

თენგიზ ურუშაძე, ეკატერინე სანაძე, თამარ ქვრივიშვილი

ნიადაგის

მორფოლოგია



უაკ (UDC) 631.4:55  
უ-622

წიგნი განკუთვნილია უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისთვის, დოქტორანტებისთვის, ფერმერებისთვის, საექსტენციო სამსახურებისთვის და სხვა დაინტერესებულ პირთათვის.

### **დაბეჭდილია „CNFA საქართველო“-ს მხარდაჭერით**

**რედაქტორი:** მერილენდის უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობისა და ბუნებრივი რესურსების კოლეჯის პროფესორ - ემერიტუსი, საერთაშორისო პროგრამების ასოცირებული დირექტორი **რიჩარდ ა. ვეისმილერი**

**რეცენზენტი:** სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი **დავით კირვალიძე**

ISBN 978-9941-9138-4-6

© თ. ურუშაძე, ე.სანაძე, თ. ქვრივიშვილი, 2010

## წინასიტყვაობა

წინადაგმცოდნეობის განვითარების ყველა ეტაპზე წინადაგის მორფოლოგიას სათანადოდ, მეტ-ნაკლებად საპატიო ადგილი ეკავა. უფრო მეტიც, წინადაგმცოდნეობის ცალკეულ მიმართულებებს შორის სწორედ წინადაგების მორფოლოგია იწვევდა ყველაზე ნაკლებ დავას და შეუთანხმებლობას. მორფოლოგიის ასეთი “კონსერვატიზმი” საშუალებას იძლეოდა სხვადასხვა ქვეყნის და სკოლის წარმომადგენლის თითქმის უპრობლემო ურთიერთობას. ეს მეტად პოზიტიური ფაქტია, თუ გავიხსენებთ გაუცხოებას ისეთ საკითხებში, როგორებიცაა წინადაგების კლასიფიკაცია და მასთან დაკავშირებული წინადაგების ნომენკლატურა და დიაგნოსტიკა.

წინადაგმცოდნეობის ფუძემდებლის, პროფ. ვ. დოკუჩაევის მიერ გენეზისური ჰორიზონტების სამმა ძირითადმა ინდიკატორმა, დროთა ჟამს წარმატებით გაუძლო და თითქმის შეუცვლელი დარჩა. ცალკეული ჰორიზონტების იდენტიფიკაციის ყოველი მომდევნო სრულყოფა არ იწვევდა მათი კარდინალური შეცვლის აუცილებლობას.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული არ მიუთითებს იმაზე, რომ სწავლებაში წინადაგის შესახებ მორფოლოგია სრულებით შეუცვლელი ნაწილია. პირიქით, უახლესი საერთაშორისო მიდგომების ფონზე (წინადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა) სწორედ შეთანხმებულ, საყოველთაოდ აღიარებულ საველე კვლევის მეგზურს აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა.

მორფოლოგიის საკითხების უცოდინარობა გადაულახავი ზღუდეა წინადაგების ახალი საერთაშორისო კლასიფიკაციის გაგებასა და გამოყენებაში.

წინასიტყვაობის ავტორები ამ ახალი მიდგომების საკითხებში საკმაოდ კარგად არიან გათვითცნობიერებული. წლების მანძილზე ისინი აქტიურ მონაწილეობას იღებდნენ KfW დაფინანსებით განხორციელებულ მინის კადასტრისა და რეგისტრაციის პროექტში. უფრო მეტიც, მათ მიერ ითარგმნა და გამოიცა ორი თანამედროვე დოკუმენტი: “წინადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა - 84” და “წინადაგების საველე კვლევის სახელმძღვანელო”. ყოველივე ეს შესაძლებელი გახდა გერმანულ კოლეგებთან თანამშრომლობის და მათი დახმარების შედეგად.

უაღრესად ნაყოფიერი გამოდგა თანამშრომლობა ამერიკელ კოლეგებთან. ამის შედეგად მოხდა მრავალი საკითხის არა მარტო შეჯერება, არამედ საბოლოო დახვეწა. სწორედ მათთან ურთიერთობის შედეგია წინამდებარე წიგნის მომზადების და გამოცემის იდეა და მისი განხორციელება.

## From Editor

In the 1962, Firman Bear, a renowned soil scientist, authored a book entitled "Earth: The Stuff of Life". Indeed this is so. On this magnificent blue planet of ours, many of our great civilizations have endured because of their special relationship with highly fertile and productive soils. However, many of these same civilizations have since declined or ceased to exist due to the misuse, abuse and eventual loss of those valuable resources. Today's human population of over 6.8 billion souls rely on a very thin, vertical slice of 1/32 of the earth's surface to grow the foods, feeds and fibers that we need to sustain ourselves. In order to use these soil resources in a sustainable manner, we must understand and be knowledgeable about soils themselves.



Whether your discipline in soil science is mineralogy, chemistry, fertility, physics, conservation, management or crop production, you cannot do adequate justice to your teaching, research or outreach efforts without understanding the many interrelations among the physical, chemical and morphological properties of the soil throughout the soil profile. Many of the physical and chemical characteristics of a soil can be inferred directly from the morphology of the profile, such as the oxidation/reduction states, water holding capacity, hydrologic parameters and many others. In addition, this information can aid in interpretation of the genesis and the classification of the soil.

"Soil Morphology" is an excellent publication to help the novice and the professional soil scientist to accurately characterize and document the morphological properties of any soil profile. This publication is very detailed in its narrative and is highly illustrated to provide exceedingly effective visual aids. The authors bring to this book many years of teaching, research and field experience in the area of soil pedology. They have relied on International Standards according to USDA and FAO.

Chapter one of the three chapters of this comprehensive publication provides the user with information on the planning and implementation of the soil descriptions from pre-investigation requirements, equipment needs.

Chapter two discusses the soil forming factors and how they interact to produce the soils. Understanding the genesis of a soil allows one to more accurately interpret soil uses, productivity and sustainable management of the soil resource.

Chapter three is an excellent work, which provides a sound basis for the actual soil morphology. Developing and understanding a soil profile description is the heart to understanding soils. The detail of narrative and visual depictions allows the investigator to very accurately describe the soil profile. This material is represented and conforms to modern nomenclature and depictions of soil morphology.

This is an excellent text not only for soil scientists but also farmers which should make a part of their field pack. The book will be very useful for extension services.

Richard A. Weismiller

Professor Emeritus, Associate Director of International Programs,  
college of Agriculture and Natural Resources,  
University of Maryland

## რედაქტორისაგან

1962 წელს, ცნობილმა ნიადაგმცოდნე ფერმან ბეარმა გამოსცა წიგნი სათაურით "დედამინა - სიცოცხლის წყარო". ეს მართლაც ასეა - ჩვენს მშვენიერ ციფერ პლანეტაზე, მრავალი ცივილიზაცია სწორედ იმის გამო გადარჩა, რომ ისინი განსაკუთრებულად ეპყრობოდნენ პროდუქტიულ და მაღალნაყოფიერ ნიადაგებს. თუმცა, ამ ცივილიზაციათაგან ბევრი განადგურდა. უმეტესობამ შეწყვიტა არსებობა იმის გამო, რომ უდიერად ეპყრობოდა და ანადგურებდა ძვირფას რესურსებს. დედამინის დღევანდელი მოსახლეობის 6.8 მილიარდზე მეტი მთლიანადაა დამოკიდებული დედამინის ზედაპირის 1/32 ნაწილის ძალიან თხელ, ვერტიკალურ ფენაზე, რათა მოიყვანოს მოსავალი, გამოკვებოს საკუთარი თავი და ცხოველები. იმისათვის, რათა ეფექტურად გამოვიყენოთ ნიადაგური რესურსები, ჩვენ უნდა ვფლობდეთ სათანადო ცოდნას თვით ნიადაგების შესახებ.

მნიშვნელობა არა აქვს ნიადაგმცოდნეობის რომელ დისციპლინას ეუფლებით - მინერალოგიას, ქიმიას, ნაყოფიერებას, ფიზიკას, დაცვას, დამუშავებასა თუ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებას, თქვენ ნიადაგს სათანადოდ ვერ შეისწავლით და ვერ გამოიკვლევთ, თუ არ გეცოდინებათ ნიადაგის პროფილში ფიზიკური, ქიმიური და მორფოლოგიური თვისებების ურთიერთდამოკიდებულება. ნიადაგის ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლების (ჟანგვა-აღდგენითი მდგომარეობა, წყალდაკავების უნარი, ჰიდროლოგიური მაჩვენებლები და ა. შ.) შესახებ შეიძლება პირდაპირ ვიმსჯელოთ ნიადაგური პროფილის მორფოლოგიიდან. ამასთან, ეს მახასიათებლები შეიძლება, დაგვეხმარონ ნიადაგის გენეზისის ინტერპრეტაციასა და ნიადაგის კლასიფიკაციაში.

"ნიადაგის მორფოლოგია" შესანიშნავი ნაშრომია, რომელიც დაეხმარება დამწყებ და გამოცდილ ნიადაგმცოდნეებს ნიადაგის ზუსტი დახასიათებისა და ნებისმიერი ნიადაგური პროფილის მორფოლოგიური თვისებების აღწერაში. ნაშრომში წარმოდგენილი მაღალი ხარისხის ილუსტრირებული მასალა ეფექტურ ვიზუალურ დახმარებას გაუწევს მკითხველს. ავტორებს წიგნში მოგანილი აქვთ ნიადაგმცოდნეობის სფეროში მიღებული მრავალწლიანი სასწავლო, სამეცნიერო და საველე გამოკვლევების განაცხადი. ისინი ეყრდნობიან USDA და "ფაო"-ს საერთაშორისო სტანდარტებს.

ნაშრომის პირველი თავი ინფორმაციას აწვდის მკითხველს

ნიადაგის კვლევის დაგეგმვის, ნიადაგის თვისებების აღწერის მიმართ წაყენებული მოთხოვნებისა და საჭირო აღჭურვილობის შესახებ.

მეორე თავში განხილულია ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორები და მათი მონაწილეობა ნიადაგის წარმოქმნაში. ნიადაგის გენეზისის ცოდნა საშუალებას იძლევა უფრო ზუსტად განვსაზღვროთ ნიადაგის რესურსების გამოყენება, პროდუქტიულობა და ეფექტური მართვა.

მესამე თავი წარმოადგენს ნიადაგის მორფოლოგიის ძირითად საფუძველს. ნიადაგის პროფილის აღწერა ნიადაგების ცოდნის საფუძველია. ტექსტი, ვიზუალურ მასალასთან ერთად, მკვლევარს დაეხმარება ნიადაგური პროფილის სწორ შესწავლაში. წარმოდგენილი მასალა შეესაბამება ნიადაგის მორფოლოგიის თანამედროვე ნომენკლატურას.

ეს საუკეთესო სახელმძღვანელოა არა მარტო ნიადაგმცოდნეთათვის, არამედ ფერმერებისთვისაც, ის უნდა გახდეს მათი საველე ზურგჩანთის მეგზური. ის ასევე გამოსადეგია ექსტენციის (ფერმერთა საკონსულტაციო) სამსახურებისთვის.

რიჩარდ ა. ვეისმილერი

მერილენდის უნივერსიტეტის  
სოფლის მეურნეობისა და ბუნებრივი რესურსების  
კოლეჯის პროფესორ - ემერიტუსი,  
საერთაშორისო პროგრამების ასოცირებული დირექტორი

## შესავალი

ნიადაგების ზუსტი და სრულყოფილი საველე გამოკვლევა დიდად არის დამოკიდებული გარკვეული სახის სამუშაოებზე, რომლებიც უნდა შესრულდეს ექსპედიციის დაწყებამდე. საველე პირობებში ნიადაგების გამოკვლევის წინ უნდა დადგინდეს:

- გამოკვლევის მიზანი;
- გამოსაკვლევ ტერიტორიის ფართობი და გეოგრაფიული კოორდინატები;
- გამოკვლევის მასშტაბი;

ნიადაგების საველე გამოკვლევის წინა პერიოდი ასევე მოიცავს:

- საჭირო საველე აღჭურვილობის მომზადებას და
- ადრე ჩატარებული გამოკვლევების ლიტერატურულ/კარტოგრაფიული მასალების მოძიება/დამუშავებას (ასეთი მონაცემების დამუშავება მკვლევარს ეხმარება საკითხის ისტორიული ასპექტის გაგება/შესწავლაში).

ნიადაგების საველე გამოკვლევის დაწყებამდე, წინასწარ უნდა იყოს ცნობილი კვლევის მიზანი, რომელიც გამოსახავს ნიადაგური კვლევის ამოცანას (სამეცნიერო, ნიადაგმელიორაციული, სატყეო-სამეურნეო, ნიადაგეროზიული და ა. შ.). ნიადაგების საველე გამოკვლევა შეიძლება ჩატარდეს თესლბრუნვების დანერგვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გადაადგილების, ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლის დადგენის, დამლაშების ხარისხის, ნიადაგების მელიორაციის თვალსაზრისით და სხვ. კონკრეტული ამოცანებიდან გამომდინარე, იცვლება სამუშაოს მოცულობა საკვლევ ტერიტორიის ფართობისა და გამოკვლევის მასშტაბის გათვალისწინებით. სამუშაოს მოცულობა წარმოადგენს შესასრულებელი გამოკვლევის საველე და ლაბორატორიულ/კამერალური მუშაობის ერთიან კომპლექსს, რომელიც დამოკიდებულია საკვლევ ტერიტორიის ფართობზე, კვლევის მასშტაბზე, ნიადაგების გამოკვლევის სირთულის კატეგორიაზე, ეს უკანასკნელი კი განისაზღვრება რელიეფით და ნიადაგური საფარის ხასიათით.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს საკვლევ ტერიტორიის შესახებ არსებული ლიტერატურული მასალის (ნიადა-

აგების, გეოლოგიის, გეომორფოლოგიის, კლიმატის, მცენარეული საფარის, ადამიანის სანარმოო საქმიანობის შესახებ) წინასწარ გაცნობას, რომელზეც მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნიადაგების მეცნიერული და აგროსანარმოო დახასიათება.

