

საქართველოს სახელმწიფო აგრორული  
უნივერსიტეტი

## აგრომეტეოროლოგია

მეთოდური მითითებები

(აგრონომიული ფაკულტეტის ბაკალავრებისათვის)

თბილისი 2010

განხილული, მონონებული და რეკომენდებულია გამოსაცემად საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის აგროეკოლოგიის დეპარტამენტის მიერ (ოქმი №3, 2 ნომბერი, 2009 წ).

**შემდგენელი:** ს/მ აკად. დოქტორი,  
ასოც. პროფესორი **მაია მელაძე**

**რედაქტორი:** ს/მ აკად. დოქტორი,  
პროფესორი **ელგუჯა გოგლიძე**

**რეცენზენტი:** ს/მ აკად. დოქტორი, ასოც. პროფესორი  
**ნიკოლოზ სულხანიშვილი**

## **აგრომეტეოროლოგიის საბანი და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობისათვის**

აგრომეტეოროლოგია არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის მეტეოროლოგიურ, კლიმატურ და ჰიდროლოგიურ პირობებს სოფლის მეურნეობის წარმოების პროცესებთან და ობიექტებთან ურთიერთობაში. მეტეოროლოგიური ფაქტორებისადმი მოთხოვნილების შესწავლით იგი ამუშავებს აგრომეტეოროლოგიურ მაჩვენებლებს, ამყარებს რაოდენობრივ კავშირს მეტეოროლოგიურ და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურ მოთხოვნილებას შორის, რაც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემები, კლიმატისა და ამინდის ხელსაყრელი პირობების შეფასებისათვის.

აგრომეტეოროლოგიის მიზანია ხელი შეუწყოს სოფლის მეურნეობას ამინდისა და კლიმატური პირობების მაქსიმალურად და ეფექტურად გამოყენებაში, მაღალი, ხარისხიანი მოსავლის მისაღებად და მაღალპროდუქტიული მეცხოველეობის განსავითარებლად. იგი იძლევა კლიმატისა და ამინდის გავლენის დასაბუთებას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის პროდუქტიულობაზე. ამუშავებს მეტეოროლოგიური ფაქტორების არახელსაყრელ მოვლენებთან ბრძოლის მეცნიერულ მეთოდებს, აწარმოებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროკლიმატურ დარაიონებას, ამინდის სხვადასხვა პირობებისათვის იძლევა რეკომენდაციებს აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარების უზრუნველსაყოფად.

აგრომეტეოროლოგია კავშირშია მეტეოროლოგიასთან, კლიმატოლოგიასთან, ჰიდროლოგიასთან და სხვა მეცნიერებებთან. იგი თავის კვლევის მეთოდებთან აკავშირებს ბიოლოგიის, ფიზიკის, მათემატიკის, გეოგრაფიის, აგრეთვე ნიადაგმცოდნეობა-აგროქიმიის, აგროეკოლოგიის, მელიორაციის და სხვა სოფლის მეურნეობის დარგების კვლევის ზოგიერთ მეთოდებს.

სტუდენტი (ბაკალავრი) აგრომეტეოროლოგიის კურსის სათანადოდ შესწავლის შემთხვევაში, მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემებზე დაყრდნობით შეძლებს შეადგინოს სხვადასხვა სახის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები და აგროკლიმატური დარაიონების რუკები შესაბამისი ორგანიზაციების, ფერმერული მეურნეობებისა და სოფლის მეურნეობის ოპერატიული მომსახურებისათვის; განსაზღვროს აგროკულტურების ძირი-

თადი ფაზების, მოსავლის და მისი ხარისხის, ამინდის პროგნოზების მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობისათვის; შეაფასოს ამინდისა და კლიმატური პირობების გავლენა აგროკულტურების ზრდა-განვითარებასა და მათ პროდუქტიულობაზე, რომელთა მიხედვით შესაძლებელი იქნება ამინდის სხვადასხვა პირობებისათვის რეკომენდაციების შემუშავება, კულტურების უკეთ უზრუნველსაყოფად.

*აგრომეტეოროლოგიის კურსის შესწავლის თემები:*

შესავალი;

1. ატმოსფერო;
2. მზის ენერჯია ატმოსფეროში და ნიადაგის ზედაპირზე;
3. ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი;
4. ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმი;
5. წყლის ორთქლი ატმოსფეროში;
6. ნალექები;
7. ქარი;
8. სოფლის მეურნეობისათვის სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენები;
9. კლიმატი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში;
10. მიკროკლიმატი;
11. ამინდი;
12. ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნილება;
13. აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების მეცნიერული საფუძვლები;
14. აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები.

## **შესავალი**

აგრომეტეოროლოგიის შესავალი ნაწილი მოიცავს საგნის მიზნებს, მის ამოცანებს და კვლევის მეთოდების ძირითად კანონზომიერებებს. სტუდენტი (ბაკალავრი) უნდა გაეცნოს აგრომეტეოროლოგიის განვითარების ძირითად ეტაპებს, მის კავშირს სხვა მეცნიერებებთან და დისციპლინებთან, აგრომეტეოროლოგიის როლს სოფლის მეურნეობაში (მისი პირობების მოქმედების ხასიათს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესებზე და ობიექტებზე).

