამდე. აღნიშნული კულტურა მოყავთ ისეთ ადგილებში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდში ნალექების რაოდენობა 1000 მმ და მეტია. იგი დიდ მოთხოვნას უყენებს, განათებას და ჰაერის მაღალ ტემპერატურას.

## 13.2. ბოსტნეული კულტურები

ბოსტნეული კულტურები სითბოს მოთხოვნილებისადმი შეიძლება დავყოთ ორ მკვეთრად გამოხატულ ჯგუფად:

1. სითბოს მოყვარული კულტურები, რომლებსაც არ აქვთ უნარი დაუზიანებლად გადაიტანოს ნაყინვების მოქმედება და ცუდად ვითარდებიან 15°-ზე დაბალი

ტემპერატურის დროს (კიტრი, გოგრა, პომიდორი და სხვა);

2. სიცივის ამტანი ან ნაკლებად სითბოს მომთხოვნი, რომლებიც წარმატებით ვითარდებიან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე (კომბოსტო, სტაფილო, სუფრის ქარხალი, ხახვი, ბოლოკი, თვის ბოლოკი, თაღგამურა, ბარდა და სხვა).

ტენისადმი მეტად მომთხოვნია: კომბოსტო, თაღგამურა, ხახვი, ნიორი, სტაფილო, სუფრის ქარხალი;

ნაკლებად მომთხოვნია: პომიდორი, გოგრა, ნესვი, და კიტრი, თუმცა ეს კულტურები განვითარების ზოგიერთ პერიოდში მწვავედ რეაგირებენ ტენის ნაკლებობაზე ნიადაგში და ამცირებენ მოსავალს.

*თეთრთავიანი კომბოსტო* – მისი სავეგეტაციო პერიოდი მერყეობს 100 დღიდან (საადრეო ჯიშისათვის) 200 დღემდე (საგვიანო ჯიშისათვის). 10°-ს ზევით ტემპერატურათა ჯამი საადრეო ჯიშისათვის საჭიროა 1100-1300°, საგვიანოსათვის 1400-1600° და მეტი. ზრდა-განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა 15-17°. კომბოსტო -6, -7°-მდე წაყინვებს იტანს დაუზიანებლად. ტექნიკურ სიმწიფეში მისი ყინვაგამძლეობა მატულობს და შემოდგომაზე -8° 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 ხანგრძლივად და კარგად განათება.

*ყვავილოვანი კომბოსტო* – ერთწლიანი კულტურაა, მისი მოყვანა თითქმის ყველგანაა შესაძლებელი. მაღალი ტემპერატურები არახელსაყრელია მისი განვითარებისათვის, დიდ მოთხოვნას უყენებს ნიადაგის ტენს. იგი არ ზიანდება -5° ტემპერატურაზე. სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 1000-1200°. იგი სინათლის მოყვარულია, დაჩრდილვა განსაკუთრებით მისი განვითარების პირველ პერიოდში უარყოფითად მოქმედებს მოსავალზე.

*სტაფილო* — მისი აღმოცენება ხდება 3-4° ტემპერატურაზე. 8°-ზე აღმოცენდება 20 დღის შემდეგ, 11°-ს დროს 16 დღის შემდეგ, ხოლო 18°-ზე 8 დღეში. სტაფილოს მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილების განვითარების ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს 16-18°. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ჯიშებზე და შეადგენს 100-130 დღეს. -8, -9° დაბალ ტემპერატურაზე იგი ილუპება. ნიადაგიდან ამოღებული სტაფილოს ძირნაყოფები ზიანდება -1°-მდე ტემპერატურის დროს. 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° ტემპერატურაზე 20-22 დღეში, 10°-ზე აღმოცენდება 8-12 დღეში ნიადაგის საკმაო ტენიანობისას. ზიანდება -4, -5° და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. ნორმალურად ვითარდება 14-16° ტემპერატურაზე. გვალვიან რაიონებში მორწყვის გარეშე სუფრის ჭარხალს უნვითარდება უხეში ძირნაყოფი და იძენას მომწარო გემოს.

*თვის პოლოკი* – სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 20-50 დღეს. თესლის აღმოცენება მიმდინარეობს 2-3° ტემპერატურაზე და დაუზიანებლად იტანს ნაყინებს -4, -5°. კარგი ძირნაყოფები უნვითარდება 12-14° 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.

*თალგამი* – სიცივის ამტანია, აღმოცენდება 1-2° ტემპერატურაზე, ხოლო აღმონაცენი წარმატებით ვითარდება 6-8°. ნორმალური განვითარებისათვის ხელსაყრელია 13-15° ტემპერატურა, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 60-



90 დღე. დაუზიანებლად შეუძლია გადაიტანოს  $-1, -3^{\circ}$  წაყინვები. მოსავალი უნდა ავილოთ ინტენსიური წაყინვების დაწყებამდე.

*ნიახური* – იგი სიცივის ამტან კულტურებს ეკუთვნის. ახასიათებს მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი (90-110 დღე), ნორმალურად ვითარდება  $14-16^{\circ}$  ტემპერატურაზე. ნიადაგში ტენის ნაკლებობისას აჩერებს ზრდას, იგივე ხდება ჭარბი ტენის შემთხვევაში, უძლებენ  $-7, -8^{\circ}$  წაყინვებს.

*ხახვი* – აღმოცენებისათვის მინიმალური ტემპერატურაა  $2-4^{\circ}$ , ოპტიმალური  $16-20^{\circ}$ . მაღალი ტემპერატურები ( $35-40^{\circ}$ ) დამაკნინებელია ხახვისათვის, განსაკუთრებით ნიადაგში ტენის სიმცირის დროს. განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს ნიადაგის ტენს. გვალვების შემთხვევაში სუსტად ვითარდებიან. ფოთლების ბოლოების დაზიანება აღინიშნება  $-3, -4^{\circ}$  ტემპერატურაზე.

*კიტრი* – მიეკუთვნება სითბოს ძლიერ მოყვარულ მცენარეთა ჯგუფს. თესლის აღმოცენებისათვის საჭიროა  $12-14^{\circ}$ , თუმცა აღნიშნული ტემპერატურების დროს აღმოცენება ჭიანურდება 15 დღემდე და შესაძლებელია ნიადაგში ჭარბი ტენის შემთხვევაში თესლი ჩაღპეს. ოპტიმალური ტემპერატურაა (აღმოცენების)  $25-28^{\circ}$ , ამ ტემპერატურებზე თესლი აღმოცენდება 5-3 დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლიობა 60-90 დღეა.  $10^{\circ}$ -ს ზევით ტემპერატურათა ჯამი საჭიროა  $1800-2000^{\circ}$ . ჰაერის ტემპერატურის შემცირება  $0^{\circ}$ -ის ქვევით დამლუპველად მოქმედებს მცენარეებზე.

*პომიდორი* – აღმოცენებას იწყებს  $14-15^{\circ}$  ტემპერატურაზე. მისი განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურაა  $20-24^{\circ}$ , მცენარეები  $15^{\circ}$ -ზე დაბლა წყვეტენ ყვავილობას. პომიდორის ნაყოფის სრული მომწიფებისათვის საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი  $10^{\circ}$ -ის ზევით  $1600-1800^{\circ}$  და მეტი. წაყინვები  $-1^{\circ}$  მცენარისათვის დამლუპველია. პომიდორის კულტურას ღია გრუნტში რგავენ ჩითილების სახით, წაყინვების შეწყვეტის შემდეგ. ნიადაგის ტენს განსაკუთრებულ მოთ-

ხოვნას არ უყენებს, მხოლოდ მოითხოვს სტაბილურ ჰაერის შეფარდებით ტენიანობას (60-70%). სინათლეს განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს, ცუდად განათებულ ფართობებზე არ იძლევა მაღალ და ხარისხოვან მოსავალს.

*საზამთრო, გოგრა, ნესვი* – აღნიშნული კულტურები სითბოსადმი განსაკუთრებული მომთხოვნი არიან. გოგრის აღმოცენებისათვის მინიმალური ტემპერატურაა 12-13°, ხოლო საზამთროსა და ნესვისათვის 15-17°. სავეგეტაციო პერიოდში გოგრის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის ოპტიმალურია 22-24°, ხოლო საზამთროსა და ნესვისათვის 26-28°. წაყინვები 0°-ის ქვევით მათთვის დამღუპველია. მოცემული კულტურები ხასიათდებიან გვალვავამძლეობით და ტენისადმი ზომიერი მოთხოვნილებით.

### 13.3. ძირხვენა და ტუბერა კულტურები

*ჰიბრიდული თაღვამურა, კუუზიკუ* – სიცივის ამტანია, მისი თესლი აღმოცენდება 2-3°. მოზარდი მცენარეები იტანენ -8, -9° ტემპერატურებს. 10°-ს ზევით ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 1000-1200°. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 120-140 დღე. ძირხვენების ნორმალური ზრდისათვის ხელსაყრელია ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 12-14°. მაღალი ტემპერატურები (28-30°), 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 ქარხალი* – ორწლიანი, ზომიერად სითბოსა და ტენის მოყვარულია. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა 150-180 დღე. ტენის საკმაო რაოდენობის პირობებში, ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 5°-ზე აღმოცენდება 20-25 დღეში. 10°-ზე 10-12 დღეში, ხოლო 15-20°-ზე 7-5 დღე-

ში. 10°-ის ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს, ჯიშების მიხედვით მოითხოვს 2200-2700°. იგი იტანს -6,-7°-მდე წაყინვებს. ნიადაგიდან ამოღებული ჭარხლის ძირხვენები შეიძლება დაზიანდეს ყინვებისაგან -1.5, -2°-ზე. ნორმალური ზრდისათვის ოპტიმალურია 20° ჰაერის ტემპერატურა.

შაქრის ჭარხალი განსაკუთრებით ვეგეტაციის მეორე პერიოდში, დიდ მოთხოვნილებას იჩენს სინათლისადმი. ნათელი, მზიანი ამინდები ხელსაყრელია ძირხვენების ზრდისა და შაქრის დაგროვებისათვის. მოღრუბლული და წვიმიანი ამინდები ამცირებს მოსავალს და მის ხარისხს.