ნიადაგმცოდნე, ლიტერატურულ წყაროებთან ერთად, უნდა გაეცნოს საკვლევი ტერიტორიის ტოპოგრაფიულ რუკას, რომლებზეც ასახულია ტერიტორიის რელიეფი. რუკაზე გავლებული ჰორიზონტალური ხაზები, ე.წ. იზოჰიფსები (ჰორიზონტალები) აერთებენ ზღვის დონიდან ერთნაირ სიმაღლეზე მდებარე წერტილებს. იზოჰიფსები წარმოდგენას იძლევიან ადგილმდებარეობის აბსოლუტურ სიმაღლესა და რელიეფის ფორმებზე. ასევე გამოიყენება აეროფოტოგადაღების მასალები. აეროფოტოგადაღების მეთოდს მაღალი სიზუსტე ახასიათებს. კონკრეტული ტერიტორიის აეროფოტოსურათები ზუსტი ფოტოდოკუმენტაციაა, რომელზეც გამოსახულია ლანდშაფტების, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების განლაგება და სხვ.

ნიადაგების გამოკვლევა ბუნებრივ, საველე პირობებში (გამოკვლევის მიზანდასახულობის მიუხედავად) უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- გამოკვლეული ტერიტორიის ნიადაგური საფარის გენეზისურ და აგრონომიულ შეფასებას;
- მეცნიერულად დასაბუთებული აგრონომიული ღონისძიებების შემუშავებას, რომელთა პრაქტიკული განხორციელება გააუმჯობესებს ნიადაგების სანარმოო თვისებებს და უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდას.

საკვლევი რეგიონის შესახებ არსებული ლიტერატურული წყაროების გაცნობის შემდეგ, ტოპოგრაფიული საფუძვლის მიხედვით, საჭიროა ტერიტორიის წინასწარი (ნიადაგების გამოკვლევამდე) შემოვლა-დათვალიერება, რომლის დანიშნულებაა ნიადაგური საფარის (გავრცელებული ძირითადი ნიადაგების), ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების (მეზო- და მიკრორელიეფის, ნიადაგწარმომქმნელი ქანების, მცენარეული საფარის და სხვ.) გაცნობა. რეკოგნოსტირება ნიადაგმცოდნეს საშუალებას აძლევს დაადგინოს საკვლევი ტერიტორიის სირთულე (კატეგორია) და შეადგინოს გავრცელებული ნიადაგების საორიენტაციო სია (ნიადაგების სამუშაო/წინასწარი კლასიფიკაციის დაზუსტება).

რეკოგნოსტირება მკვლევარს ეხმარება ნიადაგური ჭრილების სწორად განაწილებაში საველე გამოკვლევის დროს. მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდება საკვლევი ტერიტორიის ფართობი, მასშტაბი და გამოკვლევის სირთულის კატეგორია, დადგინდება (გაანგარიშდება) გასაკეთებელი ჭრილების და სამუშაო დღეთა საერთო რაოდენობა.

ნიადაგების საველე გამოკვლევისას, რეკოგნოსტირების შედეგად შერჩეულ დამახასიათებელ (ტიპურ) ადგილებზე უნდა გაკეთდეს სრული ჭრილები. ნიადაგის ჭრილის გასაკეთებელი ადგილის შერჩევისას, გათვალისწინებული უნდა იყოს: რელიეფი, დაქანება, ექსპოზიცია, მცენარეული საფარი (სასოფლო-სამეურნეო სავარგული), ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან, მისი მდებარეობის კოორდინატები, გამოკვლევის მასშტაბი.

ნიადაგის ჭრილი წარმოადგენს სწორკუთხა ორმოს, რომელსაც თხრიან შერჩეულ ადგილას. მისი სიგანე უნდა იყოს დაახლოებით 75-80 სმ, სიგრძე - 150 სმ, სიღრმე კი - ქანამდე. ორმოსე უნდა ამოითხაროს, რომ მისი ერთი, წინა კედელი, მზეს უყურებდეს. ამოთხრილი ნიადაგი იყრება ორმოს მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე. ორმოს ამოღების შემდეგ ამზადებენ კედელს (შვეულს) აღსაწერად. ამისათვის სატეხით ან მაგარწელიანი დანით ნიადაგის პროფილს, ზევიდან ქვევით, განაახლებენ (ჩაჩიჩქნიან) და აღწერენ. კედელზე შეიმჩნევა ნიადაგის მორფოლოგიური ნიშნები (ფერი, სტრუქტურა, აგებულება, ახალწარმონაქმნები და სხვ.), ცვლილება სიღრმეზე.

ნიადაგის ჭრილი სამი სახისაა: 1) სრული (ძირითადი); 2) ნახევარჭრილი; 3) ამონაბარი.

ნიადაგის პროფილის სრულყოფილი შესწავლისათვის კეთდება სრული ჭრილი ნიადაგწარმომქმნელ ქანამდე. სრული ჭრილების რაოდენობა დამოკიდებულია გამოკვლევის მასშტაბსა და ნიადაგწარმომქმნელ ფაქტორთა ცვალებადობაზე. ასეთი ჭრილებით ადგენენ საკვლევ ტერიტორიაზე გავრცელებულ ნიადაგებს და მათგან იღებენ საანალიზო ნიმუშებს.

ნახევარჭრილის სიღრმე, ჩვეულებრივ, არ სცილდება 40-60 სმ-ს. ნახევარჭრილებით ახდენენ ნიადაგის ძირითადი ტიპის თვისებების დამატებით შესწავლას (მაგ. გაენერების, დამლაშების სხვადასხვა ხარისხი) და ადგენენ ძირითადი ტიპების ან ქვეტიპების ერთგვარობას.

ამონაბარს აკეთებენ ძირითადი და ნახევარჭრილების ირ-

გვლივ (რელიეფის ელემენტის პერიფერიულ ნაწილზე), მისი სიღრმე 20-40 სმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ამონაბარის საშუალებით ადგენენ ნიადაგის სახესხვაობის გავრცელების საზღვარს.

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგების გამოკვლევის დროს, აუცილებელია სპეციალური საველე აღჭურვილობა (სხვადასხვა იარაღები და საგნები):

1. გამოსაკვლევი ტერიტორიის ტოპოგრაფიული რუკა; აეროფოტო- მასალა;
2. კომპასი;
3. ნიადაგის ჭრილების (ორმოების) გასაკეთებლად: ბარი, ნიჩაბი, წერაქვი (მას ხმარობენ მკვრივ და ქვა-ლორღიან ნიადაგებზე ჭრილების შესასწავლად);
4. სატეხი ან მაგარწელიანი დიდი დანა (გამოიყენება ნიადაგის პროფილის შესასწავლად, კერძოდ, მის გასაახლებლად და ნიმუშების ასაღებად);
5. სიგრძის საზომი სახაზავი ან ლენტის, რომელზეც სანტიმეტრიანი დანაყოფებია (გამოიყენება ნიადაგის პროფილზე ჰორიზონტების გასაზომად);
6. ლუპა (გამადიდებელი მინა საჭიროა ახალწარმონაქმნების, ხირხატის და სხვ. შესამოწმებლად);
7. 10%-იანი მარილმჟავა სანვეთურში ( $\text{CaCO}_3$  – ზე რეაქციისთვის);
8. “GPS” (ნიადაგის ჭრილის ზღვის დონიდან სისაღლისა და ადგილმდებარეობის კოორდინატების დასადგენად);
9. ფოტოაპარატი (ლანდშაფტური ხედების, რელიეფის ფორმების, მცენარეულობის, ნიადაგის პროფილის და სხვა საჭირო დეტალების სურათების გადასაღებად);
10. ბურღი (დაშლილი და/ან დაუშლელი ნიადაგის ნიმუშების ასაღებად. ბურღით ნიადაგის ნიმუშების აღებისას ასევე აუცილებელია ჭრილების გაკეთება და პროფილის აღწერა);
11. ქალაღი (მტკიცე, არატეხვადი) ან პოლიეთილენის პარკები (ნიადაგის ნიმუშების შესანახად);
12. საეტიკეტე ფურცლები (5X10 სმ სიდიდის ქალაღი. ეტიკეტებზე იწერება: ჭრილის ნომერი, ადგილმდებარეობა, ჰორიზონტის სიღრმე, თარიღი, მკვლევარის გვარი. შევსე-

ბის შემდეგ მათ მოკეცავენ ნაწერი პირის შიგნით მოქცევით და ჩადებენ შენახულ ნიმუშში);

13. საველე დლიური (გამოიყენება სპეციალური, დაბეჭდილი ფორმულარები ან ჩვეულებრივი რვეული, რომელშიც ნიადაგების ქრილები აღინერება);

14. ფანქარი (უბრალო შავი ფანქარი, ეტიკეტები მორფოლოგიური აღწერის ჩასაწერად).

ნიადაგური პროფილის აღწერას აწარმოებენ საველე დლიურში (რვეულში). შევსება იწყება ქრილის ნომრის და ადგილმდებარეობის აღნიშვნით, რელიეფის ელემენტების, ქანებისა და მცენარეული საფარის აღწერით. ნიადაგის პროფილზე გენეზისური ჰორიზონტების გამოყოფის შემდეგ, თითოეულ მათგანს ცალ-ცალკე ზომავენ და დლიურში აღნიშნავენ. ამის შემდეგ, ნიადაგმცოდნე იწყებს მორფოლოგიური ნიშნების დეტალურ აღწერას. დლიურში წერენ ნიადაგის სახელწოდებას, შენიშნებებს (მოსაზრებებს კონკრეტული ნიადაგის გენეზისისა და სასოფლო-სამეურნეო თვისებათა გაუმჯობესებისათვის საჭირო ღონისძიებების შესახებ).

ნიადაგების საველე კვლევის თანამედროვე კოდირების სისტემის საშუალებით, ბუნებრივ პირობებში მოპოვებული მასალა, შეიძლება განთავსდეს ნიადაგების საერთაშორისო საინფორმაციო სივრცეში.

საველე პირობებში ნიადაგების მორფოლოგიური აღწერის უნიფიცირებული, კოდირებული სისტემა ხელმისაწვდომია ნიადაგმცოდნეთა ფართო წრისათვის. იგი გულისხმობს ნიადაგების ეკოლოგიის შეფასებას, მათ აღწერას და კლასიფიცირებას საველე პირობებში. ნიადაგების მორფოლოგიური აღწერის სტანდარტული ენის შემუშავება გულისხმობს ცალკეული მორფოლოგიური ნიშნებისთვის შესაბამისი რიცხვითი ან სიტყვიერი (უმეტეს შემთხვევაში წარმოდგენილია ანბანური აღნიშვნით, ლათინური ასოების შეთანხმებით) კოდების მინიჭებას. ნიადაგების საველე კვლევის კოდირებული აღწერის მონაცემები შეაქვთ სპეციალურ დაბეჭდილ ფორმულარებში (იხ. ფორმულარი).

ფორმულარში არსებული გრაფები შემდეგნაირად ივსება:

1. ფორმულარის ნომერი;
2. თარიღი – რიცხვი/თვე/წელი;

3. ავტორი – სახელი, გვარი;
4. საკრებულო – საკრებულოს დასახელება, რომელშიც შედის საკვლევ ტერიტორია;
5. მიწის გამოყენება – მიწის გამოყენების ტიპები (მრეწველობით ან ტყით დაკავებული მიწები, კომპლექსური მეურნეობებით ან მხოლოდ სასოფლო – სამეურნეო კულტურებით დაკავებული მიწები და სხვ.) და ქვეტიპები (სამრეწველო შენობებით, ერთნლიანი ან მრავალნლიანი კულტურებით დაკავებული ფართობები და სხვ.);
6. მცენარეულობა/კულტურები – მცენარეულობის სახელწოდება, რომლითაც დაკავებულია საკვლევ ტერიტორია (ტყისა და ბუჩქნარის კატეგორიები, ასევე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სახელწოდებები);
7. X – გეოინფორმაციული კოორდინატი;
8. Y – გეოინფორმაციული კოორდინატი;
9. ზ.დ.ს. – სიმაღლე ზღვის დონიდან, მეტრებში;
10. რელიეფი – რელიეფის ელემენტები (ვაკე, მთის თხემები, მთათაშორის ვაკეები და სხვ.);
11. ადგილმდებარეობა – რელიეფის ელემენტებთან ადგილის შესაბამისი მდგომარეობა (ფერდობის ზედა, შუა თუ ქვედა ნაწილი და სხვ.);
12. ეროზია – ეროზიის ტიპები ქვეტიპებით. ტერიტორიის შეფასება ხდება კლასების მიხედვით;
13. ფერდობი – დახრილობა, რომელიც იზომება კლინომეტრით. თუ კლინომეტრის ნაკითხვა შეუძლებელია, მაშინ ფერდის დახრილობის სავსე შეფასება უნდა შეესაბამებოდეს კონტურულ რუკაზე მონიშნულ დახრილობებს;
14. ექსპოზიცია – განლაგება დედამიწის მხარეების მიმართ;
15. ადამიანის გავლენა – ანთროპოგენური ზეგავლენის სახეები: ხვნა, დატერასება, ჯებირების მოწყობა, ჭარბი წყლით ირიგაცია და სხვ.;
16. ჰორ. - ჰორიზონტების ნუმერაცია (1., 2., 3., 4., და ა. შ.);
17. სიღრმე სმ-ობით, საზღვარი – ჰორიზონტის სიღრმე, საზღვარი ტოპოგრაფიითა და თავისებურებით (მკვეთრი, თანდათანობითი, შერეული და ა. შ.); საზღვრების ფორმები;