აგრომეტეოროლოგიის შესწავლის საწყის ეტაპზე სტუდენტი უნდა გაეცნოს ძირითად მეტეოროლოგიურ ელემენტებს და აგრომეტეოროლოგიური და მეტეოროლოგიური სადგურების (პუნქტების) ქსელთა ძირითად დანიშნულებას აგრომეტეოროლოგიური, მეტეოროლოგიური და კლიმატური დაკვირვებებისათვის.

აღნიშნული თემის სრულყოფილად ათვისების შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- რას შეისწავლის აგრომეტეოროლოგია?
- რომელ მეცნიერებებთან და სოფლის მეურნეობის დისციპლინებთან აქვს კავშირი აგრომეტეოროლოგიას?
- რომელი მეთოდების გამოყენებით ხდება აგრომეტეოროლოგიური კვლევები?
- რა კანონზომიერებებს ეფუძვნება აგრომეტეოროლოგიის კვლევის მეთოდები?
- აგრომეტეოროლოგიის განვითარების რა ძირითადი ეტაპებია?
- რომელია ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტები?

## **თემა - მზის ენერჯია ატმოსფეროში და ნიადაგის ზედაპირზე**

აღნიშნული თემის შესწავლისას მნიშვნელოვანია ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესების მამოძრავებელი ძალის - მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობის (ულტრაიისფერი, ხილული და ინფრანითელი სხივები), მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე მათი გავლენის (ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობისათვის)

დეტალური განხილვა. შესწავლილი უნდა იქნას ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია და მისი მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მზის პირდაპირი ( $S'$ ), გაბნეული ( $D$ ), მთლიანი (ჯამური)  $Q=S'+D$  რადიაციების,

არეკლილი ( $R_s$ ) რადიაციის და ალბედოს  $A = \frac{R}{Q} 100\%$  შესწავლას,

ასევე ეფექტური გამოსხივების  $E_{\text{ეფ}}=E_{\text{გ}}-E_{\text{ა}}$ , რადიაციული ბალანსის  $B=Q-R_s-E_{\text{ეფ}}$  და მისი შემადგენელი ნაწილების ათვისებას, რაც საშუალებას იძლევა გამოთვლილი იქნას იმ რადიაციის რაოდენობა, რომელიც შთანთქმება მცენარეების და ნიადაგის მიერ.

მზის რადიაციის სხვადასხვა მახასიათებლების გაზომვისათვის განხილული უნდა იქნას აბსოლუტური და შეფარდებითი მეთოდები, შესაბამისი აქტინომეტრული ხელსაწყოებით (აქტინომეტრი, პირანომეტრი, ალბედომეტრი, უნივერსალური ჰელიოგრაფი, თერმოელექტრული ბალანსზომი, ლუქსმეტრი).

აღნიშნული თემა ითვალისწინებს მზის რადიაციის განაწილების და მისი შთანთქმის, ასევე ბიოსფეროსათვის მზის ენერჯიის მნიშვნელობის და სოფლის მეურნეობაში მისი გამოყენების ათვისებას.

განხილული საკითხების სრულყოფილად შესწავლის შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- როგორია მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა?
- რას ეწოდება ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია (ფარ) და როგორია მზის სპექტრული გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე?
- რა ერთეულებში იზომება მზის რადიაციის ინტენსიობა?
- რა არის მზის პირდაპირი, გაბნეული, მთლიანი, არეკლილი რადიაცია და ალბედო?
- რას ნიშნავს ეფექტური გამოსხივება?
- როგორ განისაზღვრება რადიაციული ბალანსი?
- რა ხელსაწყოებით იზომება მზის რადიაცია?
- როგორი დამოკიდებულებაა ფოთლის ფართობსა და ფარ-ს შორის?
- როგორ მოქმედებს განათება და დღის ხანგრძლივობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე?

## თემა - ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი

თემის შესწავლისას საჭიროა იმ პროცესებში გარკვევა, რომლის შედეგადაც მიმდინარეობს ნიადაგის გათბობა და გაცივება. ასევე, მნიშვნელოვანია ნიადაგის სითბოტევადობის და სითბოგამტარობის დამოკიდებულების შესწავლა ნიადაგის შედგენილობაზე მის სტრუქტურაზე, ტენიანობაზე და სხვა თვისებებზე. მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედაპირზე და მის სიღრმეებში ტემპერატურის რყევადობის (ამპლიტუდის) განსაზღვრა, თერმოიზოპლეტების გრაფიკების აგების პრინციპის ათვისება, თერმულ რეჟიმზე ნიადაგის ზედაპირის, ფერდობების ექსპოზიციის, მცენარეული და თოვლის საფარის გავლენის (რაც მკვეთრად ცვლის მოსაზღვრე ჰაერის ფენის ტემპერატურას) დეტალური შესწავლა. განხილული უნდა იქნას ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა და ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები (მულჩირება, გაფხვიერება, მორწყვა და სხვა), ნიადაგის გაყინვის და გაღობის პროცესები (გაყინულმზომის მუშაობის პრინციპი). შესწავლილი უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აღმოცენების და თესვის ვადების განსაზღვრა ნიადაგის ტემპერატურების მიხედვით. ნიადაგის ზედაპირზე და მის სიღრმეებში ტემპერატურების განსაზღვრისათვის გამოყენებული უნდა იქნას სხვადასხვა ტიპის თერმომეტრები (სპირტიანი, ვერცხლისწყლიანი და სხვა).