*თაღვამურა* – კარგად იზრდება ზომიერად თბილ კლიმატურ პირობებში, თესვები გალივებას იწყებს 2-3°. აღმოცენებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 13-14°. აღნიშნული კულტურა განსაკუთრებულ სითბოს არ მოითხოვს. სავეგეტაციო პერიოდი ხანმოკლეა 100-120 დღე. 10°-ს ზევით ტემპერატურის ჯამს მოითხოვს 1000-1200°. მოზრდილი მცენარეები იტანენ -6, -8° ტემპერატურას. ნიადაგში ტენიანობის სიმცირის შემთხვევაში ძირნაყოფები წვრილი და უხეშია.

*კარტოფილი* – მთავარ მომენტს, რომელიც უზრუნველყოფს კარტოფილის მაღალი მოსავლის მიღებას, წარმოადგენს სწორი რგვის ვადების დადგენა. მიზანშეწონილია ტუბერების რგვა ჩატარდეს ნიადაგის 8-10 სმ სიღრმეზე, ტემპერატურის 6-8°-ს პირობებში. ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°-ზე იგი აღმოცენდება 24-26 დღეში, 18°-ზე 15 დღეში, ხოლო 22°-ზე 10 დღეში. კარტოფილის ყვავილობისათვის ოპტიმალურია 26° ტემპერატურა, ხოლო მაღალი ტემპერატურები 36-38° იწვევს ყვავილების განვითარების შეწყვეტას.

სავეგეტაციო პერიოდი მერყეობს ჯიშების მიხედვით და შეადგენს 140-180 დღეს, საადრეო ჯიშების 80-90 დღეს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°-ს ზევით ჯიშების მიხედ-

ვით მოითხოვს 1500-2800°. მაღალი ტემპერატურები კარტოფილის ტუბერების წარმოქმნის პერიოდში იწვევს მის გადაგვარებას. -2,-3° წაყინვები იწვევს მის დაღუპვას. ნიადაგის ტენიანობას უყენებს ზომიერ მოთხოვნილებას. უარყოფითად მოქმედებს მოსავალზე ხანგრძლივი წვიმები და ნიადაგის ტენის სიჭარბე. ტუბერების წარმოქმნის პერიოდში კარტოფილი მოითხოვს განათებას.

### 13.4. პარკოსანი კულტურები

*ლობიო* – სითბოსადმი მომთხოვნია, თესლის აღმოცენების მინიმალური ტემპერატურებია 8-10°. აღმონაცენი ძალზე მგრძობიარეა წაყინვებისადმი, ტემპერატურის დაწვევა 0°-ის ქვემოთ დაღუპველია. მისი ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა მერყეობს ჯიშების მიხედვით და შეადგენს 80-130 დღეს და მეტს. 10°-ს ზევით ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 1400-3000°-მდე. ლობიოს მცენარეზე უარყოფითად მოქმედებს ნესტიანი ცივი ამინდი და ნიადაგის ჭარბი ტენი. ხანგრძლივ გვალვებს ვერ იტანს განსაკუთრებით ყვავილობის პერიოდში.

*ბარდა* – სითბოს ზომიერად მომთხოვნია. აღმოცენებას იწყებს 2-3° ტემპერატურაზე. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ჯიშების მიხედვით მერყეობს 60-130 დღემდე, ასევე ჯიშების მიხედვით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს 10°-ის ზევით 1300-2500°. მოზრდილი მცენარეები იტანენ -7,-9° წაყინვებს.

*სოია* – მისი წარმოება შეიძლება თბილ და ტენიან კლიმატურ პირობებში. აღმოცენება იწყება 8-10°. ოპტიმალური ტემპერატურაა 22-23°. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა მერყეობს 100-150 დღემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°-ის ზევით მოითხოვს 2500-3000° და მეტს. აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში მნიშვნელოვანია ნალექები (ივნისი-

ავგისტო, 200-300 მმ). სოია სინათლის მიმართ მგრძობიარეა. შეიძლება დაზიანდეს  $-4$ ,  $-5^{\circ}$  ტემპერატურაზე.

*ცერცვი* – სითბოს ზომიერად მომთხოვნია. აღმოცენებას იწყებს  $3-4^{\circ}$ . ყვავილობისას ოპტიმალურია  $18-20^{\circ}$  ტემპერატურა. ტემპერატურის  $8^{\circ}$ -ზე აღმოცენდება  $16-17$  დღეში,  $20^{\circ}$ -ზე  $7$  დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მის ჯიშებზე და იცვლება  $90-140$  დღემდე. ტენის ზომიერად მომთხოვნია. აღმონაცენი იტანს  $-3$ ,  $-4^{\circ}$  წაყინვებს. აღნიშნული კულტურა სინათლის მოყვარულია, დაჩრდილულ ადგილებში მისი წარმოება არ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს – მცირდება მოსავალი.

### 13.5. ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები

*მზესუმზირა* – თესლის გაღვივებას იწყებს  $4-6^{\circ}$  ტემპერატურაზე.  $15-20^{\circ}$ -ზე თესლი აღმოცენდება  $6-10$  დღეში. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს  $130-160$  დღეს. მცენარეზე  $30^{\circ}$ -ს ზევით ტემპერატურა უარყოფითად მოქმედებს. სიმწიფისათვის მოითხოვს ტემპერატურათა ჯამს  $2000^{\circ}$ , ხოლო ნალექებს  $240$  მმ. ჰაერის ტემპერატურის  $0^{\circ}$ -ის ქვევით დაწვევისას, საჭიროა სათანადო ღონისძიებების მიღება ყვავილების წაყინვებისაგან გადასარჩენად.

*გერანი* – ტიპიური ტროპიკული და სუბტროპიკული კლიმატის წარმომადგენელია.  $10^{\circ}$ -ს ზევით ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს  $3500-4000^{\circ}$  და მეტს. მოცემული ტემპერატურის დროს შეიძლება მივიღოთ მწვანე მასის ორი მოსავალი, ხოლო უფრო მეტი ტემპერატურისას მესამე არასრული მოსავალი. პირველი მოსავლის მიღებისათვის საჭიროა  $2100-2500^{\circ}$ , მეორესათვის  $1200-1500^{\circ}$ . იგი სინათლის მოყვარულია, კარგად ვითარდება გაბნეული სხივების შემთხვევაში, მეტი ეთერზეთების დაგროვებისათვის უკეთესია მზიანი დღეები. მცენარეზე უარყოფით გავლენას ახდენს ქარები  $14-$

15 მ/წმ და მეტი. ასეთი ქარები აზიანებს ფოთლებს, რომლის შედეგად მიმდინარეობს ეთერზეთების ინტენსიური აორთქლება. ასევე აზიანებს უმნიშვნელო წაყინვები -1, -2°. დასავლეთ საქართველოს პირობებში გერანი არ მოითხოვს მორწყვას, მხოლოდ იშვიათად შეიძლება მოიწიოს, ხანგრძლივი გვალვიანობისას.

*ევგენოლის რეჰანი* – ტროპიკული და სუბტროპიკული ზონის მცენარეა. გაზაფხულზე ღია გრუნტში ჩითილების გადადგვისათვის საჭიროა ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 16-18°. მოზრდილი მცენარეები 10-12°-ზე აჩერებენ ზრდას. იგი წარმატებით ვითარდება 10°-ს ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის 3500° და მეტის დროს. ფოთლებში ეთერზეთების დაგროვებისათვის ოპტიმალურია 22-25°. იგი -2,-3° მთლიანად იღუპება. საკმაოდ გვალვაგამძლეა, ვერ იტანს ნიადაგის ქარბტენიანობას.

*ეთერზეთოვანი ვარდი* – მრავალწლიანი, ხმელთაშუა ზღვის კლიმატის მცენარეა. ვეგეტაციას იწყებს ჰაერის ტემპერატურის 10°-ს ზევით გადასვლიდან. გაზაფხულზე ყვავილობს, როცა ტემპერატურა 15-16° 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°-ის ზევით ტემპერატურათა ჯამს 3000-3500°. აღნიშნული კულტურა იტანს -18° ტემპერატურას. მისთვის ხელსაყრელია სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთის ფერდობები, რომლებიც დაცულია ქარებისაგან.

### 13.6. სართავი კულტურა

*ბამბა* – სითბოს და ტენის მოყვარულია. ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობისას ნათესები აღმოცენდებიან ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $13^{\circ}$ -ზე  $26-30$  დღეში,  $23-27^{\circ}$ -ზე  $8-6$  დღეში. აღმოცენებიდან ყვავილობამდე საადრეო ბამბის კულტურა მოითხოვს  $10^{\circ}$ -ს ზევით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს  $820^{\circ}$ -ს, საშუალო სიმწიფის  $920^{\circ}$  და საგვიანო ჯიშის  $970^{\circ}$ . მისი განვითარებისათვის ხელსაყრელია მაღალი ტემპერატურები  $25-30^{\circ}$ , რაც შეეხება ტემპერატურის შემცირებას  $15-20^{\circ}$ -მდე, აღნიშნული კულტურა ანელებს ზრდას და ფერხდება ნაყოფის წარმოქმნა.

ბამბის კულტურა წაყინვებისაგან ზიანდება. ნიადაგის ტენიანობის უზრუნველყოფის პირობებში, რაც უფრო ხანგრძლივია უყინვო პერიოდი, მით დიდია მოსავალი.

სავეგეტაციო პერიოდი ბამბისათვის საკმაოდ ხანგრძლივია და შეადგენს  $180-210$  დღეს. ამ პერიოდში მთელი ფაზების გავლისათვის მოითხოვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს  $10^{\circ}$ -ს ზევით  $3500-4000^{\circ}$  და მეტს. საჭიროებს განათებას, წინააღმდეგ შემთხვევაში, მოსავალი მნიშვნელოვნად კლებულობს და ხარისხიც უარესდება.