18. მექანიკური შედგენილობის კლასები – მექანიკური ფრაქციების კლასები “ფაო”-ს მიერ შემუშავებული სამკუთხედი/დიაგრამის მიხედვით;
19. ხირხატი (მოც. %) – რაოდენობისა და ზომის კლასების მიხედვით შეფასება ნომოგრამით);
20. ჰუმუსი % - “მანსელის ფერთა სკალისა” და მექანიკური შედგენილობის კლასების გათვალისწინებით;
21. ფერი – “მანსელ ფერთა სკალით”;
22. ლაქიანობა – რაოდენობის (გამოიყენება ნომოგრამა), ფერის (გამოიყენება “მანსელის\ ფერთა სკალა”), ზომის, კონტრასტისა და საზღვრის მიხედვით აღწერა;
23. კონცენტრაციები - რაოდენობის (გამოიყენება ნომოგრამა), ფერის (გამოიყენება “მანსელის ფერთა სკალა”), ზომის მიხედვით აღწერა;
24. კუტანები – რაოდენობის, ბუნების, ადგილმდებარეობისა და კონტრასტის მიხედვით;
25. კარბონატები, თაბაშირი, მარილები – კარბონატების შემცველობა განისაზღვრება 10 % მარილმჟავის გამოყენებით, რეაქციის მიხედვით დგინდება კარბონატულობის ხარისხი (სუსტად, საშუალოდ, ძლიერ კარბონატულია); თაბაშირის შემცველობა დგინდება წყლის სუსპენზიაში ელექტროგამტარობის ხელსაწყოს გამოყენებით, ხოლო ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა კი ელექტრო კონდუქტომეტრის (I:C) გამოყენებით;
26. ტენიანობა – ცალკეული ჰორიზონტების დატენიანების ხარისხით;
27. სტრუქტურა – ხარისხის (სუსტი, საშუალო, ძლიერი), ფორმის (მარცვლოვანი, ბელტოვანი და ა. შ) და ზომის (წვრილი, საშუალო, მსხვილი და ა. შ) მიხედვით;
28. მოცულობითი წონა – მექანიკური შედგენილობის, სტრუქტურის, სიმკვრივისა და ჰუმუსის პროცენტული შემცველობის მიხედვით;
29. ფესვები (დმ<sup>2</sup>) – საკმარისია რაოდენობისა და ზომის მინიშნება. ფესვების რაოდენობა დგინდება ნომოგრამის გამოყენებით;

30. ქანის ფრაგმენტები -- ზომისა და რაოდენობის მიხედვით, გამოიყენება ნომოგრამა;
31. ჰორიზონტის სიმბოლო – გენეზისური ჰორიზონტის აღმნიშვნელი ლათინური ასო;
32. შენიშვნები – საჭიროების შემთხვევაში დამატებითი ინფორმაცია სიტყვიერად ჰორიზონტის შესაბამისი გრაფის გასწვრივ;
33. ნიადაგის დასახელება – საკვლევი ნიადაგის ტაქსონომიური ერთეული (ტიპის, ქვეტიპის დონეზე);
34. ნიადაგწარმომქმნელი ქანი – ქანის სახელწოდება (გრანიტი, გაბრო, ბაზალტი და ა.შ.);
35. გრუნტის წყალი – გრუნტის წყლის დონის მიახლოებითი სიღრმე;
36. ნიადაგის სახელწოდება თანამედროვე საერთაშორისო კლასიფიკაციით – ნიადაგური ჯგუფის სახელწოდება;
37. სტრათიფიკაცია/შრეობრიობა – კვლევის დროს თუ ესეთ შემთხვევას ადგილი აქვს, უნდა მიენიშნოს;
38. მკვდარი საფარი - კვლევის დროს თუ ასეთ შემთხვევას ადგილი აქვს, უნდა მიენიშნოს.

## ნიადაგების საველე აღწერის ფორმულარი

№:	1	საკრებულო	4	X:	7	რელიეფი	10	ფერდობი (%)	13
თარიღი:	2	მიწის გამოცენება	5	Y:	8	აღვიწმინდებარება	11	ენაპოზიცია	14
ავტორი:	3	მცენ./კულტ.	6	აინაღლე ზღვია ღონიდას	9	ეროზია	12	ადამიანის გავლენა	15

ფაფ.	თემატიკა (სა) ნიშნის	ფორმული აღნიშვნის აღნიშვნა	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის	(წმ) ნიშნის
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

ნიადაგის დაახელება	33	ნიადაგწარმოქმნის ეანი	34	გრუნტის წყალი	35
ნიადაგის დაახელება საერთაშორისო კლასიფიკაციით WRB	36	სტრატეფიკაცია	37	მკვდარი ააფარი	38

ნიადაგების პროფილის მორფოლოგიური აღწერის შემდეგ, თითოეული გენეზისური ჰორიზონტიდან იღებენ ნიმუშს (1-1,5 კგ-ის ოდენობით) ლაბორატორიული კვლევებისთვის. ნიმუშების აღებას იწყებენ ქვედა ჰორიზონტიდან, შემდეგ მომდევნო ზედა ჰორიზონტიდან და ა. შ. აღებულ ნიმუშებს ინახავენ ცალცალკე და თითოეულ მათგანში დებენ შესაბამის ეტიკეტს.

საველე პირობებში შესაძლებელია ნიადაგების ზოგიერთი ქიმიური და ფიზიკური თვისების განსაზღვრა. შესაფერისი რეაქტივები (მარტივი ქიმიური რეაქციებისთვის) და მონყობილობა.

ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრისთვის სტრუქტურა-დაურღვეველ ნიმუშებს ბურლით იღებენ, რომლის მთავარი ნაწილებია ლითონის ცილინდრები.

ნიადაგის რეაქციას საზღვრავენ ახლად ამოთხრილი ქრილიდან აღებული ნიმუშის წყლის გამონაწურის pH-ის მიხედვით, რომელსაც ადგენენ პორტატული pH-მეტრით.

საველე პირობებში ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა შესაძლებელია განისაზღვროს (მიახლოებით) ელექტროკონდუქტომეტრის (EC) გამოყენებით.

კალციუმის კარბონატის განსასაზღვრავად იყენებენ 10%-იან მარილმჟავას ხსნარს. თუ ნიადაგის ნიმუშზე მარილმჟავას დასხმა შიშინს გამოიწვევს, ეს კარბონატების შემცველობის მაჩვენებელია.

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების მხოლოდ თვისობრივი განსაზღვრაა შესაძლებელი, რაოდენობრივი შესწავლა კი ლაბორატორიული კვლევის საგანს წარმოადგენს.

ნიადაგების საველე გამოკვლევის საბოლოო მიზანია:

1. საკვლევი რეგიონის ბუნებრივი პირობების – კლიმატის, რელიეფის, ქანების, მცენარეული საფარის დახასიათება; ნიადაგის თვისებათა ცვალებადობაზე ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედების გავლენის შეფასება;
2. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის – გენეზისის თავისებურების გარკვევა;
3. ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნების აღწერა/დახასიათება;

4. გამოკვლევის მასშტაბის შესაბამისად ნიადაგური რუკის შედგენა – ნიადაგების ტიპების, ქვეტიპების, გვარის, სახეობის და სახესხვაობების დაკონტურება;

5. ნიადაგის ნიმუშების აღება საანალიზოდ.

ლაბორატორიული კვლევის შედეგად ნიადაგის ნიმუშებში განისაზღვრება ფიზიკური, ქიმიური და სხვა თვისებები. საველე და ლაბორატორიული/კამერალური კომპლექსური სამუშაოს შედეგად აზუსტებენ ნიადაგის ტიპებს, ქვეტიპებს და სხვა ტაქსონებს. კვლევის შედეგად მიღებული დასკვნების საფუძველზე სპეციალისტების მიერ მუშავდება რეკომენდაციები გამოკვლეული ნიადაგების გაუმჯობესების, ნაყოფიერების ამაღლების და რაციონალური გამოყენების მიზნით.

## თავი I

### ნიადაგნარმომქმნელი ფაქტორები

“ნიადაგის წარმოქმნა დედამიწის ზედაპირზე სიცოცხლის ევოლუციის – ამ განუწყვეტელი პროცესის ერთ-ერთ კვალს წარმოადგენს”  
ვ. ვილიამსი

ნიადაგის წარმოქმნა რთული და მრავალმხრივი პროცესია. მასში მონაწილეობს ბიოსფეროს ბიოტური და აბიოტური კომპონენტი. ძნელია მოიძებნოს ბუნებაში მიმდინარე რომელიმე პროცესი თუ მოვლენა, რომელიც ნიადაგის წარმოქმნაზე არ ახდენდეს პირდაპირ თუ არაპირდაპირ გავლენას და თავის კვალს არ ტოვებდეს. სწორედ ამიტომ, სამართლიანად ითვლება, რომ ნიადაგი “ლანდშაფტის სარკეა”.

ნიადაგი დამოუკიდებელი ბუნებრივ-ისტორიული სხეულია და მისი წარმოქმნა განპირობებულია ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებით. ბუნებაში ნიადაგის წარმომქმნელ ფაქტორებს შორის არსებობს მჭიდრო ურთიერთკავშირი და ურთიერთდამოკიდებულება. ისინი თანაბარ მნიშვნელოვანი არიან და ნიადაგების ფორმირებაზე სპეციფიკურ ზემოქმედებას ახდენენ. თითოეული მათგანი თავის როლს ასრულებს ნიადაგსა და ბუნებრივ გარემოს შორის ნივთიერებისა თუ ენერგიის მიმოცვლის პროცესებში.

ნიადაგი წარმოადგენს ყველა ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორის ფუნქციის შედეგს. ვ. დოკუჩაევის მიერ დადგენილია ხუთი ნიადაგწარმომქმნელი ბუნებრივი ფაქტორი: ნიადაგწარმომქმნელი ქანები, კლიმატი, რელიეფი, ბიოლოგიური ფაქტორი, დრო/ხნოვანება. მათ მოგვიანებით დაემატა ადამიანის საწარმოო საქმიანობა/ანთროპოგენური ფაქტორი. დასახელებული ფაქტორების გარდა, აღსანიშნავია ისეთი პირობებიც, რომლებიც ნიადაგწარმოქმნაზე ლოკალურად (ადგილობრივად) მოქმედებენ. ასეთ ფაქტორებს მიეკუთვნებიან, უპირველეს ყოვლისა, გრუნტის წყლები, ზედაპირული წყლის ნაკადები წყალდიდობის დროს, ვულკანის მოქმედება აქტიური ვულკანიზმის ადგილებში, ზღვის წყლები ზღვის სანაპირო ზოლში და სხვ. მათი გავლენა

ნა მნიშვნელოვანი და შესამჩნევია ნიადაგნარმოქმნაზე; მათი ზემოქმედებით ნიადაგნარმოქმნა ხშირად იცვლის მიმართულებას და მიმდინარეობის ხასიათს (მაგალითად, არიდულ ზონაში დაჭაობებული და გაღებებული ნიადაგების არსებობა).

ნიადაგი -- ნიადაგნარმოქმნელი ფაქტორების ერთობლივი მოქმედების პროდუქტია და ზოგჯერ შესაძლებელია არ დაფიქსირდეს სრული შესაბამისობა მოცემულ ნიადაგსა და იმავე დროს მოქმედ ნიადაგნარმოქმნელ ფაქტორებს შორის. ეს მიგვიჩვენებს იმაზე, რომ ნიადაგის თვისებებისა და ნარმოქმნა/ჩამოყალიბების მიზეზები მთლიანად თუ არა, ნაწილობრივ მაინც, წარსულ დროში მოქმედ ფაქტორთა შედეგია და თანამედროვე პერიოდის ნიადაგნარმოქმნელ ფაქტორებთან პირდაპირი კავშირი არა აქვს. ნიადაგი ექვემდებარება მოცემულ პერიოდში მოქმედ ნიადაგნარმოქმნელ ფაქტორთა გავლენას, ამავე დროს ატარებს შორეული წარსულიდან შემორჩენილი ფაქტორებისა და პროცესების გავლენის ნიშნებს, ე.წ. რელიქტებს (მაგალითად, განმარხებული ჰორიზონტები ვულკანურ ნიადაგებში, გათიხების რელიქტური მოვლენა ყავისფერ ნიადაგებში). ნიადაგებში ნარჩენი რელიქტური ნიშნების არსებობის, ისტორიული ნიადაგნარმოქმნელი ფაქტორების, წარსულ დროში მოქმედ პროცესთა და მოვლენათა "დამახსოვრების" (ინფორმაციულობის "ასახვის") მიზნით შემოღებულია ტერმინი "ნიადაგი-მეხსიერება".

ნიადაგების გენეზისის შესწავლის, მათი ათვისების, გამოყენების და დაცვის დროს, ნიადაგების თვისებებთან ერთად, აუცილებელია იმ ფაქტორების საფუძვლიანი გამოკვლევა (გამოვლინება, დროში ცვალებადობა), რომელთა ზეგავლენითაც მოხდა ნიადაგების ნარმოქმნა/ჩამოყალიბება და განვითარება.