აღნიშნული საკითხების სათანადოდ ათვისების შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- რას ეწოდება ნიადაგის თბოტევადობა და თბოგამტარობა?
- რა განაპირობებს ნიადაგის ტემპერატურულ რეჟიმს (გათბობა, გაცივება)?
- როგორ მოქმედებს ნიადაგის ტემპერატურულ რეჟიმზე ფერდობის ექსპოზიცია, მცენარეული და თოვლის საფარი?
- რა და რა ტიპის თერმომეტრებით ხდება ნიადაგის ტემპერატურის გაზომვა?
- რა ეწოდება ნიადაგის სიღრმეებში ტემპერატურის განაწილების გრაფიკულად გამოსახვას და რაში მდგომარეობს მისი პრინციპი?
- როგორია ნიადაგის გაყინვის და სიღრმის მიხედვით გაღობის მექანიზმი?
- როგორია ნიადაგის ტემპერატურის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობა?
- რას ითვალისწინებს ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოპტიმიზაციის მეთოდები?

## თემა - ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმი

აღნიშნული თემის გაცნობისას მნიშვნელოვანია ისეთი პროცესი, როგორცაა ჰაერის გათბობა ნიადაგის ზედაპირიდან. აქედან გამომდინარე, საჭიროა მინისპირა თერმული ველის შესწავლა, რადგან ამ ფენაში იზრდება და ვითარდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურები. ამ ფენაში ხდება ვერტიკალური თერმული გრადიენტით განპირობებული ტემპერატურის ცვალებადობა და მისი განაწილება სიმაღლეების მიხედვით (ატმოსფეროს სტრატოფიკაცია). აუცილებელი პირობაა ჰაერის ტემპერატურის გასაზომი ხელსაწყოების და მეთოდების გაცნობა (თერმომეტრები - მაქსიმალური, მინიმალური, ფსიქრომეტრული თერმომეტრი, თერმოგრაფი).

სითბოს გადაცემას მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის განაპირობებენ ისეთი მნიშვნელოვანი პროცესები, როგორცაა - სითბური კონვექცია, ტურბულენტობა, მოლეკულური სითბოს გაცვლა, რადიაციული თბოგამტარობა, ადვექცია, კონდენსაცია. აღნიშნული საკითების შესწავლა მნიშვნელოვანია თემის სრულყოფილად ათვისებისათვის. ასევე, თემის შესწავლა საჭიროებს ისეთი საკითხების დეტალურ გაცნობას, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურის ინვერსია (რადიაციული, ადვექციური), ჰაერის ტემპერატურის აღმასვლის სტადიები (მშრალი, წვიმის, სეტყვის, თოვლის), თოვლის საფარის ზედაპირის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე, ჰაერის ტემპერატურის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის ფორმირებაზე.

სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურათა ჯამს, რომელიც განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სითბოსადმი მოთხოვნილებას. აღნიშნულის ყველაზე გავრცელებული მაჩვენებელია აქტიურ ტემპერატურათა ( $\geq 10^\circ$ ) და ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამები. ამიტომ, განსაკუთრებით საყურადღებოა აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამების დაანგარიშების ცოდნა და მათი გამოთვლა პრაქტიკული მიზნებისათვის.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გეოგრაფიულ გავრცელებაში მნიშვნელოვანია სითბოს განაწილება. თვითეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვს სითბოთი უზრუნველყოფას, ამიტომ საჭიროა სითბოთი უზრუნველყოფის მეთოდების ათვისება.

თემის სრულყოფილად შესწავლის შემთხვევაში პასუხი გაცემა შემდეგ კითხვებს:



- რა პროცესები განაპირობებენ სითბოს გადაცემას მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის?
- რომელი ხელსაწყოებით და მეთოდებით ხდება ჰაერის ტემპერატურის გაზომვა?
- რას ნიშნავს ტემპერეტურის ვერტიკალური გრადიენტი და ატმოსფეროს სტრატოფიკაცია?
- რა არის ჰაერის ტემპერატურის ინვერსია?
- რომელ სტადიებს გადის ჰაერის ტემპერატურა აღმასვლის დროს?
- რა გავლენა აქვს თოვლის საფარს ჰაერის ტემპერატურაზე?
- რა გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე?
- როგორ გამოითვლება აქტიური და ეფექტური ტემპერატურათა ჯამები?
- რაში მდგომარეობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სითბოთი უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი?