### 13.7. 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  $6-7^{\circ}$  ტემპერატურაზე, ყვავილობს  $12-13^{\circ}$ . სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურათა ჯამი  $10^{\circ}$ -ის ზევით შეადგენს  $1500^{\circ}$ . ყველაზე ყინვაგამძლე ჯიშები უძლებენ  $-45, -50^{\circ}$  ტემპერატურას (ციმბირი, ურალი). უარყოფითად მოქმე-

დებს ყვავილობის პერიოდში ღრუბლიანი, ტენიანი ამინდი, რაც ხელს უშლის ყვავილების მასიურ განაყოფიერებას. არანაკლებ გავლენას ახდენს ნიადაგში ტენის სიჭარბე, ძლიერი ქარები.

*მსხალი* – ზომიერი კლიმატის მცენარეა. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს  $10^{\circ}$ -ს ზევით ჯიშების მიხედვით მოითხოვს  $1600-2800^{\circ}$ . საადრეო ჯიშების ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა არა ნაკლებ  $140-150$  დღე. ვეგეტაციას იწყებს  $5-6^{\circ}$ . ნორმალურად ვითარდება და მაღალ მოსავალს იძლევა, როცა წლის განმავლობაში ნალექების რაოდენობა შეადგენს  $700-1000$  მმ. მსხლის კულტურის ფესვთა სისტემა ზიანდება ნიადაგის ტემპერატურის  $-9, -10^{\circ}$ -მდე შემცირებისას. იმ ადგილებში, სადაც მოსალოდნელია  $-30, -35^{\circ}$  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  $7-10^{\circ}$ -მდე. მკვეთრი აცივების შემთხვევაში “ტირილი” წყდება, ხოლო ხანგრძლივი დათბობის შემდეგ განახლდება. სავეგეტაციო პერიოდში, ჯიშების მიხედვით მოითხოვს ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით  $2500-3500^{\circ}$  და მეტს (საადრეო  $2500^{\circ}$ , საშუალო  $2900^{\circ}$ , საგვიანო  $3500^{\circ}$ ). ზედმეტი ტენიანობა ვაზისათვის მავნებელია. ნაყოფებში შაქრიანობა იმატებს, ხოლო სიმწვავე მცირდება კარგი განათებულობისა და ნორმალური სითბოს პირობებში. გაზაფხულზე, წაყინვების შემთხვევაში  $-1^{\circ}$ -მდე ზიანდება ახალგაზრდა ფოთლები და ნაზარდი ყლორტები. ვაზის კულტურამ, შემოდგომაზე თუ კარგად გაიარა გამონრთობის სტადია, შეიძლება გაუძლოს ხანმოკლე ყინვებს  $-18, -20^{\circ}$  და ნაკლებს, ხოლო ხანგრძლივი ყინვებისას  $-20, -22^{\circ}$ -ზე იღუპება ერთწლიანი ნაზარდები, უფრო დაბალი ტემპერატურის დროს  $-23, -24^{\circ}$  გარდაუვალია ვაზის მრა-



ვალწლიანი ნარგაობის დაღუპვა. ვაზისათვის უკეთესია ქვიშნარი და თიხნარი ტიპის ნიადაგები, რომლებიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით.

*ალუბალი* – სითბოს ნაკლებად მომთხოვნია. ყვავილობას იწყებს 9-10° ტემპერატურის პირობებში. ნაყოფის სიმწიფისათვის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°-ს ზევით საჭიროა 1400-1600°. ნიადაგის ტენისადმი ზომიერი მოთხოვნილებით გამოირჩევა. მისი ყვავილები საკმაოდ მგრძნობიარეა გაზაფხულის წაყინებისადმი და შეიძლება დაზიანდეს -2, -4°. ჯიშების მიხედვით ალუბლის ყინვაგამძლეობა მერყეობს -25, -30° და დაბლა. იგი კარგად ვითარდება ქვიშნარ, მსუბუქ და თიხნარ ნიადაგებზე.

*ქლიავი* – სითბოს ზომიერად მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს 6-7° ტემპერატურაზე, ყვავილობას 8-9°-ზე. სავეგეტაციო პერიოდში ნაყოფების მომწიფებისათვის საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1800-2000°. გაზაფხულის წაყინვებს -3, -5° შეუძლია დააზიანოს ახალგაზრდა ფოთლები და ყვავილები. მცენარის ყინვაგამძლეობა დამოკიდებულია ჯიშებზე და მერყეობს -30, -40°. 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 ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 7-8°-ზე. ნაყოფის სიმწიფე ჯიშების მიხედვით მერყეობს და საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°-ს ზევით 1200-1500°. 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° ძლიერ აზიანებს მოცემული კულტურების ყვავი-

ლებს. მცენარე შეიძლება დაზიანდეს  $-30^{\circ}$  და დაბლა. მოსავალს იძლევა თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგებზე.

*კაკალი* – სითბოს მოყვარულია. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი  $10^{\circ}$ -ს ზევით საჭიროა  $2600-3400^{\circ}$ , ნალექების რაოდენობა  $270-540$  მმ, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაა  $160-190$  დღე. მაღალხარისხიანი ნაყოფები მიიღება იმ ხეებიდან, რომლებიც გაშენებულია  $500$ -დან  $1000$  მ სიმაღლემდე ზღვის დონიდან. აღნიშნულ სიმაღლეზე უფრო მაღლა, ნაყოფებიდან ზეთის გამოსავლიანობის პროცენტი ეცემა. კაკლის მცენარე ყინვაგამძლეა, მისი დაზიანება შესაძლებელია  $-28$ ,  $-30^{\circ}$  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* – გვალვაგამძლეა. ვეგეტაციას იწყებს ადრე, ამიტომ ხშირად ზიანდება ნაყინვებისაგან. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს  $137-152$  დღეს. მოცემულ პერიოდში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს მოითხოვს  $2600-2800^{\circ}$ , ნალექების რაოდენობას  $300-350$  მმ. ყვავილობის პერიოდში ძალზე სახიფათოა ნაყინვები. ყვავილებმა შეიძლება გაუძლოს  $-3$ ,  $-4^{\circ}$  ტემპერატურას, მაგრამ  $-0.5^{\circ}$  დამლუპველია ახალგაზრდა ნასკვებისათვის. ნუშის კულტურა ძლიერ ზიანდება  $-25^{\circ}$  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 მცენარეა. კვირტების გახსნიდან ყვავილობამდე მოითხოვს ტემპერატურათა ჯამს  $10^{\circ}$ -ს ზევით  $700-900^{\circ}$ , ყვავილობიდან სიმწიფემდე  $3200-3600^{\circ}$ . ყინვებისაგან  $-18$ ,  $-19^{\circ}$ -ზე შეიძლება დაზიანდეს ერთნლიანი ნაზარდები, ხოლო  $-22$ ,  $-25^{\circ}$  წარმოადგენს მისთვის კრიტიკულ ტემპერატურებს. ნა-

ლექების 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, ნეშომპალთი მდიდარი ნიადაგები.

*გარგალი* – სითბოს მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს 5-6°-ზე, ყვავილობს 7-8°-ზე. სავეგეტაციო პერიოდში ნაყოფების მომწიფებისათვის მოითხოვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს 10°-ს ზევით 1400-1600°. გაზაფხულის ნაყინებისაგან -3, -4° შეიძლება დაზიანდეს ყვავილები, ხოლო ახალგაზრდა ნასკვები -1, -2°-ზე. აღნიშნული კულტურა ყინვებისადმი საკმაოდ გამძლეა, გამონრობილ მცენარეს შეუძლია გადაიტანოს -24, -26°, ხოლო -30°-ის ქვევით ზიანდება. იგი გვალვაგამძლეა, სინათლის განსაკუთრებით მომთხოვნია, ამიტომ მისთვის ხელსაყრელია კარგად განათებული სამხრეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ფერდობები. ნორმალურად ვითარდება სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, მხოლოდ ვერ ეგუება ნიადაგის ჭარბ ტენს და გრუნტის წყლებს 1 მ-ზე მაღლა.

*ატამი* – სითბოს განსაკუთრებით მომთხოვნია. ვეგეტაციას იწყებს 6-7°-ზე, ყვავილობას 8-9°-ზე. ნაყოფების მომწიფებისათვის საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°-ს ზევით შეადგენს 2000-2200°. ატმის ყვავილები ნაყინებისაგან ზიანდება -4, -5°-ზე და ქვევით, ხოლო ნასკვები ზიანდება -1, -2°-ზე. აღნიშნული კულტურა უნდა გაშენდეს იმ რაიონებში, სადაც ყინვები არ არის -23, -25°-ს ქვემოთ. მისი ფესვთა სისტემა შესაძლებელია დაზიანდეს -12, -14°-ზე. 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 საჭიროებს საშუალო დღელამური ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ის ზევით  $1000-1200^{\circ}$  აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს. შავი მოცხარის ზრდა-განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურებია  $17-18^{\circ}$ . იგი საკმაოდ ყინვაგამძლეა, დამაკმაყოფილებლად იტანს  $-30, -35^{\circ}$  ტემპერატურას. ფესვთა სისტემა  $-15, -16^{\circ}$ -მდე არ უზიანდება. შავი მოცხარის კულტურა კარგად ვითარდება და იძლევა ხარისხიან, საკმაოდ მაღალ მოსავალს მთიანი და მაღალმთიანი რაიონების პირობებში.

### 13.8. ციტრუსოვანი კულტურები

*ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი* – ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის ტიპური წარმომადგენლებია. მოითხოვენ განსაკუთრებულ სითბოს რაოდენობას. ვეგეტაციას იწყებენ ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10-11^{\circ}$ -ზე, ყვავილობა აღინიშნება  $16-18^{\circ}$ -ზე და გრძელდება  $15-20$  დღე. ფესვთა სისტემა განვითარებას იწყებს  $11-12^{\circ}$ ზე. ნაყოფები ზრდას იწყებს ყვავილობის დამთავრებიდან და ინტენსიურად 2 თვემდე იზრდებიან, შემდგომი ზრდის პროცესი თანდათანობით ნელდება და სიმწიფის პერიოდის დადგომისას ნყდება. ნაყოფების ზრდა დამოკიდებულია ჰაერის საშუალო ტემპერატურასა და ნიადაგის ოპტიმალურ ტენიანობაზე. მათი ზრდისთვის ხელსაყრელია  $22-23^{\circ}$ .