## 1.1. კლიმატი

კლიმატი ნიადაგნარმოქმნის პროცესში მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ როლს ასრულებს. კლიმატის გავლენა ნიადაგნარმოქმნაზე, უპირველეს ყოვლისა, ვლინდება ლითოსფეროსა და ბიოლოგიურ ფაქტორზე ზემოქმედებით. კლიმატი მოქმედებს ქანების გამოფიტვაზე, ნაშალის გადატანა (ტრანსპორტირება) -- გადანაწილებაზე, ორგანული ნარჩენების დამლა-გარდაქმ-

ნასა და ცოცხალი ორგანიზმების სასიცოცხლო პირობების შეცვლაზე, რითაც გავლენას ახდენს ნიადაგების წარმოქმნაზე. სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში ნიადაგწარმოქმნა ერთიმეორისგან განსხვავდება. მაღალი ტემპერატურისა და დიდი რაოდენობის ტენის პირობებში (ტენიან ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში) ქანების გამოფიტვა ინტენსიურად მიმდინარეობს, ხოლო დაბალი ტემპერატურის (ტუნდრასა და მაღალმთიანეთში) და მშრალი კლიმატის პირობებში (უდაბნოსა და ნახევრად უდაბნოში) ეს პროცესი ძლიერ შესუსტებულია. ტენიან კლიმატურ პირობებში გამოფიტვის ქერქი უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს ხსნად მარილებს და კალციუმის კარბონატებს. მშრალი სტეპის პირობებში გამოფიტვის ქერქში, ასევე ნიადაგებშიც, მეტ-ნაკლები რაოდენობითაა კირი და ადვილად ხსნადი მარილები. ტენიან ტროპიკულ ზონაში, უხვი მცენარეული საფარის ქვეშ, ნიადაგები ყოველწლიურად დიდი რაოდენობით ლებულობენ მცენარეულ ნარჩენებს, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ჰუმუსდაგროვება მაინც ნაკლებად ხდება მცენარეული ნაშთების ძლიერი მინერალიზაციის გამო.

ნიადაგების უზრუნველყოფა სითბოთი და გარკვეულწილად ტენით, დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან. სითბოს და ტენის წლიურ რაოდენობაზე, მათ დღელამურ და სეზონურ განაწილებაზეა დამოკიდებული ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარება. ზოგადად, ნიადაგწარმოქმნის ყველა სტადიას (საფეხურს) მისი შესაფერისი კლიმატი, კერძოდ ნალექებისა და ტემპერატურის რეჟიმი ახასიათებს. ცივი კლიმატის პირობებში ქანების ფიზიკური გამოფიტვა ქარბობს ქიმიურს. ამასთან, ბიოლოგიური პროცესების აქტივობაც დაქვეითებულია და შეზღუდულია ნიადაგწარმოქმნაც. ცხელ და მშრალ კლიმატურ პირობებში ნიადაგწარმოქმნის პროცესი ხანმოკლე, მაგრამ ენერგიული ხასიათისაა წვიმიან პერიოდში. ყინვიან მშრალ (გაყინულ) ნიადაგებში შეჩერებულია ბიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები. ანალოგიური შედეგი მიიღება უნალექო პერიოდში გვალვიან რაიონებში. კლიმატთან დაკავშირებულია ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკაც. მზის რადიაცია, ანუ მზისგან მიღებული სხივური ენერგია, შთაინთქმება დედამიწის ზედაპირის მიერ, გარდაიქმნება სითბურ ენერგიად და ინვესტის მის გათბობას. სწორედ ეს სხივური ენერგია არის ბიოლოგიური და ნიადაგური პროცესების ძირითადი ენერგეტიკული წყარო. ნიადაგის ზედაპირი მზის რადიაციის ნაწილს შთანთქმავს,

ნაწილს კი თანდათანობით გამოასხივებს და ატმოსფეროს (დედამიწის აირისებრი გარსი) ათბობს. ატმოსფერული ნალექების ტენი ჩაიჭონება ნიადაგში, შთაინთქმება მცენარეების მიერ და ტრანსპირაციის (წყლის აორთქლება მცენარეების მიერ) ან ფიზიკური აორთქლების შედეგად ატმოსფეროში ბრუნდება.

ამრიგად, ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის სითბოს და ტენის გაცვლა მუდმივად მიმდინარეობს. ამ გაცვლის პროცესში ფორმირდება ნიადაგების მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი – ჰიდროთერმული რეჟიმი.

ნიადაგნარმოქმნაზე კლიმატის ზემოქმედების მიმართულება და ხარისხი დამოკიდებულია ატმოსფერული კლიმატის ტიპზე. ატმოსფერული კლიმატი ეწოდება მის საშუალო მდგომარეობის რეჟიმს დედამიწის მოცემულ წერტილში. ის ხასიათდება ამა თუ იმ ადგილის მეტეოროლოგიური ელემენტების/პირობების (ტემპერატურა, ნალექები, ჰაერის ტენიანობა და ა. შ) საშუალო სიდიდით. ასევე მათი დღელამური, სეზონური (ნელინადის დრო) და მთელი წლის მაჩვენებლებით (რომლებიც იძლევიან რყევის ამპლიტუდას).

ნიადაგნარმოქმნის პროცესზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ კლიმატის (სინონიმი – ჰავა) შემდეგი ელემენტები: ატმოსფერული ნალექები, ტემპერატურა, ტენიანობა, მზის რადიაცია, ნათების ხანგრძლივობა, ქარი.

დედამიწის ზედაპირზე სითბოს განაწილების რაოდენობის საფუძველზე გამოყოფენ კლიმატის თერმულ ჯგუფებს. ერთ-ერთ ასეთ კლასიფიკაციას საფუძველად უდევს მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდის (როდესაც ნიადაგებში მიმდინარე პროცესები ყველაზე მეტად აქტიურია) მთავარი აგროკლიმატური მაჩვენებელი –  $10^{\circ}$  –ზე მეტი საშუალო დღელამური ტემპერატურის ჯამი. სავეგეტაციო პერიოდის აქტიურ ტემპერატურათა ( $>10^{\circ}$ ) ჯამის მიხედვით გამოყოფენ კლიმატის შემდეგ თერმულ ჯგუფებს:

1. ცივი (პოლარული) -  $<600^{\circ}$ ;
2. ზომიერად ცივი (ბორეალური) –  $600-2000^{\circ}$ ;
3. ზომიერად თბილი (სუბბორეალური) –  $2000-3800^{\circ}$ ;
4. თბილი (სუბტროპიკული) –  $3800-8000^{\circ}$ ;
5. ცხელი (ტროპიკული) -  $>8000^{\circ}$

კლიმატის თერმული ჯგუფების მიხედვით იცვლება:

- ნიადაგების (განსაკუთრებით ზედა ფენების) სითბოს რეჟიმი;
- ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების ტემპი;
- მცენარეთა ბიოლოგიური პროდუქტიულობა ოპტიმალური ტენიანობის დროს.

კლიმატის აღნიშნული თერმული ჯგუფები განლაგებულია განედური სარტყლების სახით და გარს აკრავს დედამიწას. ისინი, ტემპერატურის დღეღამური ჯამის გარდა, ხასიათდებიან განსაზღვრული ტიპის მცენარეულობით და ნიადაგებით, რომლებიც იცვლებიან ტენიანობაზე დამოკიდებულების მიხედვით. ამ სარტყლებს ნიადაგურ-ბიოთერმული სარტყლები ეწოდება.

საქართველოს პედოსფეროს (ნიადაგური საფარის) კომპონენტიანობა უკავშირდება მისი ჰიფსომეტრიის დიდ დიაპაზონს (0-4000მ) და მასთან დაკავშირებული კლიმატური ელემენტების (ტემპერატურა, ნალექები) რყევის ამპლიტუდას. საქართველოს ნიადაგები მოქცეულია სუბტროპიკულ (თბილი) და სუბბორეალურ (ზომიერად თბილი) სარტყლებში. საქართველოს ალპური ზონა, სადაც დაბალია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (<1500<sup>0</sup>), ბორეალური (ზომიერად ცივი) ბიოთერმული სარტყლის ნიადაგნარმოქმნის ელემენტებით ხასიათდება. ამ ზონაში გავრცელებულია: პრიმიტიული, მთა-მდელოს კორდიანი, მთა-მდელოს ტორფიანი, მთა-მდელოს კორდიან-კარბონატული და მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგები. ზომიერად თბილ ბიოთერმულ სარტყელში მოქცეულია საქართველოს სუბალპური (მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგები) და მთა-ტყის (ყომრალეები, კორდიან-კარბონატული ნიადაგები) ნიადაგების ზონა. საქართველოს ბარი და მთისწინების გორაკ-ბორცვიანი ზონა სუბტროპიკულ სარტყელშია მოქცეული, რომლის დასავლეთი და აღმოსავლეთი რაიონები, თერმული პირობების მიხედვით, ერთმანეთისგან ნაკლებად განსხვავდება.

ატმოსფერული ნალექების მიხედვით, კლიმატური ჯგუფების გამოყოფას საფუძვლად უდევს დატენიანების კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს საშუალო წლიური ნალექებისა და აორთქლებადობის (წყლის თავისუფალი ზედაპირიდან წლის განმავლობაში აორთქლებული წყლის რაოდენობა მმ-ში) შეფარდებას.

დატენიანების კოეფიციენტის მიხედვით განასხვავებენ კლიმატის ექვს ძირითად ჯგუფს:

1. ძალიან ტენიანი (ექსტრაჰუმიდური) > 3;
2. ტენიანი (ჰუმიდური) 1-3;
3. ნახევრად ტენიანი (სემიჰუმიდური) 0,5-1;
4. ნახევრად მშრალი (სემიარიდული) 0,3-0,5;
5. მშრალი (არიდული) 0,1-0,3;
6. ძალიან მშრალი (ექსტრაარიდული) < 0,1.

დატენიანების მიხედვით იცვლება:

- ნიადაგებში ტენის რეჟიმის ტიპი (ერთნაირი რელიეფის ელემენტებზე);
- ნიადაგების ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი;
- ქანების გამოფიტვისა და გამოტუტვის ხარისხი (ერთნაირ თერმულ პირობებში).

დასავლეთ საქართველოს რაიონებში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა ძირითადად 1200-2700 მმ ფარგლებში მერყეობს, დატენიანების კოეფიციენტი 1-ზე მეტია, შესაბამისად, კლიმატი სემიჰუმიდური და ექსტრაჰუმიდურია. ასეთი კლიმატური ზონები ნიადაგების ფართო სპექტრით (ექსტრაჰუმიდური – ნითელმინები, ყვითელმინა-ენერები, ჭაობიანი ნიადაგები; სემიჰუმიდური – ყვითელმინები, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები) და პერმაციდული (გამრეცხი ტიპი) ტენის რეჟიმით გამოირჩევიან.

აღმოსავლეთ საქართველო უფრო მშრალი კლიმატით ხასიათდება. ატმოსფერული ნალექების საშუალოწლიური რაოდენობა 1000-1400 მმ-ის ფარგლებში იცვლება, ზოგიერთ რაიონებში კი უფრო ნაკლებიცაა. დატენიანების კოეფიციენტის მიხედვით (< 1) აღმოსავლეთ საქართველოს დიდი ნაწილი სემიარიდული და არიდული კლიმატით ხასიათდება. ნახევრად მშრალი კლიმატის პირობებში ფორმირდება ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები; მშრალ კლიმატურ პირობებში კი გავრცელებულია რუხი-ყავისფერი, მდელოს რუხი-ყავისფერი, შავი, ბიცობიანი და ბიცი ნიადაგები. აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტესი ნიადაგების ტენის რეჟიმის ტიპი იმპერმაციდულია (არაგამრეცხი), ზოგიერთი ტიპის ნიადაგისთვის (მდელოს-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი) დამახასიათებელია ექსუდაციური ტენის რეჟიმი. ნიადაგების ფორმირების პროცესში, ტემპერატურასა და დატენიანებასთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნალექების განაწილებას წელიწადის დროების მიხედვით, მოსული ნალექე-

ბის ინტენსივობას (რომელიც განსაზღვრავს ნალექების მიერ დასველებისა და ჩარეცხვის ძალას), ჰაერის ფარდობით ტენიანობას, ქარების ზემოქმედების ძალას სეზონების მიხედვით. ყველა ეს მოვლენა გავლენას ახდენს ბიოლოგიური და ნიადაგური პროცესების თავისებურებაზე, განაპირობებს ნიადაგების წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიას.

კლიმატის ელემენტების გავლენა, ყველა ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორის მსგავსად, მულავენდება მხოლოდ სხვა ფაქტორებთან ურთიერთქმედებით. მთიანი ქვეყნებისთვის დამახასიათებელია მთის ძირიდან მწვერვალისკენ, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, დატენიანებისა და ტემპერატურის კანონზომიერი ცვალებადობა/შემცირება. ამავე მიმართულებით კანონზომიერ ცვლილებას განიცდის მცენარეული საფარის და ცხოველების შედგენილობა. ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორების ურთიერთდაკავშირებული ცვლილება ნიადაგების ტიპების გავრცელებაზე გავლენას ახდენს და მათი გეოგრაფიული განაწილება კარგად გამოხატული ზონალური კანონზომიერებით ხასიათდება. ეს მოვლენა საქართველოს (საერთოდ კავკასიის) ნიადაგებისთვის პირველად ჩამოაყალიბა გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებელმა, ვ. დოკუჩაევმა (1899წ.) ნიადაგების ვერტიკალური ზონალობის კანონის სახელით, რომელმაც შემდეგში მსოფლიო აღიარება მოიპოვა.

ნიადაგების სავსე გამოკვლევის დროს, ნიადაგმცოდნეს საჭირო ინფორმაციის მიღება კონკრეტული რეგიონის კლიმატური მახასიათებლების შესახებ, შეუძლია ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის მონაცემების საფუძველზე.

ნიადაგების საერთაშორისო კლასიფიკაციის – “ნიადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზის” ერთ-ერთი ძირითადი პრინციპის თანახმად, ნიადაგების კლასიფიკაციის დასადგენად, კლიმატური მახასიათებლები არ გამოიყენება, რადგან ნიადაგური ჯგუფების მონაცემები შესაძლებელია არ არსებობდეს სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში. თუმცა, კლიმატის პარამეტრები გათვალისწინებული უნდა იყოს ნიადაგების თვისებების და მათი ცვლილებების ინტერპრეტაციის დროს.