## თემა - წყლის ორთქლი ატმოსფეროში

თემის შესწავლისათვის საჭიროა ისეთი ფიზიკური სიდიდეების გაცნობა, როგორიცაა: ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა ( $e$ ), რომელიც გამოიანგარიშება ფსიქრომეტრული ფორმულით და გამოისახება მმ-ში ან მმ-ში  $e = E' - A(t - t')p$ ; ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ( $r$ ),

რომელიც გამოისახება პროცენტებში  $r = \frac{e}{E} \cdot 100\%$ ; ჰაერის ტენიანობის დეფიციტი ( $d$ ), რომელიც გამოისახება მმ-ში ან მმ-ში  $d = E - e$ ; ნამის ნერტილი ( $t_d$ ), რომელსაც გარკვეული როლი აქვს მცენარეთა ზრდა-განვითარებაში. მნიშვნელოვანია ჰაერის ტენიანობის გაზომვისათვის გამოყენებული ფსიქრომეტრული და ჰიგრომეტრული მეთოდების ათვისება.

თემის გაცნობისას აუცილებელია ისეთი ფიზიკური პროცესების გაცნობა, როგორიცაა - აორთქლება (წყლის ზედაპირიდან, მცენარიდან, ნიადაგიდან), კონდენსაცია (ყურადღება უნდა გამახვილდეს წყლის ორთქლის კონდენსაციისათვის საჭირო პირობებზე), სუბლიმაცია, ღრუბლების წარმოქმნა (მათი კლასიფიკაცია).

შესწავლილი უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის როლი.

აღნიშნული თემის კვალიფიციურად ათვისების შემთხვევაში პასუხი უნდა გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- რომელი სიდიდეები გამოიყენება ჰაერის ტენიანობის განსაზღვრისათვის?
- როგორია ავგუსტის და ასმანის (ასპირაციული) ფსიქრომეტრების მუშაობის პრინციპები?
- რა პირობებში გამოიყენება თმიანი ჰიგრომეტრი და ჰიგროგრაფი?
- რა მნიშვნელობა აქვს შეფარდებით ტენიანობას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის?
- როგორია აორთქლების (პრინციპი) მცენარეიდან, წყლის ზედაპირიდან და ნიადაგიდან?
- როგორია კონდენსაციის პირობები ატმოსფეროში?
- რა პროცესები განაპირობებენ ღრუბლების წარმოქმნას?
- როგორია ღრუბლების საერთაშორისო მორფოლოგიური კლასიფიკაცია?

## თემა - ნალექები

თემის შესწავლისას საჭიროა სტუდენტი გაეცნოს ნალექების ორ ძირითად ტიპს - ნალექებს, რომლებიც წარმოიქმნება ატმოსფეროში (წვიმა, თოვლი, ხორხოშელა, სეტყვა) და ნალექებს, რომლებიც უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირზე წარმოიქმნება (ნამი, თრთვილი, ჭირხლი, ლიპყინული). უნდა განისაზღვროს ატმოსფერული ნალექების უზრუნველყოფა და მათი მნიშვნელობა, აგრეთვე თოვლის საბურველის მნიშვნელობა (რაც მკვეთრად ცვლის მოსაზღვრე ჰაერის ფენის ტემპერატურას) სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, რომელიც წარმოადგენს ნიადაგის ტენის მარაგს (ანუ არის მცენარეების წყლით მომარაგების წყარო). შესწავლილი უნდა იქნას ნალექების გაზომვის მეთოდები, ნიადაგის ტენიანობის როლი (ნიადაგის პროდუქტიული ტენი) სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, რაც განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ვეგეტაციის პირველ პერიოდში. ნიადაგის ტენიანობის პირობებზეა დამოკიდებული ნიადაგის სითბური რეჟიმი, რომელიც გავლენას ახდენს ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებზე. ყურადღება უნდა გამახვილდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წყლის მარაგის პირობების შეფასებაზე (პროდუქტიული ტენის მარაგის მიხედვით), რომელთა განვითარება სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე მიმდინარეობს. განხილული და გაანალიზებული უნდა იქნას ნიადაგის ტენიანობის პროცენტული მაჩვენებლის პროდუქტიული ტენის მარაგის მილიმეტრებში (მაჩვენებელი) გადაყვანის ფორმულა:  $W_{\%} = 0.1dh(W-K)$ .

თემაში განხილული საკითხების სათანადოდ ათვისების შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- რა და რა სახის ნაღველები წარმოიქმნება?
- რა ერთეულებში იზომება მოსული ნაღველი და რომელ ხელსაწყოებს იყენებენ გაზომვებისათვის?
- როგორ პირობებში წარმოიქმნება ნამი და თრთვილი და რა მნიშვნელობა აქვს მათ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის?
- როგორ განისაზღვრება სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ტენით უზრუნველყოფის ხარისხი რეგიონების მიხედვით?
- რა მნიშვნელობა აქვს თოვლის საბურველს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის?
- როგორ განისაზღვრება ნიადაგის ტენიანობა და რა გავლენას ახდენს მისი სიჭარბე ან ნაკლებობა მცენარეებზე?
- რას ეწოდება პროდუქტიული ტენი და როგორ ხდება მისი განსაზღვრა?
- რას ეწოდება „ჭკნობის კოეფიციენტი“?