სავეგეტაციო პერიოდში ფაზებს შორის, კერძოდ კვირტების გახსნიდან ყვავილობამდე აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით ლიმონი – “ახალქართული”, ფორთოხალი – “ვაშინგტონ-ნოველი” და მანდარინი – “უნშიუ” მოითხოვენ  $400-560^{\circ}$ , ყვავილობიდან სიმწიფემდე  $3500-3700^{\circ}$ .

ნალექების რაოდენობა ყვავილობიდან სიმნიფემდე შეადგენს 1100-1750 მმ-ს. აღნიშნულ კულტურებს ახასიათებს სუსტი ყინვაგამძლეობა. ნაყოფები ზიანდება -1,-2°-ზე. ლიმონის კულტურა ყინვებისაგან იღუპება -8, -9°-ზე, ფორთოხალი -10, -11°-ზე, მანდარინი -11, -12° 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 ენერი, ნემომპალა-კარბონატული, წითელმიწა ნიადაგებზე. უვარგისად ითვლება ქარბტენიანი ძლიერ ტუტიანი და ქვიშიანი ნიადაგები. ხელსაყრელია სამხრეთის, სამხრეთ-დასავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ფერდობები, ამასთან მცენარეები დაცული უნდა იყოს ძლიერი ქარების მოქმედებისაგან, ქარსაფარი ზოლების მოწყობით.

### 13.9. ჩაის კულტურა

*ჩაის კულტურა* – განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს სითბოს, ტენიანობას, სინათლეს და სხვა. სავეგეტაციო პერიოდში ჩაის მცენარის მოთხოვნილება სითბოსადმი განისაზღვრება ტემპერატურათა ჯამით, რომელიც საჭიროა ნორმალური ვეგეტაციისათვის. ჩაის კულტურა ვეგეტაციას იწყებს 10°-ზე ზევით ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის დადგომიდან და წყვეტს მას აღნიშნული ტემპერატურის დაბლა.

ჩაი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვს აქტიური ტემპერატურის 3200° და მეტ სითბოს ჯამს. ჰაერის ტემპერატურის 22-24° 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 ოპტიმალურია 80% ტენიანობა. დიდი მოთხოვნა ტენიანობაზე იმით აიხსნება, რომ იგი წარმოქმნის ნაზ დუყებს, რომლებიც ზრდისათვის მოითხოვენ ძალზე დიდი რაოდენობით წყალს. ჩაის კულტურა ნიადაგის ხანგრძლივ ჭარბ ტენიანობას ვერ ეგუება, რადგან ასეთი პირობებისას ნიადაგში იქმნება ჰაერის უკმარისობა, რის შედეგად ფესვთა სისტემა ვერ ვითარდება და ზოგჯერ იღუპება. იგი განსაკუთრებულ მოთხოვნას უყენებს ჰაერის ფარდობით ტენიანობას, დუყების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროებს 75-80% და მეტს.

ჩაის კულტურისათვის კრიტიკულ ტემპერატურას წარმოადგენს  $-18, -19^{\circ}$ . ღრმა თოვლის საბურველის (20-40 სმ და მეტი) ქვეშ შეიძლება დაუზიანებლად გადაიტანოს  $-23, -25^{\circ}$  ტემპერატურები. იგი საკმაოდ მგრძობიარეა ნიადაგის რეაქციისადმი. ნორმალურად ვითარდება მჟავე ნიადაგებზე (ენერი, ყვითელი, წითელმიწა ტიპის), რომელთა pH შეადგენს 4.7-5.3, ძალზე ცუდად იზრდება ტუტე და კირიან ნიადაგებზე.

## თაზი XIV

### აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების მეცნიერული საფუძვლები

აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მათი მეთოდების შედგენა დამყარებულია ჩამოყალიბებული აგრომეტეოროლოგიური 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 და სხვა). ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები. ნებისმიერი მეტეოროლოგიური პროგნოზების შედგენისათვის საჭიროა ინფორმაცია პრედიქტორებზე, ე.ი. საწყის მახასიათებლებზე (არგუმენტებზე), რომელიც ჩართულია საპროგნოზო განტოლებაში. პროგნოზი შეიძლება შედგეს რაიონების მიხედვით, აგრეთვე დიდი ტერიტორიისათვის (რეგიონი, რესპუბლიკა). პროგნოზის ხარისხი (გამართლება პროცენტებში) უმეტესად დამოკიდებულია საწყისი ინფორმაციის სიზუსტეზე. აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები იყოფა ხუთ ძირითად ჯგუფად:

1. აგრომეტეოროლოგიური 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. აბრომეტეოროლოგიური პირობების პრობნოზები

### 14.1.1. სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზი

სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზის პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს შემდეგში, რომ ტემპერატურის ჯამი საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ზე გადასვლის შემდეგ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეიძლება გადაიხაროს საშუალო სიდიდიდან დაახლოებით  $\pm 500-700^{\circ}$  და მეტით. აკად. თ. დავითაიას მიერ აღმოჩენილი იქნა მნიშვნელოვანი კორელაციური კავშირი გაზაფხულზე საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით დადგომის თარიღსა და სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში  $10^{\circ}$ -ს ზევით ტემპერატურის ჯამს შორის. ამ კავშირის ანალიზით გამოირკვა, რომ გაზაფხულზე, რაც უფრო ადრე იწყება ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ზე ზევით დადგომის თარიღი, მით უფრო დიდია  $10^{\circ}$ -ს ზევით ტემპერატურის ჯამი და პირიქით.

სხვადასხვა კლიმატური ზონების მიხედვით შედგენილია სავეგეტაციო პერიოდში სითბოს უზრუნველყოფის რეგრესიის განტოლებები.  $\Sigma t = -18.5D + 2760$  (სანქტ-პეტერბურგისათვის), სადაც  $\Sigma t$  – ტემპერატურის ჯამია,  $10^{\circ}$ -ს ზევით საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურის პერიოდში,  $D$  – დღეთა რაოდენობა 1 აპრილიდან ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ს ზევით გადასვლის თარიღამდე.

*მაგალითი.* დაუშვათ, ჰაერის ტემპერატურის გადასვლა  $10^{\circ}$ -ს ზევით აღინიშნა 23 მაისს, ე.ი.  $D=53$ . მოცემული განტოლების გამოყენებით მივიღებთ:

$$\Sigma t = -18.25 \cdot 53 + 2760 = 1793.$$



მაშასადამე, გაზაფხულზე ჰაერის ტემპერატურის 10°-ს ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღის დადგენის შემდეგ, შეიძლება გამოვიანგარიშოთ მოსალოდნელი ტემპერატურის ჯამი სავეგეტაციო პერიოდში.

### 14.1.2. ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი

ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი (ეს მეთოდი დამუშავებულია ლ.რაზუმოვას მიერ) მნიშვნელოვანია საგაზაფხულო კულტურების ოპტიმალური თესვის ვადების შერჩევისა და ნიადაგის წინასწარი დამუშავებისათვის. იგი უნდა შედგეს 1 მარტისათვის, თესვამდე 1-1.5 თვით ადრე. მისი ემპირიული ფორმულა:

$$y=0.115x+0.56d-20$$

სადაც  $y$  – ნიადაგის მეტრიან ფენაში პროდუქტიული ტენის მარაგის ცვლილება, შემოდგომაზე ნიადაგის ტენის განსაზღვრის თარიღიდან ნიადაგის გაყინვის წინ (საწყისი მონაცემები), გაზაფხულზე საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურის 5°-ზე გადასვლის თარიღამდე პერიოდში;  $d$  – შემოდგომაზე პროდუქტიული ტენის დეფიციტი ნიადაგის მეტრიან ფენაში;  $x$  – ნალექების რაოდენობა, რომელიც მოსულია შემოდგომაზე ნიადაგის ტენის განსაზღვრიდან 1 მმდე პერიოდში და 1 მარტიდან საშუალო დღე-ღამური ჰაერის ტემპერატურის 5°-ს ზევით გადასვლამდე, რომლის დროს განისაზღვრება საგაზაფხულო საველე სამუშაოები (მონაცემები, მიიღება ამინდის გრძელვადიანი პროგნოზის მიხედვით).

*მაგალითი.* დაუშვათ, ნიადაგის ტენი განვსაზღვროთ 10 ნოემბერს. ტენის მარაგი ნიადაგის მეტრიან ფენაში იყო 80 მმ; ნიადაგის უმცირესი ტენიაობა 170 მმ-ია (ცნობარის მიხედვით), 10 ნოემბრიდან პროგნოზის შედგენის თარიღამ-

დე ნალექების ჯამი 45 მმ იყო. გაზაფხულზე 5° გადასვლა აღინიშნებოდა 28 აპრილს, პროგნოზის შედგენის თარიღიდან 28 აპრილამდე ნალექები მოვიდა 30 მმ. ამრიგად, ნალექების ჯამი შემოდგომაზე იქნება ნიადაგის ტენის განსაზღვრის თარიღიდან ჰაერის ტემპერატურის 5°-ს გადასვლამდე  $x = 45 + 30 = 75$  მმ. ნიადაგის დეფიციტი  $d = 170 - 80 = 90$  მმ. სიდიდეების ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$y = 0.115 \cdot 75 + 0.56 \cdot 90 - 20 = 40 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, ნიადაგის მეტრიან ფენაში მოსალოდნელი პროდუქტიული ტენის მარაგი იქნება 120 მმ ( $80 + 40 = 120$ ).

## 14.2. ფენოლოგიური 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°. ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ ფორმულაში და მივიღებთ:

$$D = 20.IV + 3.33(5 - 4.5) = 22.IV \text{ მსხლის კულტურისათვის};$$

$$D = 20.IV + 4(6 - 4.5) = 26.IV \text{ ვაშლის კულტურისათვის};$$

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 გარგლის ყვავილობის ვადები, ემთხვევა ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის გადასვლას 5°-ზე. ატამი ყვავილობს XXX დღეს, ხოლო გარგალი 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,  $D_1$  – ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 5°-ზე გადასვლის თარიღი.

*მაგალითი.* დაუშვათ გორის რაიონში ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 5°-ზე გადასვლა აღინიშნება 14 მარტს. ამ მნიშვნელობის ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$D = 14.III + 30 = 13.IV \text{ ატმის კულტურისათვის};$$

$$D = 14.III + 27 = 10.IV \text{ გარგარის კულტურისათვის};$$

მაშასადამე, ატმის ყვავილობა მოსალოდნელია 13 აპრილს, ხოლო გარგარის 10 აპრილს.