## I.II. რელიეზი

რელიეფი დედამიწის ზედაპირის ფორმას წარმოადგენს. ის ნიადაგწარმოქმნის ერთ-ერთი ფაქტორია და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგების ფორმირებაზე. რელიეფის როლი ნიადაგწარმოქმნის პროცესში არაპირდაპირი ხასიათისაა, რაც ხმელეთის ზედაპირზე სითბოს და ტენის გადაწარმოებით გამოიხატება. რელიეფი უშუალო გავლენას ახდენს ქანების დაშლაზე, ნაშალის გადატანა-გადაწარმოებაზე. მასზე დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების ელემენტების (წყალი, საკვები ნივთიერებები) განაწილება, ცოცხალი ორგანიზმების, განსაკუთრებით მცენარეთა ზრდა-განვითარება. რელიეფს უკავშირდება ეროზიის პროცესები; ძალიან ხშირად გრუნტის წყლების ნიადაგზე ზემოქმედების ხარისხი რელიეფის თავისებურებით განისაზღვრება.

რელიეფის ფორმები ერთიანდება ორ ჯგუფში – დადებითსა და უარყოფითში. რელიეფის შემალღებულ ელემენტებს, ვაკე ზედაპირის მიმართ ამონეულ-ამობურცულ ფორმებს, დადებითი ფორმები ეწოდება (ბორცვები, ქედები, ქუდურები და სხვ.). რელიეფის უარყოფით ფორმებს წარმოადგენს ჩადაბლებული/ჩაზნექილი ფორმის მქონე რელიეფის ელემენტები (ტაფობი, ქვაბური, მერია და სხვ.). სივრცითი მასშტაბის მიხედვით, რელიეფის ფორმების სამ ჯგუფს გამოყოფენ:

- 1) მაკრორელიეფი;
- 2) მეზორელიეფი;
- 3) მიკრორელიეფი.

მაკრორელიეფი დედამიწის ზედაპირის ისეთი ფორმაა, რომელიც გამოხატავს სივრცის (ფართობი) და სიმაღლის (ჰიფსომეტრია) დიდი მასშტაბის ცვალებადობას. მაკრორელიეფის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი დედამიწის ქერქის მოძრაობაა (ტექტონიკა). მაკრორელიეფის უარყოფით ფორმას ეკუთვნის ვაკე – არ ახასიათებს შესამჩნევი ჰიფსომეტრული (სიმაღლითი) ცვლილება. ვაკე შეიძლება იყოს წყნარი, სუსტად ტალღისებრი და დახრილი. უარყოფითი მაკრორელიეფის ფორმაა პლატო – წყალგამყოფი მოვაკება, ორი (ან მეტი) მხრიდან გამოყოფილი ჰიდროგრაფიული ქსელით; მაკრორელიეფის გავრცელებულ უარყოფით ფორმას

ნარმოადგენს ტერასები - დახრილი ვაკე, ტალღისებრი ბაქნები.

მაკრორელიეფის მთავარ უარყოფით ფორმებს ეკუთვნის:

- ამოქვაბული-შემალღებებს შორის მოვაკება;
- ბარი - დაბლობი, შემალღებებს შორის მოქცეული დიდი ტერიტორია;
- ხეობა - სიგრძეზე დიდ მანძილზე განოლილი ღარისებრი დადაბლება, რომელსაც მეტ-ნაკლებად გამოხატული დახრილობა აქვს (ხეობები შეიძლება იყოს მშრალი - მდინარე არ მიედინება და მდინარეული - ხეობაში მუდმივი წყალი მოედინება).

მაკრორელიეფის დადებითი ფორმებია: უღელტეხილი, ქედი და მთები. ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით არჩევენ:

- დაბალ მთებს - 1000 მ-მდე სიმაღლის, რომელთა ადგილობრივი სიმაღლე 200 მ-ს არ აღემატება;
- საშუალო სიმაღლის მთებს - 1000-2000 მ სიმაღლის, მათი ადგილობრივი სიმაღლის ამპლიტუდა 200-500 მ ფარგლებშია;
- მაღალ მთებს - აღემატება 2000 მ-ს, ადგილობრივი სიმაღლე 500 მ-ზე მეტია.

მეზორელიეფი დედამიწის ზედაპირის საშუალო ზომის რელიეფის ფორმებს წარმოადგენს, რომლებიც ფართობით ასეულ კვადრატულ მეტრებს და შეფარდებითი სიმაღლით ათ მეტრამდე განზომილებას მოიცავენ. მეზორელიეფის წარმოქმნა ეგზოგენურ დინამიურ-გეოლოგიურ პროცესებს უკავშირდება.

უარყოფითი ფორმის მეზორელიეფს ეკუთვნის:

- ხევი - ხეობა ზომიერად დაშვებული კიდეებით;
- ხრამი - ღრმა, ვიწრო ხეობა ციცაბო კიდეებით;
- ქვაბური - საკმაოდ მოზრდილი ჩადაბლებული ტერიტორია, რომელიც პერიფერიულ ნაწილში თანდათან მაღლდება და ფერდობს უერთდება.

დადებითი ფორმის მეზორელიეფს მიეკუთვნება:

- ფერდობები - სხვადასხვა დახრილობის და ექსპოზიციის მთის კალთები (დახრილობის მიხედვით ფერდობი შეიძლება იყოს: სუსტად დახრილი - 3° ქანობის, დახრილი - 3-5°, სუსტად დამრეცი - 5-10°, დამრეცი - 10-15°, ძლიერ დამრეცი - 15-20°, ციცაბო - 20-45° და ფლატი - 45°-ზე მეტი ქანობის);

- ბორცვი - კონუსური შემალლება 200 მ-მდე სიმაღლის;
- ბექობი - გუმბათისებრი შემალლება, არაუმეტეს 30-40 მ სიმაღლის და 300-400 მ სიგანის;
- თხემი - მთის ზურგი;
- ბარხანები - ქარის მიერ მოტანილი ქვიშაყრილი, ნახევრად წრიული ფორმის (გავრცელებულია უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებში).

მიკრორელიეფი აერთიანებს რელიეფის ყველაზე მცირე ფორმებს, გამოხატავს ფართობის (რამდენიმე ათეული კვადრატული მეტრი) და სიმაღლის (შეფარდებითი სიმაღლე 1 მ-ს არ აღემატება) მცირე მასშტაბის ცვლილებებს. მიკრორელიეფის ფორმების წარმოქმნა, უმთავრესად ეროზიულ დენუდაციურ (დაშლა-გადაადგილება) და სუფოზურ (დაჯდომა) მოვლენებს უკავშირდება.

მიკრორელიეფის კატეგორიებს მიეკუთვნება:

- დუბე - პატარა ჩადაბლება;
- ქუდური (კოლბოხი) - მცირე ზომის შემალლება;
- ფლატე - ღრმა ხევი.

მიკრორელიეფი აერთიანებს ამონაქარ მიკროლრმულებს, მიკრო-ქვაბურებს და სხვა ჩადაბლებებს, რომელთა ფორმირებასაც ინვეს ქარი - მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგიდან მტკრის ფრაქციების ატაცებით. ნიადაგში მობინადრე მღრღნელების მოქმედებით - "სოროთ-მშენებლობით" და ნიადაგის ზედაპირზე წვრილმინის ამოყრით - წარმოიქმნება მიკრორელიეფის ზოოგენური ხასიათის დადებითი ფორმები. ამავე კატეგორიის მცირე მასშტაბის ქუდურებს და სხვა სახის შემალლებებს ქმნიან ენტომოფაუნის წარმომადგენლები - ჭიანჭველები, ტერმიტები. მიკრორელიეფის ფორმირება ზოგჯერ ფიტოგენური ხასიათისაა - ისლიან, ჭილიან ჭაობებში ნიადაგის ზედაპირზე სოკოებივითაა განლაგებული კოლბოხები. ფერდობების მიკრორელიეფს წვიმის წყლები და დროებითი ღვარები განაპირობებენ. მიკრორელიეფის ფორმები გავლენას ახდენენ ჰაერის მასების მოძრაობასა და კლიმატის ფორმირებაზე. ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად, თანდათან იკლებს ტემპერატურა, იზრდება ტენიანობა, იცვლება მცენარეული საფარი და ნიადაგწარმოქმნის მიმართულება. მთებში, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ჰაერის

ტემპერატურის შემცირების შედეგად, წარმოიქმნება კლიმატის, მცენარეულობის და ნიადაგების ვერტიკალური ზონალურობა, რომელიც განაპირობებს განსხვავებულ სიმაღლეებზე სხვადასხვა ნიადაგების არსებობას.

მეზორელიეფის ფორმები დედამიწის ზედაპირზე ნალექებს გადაანაწილებენ და არეგულირებენ (ანესრიგებენ) ტენის თანაფარდობას, რომელიც ზედაპირიდან ჩამოდინდება და ნიადაგში ჩაედინება. მზის ენერჯის, ნალექების გადაანაწილება დამოკიდებულია ფერდობების დახრილობასა და ექსპოზიციაზე; შესაბამისად, მეზორელიეფი გავლენას ახდენს წყლის და თბურ რეჟიმებზე. სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობები ძლიერ თბება, თოვლი სწრაფად დნება, ტენის აორთქლება მაღალია. მშრალ პირობებში სუსტი მცენარეულობა ვითარდება; მცენარეული ნარჩენების აერობული დაშლის შედეგად წარმოიქმნება: შედარებით მცირე რაოდენობის ჰუმუსი, ნაკლებად სქელი ნიადაგი, რომელიც ადვილად ექვემდებარება ეროზიას. ჩრდილოეთი ექსპოზიციის ფერდობები შედარებით ტენიანია, ნაკლებად თბება, აორთქლება სუსტია, მცენარეული საფარი ხშირია. მცენარეული ნარჩენები იშლება ტენიან, ანაერობულ პირობებში, ნიადაგებში ბევრი ორგანული ნივთიერება გროვდება, მათი სისქე მეტია, სტრუქტურა უკეთესი, ეროზია სუსტადაა განვითარებული. უმეტეს შემთხვევაში ნიადაგები სამხრეთის ფერდობებზე ნაკლებად ნაყოფიერია, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობებზე. ასეთი განსხვავება, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ექსპოზიციის ფერდობების ნიადაგებს შორის, სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობაზეც აისახება. მაგალითად, საკვები ბალახები ჩრდილოეთ ფერდობებზე, ძირითადად წარმოდგენილია პარკოსნებით, სამხრეთ ფერდობებზე საკვებ მცენარეებს შორის ბევრია მარცვლოვანი ბალახი.

მეზორელიეფი დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგებში ტენის განაწილებაზე, მცენარეული საფარის განსხვავებულობაზე. ამის შესაბამისად, ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მეზორელიეფურ ფორმებზე განვითარებული ნიადაგებიც. ნიადაგებს შორის (ტენის რეჟიმის მიხედვით) არჩევენ:

- ავტომორფულს – სუსტი დახრილობის ფერდობებს ახასიათებთ კარგი წყალწრეტა და გრუნტის წყალი 6 მ-ზე ღრმად დგას;
- ნახევრად ჰიდრომორფულს – გრუნტის წყლის სიღრმე 3-6 მ-ზეა, ხასიათდება ზედაპირული წყლების ხანმოკლე დატ-

ბორვით;

- ჰიდრომორფულს – წყალწრეჭა ცუდია, გრუნტის წყალი 3-მ-ზე მაღლა დგას.

მიკრორელიეფური ფორმები – მიკროჩადაბლებები და მიკრო-შემადლებები – განაპირობებენ ტენის გადანაწილებას, ცვლიან წყლის რეჟიმს და მცენარეულობის ხასიათს, გავლენას ახდენენ ნიადაგწარმოქმნის პირობებზე, რაც იწვევს საკმაოდ ჭრელი ნიადაგური საფარის წარმოქმნას. მიკრორელიეფის ელემენტებზე დატენიანების სხვადასხვაგვარობა იწვევს კვების და მარილიანობის რეჟიმების ცვლილებას, რაც განაპირობებს სხვადასხვა მცენარეების დასახლება/განვითარებას. ისინი არსებითად განსხვავდებიან ორგანული ნივთიერების სინთეზით, დაშლით და საბოლოო ჯამში, მიკრორელიეფის ელემენტებზე სხვადასხვა ნიადაგები ფორმირდებიან. მიკრო-ჩადაბლებებში ნიადაგები შედარებით ღრმაა, უფრო ჰუმუსიანი და კარბონატულია, ვიდრე ნიადაგები მიკრო-შემადლებებზე.

რელიეფის ელემენტების განსხვავებულობა მოქმედებს მცენარეთა საფარის გადანაწილებასა (სიხშირე) და ნიადაგის ბიოქიმიური პროცესების ინტენსივობაზე. რელიეფის უარყოფით ელემენტებზე, ტენითა და საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფილი ნიადაგები, ჩვეულებრივ, ხშირი მცენარეული საფარითაა დაფარული. ასეთი პირობების ნიადაგები მეტი სიღრმითა და ჰუმუსიანობით ხასიათდებიან. რელიეფი გავლენას ახდენს ეროზიის მოვლენებზე და დახრილობის მომატებასთან ერთად ეროზირების შესაძლებლობა იზრდება. ზოგ შემთხვევაში, რელიეფის უარყოფითი ელემენტები ხელს უწყობენ დაჭაობების პროცესს, აგრეთვე, გავლენას ახდენენ ხმელეთზე მარილების განაწილებაზე.

ნიადაგების საველე კვლევისას აღინერება საკვლევი ტერიტორიის გეომორფოლოგიური (დედამიწის ფორმასთან დაკავშირებული) კატეგორიები, რომელთა გამოყოფა/დახასიათებას უნდა დაუკავშირდეს ნიადაგების გენეზისის, თვისებებისა და შედგენილობის საკითხები.

### III. ნიადაგნარმომქმნელი ქანები

ნიადაგნარმომქმნელი ქანები, როგორც ნიადაგნარმოქმნის ერთ-ერთი ფაქტორი, უდიდეს გავლენას ახდენენ ნიადაგების შედგენილობაზე და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, ნიადაგების წყლის, ჰაერისა და სითბოს რეჟიმების ფორმირებაზე, ნიადაგური პროცესების ინტენსიურობაზე.