## თემა - ქარი

აღნიშნულ თემაში შემავალი საკითხების ათვისებისათვის აუცილებელია შესწავლილი იქნას ქარის წარმოქმნის მექანიზმი, რაც ატმოსფერული წნევის არათანაბარ განაწილებას ემყარება და ის ძალები, რომლებიც ქარის მოძრაობის დაწყების მომენტში აღიძვრება - ბარომეტრული გრადიენტის ძალა, დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა, ხახუნის ძალა, ცენტრიდანული ძალა.

თემაში განიხილება ქარის ძირითადი თვისებები - მიმართულება და სიჩქარე, ატმოსფეროს რთული და მარტივი ცირკულაციის მექანიზმი. შესწავლილი უნდა იქნას სეზონური (პასატები, მუსონები) და ადგილობრივი ქარების (ბრიზები, ფიონი, მთა-ბარის, ტყე-ველის და ა.შ.) წარმოქმნის პირობები და მათი გეოგრაფიული გავრცელება. ქარების დღელაშური და წლიური მსვლელობის განხილვისას ყურადღება უნდა გამახვილდეს აღნიშნული მსვლელობის დამოკიდებულებაზე ადგილობრივ კლიმატურ თავისებურებებთან და გაანალიზდეს ქარის გავლენა მცენარეებზე და ნიადაგზე. საჭიროა შესწავლილი იქნას ქართა სქემის აგება, რაც თვალსაჩინო წარმოდგენას იძლევა მოცემული ადგილის გაბატონებული ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე. სტუდენტი უნდა დაეუფლოს ამ სქემის პრაქტიკულ გამოყენებას და გაეცნოს იმ ხელსაწყოებს, რომლითაც ხდება ქარის მიმართუ-

ლების და სიჩქარის გაზომვა (ფლუგერი, ხელის ანემომეტრი, ანემორუმბომეტრი).

აღნიშნული თემის დეტალურად შესწავლის შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- როგორია ქარის წარმოქმნის მექანიზმი?
- რა როლი აქვთ ქარის მოძრაობის დაწყების მომენტში აღძრულ ძალებს?
- რა თვისებები აქვთ სეზონურ და ადგილობრივ ქარებს?
- როგორია რელიეფის და მცენარეების გავლენა ქარზე?
- რა მნიშვნელობა აქვს ქარს სოფლის მეურნეობისათვის?
- რომელი ხელსაწყოებით იზომება ქარის მიმართულება და სიჩქარე?
- როგორ აიგება ქართა სქემა და რა არის მისი პრაქტიკული დანიშნულება სოფლის მეურნეობაში?

## **თემა - სოფლის მეურნეობისათვის სასიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენები**

აღნიშნულ თემაში შემაჯავლი საკითხების ათვისებისათვის ყურადღება უნდა მიექცეს სოფლის მეურნეობისათვის ისეთ სასიფათო მეტეოროლოგიურ მოვლენებს, როგორცაა - წაყინვები, გვალვა და ხორშაკი, თავსხმა წვიმა, სეტყვა და ზამთრის პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამაზიანებელი არახელსაყრელი მოვლენები (ამოხუთვა, ლპობა, ამობერვა, ცინულის ქერქი).

წაყინვების შესწავლის დროს განხილული უნდა იქნას მათი კლასიფიკაცია (ადექციური, რადიაციული, ადექციურ-რადიაციული) მათი წარმოქმნის პირობების მიხედვით. სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს წაყინვების გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდებს. ათვისებული უნდა იქნას მოსალოდნელი წაყინვების პროგნოზის მეთოდები (ბროუნოვის, მიხელსონის მეთოდები, მიხალევსკის ემპირიული ფორმულები).

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გვალვისა და ხორშაკის წარმოქმნის მიზეზებს, მათ გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებებს. შესწავლილი უნდა იქნას გვალვიანობის მაჩვენებელი სავეგეტაციო პერიოდში (ჰიტკ). თავსხმა წვიმის და სეტყვის მოვლენის განხილვისას ყურადღება უნდა გამახვილდეს აღნიშნული მოვლენების მიერ სოფლის მეურნეობისათვის მიყენებულ შესაძლო ზიანზე და მის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდებზე.

ისტორიის საკითხის შესწავლისას, როგორცაა ზამთრის პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაზიანების გამომწვევი არახელსაყრელი მოვლენები, საჭიროა დეტალურად იქნას გაანალიზებული ამოხუთვის, ლპობის, ამობერვის, ყინულის ქერქის წარმოქმნის პროცესები. საყურადღებოა, აღნიშნული არახელსაყრელი მოვლენებისაგან გამომწვეული ზიანის და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების გაცნობა.