## 14.2.2. ვაზის სიმნიფის დაწყების პროგნოზის მეთოდი

ვაზის კულტურის სიმნიფის საპროგნოზო მეთოდი დამუშავებულია თ.თურმანიძისა და ნ.ბიძინაშვილის მიერ, ყველაზე გავრცელებული ჯიშებისათვის. კახეთის და ქვემო ქართლისათვის აღებულია ჯიში – “რქანითელი”, ცენტრალური და ზემო ქართლისათვის – “ალიგოტე”; დასავლეთ საქართველოს დაბლობი რაიონებისათვის – “ცოლიკაური”, რაჭა-ლეჩხუმისათვის – “ალექსანდროული”.

დადგენილია, კვირტების გაშლა-სიმნიფის დაწყების პერიოდის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება კვირტების გაშლის თარიღზე და კვირტების გაშლა – ყვავილობის დამთავრების პერიოდის ხანგრძლივობაზე, აგრეთვე ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობაზე ამ პერიოდში. შედგენილია რეგრესიის განტოლებები ვაზის სტანდარტული ჯიშების სიმნიფის დაწყების თარიღის გაანგარიშებისათვის, საქართველოს მევენახეობის ძირითადი რაიონების მიხედვით:

$y = -1.38x + 219$  დასავლეთ საქართველოს დაბლობი რაიონებისათვის;

$y = -0.87x + 156$  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 მესხეთის რაიონებისათვის. ვაზის

სიმნიფის დაწყების პროგნოზის მეთოდის მოიცავს ორ ეტაპს.

*მაგალითი.* შევადგინოთ პროგნოზი თელავის რაიონისათვის. გაანგარიშების I ეტაპი: დაუშვათ, მოცემულ რაიონში ვაზის კვირტების გაშლა აღვნიშნეთ 22 აპრილს, ე.ი. 20 მარტიდან 22 აპრილამდე იქნება  $33(x=33)$ . ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ სათანადო განტოლებაში (კახეთისათვის) და მივიღებთ:

$$y = -0.87 \cdot 33 + 156 = 127$$

მაშასადამე, მოსალოდნელი ხანგრძლივობის პერიოდი ვაზის კვირტების გაშლიდან სიმნიფის დაწყებამდე შეადგენს 127 დღეს. მოცემულ დღეთა რაოდენობას გადავთვლით 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 დაბლობი რაიონებისათვის;

$y = 1.19x + 0.002z + 58$  კახეთისათვის;

$y = 1.82x - 0.030z + 52$  ქართლის დაბლობისათვის;

$y = 1.71x - 0.054z + 81$  ცენტრალური ქართლისა და მესხეთისათვის;

$y = 1.20x + 0.022z + 36$  რაჭა - ლეჩხუმისათვის;

მოცემულ განტოლებაში  $y$  – მოსალოდნელი სიმნიფის დაწყების თარიღია,  $x$  – კვირტების გაშლა-ყვავილობის დამთავრების პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეებში);  $z$  – ჰაერის საშუალო დღე-ღამური აქტიური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობა კვირტების გაშლა-ყვავილობის დამთავრების პერიოდში.

*მაგალითი.* დაუშვათ, თელავის რაიონში ყვავილობის დამთავრება აღნიშნეთ 15 ივლისს, მაშინ ვაზის კვირტების გაშლიდან (22.IV) ყვავილობის დამთავრებამდე დღეთა რაოდენობა იქნება 54, ხოლო საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის ჯამის მნიშვნელობა ამ პერიოდისათვის შეადგენს 980°. მონაცემების ჩასმით შესაბამის განტოლებაში მივიღებთ:

$$y = 1.19 \cdot 54 + 0.002 \cdot 980 + 58 = 124$$

მაშასადამე, ვაზის კვირტების გაშლიდან სიმწიფის დაწყებამდე ხანგრძლივობის პერიოდი შეადგენს 124 დღეს. ამ მიღებულ დღეთა რაოდენობას გადავთვლით კვირტების გაშლიდან და მივიღებთ მოსალოდნელი სიმწიფის დაწყების თარიღს 24 აგვისტოს. პროგნოზი დგება ყვავილობის ბოლოს, ივნისში. პროგნოზის წინასწარობის დრო შეადგენს 2-2.5 თვეს.

### **14.2.3. ლიმონის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობის და ნაყოფების სიმწიფის 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 სიმწიფის პროგნოზი – სიმწიფის თარიღების დამოკიდებულებაზე პერიოდის ხანგრძლივობისაგან 1 მარტიდან ლიმონისა და ფორთოხლისათვის და 1 აპრილიდან სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობისათვის თარიღამდე.

აღნიშნული კულტურების ყვავილობის ვადების პროგნოზისათვის გამოიყენება რეგრესიის განტოლებები კონკრეტულ პუნქტებში:

*ლიმონისათვის*

$y = -0.72x + 94$  ანასეული, ჩაქვი, ჭარნალი, სოხუმი;

$y = -0.68x + 92$  ახალი ათონი;

*ფორთოხლისათვის*

$y = -0.81x + 101$  ანასეული, ჩაქვი, ჭარნალი;

*სუბტროპიკული ხურმისათვის*

$y = -0.62x + 86$  სოხუმი, ზუგდიდი;

$y = -0.58x + 86$  ხონი, სამტრედია;

$y = -55x + 91$  ანასეული, ჩაქვი;

$y = -0.77x + 74$  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 რაიონი). 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:  $y = -0.72 \cdot 52 + 94 = 57$  დღეს. მიღებულ დღეთა რაოდენობას (57) გადავთვლით ლიმონის კვირტების გახსნის თარიღიდან (24.III) და მივიღებთ ყვავილობის მოსალოდნელ თარიღს – 20 მაისს.

ლიმონის კულტურის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ნაყოფების სიმწიფის ვადების პროგნოზის შესადგენად, კონკრეტული პუნქტების მიხედვით იყენებენ რეგრესიის განტოლებებს:

*ლიმონისათვის*

$y = -0.73x + 245$  ანასეული, ჩაქვი, ქარნალი, სოხუმი;

$y = -0.76x + 224$  ახალი ათონი;

*ფორთოხლისათვის*

$y = -0.81x + 257$  ჩაქვი, ქარნალი, ანასეული, სოხუმი;

*სუბტროპიკული ხურმისათვის*

$y = -0.73x + 180$  ზუგდიდი;

$y = -0.91x + 179$  სამტრედია;

$y = -0.83x + 192$  ხონი;

$y = -0.83x + 205$  სოხუმი, ოჩამჩირე;

$y = -0.71x + 178$  ანასეული, ჩაქვი;

$y = -2.02x + 250$  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  $\pm 7$  დღეს, ხოლო სიმწიფის  $\pm 9$  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.ცერცვაძის) შემუშავებული იქნა დამოკიდებულება, თუთის ვეგეტაციის პერიოდის დასასრულსა და დაწყებას შორის. თუთის პირველი ფოთლის გაშლის მოსალოდნელი თარიღისათვის შედგენილი იქნა შემდეგი ფორმულა:

$$D = 1.IV + (57 + D_1)$$

სადაც  $D$  – თუთის პირველი ფოთლის გაშლის თარიღია,  $D_1$  - დღეთა რაოდენობა 1 ოქტომბრიდან დღე-ღამური საშუალო ჰაერის ტემპერატურის  $10^{\circ}$ -ზე ქვევით გადასვლამდე.

*მაგალითი.* დაუშვათ ლაგოდეხის რაიონში ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა  $10^{\circ}$ -ზე ქვემოთ გადავიდა 24 ოქტომბერს. ამ მნიშვნელობის ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$D = 1.IV + (57 - 24) = 1.IV + 33 = 3 \text{ მაისს.}$$

მაშასადამე, თუთის პირველი ფოთლის გაშლა მოსალოდნელია 3 მაისს.

გაზაფხულზე თუთის ფოთლის გაშლის დადგენას მეაბრეშუმეობისათვის 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 ნაკლებადყუათიანია. ყოველივე ამას შეუძლია შეაფერხოს ჭიის განვითარება და დააკნონოს იგი.

## 14.3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის და მისი ხარისხის პრობნოზები

### 14.3.1. საშემოდგომო ხორბლის საშუალო რესპუბლიკური მოსავლის პროგნოზის მეთოდი

საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის პროგნოზის მეთოდის (შ.ცერცვაძის 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 (მარტი და აპრილი). 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 საშემოდგომო ხორბლის საშუალო რესპუბლიკური 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-ში,  $x_3$  – 5 მმ და მეტი ნალექიანი დღეთა რაოდენობა (მარტი და აპრილი).

საშემოდგომო ხორბლის საშუალო რესპუბლიკური მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის, საჭიროა მივიღოთ ცნობები საშემოდგომო ხორბლის მწარმოებელი რაიონების მიხედვით, ზემოაღნიშნულ ფაქტორებზე (მარტი და აპრილის). მიღებული ცნობები, რაიონების მიხედვით, უნდა გავასაშუალოოთ და ჩავსვათ ფორმულაში, სადაც მივიღებთ საშე-

მოდგომო ხორბლის საშუალო რესპუბლიკურ მოსავალს 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 საგველას ფაზაში სიმალლეზე (სმ) და სიხშირეზე, მინათმოქმედების კულტურაზე.

მოცემული მაჩვენებლების საფუძველზე, შედგენილია (გ.მელაძე, შ.ცერცვაძე, შ.თევზაძე) სიმინდის მოსავლის 1, 2, და 3 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 სიმალლე (სმ) საგველას ფაზაში,  $y$  – მცენარეების სიხშირე საგველას 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 სიმალლე (სმ) რძისებრი სიმნიფის ფაზაში,  $y$  – მცენარეების სიხშირე რძისებრი სიმნიფის ფაზაში,  $t$  – დრო (მოცემული წლის რიგითი ნომერი).