ბუნებაში გავრცელებული მაგმური, მეტამორფული და დანალექი ქანებიდან ნიადაგების წარმოქმნაში ყველაზე მეტად დანალექი ქანები მონაწილეობენ (75 %), შედარებით ნაკლებად – მაგმური (20 %), კიდევ უფრო მცირეა მეტამორფული ქანების წილი (5 %). დანალექი ქანები ლითოსფეროს მცირე ნაწილს შეადგენენ. ისინი უმთავრესად განლაგებულნი არიან დედამიწის ზედაპირზე, ახასიათებთ დიდი ტერიტორიული გავრცელება, ფარავენ მაგმურ და მეტამორფულ ქანებს (ცალკეული ადგილების გარდა), რის გამოც ნიადაგნარმოქმნის პროცესში მთავარ როლს თამაშობენ.

ნიადაგების მინერალური ნივთიერებების ძირითად წყაროს ქანები წარმოადგენენ. ისინი ბუნებრივი ფაქტორების გავლენით განიცდიან გამოფიტვას და დროთა განმავლობაში ნიადაგის მინერალურ ნაწილად გადაიქცევიან. განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში ქანების გამოფიტვის პროცესი სხვადასხვა ტემპით და მიმართულებით მიმდინარეობს, რაც გარკვეულ გავლენას ახდენს ნიადაგნარმოქმნის პროცესებზე.

ქანები გამოფიტვის შედეგად იცვლიან ქიმიურ შედგენილობას და ფიზიკურ თვისებებს – წარმოიქმნება გამოფიტვის პროდუქტი ე.წ. გამოფიტვის ნაშალი, რომელიც ნიადაგნარმომქმნელ, ანუ დედაქანს წარმოადგენს. ნიადაგნარმომქმნელ ქანებს/დედაქანებს უწოდებენ უშუალოდ ნიადაგების ქვეშნაფენ ქანებს, რომლებზეც მიმდინარეობს ნიადაგების ფორმირება. ნიადაგნარმომქმნელი ქანი დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგნარმოქმნის პროცესის მიმართულებასა და მისი მიმდინარეობის ტემპზე, ნიადაგის ქიმიურ, მინერალოგიურ და მექანიკურ შედგენილობაზე. დედაქანების შედგენილობასა და ფიზიკურ თვისებებზე დამოკიდებულია ნიადაგნარმოქმნის პროცესის ხასიათი და ნიადაგების შედგენილობა, განსაკუთრებით, პროცესის ადრეულ (სანყის) სტადიაზე. მაგალითად: ფოსფორის, კალიუმის, გოგირდის მაღალი შემცველობით ის ნიადაგები გამ-

ოირჩევინ, რომლებიც ამ ელემენტებით მდიდარი დედაქანებისგან წარმოიქმნებიან; ადვილად ხსნადი მარილების შემცველ ქანზე დამლაშებული ნიადაგები ვითარდება; სუსტი სიმტკიცის ქანებზე ნიადაგწარმოქმნა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე მტკიცე ქანებზე; თიხიან ქანებზე მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებია გავრცელებული, ხოლო ქვიშნარ ქანებზე - მსუბუქი; მასიურ კრისტალურ ნიადაგწარმოქმნელ ქანებზე წარმოქმნილი ნიადაგები პირველადი მინერალებით უფრო მდიდარია, ვიდრე დანალექ ქანებზე განვითარებული. ქანების ქიმიზმსა და ფიზიკურ თვისებებზე დამოკიდებულია გამოფიტვის ინტენსივობა და ხასიათი (სიალიტიზაცია, ფერალიტიზაცია), რაც განსაზღვრავს ნიადაგების სისქეს და სხვა თვისებებს.

ნიადაგწარმოქმნელ ქანებს სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით აჯგუფებენ. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით გამოიყოფა შემდეგი ქანები:

1. ფერალიტური (უკვარცო);
2. სიალიტური;
3. კაჟმინოვანი (კვარციანი);
4. კარბონატული;
5. ქლორიდულ-სულფატური;
6. ორგანოგენური.

აგებულიების მიხედვით ნიადაგწარმოქმნელი ქანები იყოფა მკვრივ და ფხვიერ (ფაშარ) ქანებად.

წყლოვან-ფიზიკური თვისებების (დამოკიდებულია მექანიკურ შედგენილობაზე) მიხედვით, ნიადაგწარმოქმნელი ქანები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან არაერთგვაროვანი წყალგამტარობით და ტენტივადობით, რაც განსაზღვრავს ნიადაგების განვითარების პროცესში მათი წყლის, სითბოს და ჰაერის რეჟიმებს.

შენების მიხედვით არჩევენ ერთნევერიან და მრავალნევერიან (შედგება სხვადასხვა ფენისგან) ქანებს. ნიადაგწარმოქმნელი ქანების შენება ძლიერ გავლენას ახდენს ნიადაგების წყლის რეჟიმზე.

ნიადაგების განვითარების და მათი ნაყოფიერების ფორმირებისთვის არსებითად მნიშვნელოვანია ნიადაგწარმოქმნელი ქანების დაყოფა გეოქიმიური თავისებურების — მინერალური შედგენილობისა და გამოფიტვის ხარისხის მიხედვით. ამის შესაბამისად არჩევენ:

1. პირველადი მასიურ-კრისტალური ქანები და მათი ელუვი-

ონი, რომელიც გამდიდრებულია პირველადი მინერალებით (ორთოელუვიონი);

2. დანალექ მონატეხი ქანები, რომლებმაც უკვე განიცადეს ნანილობრივი გამოფიტვა (პარაელუვიონი);

3. თანამედროვე კონტინენტური ელუვიურ-დელუვიური, ალუვიური, მყინვარული, ნელოვან-მყინვარული და ეოლური ნაფენები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ძირითადად დანალექი და ნაკლებად მასიურ-კრისტალური ქანების საბოლოო გადაშუქების შედეგად. გამოირჩევიან გამოფიტვის მაღალი ხარისხით და პირველადი მინერალების სიმცირით (ნეოელუვიონი).

ქანების გამოფიტვის პროდუქტი - ნაშალი მასალა, ბუნებრივი პირობების გავლენით, შეიძლება წარმოქმნის ადგილზე დარჩეს ან სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებით გადაიტანება ახალ ადგილზე, სადაც ხელახლა დაილექება. ნიადაგწარმოქმნაში ძირითადად მონაწილე ნაშალი მასალის - დედაქანების სხვადასხვა ჯგუფებს/კატეგორიებს გამოყოფენ ესენია: ელუვიური, ალუვიური, დელუვიური, პროლუვიური, ეოლური, მყინვარული, ტბური, ლიოსი-ლიოსისებრი, ირიგაციული და ზღვიური.

ელუვიური ნიადაგწარმოქმნელი ქანები, ანუ ელუვეები, ისეთი ნაშალი ქანებია, რომლებიც წარმოქმნის ადგილზეა დარჩენილი და არ არის დაფარული მოტანილი მასალით. ასეთი ქანები, უმთავრესად გავრცელებულია მთიან ზონაში, აგლიეფის შემალღებულ ელემენტებზე (თხემი, პლატო). არჩევენ კარბონატული ქანების (კირქვა, მერგელი, კარბონატული ქვიშაქვა და სხვ.), კრისტალური ქანების (გრანიტი, გნეისი, ახდეზიტი და ა.შ) და მკვრივი ქანების ლატერიტიზირებულ ელუვიონს (ტენიან ტროპიკებსა და ტენიან სუბტროპიკებში). დანალექი ქანების ელუვიონები შეიძლება იყოს კარბონატული, უკარბონატო და მლაშე. ელუვეებისთვის დამახასიათებელია ხირხატიანობა და მცირე სისქე. საქართველოში ელუვიური ნაფენები შედარებით დიდ მასივებად გვხვდება ჯავახეთის ვულკანურ ზეგანზე, კავკასიონის ზოგიერთ რეგიონში.

ალუვიური დანალექი ქანები ეწოდება მდინარეების მიერ მოტანილ და დალექილ მასალას, რომელიც გრანულომეტრული, მინერალოგიური და ქიმიური ჰეტეროგენულობით (არაერთგვაროვნებით) გამოირჩევა. განასხვავებენ კარბონატულ, უკარბონატო და დამლაშებულ ალუვიურ ნაფენებს. ჭარბტენიან

ალუვიურ ნალექებში, ხშირად, ანაერობული პირობების გამო, ჟანგის და ლების წარმონაქმნები შეიმჩნევა. ალუვიური ნალექები შეიძლება იყოს ძველი – გავრცელებული მდინარეების ძველ, მაღალ ტერასებზე და ახალი – გვხვდება ამჟამადაც მდინარეთა გავლენის ქვეშ მყოფ ახალ ტერასებზე. ალუვიების ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშანია ჰორიზონტალურ – შრეობრივი განფენილობა, რაც სხვადასხვა პერიოდში განსხვავებული მექანიკური შედგენილობის მასის დალექვით არის გამოწვეული. საქართველოში მდინარეების (მტკვარი, რიონი, ენგური, ბზიფი და სხვ.), მათი შენაკადების ძველი და ახალი ტერასები აგებულია ალუვიური დანალექი ქანებით, რომლებსაც ვრცელი ტერიტორია უკავიათ.

დელუვიური ნალექები, ანუ დელუვიები, ფერდობებიდან წვიმის და თოვლის წყლის მიერ ჩამოტანილი გამოფიტვის პროდუქტებია, რომლებიც დალექილია მთის ძირების გასწვრივ (შლიეფებსა და ვაკეებზე). დელუვიური ნაფენები წვრილმინით მდიდარია, შედგება უმეტესად კარგად დახარისხებული მექანიკური ნაწილაკებისგან. გამოყოფენ კარბონატულ, უკარბონატო და დამლაშებულ დელუვიონებს. საქართველოში დელუვიური ნალექები ფართოდაა გავრცელებული ალაზნის ვაკის მარჯვენა მხარის ცენტრალურ ნაწილში.

პროლუვიური ნალექები - რელიეფის შემალღებული ადგილებიდან დაბლა ჩამოტანილი და დაგროვილი მასალაა, რომელიც დაუხარისხებელი ან სუსტად დახარისხებული გრანულომეტრული-ქვიმიური შედგენილობით ხასიათდება. მას იწვევს დროებითი წყლის სწრაფი ნაკადები და ღვარცოფები. პროლუვიური ნაფენები, დელუვიონების მსგავსად, არის კარბონატული, უკარბონატო და დამლაშებული (არიდულ ზონაში). საქართველოში პროლუვიები ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ ნიადაგწარმოქმნელ ქანებს წარმოადგენენ და გვხვდებიან კავკასიონის, ცივ-გომბორის, თრიალეთის და სხვა ქედების კალთების ძირებზე. ზოგჯერ დელუვიური და პროლუვიური ნალექების ერთმანეთისგან (ტერიტორიული) გამიჯვნა ვერ ხერხდება, მაშინ მათ დელუვიურ-პროლუვიურ ან პროლუვიურ-დელუვიურ ნალექებს უწოდებენ.

ეოლური ნალექები ქარის მოქმედებით დალექილი ქანებია. მათ მიეკუთვნება: ქვიშის ბარხანები უდაბნოებში და ნახევრად უდაბნოებში, დიუნები ზღვისპირეთში და დიდი მდინარეების ნაპირებზე.

მცინვარული ნალექები გავრცელებულია მორენული და ფლუვიო-გლაციალური ნალექების სახით. მორენები წარმოიქმნება კონტინენტური მცინვარების მოძრაობის შედეგად; წარმოადგენს თიხის, ქვიშის და სხვადასხვა ზომის კაჭარის ნარევს. გრანულომეტრული შემადგენლობის მიხედვით, უმეტეს შემთხვევაში, უხემ ხირხატიანია და წვრილმინით ღარიბია. მორენების ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვაგვარია ძირითადი ქანის (რომელზეც მცინვარი მოძრაობს) ლითოლოგიის შესაბამისად. ფლუვიო-გლაციალური ნალექები მცინვარების დნობისას წარმოქმნილი წყლის ნაკადით დალექილი მასალაა. საქართველოს ბარის ზონას გამცინვარება არ განუცდია, ის შეეხო მხოლოდ მაღალმთიან ზონას, სადაც მცინვარული ნალექების (უდიდესი ნაწილი ეროზიამ წალექა) შემორჩენილი ფრაგმენტები ნიადაგწარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს არ ასრულებენ.

ტბური ნალექები, მდინარეების და წვიმის წყლის მიერ ტბებში შეტანილი წვრილი მასის ფსკერზე დალექვის შედეგად წარმოიქმნებიან. ტბების ამოშრობის შემდეგ ეს დალექილი მასალა ნიადაგწარმოქმნელ ქანად გადაიქცევა. ტბური ნაფენები გავრცელებულია ტაფობებსა და სხვა სახის ღრმულებში. მათი დამახასიათებელი ნიშანია მძიმე მექანიკური შედგენილობა. საქართველოში ტბური ნალექები ფართო მასშტაბის ნიადაგწარმოქმნელ ქანებად არ ითვლებიან.

ლიოსი-ლიოსისებრი ნიადაგწარმოქმნილი ქანები სტეპურ-არიდული ზონის რაიონებშია გავრცელებული. ეს ნალექები ხასიათდებიან: არამძიმე მექანიკური შედგენილობის წვრილმინა ნაწილით (ძირითადად შეიცავს 0,05-0,01 მმ ზომის ნაწილაკებს), კარგად გამოხატული ფორიანობით, კარბონატულობით, ცალკეულ შემთხვევაში ადვილად ხსნადი მარილების დაგროვებითაც, არაშრეობრივი აგებულებით, ღია-მოყვითალო/ჩალისფერი შეფერილობით. აღმოსავლეთ საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში (შიდა ქართლი, ქვემო ქართლი, კახეთი) და ჯავახეთის ვულკანურ ზეგანზე ფართოდ გავრცელებული ნიადაგწარმოქმნილი ქანებია ლიოსისებრი თიხნარები. მათი უმეტესი ნაწილი დელუვიურ-ალუვიური წარმოშობისაა და მათზე განვითარებულია ნიადაგების საკმაოდ ბევრი ტიპი: შავმიწები, ყავისფერი, მდელოს - ყავისფერი, რუხი - ყავისფერი ნიადაგები და სხვ.