განხილული საკითხების საფუძვლიანად შესწავლის შედეგად ამომწურავი პასუხი უნდა გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- როგორია სხვადასხვა ტიპის წაყინვების წარმოქმნის პირობები?
- როგორია კრიტიკული ტემპერატურები, რომლის ქვემოთ ვეგეტაციაში მყოფი მცენარეები ზიანდებიან ან იღუპებიან?
- რომელია წაყინვების და ზამთრის ყინვების წინააღმდეგ ბრძოლის ფიზიკური და ბიოლოგიური მეთოდები?
- რაში მდგომარეობს მოსალოდნელი წაყინვების პროგნოზის არსი (ბროუნოვის, მიხელსონის მეთოდები, მიხალევსკის ემპირიული ფორმულები)?
- რომელი კლიმატური პარამეტრები გამოსახავენ გვალვიანობის პერიოდის ხარისხს (გ.სელიანინოვის ჰოკ, სავეგეტაცია პერიოდისათვის)?
- როგორი ტემპერატურებით და ტენიანობით ხასიათდება ხორშაკი და რა გავლენა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე?
- რა ზიანს აყენებს თავსხმა წვიმა და სეტყვა სოფლის მეურნეობას და როგორია მათი წარმოქმნის მექანიზმი?
- ზამთრის პერიოდში სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის რომელი არახელსაყრელი მოვლენებია, როგორია მათი წარმოქმნის პროცესი და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები?

## **თემა - კლიმატი (ჰავა) და მისი მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობისათვის**

თემის შესწავლისას უპირველეს ყოვლისა უნდა გავეცნოთ კლიმატის განსაზღვრებას, კლიმატწარმოქმნის ძირითად ფაქტორებს (მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ცირკულაცია, დედამიწის ზედაპირის საფარი, ზღვები, ოკეანეები და სხვა) და მის კლასიფიკაციას. მნიშვნელოვანია, ისეთი საკითხების დეტალური შესწავლა როგორცაა კლიმატის შეფასება სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით (აგროკლიმატური მაჩვენებლები, აგროკლიმატური ანალოგები) და აგ-

როკლიმატური რესურსების შეფასების მეთოდები (აგროკლიმატური სიდიდეების უზრუნველყოფისა და განმეორადობის გაანგარიშება, სავეგეტაციო პერიოდის თერმული და სინათლის რესურსების და ტენიანობის პირობების შეფასება).

ყურადღება უნდა მიექცეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სხვადასხვა აგროკლიმატურ ზონაში განლაგების მეცნიერულ დასაბუთებას, რაც ემყარება მცენარის სიცოცხლისათვის საჭირო კლიმატური ფაქტორების მნიშვნელობის დიფერენცირებულ შეფასებას (აგროკლიმატური დარაიონება). განხილული უნდა იქნას კლიმატის გამოკვლევის დამასრულებელი ეტაპი - საერთო და კერძო აგროკლიმატური დარაიონება.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად გამოწვეულ კლიმატის გლობალური ცვლილების ტენდენციის შესწავლას. კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე, განხილული უნდა იქნას შემუშავებული სცენარები სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გავრცელების ამჟამად არსებული ზონების ტრანსფორმაციის გათვალისწინებით.

თემის სრულყოფილად ათვისების შემთხვევაში პასუხი უნდა გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- რა არის კლიმატი და რა ძირითადი ფაქტორები განაპირობებენ ამ თუ იმ ტიპის კლიმატს?
- რას ნიშნავს აგროკლიმატური მაჩვენებლები და ანალოგები?
- რას ნიშნავს აგროკლიმატური რესურსები და როგორია მისი შეფასების მეთოდები?
- რას გულისხმობს აგროკლიმატური დარაიონება?
- რა გავლენას ახდენს კლიმატის გლობალური ცვლილება სოფლის მეურნეობაზე?
- რას უწოდებენ „სათბურის ეფექტს“?

## თემა - მიკროკლიმატი

ამ თემის შესწავლისას ყურადღება უნდა მიექცეს მიკროკლიმატის მნიშვნელობას სოფლის მეურნეობისათვის და მისი შესწავლის მეთოდებს. კერძოდ, მიკროკლიმატი შეისწავლება ნიადაგისპირა მიმდებარე ჰაერის ფენაში და მცენარეებით დაფარულ გარემოში, რასაც მიკროკლიმატოლოგიას უწოდებენ. იგი შეისწავლის მცირე ადგილის (ტერიტორიის) ჰავას. მიკროკლიმატი მაკროკლიმატისაგან განსხვავებით იცვლება ანთროპოგენური გავლენით. გავრცელების მასშტაბ-

ბით და მეტეოროლოგიური ელემენტების თავისებურებით ხასიათდება ადგილობრივი კლიმატი, რომელიც უფრო დიდ ტერიტორიას მოიცავს ვიდრე მიკროკლიმატი. მნიშვნელოვანია სტრუქტურული გეოგრაფიის ფიზიკური ფაქტორები, რომელიც წარმოადგენს მიკროკლიმატს მცენარის არეში და ხასიათდება განსაკუთრებული პირობებით. ასევე, მნიშვნელოვანია მიკროკლიმატური მუდმივი და დროებითი ქსელის მუშაობის პრინციპის და ანემომეტრული აგეგმვის ჩატარების მექანიზმის გაცნობა.

სათანადო ყურადღება უნდა დაეთმოს ნიადაგის კლიმატის შესწავლას, რაც გულისხმობს ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის მრავალწლიურ რეჟიმს.