*მაგალითი.* შევადგინოთ პროგნოზი ერთი თვით ადრე (რაიონების მიხედვით მიღებულ სიდიდეებს გავასამუშაოთ). დაუშვათ, მცენარეების საშუალო სიმალლე რძისებრი სიმნიფის ფაზაში რაიონების მიხედვით განვსაზღვრეთ 250 სმ; სიხშირე 100 მ<sup>2</sup>-ზე 200 მცენარე. პროგნოზს ვადგენთ 2007 წლისათვის ( $t = 2007$  წ).

ჩავსვავთ მოცემულ სიდიდეებს ერთ თვიანი პროგნოზის ფორმულაში, სადაც გვექნება:

$$U = 0.047 \cdot 250 - 0.0023 \cdot 200 + 0.565(2007 - 2000) + 5.5 = 20.7 \text{ ტ/ჰა.}$$

ამ საჰექტრო მოსავალს გავამრავლებთ მოცემული წლის სიმინდის ნათესის ფართობზე და მივიღებთ მოსალოდნელ საერთო მოსავალს. ანალოგიურად შედგება სიმინდის მოსავლის 2 და 3 თვიანი პროგნოზებიც.

### 14.3.3. კარტოფილის კულტურის მოსავლის საშუალო რესპუბლიკური აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის მეთოდი

საქართველოს კარტოფილის წარმოების რაიონებში კარტოფილის მოსავალი მჭიდრო კავშირშია ივნის-ივლისის პერიოდის ატმოსფერულ ნალექებთან და მცენარეების სიმალლესთან 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 მოსავალი (ტ/ჰა),  $x$  – ნალექების ჯამი (მმ) ივნის-ივლისის პერიოდში,  $y$  – მცენარეების სიმაღლე (სმ) ყვავილობის დასაწყისში. კარტოფილის მოსალოდნელი მოსავლის პროგნოზის შედგენისათვის მეკარტოფილეობის წარმოების რაიონებიდან უნდა გვექონდეს საჭირო ცნობები ატმოსფერული ნალექების შესახებ (VI-VII პერიოდში) და მცენარეების სიმაღლე (სმ-ში) ყვავილობის დასაწყისში. ეს მონაცემები გასაშუალებდა, ჩაისმება მოცემულ განტოლებაში და მივიღებთ საშუალო რესპუბლიკურ მოსალოდნელ მოსავალს (ტ/ჰა). პროგნოზი შეიძლება შედგეს ცალკეული რაიონების მიხედვით. მოსავლების გასაშუალების შემდეგ მიიღება იგივე საშუალო რესპუბლიკური მოსალოდნელი მოსავალი (ტ/ჰა).

*პროგნოზის შედგენის ტექნიკა.* დაუშვათ, 2007 წლის ივნის-ივლისის თვეებში მეკარტოფილეობის რაიონების მიხედვით, ნალექების საშუალო რაოდენობამ შეადგინა 175 მმ, ხოლო მცენარეების სიმაღლემ საშუალოდ 54 სმ (ყვავილობის დასაწყისში). მოცემულ სიდიდეებს ჩავსვავთ განტოლებაში:

$$U = 0.17 \cdot 175 + 1.58 \cdot 54 - 19 = 98$$

მივიღებთ კარტოფილის მოსალოდნელ მოსავალს 98(ტ/ჰა). პროგნოზი შედგება აგვისტოს პირველ დეკადაში ორ თვემდე ადრე, რომლის ცთომილება 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 ივნისს-ივლისში. ამი-

ტომ 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, ნათელ, 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, ნალექებიან დღეთა ( $>5$  მმ) რაოდენობამ 10, ნათელ დღეთა რაოდენობამ 8. ამ მონაცემებს ჩავსვავთ ფორმულაში და მივიღებთ 7.2 ტ/ჰა. რაიონების მიხედვით, მოსავლის გასაშუალების შემდეგ მივიღებთ საშუალო რესპუბლიკურ მოსავალს (ტ/ჰა). ამ უკანასკნელს გავამრავლებთ მთლიან ნათეს ფართობზე და მივიღებთ რესპუბლიკაში მოსალოდნელ საერთო მოსავალს. პროგნოზი შედგება აგვისტოს პირველ დეკადაში. ზემოაღნიშნული ფაქტორები იძლევიან პროგნოზის გამართლების გარანტიას კარგი მინათმოქმედების კულტურის პირობებში.

## 14.4. ზამთრის პერიოდში კულტურების გამოზამთრების პრობნოზი

### 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 დღე-ღამური ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 5° გადასვლიდან ნოემბრის მეორე დეკადამდე, აგრეთვე ოქტომბრის აბსოლუტურ მინიმალურ ტემპერატურაზე. ყველაზე თბილი ზამთარი იქნება, როცა ტემპერატურის 5°-ზე გადასვლა აღინიშნება დეკემბრის პირველ დეკადაში, ე.ი. ერთი თვით გვიან.

აღნიშნული მეთოდი ითვალისწინებს ზამთრისადმი მცენარეების მომზადების ხარისხის შეფასებას. კერძოდ, საჭიროა გაიზომოს ვაზის ყლორტის მომნიშვნელო ნაწილების სიგრძე ფოთლის ცვენის პერიოდში. თუ ვაზის ძლიერ მოზარდი ჯიშის ყლორტების მომნიშვნელო 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 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 ოქტომბერში,  $y$  – ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის  $5^{\circ}$ -ზე გადასვლის თარიღი.

*მაგალითი.* დაუშვათ, ახალციხეში ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა  $5^{\circ}$ -ზე გადასვლის თარიღი აღინიშნა 14 ნოემბერს. ოქტომბერში აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა იყო  $1.5^{\circ}$ . მოცემულ სიდიდეებს ჩავსვავთ ახალციხისათვის რეგრესიის განტოლებაში (ტემპერატურის გადასვლას  $5^{\circ}$ -ზე ჩავწერთ რიცხვის სახით, რომელიც აითვლება 20 ოქტომბრიდან), სადაც მივიღებთ:

$$T = 0.07 \cdot 1.5 + 0.2 \cdot 25 - 22.8 = -17.8$$

მაშასადამე, მოსალოდნელი აბსოლუტური მინიმალური ჰაერის ტემპერატურა იქნება  $-17.8^{\circ}$ . მოცემული ტემპერატურის დროს ვაზის ყლორტების მომნიჭებული 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 მომნიჭებისას ყინვები  $-19^{\circ}$ -მდე სერიოზულად ვერ დააზიანებს მათ.



## 14.5. მცენარეების დაავადებათა გამოვლენის პროგნოზი

### 14.5.1. პომიდორის კულტურის ფიტოფტორას დაავადების გამოვლენის პროგნოზი

პომიდორის ფიტოფტორით დაავადება განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ტენიან რაიონებში. იგი ძლიერ აზიანებს მოსავალს. ფიტოფტორა გამოვლინდება (ვ.კრასიანსკაია), მაშინ როცა ადგილი აქვს 4-7 დღის განმავლობაში შემდეგ მეტეოროლოგიურ პირობებს: ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა არა უმეტეს 25°, მინიმალური არა ნაკლები 10°, ჰაერის საშუალო დღე-ღამური 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 (%).

$$ფ=0.16P_1+0.15P_2-9.68t_1-14.30t_2+493.52$$

სადაც ფ – ფიტოფტორას განვითარებაა %-ში,  $P_1$  – ნალექების ჯამია ივლისის თვეში,  $P_2$  – აგვისტოში,  $t$  – 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).

**აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები**

**15.1. აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სახეები**

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 შესწავლილ იქნას გარემო პირობების გავლენა მცენარეებსა და ცხოველებზე. მარტივ ფორმებში წარმოებულ ფენოლოგიურ დაკვირვებებსაც დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მაგალითისათვის, თუ ავიღებთ ვაზის კულტურას ან ვაშლის ხეს, ჩავინიშნავთ კვირტის გაღვივების თარიღს, შემდეგ ფოთოლცვენის დასაწყისს ჩვენ გავიგებთ ამ კულტურათა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობას და შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ აქტიურ და ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი, მოსული ნაღებების რაოდენობა ამ პერიოდში და სხვა. მნიშვნელოვანია დაკვირვება გაზაფხულის დადგომაზე. ეს დრო მეტისმეტად მერყევია და საშუალოდ ქართლისათვის უდრის 15 დღეს, ე.ი. ცალკეულ წლებში გაზაფხული შეიძლე-

ბა დაინყოს 15 და მეტი დღით ადრე, ზოგჯერ 15 და მეტი დღით გვიან. ეს მდგომარეობა მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების დადგომის დროს, განსაკუთრებით თესვის დაწყებისას, მცენარეთა გასხვლისას და სხვა. ამინდის ასეთ სვლაზე მჭიდროდაა კავშირში 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 გაღვივების დღიდან ფოთოლცვენის დაწყებამდე, რასაც სავეგეტაციო პერიოდი ეწოდება. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ყოველ ცალკე აღებულ მცენარეში ადგილი აქვს განვითარების განსაზღვრულ პერიოდებს, რომლებსაც ფაზები ეწოდებათ. ხორბლეულის ფენოლოგიური დაკვირვების დროს აღინიშნება შემდეგი ფაზები: თესვა, აღმოცენება, 2-3 ფოთლის განვითარება, დამუხვლა, დათავთავება, ყვავილობა, რძისებრი სიმწიფე, სრული სიმწიფე, მოსავლის აღება. ხეხილისათვის: კვირტის გაღვივება, კვირტის გაშლა, I 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:

1. მცენარის საშუალო სიმაღლე - რომელსაც საზღვრავენ შემდეგნაირად: ნათესიდან იღებენ 10-15 მცენარეს, ზომავენ თვითეულის სიმაღლეს და ყოფენ ადებულ მცენარეთა რიცხვზე;

2. სიხშირე – მისი განსაზღვრისთვის, თუ მცენარის თესლი მანქანითაა დათესილი, სამ სხვადასხვა ადგილზე, ნათესის ორი მეტრის სიგრძეზე ითვლიან მცენარეთა რაოდენობას, შეკრებენ და ყოფენ ვარიანტთა რაოდენობაზე. მობნევით დათესვისას სამ სხვადასხვა ადგილზე, ყოველ მ<sup>2</sup> ითვლიან მცენარეთა საერთო რაოდენობას, რის შემდეგაც განსაზღვრავენ საშუალოს.