ირიგაციული ნაფენები, როგორც დედაქანები, ძველ სარწყავ რაიონებშია გავრცელებული. სარწყავი წყლის დალექვით წარმოიქმნება შლამი, რომელიც მეტწილად კარბონატულია და ზოგჯერ დამლაშებული.

ზღვიური ნიადაგწარმოქმნელი ქანები გავრცელებულია ზღვების სანაპირო რაიონებში. მათთვის დამახასიათებელია ჰორიზონტალური შრეობრიობა, კარგად დახარისხებული გრანულომეტრული შედგენილობა. ზღვიური ნაფენები მეტ-ნაკლებად დამლაშებულია, შეიცავს ნიჟარებს და ზღვის სხვა ფაუნის ნაშთებს.

საქართველოს ნიადაგების უდიდესი ნაწილი განვითარებულია ალუვიურ, პროლუვიურ, ლიოსისებრ ნაფენებზე, კონგლომერატებზე და ქვიშაქვებზე (დანალექი ქანები), თიხაფიქლების (მეტამორფული ქანები) გამოფიტვის ქერქზე. ნიადაგების შედარებით მცირე ნაწილი განვითარებულია მაგმურ/ამონაღვარ ქანებზე (ანდეზიტი, ბაზალტი, გრანიტი). ნიადაგწარმოქმნის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია ორგანოგენური კირქვები, რომლებიც გავრცელებულია აფხაზეთში, სამეგრელოს რაიონებში, რაჭა-ლეჩხუმში, ზემო იმერეთში, ქართლსა და კახეთში. კირქვებზე ვითარდება კორდიან-კარბონატული (ნეშომპალა-კარბონატული) ნიადაგები.

ნიადაგების სავსე გამოკვლევების დროს, აუცილებელია საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების შესწავლა, რომლისთვისაც ღრმა ჩრილებთან ერთად, ბუნებრივი ფლატეები და სხვა გაშიშვლებანი გამოიყენება. ველზე უნდა აღინეროს ქანების ჩანოლის ხასიათი (ჰორიზონტალური, ვერტიკალური, დახრილი), სიღრმე, სისქე, ფიზიკური თვისებები (მკვრივი, ფხვიერი, გამოფიტული), გამოფიტვის ქერქი (ხირხატიანი, უხირხატი). გეოლოგიური აგებულების შესწავლასთან ერთად, ყურადღება უნდა მიექცეს საკვლევი ტერიტორიის (განსაკუთრებით სარწყავ რაიონებში) ჰიდროლოგიურ პირობებს: გრუნტის წყლის სიღრმეს, წყლის მინერალიზებას – ხსნადი მარილების რაოდენობას. ჰიდროლოგიური მაჩვენებლების შესასწავლად მკვლევარი იყენებს ღრმა შურფებს, ღელეთა წყაროებს, დასახლებული ადგილების ჭებს.

## IV. ბიოლოგიური ფაქტორი

ნიადაგნარმოქმნის პროცესში განსაკუთრებით დიდია ბიოლოგიური ფაქტორის როლი. დედამინაზე ნიადაგნარმოქმნის ცოცხლის გაჩენის შემდეგ დაიწყო. ცოცხალი ორგანიზმების ნიადაგნარმოქმნელ ქანებზე ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს ღრმა ცვლილებებს, გარდაქმნებს, ახალი მაღალმოლეკულური ნივთიერებებისა და კომპლექსური ნაერთების წარმოქმნას. ამის შედეგად, განსაზღვრულ კლიმატურ პირობებში, იქმნება სპეციფიკური თვისებები (ნაყოფიერება), რითაც ნიადაგი განსხვავდება დედაქანებისგან. მხოლოდ ბიოლოგიური ფაქტორის მოქმედებით ხდება ლითოსფეროს ზედა ფენაში ორგანული ნივთიერებების დაგროვება. ცოცხალი ორგანიზმები ნიადაგნარმოქმნის პროცესის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ენერგეტიკული წყაროცაა.

ბიოლოგიური ფაქტორი განვითარების ყველა საფეხურის ცოცხალ ორგანიზმებს გულისხმობს. ნიადაგნარმოქმნაში მონაწილეობენ: 1) მცენარეები, 2) ცხოველები, 3) მიკროორგანიზმები. ისინი განაპირობებენ შემდეგ პროცესებს: ნიადაგების გამდიდრებას ორგანული ნივთიერებებით; ტენისა და მინერალური საკვები ელემენტების შთანთქმას ნიადაგიდან; ქიმიურ და მექანიკურ ზემოქმედებას მკვდარ ორგანულ ნივთიერებებზე მათი დაშლის პროცესში; ნიადაგის მასაზე მექანიკურ ზემოქმედებას. ამ ელემენტარული პროცესების საფუძველზე წარმოიქმნება კომპლექსური პროცესები, რომლებიც წარმოადგენენ ნიადაგნარმოქმნის დამახასიათებელ თავისებურებებს: 1) ნიადაგების სპეციფიკური ორგანულ-მინერალური ნაერთების წარმოქმნა; 2) ნიადაგების გენეზისური პროფილების ფორმირება, 3) ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვა სისტემაში ნიადაგი – ბიოლოგიური ცენოზი, 4) ნიადაგების ნაყოფიერება.

ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედება ნიადაგნარმოქმნის პროცესში აქტიური და პასიური ხასიათისაა მათი აქტიური ქმედებით ხდება ნაყოფიერების ელემენტების – საკვები ნივთიერებების აკუმულაცია ნიადაგში. ამავე დროს, ცოცხალი ორგანიზმები თავიანთი გამონაყოფი ნივთიერებებით (ორგანული მჟავები, ნახშირორჟანგი და სხვ.) ზემოქმედებენ ქანსა და ხირხატზე, რითაც გამოფიტვის პროცესს აძლიერებენ. ორგანიზმების პასიური მოქმედება იმაში მდგომარეობს, რომ მათი ნაშთები

რჩება ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების - ჰუმუსის (ერთად-ერთ) წყაროდ.

მცენარეული საფარი განაპირობებს ნიადაგნარმოქმნის ხასიათსა და მიმართულებას, ის გავლენას ახდენს კლიმატურ რეჟიმზე (კერძოდ, ტერიტორიის მიკროკლიმატსა და ნიადაგის კლიმატზე). ყველაზე დიდი ფუნქცია, რომელსაც მცენარეები ასრულებენ, ეს არის ნივთიერებათა და ენერჯიის ბიოლოგიური წრებრუნვა. ნიადაგის ორგანული მასის წარმოქმნაში წამყვანი - მცენარეული საფარია. მცენარეები, სასიცოცხლო პროცესების შედეგად, ახდენენ ორგანული ნივთიერებების სინთეზს და ყოველწლიურად ნიადაგში ტოვებენ ორგანულ ნარჩენებს - სხვადასხვა რაოდენობის ფესვების მინისზედა ნაწილის (ფოთლები, წიწვები, ნაყოფები, გამხმარი და ჩამოყრილი ტოტები და სხვ.) სახით. ამ მხრივ ბალახოვანი და მერქნიანი მცენარეები განსხვავდებიან. ბალახოვანი მცენარეები, რომელთა დიდი ნაწილი ერთწლიანია, ყოველწლიურად ტოვებენ ნიადაგში მინისქვეშა და ნიადაგზე მინისზედა ნაწილებს. მერქნიანი მცენარეების ცოცხალი ფესვები ორგანულ ნარჩენებს არ წარმოადგენენ, ისინი ნიადაგის ზედაპირზე ტოვებენ მხოლოდ მკვდარ მინისზედა ორგანოებს - მცენარეული ჩამონაცვენის სახით.

ორგანული ნარჩენები, სხვადასხვა მცენარეული საფარის ქვეშ, ერთმანეთისგან რაოდენობითა და ქიმიური შედგენილობით განსხვავდებიან. მაგალითად, ტუნდრის ზონაში ორგანული ნარჩენების რაოდენობა წელიწადში 4-5 ტ შეადგენს ჰექტარზე, ტროპიკული წვიმის ტყეების ქვეშ - 100-200 ტ/ჰა, სტეპის ზონაში მცენარეთა მინისზედა და მინისქვეშა ნარჩენების რაოდენობა არის 20-20 ტ/ჰა; ტაიგას წიწვიანი ტყეების ორგანული ნარჩენები ღარიბია ნაცრის ელემენტებით (Ca, Mg, K, Na, Fe და სხვ.) და მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ ფისებს, მთრიმლავ ნივთიერებებს. ისინი მუშავე რეაქციით ხასიათდებიან, რაც დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგნარმოქმნის პროცესებზე და განაპირობებს ენერი ნიადაგების განვითარებას; სტეპის ზონაში ბალახოვანი მცენარეების ნარჩენები მდიდარია ნაცრის ელემენტებით და ხასიათდებიან ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე რეაქციით, რაც განაპირობებს ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რეაქციის ნიადაგების (შავმიწები) წარმოქმნას.

მცენარეების მიერ აკუმულირდებიან ცალკეული ქიმიური ელემენტები, რომლებსაც მცირე რაოდენობით შეიცავენ

ნიადაგწარმოქმნელი ქანები, მაგრამ ისინი აუცილებელია მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის. მცენარეთა სიკვდილის და მათი ნარჩენების დაშლის შემდეგ, ეს ქიმიური ელემენტები რჩებიან ნიადაგში და თანდათანობით ამდიდრებენ მას. მცენარეების ფესვთა სისტემით ნიადაგის ქვედა ფენებიდან ამოღებული საკვები ელემენტებით (N, S, P, K და სხვ.) ხდება ზედა ჰორიზონტების გამდიდრება.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის თვალსაზრისით, გამოიყოფა სხვადასხვა სახის მცენარეული ფორმაციები:

1) მერქნიანი მცენარეების (ხე-მცენარეების) ფორმაცია – მასში გაერთიანებულია ტაიგის ტყე, ფართოფოთლოვანი ტყე, ტენიანი სუბტროპიკული და ტენიანი ნვიმის ტყეები;

2) მერქნიან-ბალახოვანი (გარდამავალი) მცენარეების ფორმაცია – ქსეროფიტული ტყე (ნათელი ტყეების ჩათვლით), სავანები;

3) ბალახოვანი მცენარეების ფორმაცია – ურწყავი და დაჭაობებული მდელოები, ბალახოვანი პრერიები, ზომიერი სარტყლის სტეპები, სუბტროპიკული ბუჩქნარიანი სტეპები;

4) უდაბნოს მცენარეების ფორმაცია – სუბბორეალური ზონის ზაფხულის ვეგეტაციის ციკლის მცენარეულობა, სუბტროპიკული ზონის ზამთრის ვეგეტაციის ციკლის მცენარეულობა;

5) ლიქენიან-ხავსიანი ფორმაცია – ტუნდრა, ზეური ჭაობები.

აღნიშნული მცენარეული ფორმაციები ხასიათდებიან ორგანული ნივთიერებების შედგენილობის, ნიადაგში ნარჩენების დაგროვების, მათი დაშლის პროცესებისა და ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან დაშლის პროდუქტების ურთიერთქმედების თავისებურებით.

ტყის მცენარეულობა ნიადაგის ზედაპირზე ტოვებს დიდი რაოდენობის ნარჩენს, რომელსაც ტყის მკვდარ საფარს უწოდებენ. ის თანდათან იშლება და უერთდება ნიადაგის მინერალურ და ორგანულ ნაწილს.

ბალახოვანი ფორმაციიდან მდელოს მცენარეები დიდი რაოდენობით აგროვებენ ორგანულ ნარჩენებს. ისინი ყოველწ-

ლიურად ტოვებენ ნიადაგში ფესვებისა და ღეროების ნაშთებს, რომლებიც სუსტად იშლებიან და ნიადაგს ორგანული ნივთიერებებით ამდიდრებენ. სტეპის ბალახეული მცენარეულობა უფრო ნაკლებ ნარჩენებს ტოვებს ნიადაგში, ხოლო მის ზედაპირზე კი ვხვდებით მკვდარ საფარს. მშრალი სტეპის პირობებში ორგანულ ნარჩენთა რაოდენობა მეტად მცირეა, რის გამოც ამ ზონაში გავრცელებულ ნიადაგებში ჰუმუსი უმნიშვნელო რაოდენობითაა.

ნიადაგწარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ცხოველური ორგანიზმები. ფაუნის მოქმედება ნიადაგზე ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური ხასიათისაა. ცხოველური ორგანიზმების ერთი ჯგუფი ნიადაგში მუდმივად ბინადრობს (მაგალითად, ჭიაყელები), მეორე ჯგუფი კი ნიადაგის დროებითი მობინადრეა (მაგალითად, მწერები, ჭიანჭველები, მორიელები, მღრღნელები, ქვეწარმავლები). ნიადაგში მობინადრე ცხოველები დიდ როლს ასრულებენ ორგანული ნარჩენების გარდაქმნაში. ისინი აფხვიერებენ ნიადაგს, აკეთებენ სოროებს, აუმჯობესებენ აერაციას და ამით ხელსაყრელ პირობებს ქმნიან ნიადაგწარმოქმნის სწრაფი განვითარებისთვის. ცხოველური ორგანიზმები, თავიანთი ცხოველმოქმედების პროდუქტებით, ნიადაგის ორგანულ მასას ამდიდრებენ.