ზემოგანხილული საკითხების სრულყოფილად ათვისების შედეგად პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- რა არის მიკროკლიმატი, რა გავლენას ახდენს მასზე რელიეფის ფორმა, მცენარეული საფარი?
- რა განსხვავებაა მიკროკლიმატს ადგილობრივ კლიმატს და მაკროკლიმატს შორის?
- რა მიმართულებებით წარმოებს მიკროკლიმატის შესწავლა?
- რას ითვალისწინებს მიკროკლიმატური ქსელის მუშაობის პრინციპი?
- რას გულისხმობს ნიადაგის კლიმატი?
- სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში საგაზაფხულო მინდვრის სამუშაოების ვადების დადგენისას რას ითვალისწინებენ?

## თემა - ამინდი

აღნიშნული თემის შესწავლისას პირველ რიგში განიხილება ჰაერის მასების ფორმირება, რომლებიც დედამიწის გარშემო მუდმივ მოძრაობაში არიან (სხვადასხვა ფიზიკური თვისებების მქონე) და ურთიერთშეხებისას ერთმანეთში ერევიან, რითაც წარმოქმნიან ფრონტალურ ზონებს. გამომდინარე აქედან დაწვრილებით უნდა მოხდეს მათი განხილვა. კერძოდ, განისაზღვროს ძირითადი, თბილი, ცივი ფრონტების და ოკლუზიის წარმოქმნის პროცესები და პირობები. ყურადღება უნდა გამახვილდეს ატმოსფეროს ცირკულაციის საერთო სისტემაში არსებულ დაბალი და მაღალი წნევის არეებზე (ციკლონი, ანტიციკლონი) და მათ დინამიკაზე.

მნიშვნელოვანია მოსალოდნელი ამინდის ხასიათისა და მისი ცვალებადობის წინასწარობის გარკვევა, რისთვისაც შესწავლილი

უნდა იქნას მოკლევადიანი (1-3 დღიანი) და გრძელვადიანი (კვირის ან ერთი თვის და მეტის) პროგნოზების შედგენის მეთოდები და მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემა.

თემის კვალიფიციურად ათვისების შემთხვევაში პასუხი გაეცემა შემდეგ კითხვებს:

- როგორ ფორმირდება თბილი და ცივი ფრონტი?
- რა არის ოკლუზია?
- როგორ წარმოიქმნება ციკლონი და ანტიციკლონი?
- რას გულისხმობს მოკლევადიანი და გრძელვადიანი პროგნოზი?
- რომელი თანამგზავრის ტიპები ემსახურება მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემას?
- მოსალოდნელი ამინდის პროგნოზისათვის რომელი მეთოდები გამოიყენება?
- რა მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობისათვის ამინდის პროგნოზს?

## **თემა - ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნილება**

თემის სრულყოფილად შესწავლისათვის განხილული უნდა იყოს ყველა ის გარემო ფაქტორი, რაც გავლენას ახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე. საკითხის ათვისებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების პროცესისათვის მათი გარემო ფაქტორებისადმი მოთხოვნილება, ანუ დანვრილებით განიხილება ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიური თავისებურება და მათი რეაქცია მთავარ ელემენტებზე (სითბო, სინათლე, ტენი). მოქმედი პროგრამის მიხედვით შესწავლილი უნდა იქნას ჩაის კულტურის, მარცვლეული, ბოსტნეული, ძირხვენა და ტუბერა, პარკოსანი ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი, სართავი, ხილ-კენკროვანი და ციტრუსოვანი კულტურების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნილება.

თემის სრულყოფილად გაცნობის შედეგად სტუდენტმა უნდა შეძლოს მოქმედი პროგრამით გათვალისწინებული, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგრომეტეოროლოგიური პირობებისადმი მოთხოვნილების დასაბუთება.



## თემა - აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების მცნიერული საფუძვლები

აღნიშნული თემის თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეთოდების შედგენა დამყარებულია ჩამოყალიბებული აგრომეტეოროლოგიური პირობების აღრიცხვასა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდგომარეობის იმ მაჩვენებლებზე, რომლებიც მდგრადია და დიდ გავლენას ახდენს მცენარეების განვითარებაზე (ინერციულ ფაქტორებზე). საკითხის შესწავლისას განიხილება აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეცნიერული საფუძვლები და დეტალურად შეისწავლება აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის ხუთი ძირითადი ჯგუფი:

1. აგრომეტეოროლოგიური პირობების პროგნოზები;
2. ფენოლოგიური პროგნოზები;
3. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლისა და ხარისხის პროგნოზები;
4. ზამთრის პერიოდში კულტურების გამოზამთრების პროგნოზები;
5. მცენარეების მავნებლებისა და დაავადებათა გავრცელების და მათი გამოვლენის ვადების პროგნოზი.

აღნიშნული საკითხის საფუძვლიანად შესწავლის შედეგად სტუდენტი შეძლებს მოქმედი პროგრამით გათვალისწინებული აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების პრაქტიკულ გამოყენებას და პასუხის გაცემას კითხვებზე:

- რაში მდგომარეობს აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზების მეცნიერული საფუძვლების არსი?
- ძირითადად რა სახის აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზები გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში და როგორია მათი პრაქტიკული მნიშვნელობა?