3. დაზიანებულ ან დაავადებულ მცენარეთა %-ის გამოანგარიშება – იმავე ხერხით წარმოებს, როგორც სიხშირის განსაზღვრა. ვთქვათ, ერთ ადგილზე 1 მ<sup>2</sup> -ში 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 1 მ<sup>2</sup>-ში მოქცეულ მცენარეთა რაოდენობაზე.

მნიშვნელოვანია, აგრეთვე მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ატმოსფეროს სტიქიური მოვლენების აღრიცხვა, როგორცაა: ძლიერი ქარი, ხანგრძლივი გვალვა, წყალდიდობა, სეტყვა, ყინვები და სხვა, ასევე კულტურის ქვეშ ჩატარებული მუშაობის აღრიცხვა – ხვნა, ფარცხვა, კულტივაცია, მორწყვა, შენამვლა და სხვა, რაც საბოლოოდ გამოყენებას ჰპოვებს 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: 1. ფენოლოგიური დაკვირვება უნდა წარმოებდეს ერთსა და იმავე მცენარეზე წლების მანძილზე, 2. დაკვირვება უნდა ხდებოდეს ერთსა და იმავე საცდელ ნაკვეთზე, 3. 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 გამოთვლილი არა აბსოლუტური ნუ-ლიდან, არამედ იმ ტემპერატურიდან, რომლის დროსაც მცენარეში იწყება სასიცოცხლო პროცესები, ანუ წვეთა მოძრაობა. ამას ეწოდება სასიცოცხლო ნული. ეს ტემპერატურა სხვადასხვა მცენარისათვის სხვადასხვაა, მაგალითად: ხეხილისათვის იგი ტოლია  $+5^{\circ}$ , ვაზისათვის  $+8^{\circ}$ , ციტრუსოვანი კულტურებისათვის  $+10^{\circ}$  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 სჭირდება 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 ფენონომალია ეწოდება. იგი დამოკიდებულია ადგილობრივ კლიმატზე და ამინდის მსვლელობაზე. თუ ტერიტორიის ჰავა კონტინენტურია, მაშინ ანომალია მეტია. მაგალითისათვის განვიხილოთ ქართლის ჰავა. აქ გაზაფხული ცალკეულ წლებში დაახლოებით 15 დღის დაგვიანებით დგება, ზოგჯერ ამდენივე დღით ადრე. აქედან ცხადია, რომ ფენოთარიღი მუდამ იხრება მრავალწლიურ საშუალო ფენოლოგიურ თარიღთან შედარებისას. მაგალითად, ვაშლის საშუალო მრავალწლიური ყვავილობის დასაწყისის ფენოლოგიური თარიღია 25 მარტი, მაგრამ ერთ-ერთ წელს აყვავდა 30 მარტს. ამ შემთხვევაში ფე-

ნონანომალია უდრის 5 დღეს, ზოგჯერ 1-2 დღით იფარგლება, რაც უმნიშვნელო მოვლენად უნდა ჩაითვალოს.

ფენოლოგიური თარიღის მდგრადობას დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში, რადგან მასთანაა დაკავშირებული სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარება.

ბუნებაში შეიმჩნევა ისეთი სეზონური მოვლენები, რომელიც ამცნობენ ამა თუ იმ სასოფლო - სამეურნეო სამუშაოების 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 ბალახი მეტ მოსავალს იძლევა, საშუალო დროს მოთიბული ნაკლებს, ხოლო გვიან მოთიბული კიდევ უფრო ნაკლებს.

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 დღე-ღამეს უდრის. თუ მიმდინარე წელს ვაშლმა გამოიღო ყვავილი არა 10 აპრილს, არამედ 15 აპრილს, შეგვიძლია დავადგინოთ ვაშლის მოკრეფის დრო. ამისათვის ვიღებთ 15 აპრილს, დავუმატებთ მას 125 დღე-ღამეს, რომელიც საჭიროა ვაშლის დამწიფებისათვის, მივიღებთ 20 აგვისტოს. ამით წინასწარ ვადგენთ ვაშლის მოკრეფის სამუშაო დროს. კულტურულ მცენარეებზე ფენოლოგიური პროგნოზების გამართლება 80-85% შეადგენს.

წლის თბილი პერიოდის აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა ნუსხაში შედის:

1. ნათესების დასარეველიანების განსაზღვრა – ფენოლოგიური დაკვირვებების დროს დასარეველიანების ხარისხი განისაზღვრება ვიზუალურად 0-დან 4 – ბალამდე;
2. მცენარეთა დაზიანების განსაზღვრა – გამოწვეული არასასურველი მეტეოროლოგიური მოვლენებით. აღინიშნება მცენარის დაზიანების ხასიათი და ხარისხი წაყინვებით, გვალვით, ხორშაკით (ცხელი ქარი), სეტყვით, თქეში წვიმებით, ძლიერი ქარით და სხვა;
3. დაკვირვება მინდვრის სამუშაოების მსვლელობაზე – მათი ხარისხიანად ჩატარების შეფასებით და მათზე ამინდის პირობების გავლენის მიხედვით;
4. დაკვირვება საქონლის ძოვების პირობებზე – საძოვრების მდგომარეობის გათვალისწინებით;
5. დაკვირვება ნიადაგის ტენიანობაზე – თესლბრუნვის მინდვრებზე, იგი შედგება ორი მეთოდისაგან: ერთი – ვიზუალური დაკვირვებათა და მეორე ინსტრუმენტალური გაზომვით.

წლის ცივ პერიოდში ტარდება შემდეგი აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები:

1. ნიადაგის ტემპერატურაზე – მისი გაყინვისა ან გაღობის სიღრმის მიხედვით და თოვლის საბურველზე ხეხილის ბალებში და საშემოდგომო ხორბლის ნათესებში;
2. ხეხილოვანი და საშემოდგომო კულტურების მდგომარეობაზე – მათი სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრით.

აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებებიდან მნიშვნელოვანია, აგრეთვე ნათესების მდგომარეობის რაოდენობრივი შეფასების მეთოდი, რომელიც ტარდება მცენარის პროდუქტიულ ელემენტებზე დაკვირვებების მიხედვით, მაგალითად: მცენარის სიმალლე, თავთავების რაოდენობა, თავთავებში მარცვლების რაოდენობა, ძირხვენის დიამეტრი, ნათესების სიხშირე და ა.შ.

აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების მეთოდების შემდგომი სრულყოფა და განვითარება მიმდინარეობს სამი მიმართულებით:

1. ინერგება დიდ ფართობებზე დისტანციური აღრიცხვის მეთოდები ნიადაგში ტენის მარაგის, თოვლში წყლის მარაგის, ტემპერატურისა და ა.შ. განაწილებისა;
2. მუშავდება დისტანციური მეთოდები, ნათესების მდგომარეობის სივრცობრივი შეფასებისა დიდ ფართობებზე საავიაციო გამოკვლევების საფუძველზე;
3. წარმოებს მუშაობა შედარებით მსხვილი რეგიონების ტერიტორიებზე ნათესების შეფასების შესაძლებლობისა კოსმოსური 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 კოსმოსური გამოკვლევები დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების გამოყენებით, ისეთი საკითხების სფეროში როგორცაა: სხვადასხვა დაავადებებით დაზიანებულ მცენარეთა ფართობების განსაზღვრა, მცენარეული საფარისა და ნიადაგის ტემპერატურის, აგრეთვე ტენის მარაგის გაზომვა, ნათესების მდგომარეობის შეფასება და სხვა.



## ლიტერატურა

- აგრომეტეოროლოგიის, კლიმატოლოგიისა და ზოგადი მეტეოროლოგიის საკითხები - საქართველოს მეცნ. აკად. ჰმი-ს შრომები, ტ. 105, თბ., 2002წ.
- გვალვის და მასთან ბრძოლის პრობლემები - საქართველოს მეცნ. აკად. ჰმი-ს შრომები, ტ. 107, თბ., 2002წ.
- გუნია გ. - საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების ანთროპოგენური ფაქტორების მონიტორინგის შესახებ. საქართველოს მეცნ. აკად. ჰმი-ს შრომები, ტ. 104, თბ., 2001წ.
- გუნია გ. - ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. საქართველოს მეცნ. აკად. ჰმი., თბ., 2005წ.
- გუგავა ე., მელაძე გ. - მცენარეთა ეკოლოგია. გამომც. "მერაბ აბელაშვილი", თბ., 2003წ.
- ელიზბარაშვილი ე. - საქართველოს კლიმატური რესურსები. ჰმი., თბ., 2007წ.
- თურმანიძე თ. - ვაზის ეკოლოგია. თბ., 2003წ.
- კოტარია ა. - მეტეოროლოგიის საფუძვლები. გამომც. თსუ, თბ., 1992წ.
- კელენჯერიძე კ., ჯიქია ე., მგელაძე თ. - სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომც. "ცოდნა", თბ., 1964წ.
- მელაძე გ., გოგლიძე ე. - აგრომეტეოროლოგია. გამომც. "განათლება", თბ., 1991წ.
- მელაძე გ. - ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლებით. ჰიდრომეტ. დეპარტამენტის ბეჭდვისა და პოლიგრაფიის უბანი, თბ., 1998წ.
- მჭედლიძე მ., დოლონაძე ზ. - ეკოლოგია მეტეოროლოგიისა და ბუნების დაცვის საფუძვლებით. გამომც. "განათლება", თბ., 1995წ.
- ჩხაიძე გ. - სუბტროპიკული კულტურები. ნაწილი I, II, თბ., 1996წ.

- ჯიქია ე. – სატყეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომც. “განათლება”, თბ., 1969წ.
- ჯავახიშვილი შ. – ლექციების კურსი მეტეოროლოგიასა და კლიმატოლოგიაში. გამომც. თსუ, თბ., 1984წ.
- Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. – Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами. Изд. «Мецниереба», Тб., 1982г.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. – Основы общей экологии. Изд. «Логос», М., 2005г.
- Меладзе Г.Г. – Экологические факторы и производство сельскохозяйственных культур. Гидрометеиздат, Л., 1991г.
- Перцик Е.Н., – Среда человека: предвидимое будущее. Изд. «Мысль», М., 1990г.
- Павлова М.Д., – Практикум по агрометеорологии. Гидрометеиздат, Л., 1984г.
- Руководство по агрометеорологическим прогнозам – Гидрометеиздат, т. I, II, Л., 1984г.
- Турманидзе Т.И. – Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР. Гидрометеиздат, Л., 1978г.
- Турманидзе Т.И. – Климат и урожай винограда. Гидрометеиздат, Л., 1981г.
- Хефлинг Г. – Тревога в 2000 году. Изд. «Мысль», М., 1990г.
- Чирков Ю.И. – Агрометеорология. Гидрометеиздат, Л., 1986г.
- Climite Change. II Assesiment Report of the IPCC, vol. I, Cambridge Univers., press., UK, 1996.
- Kogan F. – Global Drought Watch from Space. Bull.Amer. Meteorology, 2001.
- Harpal S. Mavi, Graeme I.Tupper – Agrometeorology. Principles and Applications of Climate Staties in Agriculture. Haworth Press Ins., Austria, 2004.

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი ..... 3

**თავი I აგრომეტეოროლოგია, რიზორც სოფლის  
მეურნეობის ღარბი** ..... 7

- 1.1. აგრომეტეოროლოგიის საგანი, კვლევის მეთოდები  
და ძირითადი ამოცანები ..... 7
- 1.2. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები ..... 13
- 1.3. გარემო ფაქტორების ძირითადი კანონზომიერებები. 15
- 1.4. აგრომეტეოროლოგიის განვითარების ძირითადი  
ეტაპები..... 16

**თავი II ატმოსფერო** .....22

- 2.1. ატმოსფეროს შედგენილობა და აღნაგობა ..... 22
- 2.2. ატმოსფეროს სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილების  
სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა ..... 29
- 2.3. ატმოსფეროს წნევა და მისი გაზომვის მეთოდები..... 32
- 2.4. ადიაბატური პროცესები ატმოსფეროში ..... 35

**თავი III მზის ენერგია ატმოსფეროში და ნიადაგის  
ზედაპირზე** .....36

- 3.1. მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა..... 36
- 3.2. მზის პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია..... 38
- 3.3. მთლიანი რადიაცია, არეკვლილი რადიაცია,  
აღბედო ..... 40
- 3.4. დედამიწისა და ატმოსფეროს გრძელტალღოვანი  
გამოსხივება ..... 42
- 3.5. რადიაციული ბალანსი და მისი შემადგენელი  
ნაწილები. მზის რადიაციის გაზომვის მეთოდები .... 43
- 3.6. მზის რადიაციის განაწილება და მცენარეების  
მიერ მისი შთანთქმა ..... 46
- 3.7. მზის ენერგიის მნიშვნელობა ბიოსფეროსათვის და  
მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში ..... 48

**თავი IV ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი .....50**

- 4.1. ნიადაგის გათბობა და გაცივება ..... 50
- 4.2. ნიადაგის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები ..... 57
- 4.3. რელიეფის, მცენერეული და თოვლის საფარის გავლენა ნიადაგის სითბურ რეჟიმზე ..... 59
- 4.4. ნიადაგის ტემპერატურის თერმოიზოპლეტები. გაყინვა და სიღრმის მიხედვით გაღობა ..... 62
- 4.5. ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა ..... 65
- 4.6. ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები ..... 69

**თავი V ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმი .....73**

- 5.1. ჰაერის გათბობის და გაცივების პროცესები..... 73
- 5.2. ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდები ..... 76
- 5.3. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ..... 78
- 5.4. ჰაერის ტემპერატურის ინვერსია ..... 82
- 5.5. ჰაერის ტემპერატურის აღმასვლის ოთხი სტადია ..... 83
- 5.6. თოვლის საფარის ზედაპირის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე ..... 84
- 5.7. ჰაერის ტემპერატურის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე ..... 86
- 5.8. ტემპერატურათა ჯამი და მისი მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ..... 91
- 5.9. მცენარეების მოთხოვნილება სითბოსადმი. სითბოს უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი ..... 98

**თავი VI წყლის ორთქლი ატმოსფეროში .....102**

- 6.1. ჰაერის ტენიანობა და მისი განსაზღვრის მეთოდები. 102
- 6.2. ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის მნიშვნელობა სასოფლო სამეურნეო კულტურებისათვის ..... 106
- 6.3. აორთქლება ..... 108
- 6.4. წყლის ორთქლის კონდენსაცია. ჰიდრომეტეორები... 111
- 6.5. ღრუბლები და მათი კლასიფიკაცია ..... 112

<b>თავი VII ნალექები</b> .....	114
7.1. ნალექის ტიპები .....	114
7.2. ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა და მათი მნიშვნელობა .....	116
7.3. თოვლის საბურველის მნიშვნელობა სასოფლო- სამეურნეო კულტურებისათვის .....	122
7.4. ნიადაგის ტენიანობა და მისი განსაზღვრის მეთოდები .....	125
7.5. ნიადაგის პროდუქტიული ტენი .....	127
 <b>თავი VIII ქარი</b> .....	 130
8.1. ქარი და მისი წარმოქმნის მექანიზმი .....	130
8.2. ქარის სახეები და მათი დახასიათება .....	133
8.3. რელიეფის, მცენარეების გავლენა ქარზე და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში .....	136
8.4. ქართა სქემა .....	138
 <b>თავი IX სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო     მეტეოროლოგიური მოვლენები</b> .....	 141
9.1. წაყინვების ტიპები და მათი წარმოქმნის პირობები ..	141
9.2. წაყინვების გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები.....	142
9.3. მოსალოდნელი წაყინვების პროგნოზები .....	148
9.4. გვალვა და ხორშაკი .....	153
9.5. თავსხმა წვიმა. სეტყვა .....	157
9.6. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაზიანების გამომწვევი არახელსაყრელი მოვლენები ზამთრის პერიოდში.....	159
 <b>თავი X კლიმატი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა     სოფლის მეურნეობაში</b> .....	 162
10.1. ცნება კლიმატზე და მისი კლასიფიკაცია .....	162

10.2.	კლიმატის შეფასება სოფლის მეურნეობის წარმოების მიზნით .....	164
10.3.	აგროკლიმატური რესურსების შეფასების მეთოდები .....	167
10.4.	აგროკლიმატური დარაიონება .....	170
10.5.	კლიმატის მოსალოდნელი გლობალური ცვლილება .....	172
<b>თავი XI მიკროკლიმატი .....</b>		<b>177</b>
11.1.	მიკროკლიმატის მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში და მისი შესწავლის მეთოდები .....	177
11.2.	ნიადაგის კლიმატი .....	180
11.3.	ტყის კლიმატი .....	181
<b>თავი XII ამინდი .....</b>		<b>184</b>
12.1.	ჰაერის მასები და მათი ფორმირება .....	184
12.2.	ფრონტები. ციკლონი, ანტიციკლონი .....	186
12.3.	ამინდის პროგნოზირება .....	191
<b>თავი XIII ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აბრომეტეოროლოგიური პირობებისა და მოთხოვნილება .....</b>		<b>194</b>
13.1.	მარცვლეული კულტურები.....	195
13.2.	ბოსტნეული კულტურები .....	198
13.3.	ძირხვეწა და ტუბერა კულტურები .....	202
13.4.	პარკოსანი კულტურები .....	204
13.5.	ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები .....	205
13.6.	სართავი კულტურა .....	207
13.7.	ხილ-კენკროვანი კულტურები .....	207
13.8.	ციტრუსოვანი კულტურები.....	212
13.9.	ჩაის კულტურა .....	213
<b>თავი XIV აბრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების მცნიერული საფუძვლები .....</b>		<b>215</b>

14.1. აგრომეტეოროლოგიური პირობების პროგნოზები .....	216
14.1.1. სავეგეტაციო პერიოდის სითბოს უზრუნველყოფის პროგნოზი .....	216
14.1.2. ნიადაგის ტენის მარაგის პროგნოზი.....	217
14.2. ფენოლოგიური პროგნოზი .....	218
14.2.1. ხეხილოვანი კულტურების (მსხალი, ვაშლი, ატამი, გარგალი) ყვავილობის ვადების პროგნოზის მეთოდი .....	218
14.2.2. ვაზის სიმწიფის დაწყების პროგნოზის მეთოდი .....	220
14.2.3. ლიმონის, ფორთოხლის და სუბტროპიკული ხურმის ყვავილობის და ნაყოფების სიმწიფის ფაზათა დადგომის ვადების პროგნოზის მეთოდები .....	222
14.2.4. თუთის კულტურის პირველი ფოთლების გაშლის პროგნოზის მეთოდი .....	225
14.3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის და მისი ხარისხის პროგნოზები .....	226
14.3.1. საშემოდგომო ხორბლის საშუალო რესპუბლიკური მოსავლის პროგნოზის მეთოდი .....	226
14.3.2. სიმინდის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი .....	227
14.3.3. კარტოფილის კულტურის მოსავლის საშუალო რესპუბლიკური აგრომეტეო- როლოგიური პროგნოზის მეთოდი .....	228
14.3.4. მზესუმზირის კულტურის მოსავლის პროგნოზის მეთოდი .....	229
14.4. ზამთრის პერიოდში კულტურების გამოზამთრების პროგნოზი.....	231
14.4.1. ვაზის კულტურის გამოზამთრების პირობების პროგნოზი .....	231

14.5. მცენარეების დაავადებათა გამოვლენის პროგნოზი .....	233
14.5.1. პომიდორის კულტურის ფიტოფტორას დაავადების გამოვლენის პროგნოზი.....	233
<b>თავი XV აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები .....</b>	<b>234</b>
15.1. აგრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სახეები .....	234
ლიტერატურა .....	241



**МАЙЯ МЕЛАДЗЕ**  
**АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ**

**MAIA MELADZE**  
**AGROMETEOROLOGY**



**ბაზოკომპოზიტი „უნივერსალი“**

თბილისი, 0179, 0. ჭავჭავაძის გამზ. 19, ☎ : 22 36 09, 8(99) 17 22 30

E-mail: [universal@internet.ge](mailto:universal@internet.ge)