## თემა - აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები

აღნიშნული თემის შესწავლა გულისხმობს აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების ორი ეტაპის გაცნობას. კერძოდ, წლის თბილ პერიოდში და ცივ პერიოდში ჩასატარებელ სამუშაოებს. ყურადღება უნდა მიექცეს წლის თბილ პერიოდში მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების პარალელურად ფენოლოგიურ დაკვირვებებს (ზოგად ანუ კლიმატურ და კერძო ანუ ბიოლოგიურ ფენოლოგიას). მნიშვნელოვანია ისეთი საკითხების დეტალურად შესწავლა როგორცაა - სავეგეტაციო პერიოდი, ფენოთარიღი, ფენოანომალია, ფენოლოგიური ინდიკატორი, სასიცოცხლო წული, ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი. თემის ათვისებისათვის განხილული უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფაზების განვითარების დადგომის საშუალო თარიღების დადგენის მექანიზმი, რისთვისაც გამოიყენება სამი ძირითადი პირობა: 1. ფენოლოგიური დაკვირვება წარმოებს ერთსა და იმავე მცენარეზე წლების განმავლობაში; 2. დაკვირვება ხდება ერთსა და იმავე ნაკვეთზე; 3. ყოველწლიურად ფენოფაზა და ფენომოვლენა აღნიშნული უნდა იყოს ერთი და იმავე ნიშნების მიხედვით.

განხილული თემის საფუძვლიანი ათვისება საშუალებას იძლევა პასუხი გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- რას შეისწავლი ფენოლოგია?
- მარტივ ფორმებში წარმოებულ ფენოლოგიურ დაკვირვებას რა პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს?
- რას ეწოდება სავეგეტაციო პერიოდი და რა ფენოფაზებს გადის ხორბლეული და ხეხილოვანი კულტურები?
- როგორ ხდება მცენარის საერთო მდგომარეობის ვიზუალური და ობიექტური შეფასება?
- რომელი სტიქიური მოვლენების და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ ჩატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებების აღრიცხვა ხდება სავეგეტაციო პერიოდში?
- რომელი ტემპერატურიდან ხდება მცენარის ამა თუ იმ ფაზის დადგომისათვის საჭირო გარკვეულ დღეთა რაოდენობის და მათი შესაბამისი ტემპერატურული ჯამის გამოთვლა?
- რას ეწოდება ფენოანომალია და რა შემთხვევაში ჩაითვლება იგი უმნიშვნელო მოვლენად?
- რას ეწოდება ფენოლოგიური ინდიკატორი და ტერიტორიის რა მანძილზე ვრცელდება?
- როგორია წლის თბილი და ცივი პერიოდების აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებების ნუსხა?
- რაში მდგომარეობს ნათესების რაოდენობრივი შეფასების მეთოდი?

## ქირითადი ლიტერატურა

- მ.მელაძე - აგრომეტეოროლოგია. გამომც. „უნივერსალი“, 2008
- მ.მელაძე - აგრომეტეოროლოგია. მოკლე სალექციო კურსი (ელ. ვერსია), 2007
- გ.მელაძე, ე.გოგლიძე - აგრომეტეოროლოგია. გამომც. „განათლება“, 1991
- ე.გოგლიძე - პრაქტიკული სახელმძღვანელო აგრომეტეოროლოგიაში. გამომცემლობა თსუ, 1991

## დამხმარე ლიტერატურა

- აგრომეტეოროლოგიის, კლიმატოლოგიის და ზოგადი მეტეოროლოგიის საკითხები, ჰმი-ის შრომები, 2002
- ე.ელიზბარაშვილი - საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, 2007
- შ.ჯავახიშვილი - მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომც. თსუ, 2000
- გ.გუნია - ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2005
- საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი - ცალკეული კლიმატური მახასიათებლები, ნაწილი I, რედ. ე.ელიზბარაშვილი, ლ.პაპინაშვილი, ლ.ქართველიშვილი, თბილისი, 2004
- საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009
- Meladze G.G., Meladze M.G. - Perspective Vine Propagation Zone in Georgia Considering Expected Global Climate Change. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 172, №2, 2005
- Meladze G.G., Meladze M.G. - Agroclimatic Zone Scenarios of the Distribution of Crops With Account of Global Warming. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol. 3, №1, 2009
- Human Development Report - Fighting Climate Change: Human Solidarity Divided Word. Published for the United Nations Development Programme (UNDP), 2007-2008

- Harpal S. Mavi, Graeme I. Tupper - Agrometeorology. Principles and Applications of Climate States in Agriculture. Haworth Press Ins., Austria, 2004
- Impacts of Desertification and Drought and other Extreme Meteorological Events - Prepared by Gathara S.T. Geneva, Switzerland, 2006
- Kogan F. - Global Drought Watch from Space. Bull. Amer. Meteorology, 2001

[www.climatechange.telenet.ge](http://www.climatechange.telenet.ge)

[www.WMO.int/pages/index\\_en.html](http://www.WMO.int/pages/index_en.html).



გამომცემლობა „უნივერსალი“

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

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