ნიადაგების ფორმირებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მიკროორგანიზმების როლი. მათი ცხოველმყოფელი მოქმედებით მიმდინარეობს ორგანული ნარჩენების დაშლა და მათ შედეგნილობაში შემავალი ელემენტებისგან ისეთი ნაერთების სინთეზი, რომლებიც მცენარეების მიერ შთაინთქმება.

მიკროორგანიზმები გამოყოფენ აქტიურ ნივთიერებებს (ფერმენტები, ენზიმები) და ინვევენ სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების დაშლას. სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმები განსხვავებული ორგანული ნივთიერებების დაშლას ინვევენ. ორგანულ ნივთიერებებში შემავალ ზოგიერთ ელემენტს ისინი საკვებად იყენებენ, გამოყოფილ ენერგიას – ენერგიის წყაროდ. მიკროორგანიზმების ჯგუფს, რომლებიც თავიანთი არსებობისთვის აუცილებლად მზა ორგანულ ნივთიერებას საჭიროებენ, მეტატროფები ანუ ჰეტეროტროფები (ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომიცეტები) ეწოდება. არსებობენ ისეთი მიკრობებიც, რომლებიც მინერალური ნივთიერებების დაშლას ინვევენ, ორგანულ ნივთიერებას არ საჭიროებენ და ენერგიის წყაროდ იყენ-

ებენ მზის ენერჯიას ან მინერალურ ნივთიერებათა დაჟანგვით გამოყოფილ ენერჯიას. მათ პროტოტროფები, ანუ აუტოტროფები (ზოგიერთი ბაქტერია, ნიადაგის წყალმცენარეები) ეწოდება.

ჟანგბადთან დამოკიდებულების მიხედვით, მიკროორგანიზმები იყოფა ორ დიდ ჯგუფად: აერობული და ანაერობული. აერობული მიკრობები სასიცოცხლო პროცესებისთვის საჭიროებენ თავისუფალ ჟანგბადს. აერობული პროცესების დროს მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერებების სწრაფი დაშლა, შედეგად მიიღება საბოლოო, მარტივი დაჟანგული პროდუქტები –  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NO_3$  და სხვ. ასეთ პროცესს ორგანულ ნივთიერებათა მინერალიზაციას უწოდებენ. მაგალითად, აერობულია ნიტრიფიკაციის პროცესი – ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ამონიაკის ( $NH_3$ ) აზოტმჟავამდე ( $HNO_3$ ) დაჟანგვის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ნიტრიფიკატორი ბაქტერიების (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) მეშვეობით.

ანაერობული მიკროორგანიზმები თავისუფალ ჟანგბადს არ საჭიროებენ, ჟანგბადის საჭირო რაოდენობას ისინი მოიპოვებენ დასაშლელ ნივთიერებაში შემავალი ჟანგბადის მარაგიდან. ანაერობული პროცესი ნიადაგში მიმდინარეობს უჟანგბადო არეში, ნელი ტემპით და მიიღება დაუჟანგავი ნაერთები – გოგირდწყალბადი ( $H_2S$ ), მეთანი ( $CH_4$ ) და სხვ. მაგალითად, ანაერობების ზემოქმედებით ჭაობის ნიადაგის მინერალურ ნაწილში გროვდებიან რკინის ჟანგეულის შენაერთები და მიმდინარეობს გაღებების პროცესი, ტორფის წარმოქმნა. ნიადაგებში განვითარებული დენიტრიფიკაციის პროცესიც ანაერობულია, მისი გამომწვევია მიკროორგანიზმების სპეციალური ჯგუფი (*Bacterdenitrificans*). ამ პროცესის შედეგად აღდგება ნიტრატები ( $HNO_3$ ), ნიტრიტები ( $HNO_2$ ) და გამოიყოფა ამონიაკი ( $NH_3$ ). თავისუფალი აზოტი ( $N_2$ ).

ნიადაგში არსებობენ ისეთი მიკროორგანიზმები, რომლებიც გარდაქმნიან გოგირდიან, ფოსფორიან, რკინიან და მანგანუმიან ნაერთებს. ამით ისინი დიდ სამუშაოს ასრულებენ აღნიშნული ელემენტების ბრუნვაში (მიმოქცევაში). მიკროორგანიზმების მოქმედებით, ორგანული ნარჩენების მიკრობიოლოგიური დაშლის პარალელურად, ნიადაგში მიმდინარეობს ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზის პროცესი. ამ ორი საპირისპირო პროცესის

შედგება მიიღება ჰუმუსის ნივთიერებები.

ნიადაგსა და მცენარეს შორის მჭიდრო კავშირი არსებობს, ნიადაგნარმოქმნის სხვადასხვა ტიპს სხვადასხვაგვარი მაკროფლორა ახასიათებს. აქედან გამომდინარე, ნიადაგების სავსე გამოკვლევის დროს, ყურადღება უნდა მიექცეს მცენარეთა საფარის შემადგენლობას, ტიპურ ფიტოედიფიკატორებს (დომინანტ სახეობებს). საკვლევი ტერიტორიის გეობოტანიკური დახასიათებისას, აღინერება მცენარეთა სიხშირე (სიუხვე). სიხშირეს საზღვრავენ თვალზომიერად (გვხვდება მცენარეები: ძლიერ ხშირად, ხშირად, იშვიათად, გაბნეულად, ერთეულად, ერთ ეგზემპლარად) და გამობატავენ მცენარეთა ცალკეული წარმომადგენლის შეფარდებით რიცხოვნობას, რომლებიც ასოციაციაში გვხვდება. მკვლევარმა ასევე უნდა დააფიქსიროს ცნობები: საპროექციო დაფარულობაზე (გამოიხატება თვალზომითი განსაზღვრით ფართობის ერთეულზე ნიადაგის ზედაპირის რა ნაწილს (პროცენტს) ფარავენ მცენარეთა მიწისზედა ორგანოები), შემადგენლობაზე (გამოიხატება, მაგალითად, ტყეში 10 ერთეულით: წიფელი 5, ჭნავი 3, ნეკერჩხალი 2; როცა ტყეში ერთი ჯიშია, მაგალითად, ნაძვი, მაშინ მისი შემადგენლობა 10 შეადგენს), მცენარეთა და ფესვთა სისტემის ბიომასაზე (თითო-თითო კვ.მ-ის სანიმუშოდ შერჩეულ ფართობზე).

სავსე გამოკვლევის დროს ნიადაგმცოდნემ უნდა აღწეროს ფაუნის მოქმედება ნიადაგზე: სორო-ხვრელების სიხშირე, დიამეტრიც, პროფილში გავრცელება, გამონაზიდი მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები – აგრეგირება, აგებულება (სიმაგრე, სიფხვიერე), ერთგვაროვნება ან არაერთგვაროვნება.

#### I.V. დრო/ხნოვანება

დრო, ანუ ხნოვანება (ხანდაზმულობა), როგორც ნიადაგნარმოქმნელი ფაქტორი, სპეციფიკური და დანარჩენი ფაქტორებისგან განსხვავებულია. იგი ყველა ბუნებრივი პროცესის, მათ შორის ნიადაგნარმოქმნის, განვითარებისა და ცვალებადობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

ნიადაგნარმოქმნას, დროსთან მიმართებაში, დამოკიდებულების ორი ასპექტი აქვს:

1. დრო, როგორც ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ხანგრძლივობა;
2. დრო, როგორც ისტორია, ე.ი. დროში იმ პირობების ცვლილება, რომლებშიც ნიადაგწარმოქმნა მიმდინარეობს.

ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორების ურთიერთქმედების შედეგის გამოვლენას და შესაბამისად, ნიადაგების წარმოქმნას, განსაზღვრული დრო ესაჭიროება. ნიადაგებში მიმდინარე ყველა პროცესიც გარკვეულ დროში სრულდება. ნიადაგი, როგორც ნიადაგწარმოქმნის ისტორიული პროცესის პროდუქტი, დროის სხვადასხვა მონაკვეთში, განსხვავებული ნიშან-თვისებებით ხასიათდება. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ადრეულ სტადიაზე, ნიადაგის საერთო სისქე მცირეა და გენეზისური ჰორიზონტები არ არის სრულყოფილად ჩამოყალიბებული (მაგალითად, პრიმიტიული, სუსტად განვითარებული ნიადაგი AC პროფილით). ნიადაგწარმოქმნის შემდეგ საფეხურზე თანდათან მატულობს ნიადაგის პროფილის დიფერენციაცია, საერთო სიღრმე და ფორმირდება სრულპროფილიანი ნიადაგი (მაგალითად, ნორმალური პროფილის ნიადაგი, რომელშიც წარმოდგენილია გენეზისური ჰორიზონტების სრული წყობა).

ნიადაგწარმოქმნის პირობები – კლიმატი, მცენარეულობა, რელიეფი, გრუნტის წყლის დონე, ადამიანის სამეურნეო მოქმედება – დროთა ვითარებაში იცვლება. შესაბამისად, უკვე ჩამოყალიბებული ნიადაგებიც განიცდიან დროში ცვლილებას ანუ ევოლუციას. მაგალითად, ყავისფერი ნიადაგების ევოლუციის შედეგად ვითარდება მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები, რომელთა გენეზისი დაკავშირებულია მცენარეული საფარის, ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედების და გრუნტის წყლის დონის ცვალებადობასთან; ლამიან-ჭაობიანი ნიადაგების ევოლუციის შედეგადაა წარმოქმნილი მეორადი წარმოშობის მდელოს ჭაობიანი ნიადაგები, რომელთა დაჭაობების პროცესში ძირითადად გრუნტის წყალი მონაწილეობენ.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესში არჩევენ ორგვარ ხნოვანებას: აბსოლუტურს და შეფარდებითს (რელატიურს).

ნიადაგის აბსოლუტური ხნოვანება (ასაკი) არის დრო, მოცემული ნიადაგის წარმოქმნიდან დღემდე. შეფარდებითი ხნოვანება გულისხმობს ერთნაირი აბსოლუტური ხნოვანების ნიადა-

აგებს შორის ნიადაგნარმოქმნის პროცესის განსხვავებულ განვითარებას (განვითარების სხვადასხვა საფეხურს).

აბსოლუტური ხნოვანება დაკავშირებულია დედამიწის წყლის ან ყინულის საფარისგან განთავისუფლების დროსთან. ადრე განთავისუფლებულ ხმელეთზე ნიადაგნარმოქმნის პროცესი ადრე დაიწყო და ასეთ ადგილებზე ნიადაგებიც უფრო მეტი ხნისაა, ვიდრე წყლისა და ყინულისგან გვიან განთავისუფლებული ადგილების ნიადაგები. მეოთხეულ პერიოდში ყინულით დაფარულ მაღალმთიანეთში უფრო ახალგაზრდა ნიადაგებია გავრცელებული, ვიდრე დაბალმთიანეთსა და ბარში. საქართველოს მაღალმთიანეთის ნივალურ (თოვლიან-ყინულიან) სარტყელში (განსაკუთრებით კავკასიონზე), ქანების ინტენსიური ფიზიკური გამოფიტვის გამო, ნიადაგნარმოქმნა ლითოგენურია და აქ ფრაგმენტულად გავრცელებული პრიმიტიული ნიადაგები მცირე აბსოლუტური ხანდაზმულობისაა. ახალგაზრდა ნიადაგებს მიეკუთვნებიან საქართველოს ალპურ ზონაში ფორმირებული მთა-მდელოს პრიმიტიული ნიადაგები, რომელთა პროფილების სისქე 5-10 სმ-ს იშვიათად აღემატება. საქართველოს ბარის მშრალ სუბტროპიკულ ზონაში გავრცელებულია ხნიერი ნიადაგები (მაგალითად, რუხი-ყავისფერი, შავი ნიადაგები).

შეფარდებითი ხნოვანების განმსაზღვრელია ქანები, რელიეფი, ადამიანის საწარმოო მოქმედება. ამ ფაქტორების სხვადასხვაგვარი მოქმედება გავლენას ახდენს ნიადაგნარმოქმნის პროცესის განსხვავებულ განვითარებაზე. მაგალითად, თანაბარი აბსოლუტური ასაკის ყვითელმიწა-ენერ ნიადაგებს შორის გაენერების განსხვავებული განვითარება (ხარისხი) მათ შეფარდებით ხნოვანებას განსაზღვრავს, ყვითელმიწა სუსტი ენერები ვითარდება დახრილ ვაკეებზე და სუსტი ქანობის ფერდობებზე, გაენერების პროცესი უფრო ძლიერადაა გამოხატული ვაკე რელიეფის პირობებში, სადაც გავრცელებულია ყვითელმიწა საშუალო ენერი ნიადაგები; გაენერების პროცესი კარბონატულ ქანებზე შედარებით შეზღუდულად მიმდინარეობს, ვიდრე უკარბონატო ქანებზე; ერთსა და იმავე აბსოლუტური ხნოვანების ნიადაგებს შორის, ეროზიის შედეგად სუსტად განვითარებული ნიადაგები გავრცელებულია უმეტესად ფერდობებზე, ვიდრე ვაკე რელიეფის პირობებში; ბიცობი ნიადაგების ბიცობიანობის ხარისხზე დიდ გავლენას ახდენს ქიმიური მელიორაცია – ნიადაგებში თაბაშირის შეტანა.

ნიადაგების შეფარდებითი ხნოვანება თავის ამკარა გამოხატულებას პოულობს რთული რელიეფური და გეოლოგიური აგებულების მქონე მხარეებში (მთიანეთში).

## I.VI. ადამიანის სანარმოო საქმიანობა

ნიადაგნარმოქმნის პროცესზე უდიდეს გავლენას ახდენს ანთროპოგენური (ბერძნული სიტყვიდან *anthropos* – ადამიანი) ფაქტორი, ანუ ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედება, რომლის გავლენა უფრო მეტად ნიადაგის გარდაქმნაში გამოიხატება, ვიდრე მის წარმოქმნაში.

ადამიანი თავისი სამეურნეო მოქმედებით გავლენას ახდენს როგორც უშუალოდ ნიადაგზე (კულტივაცია, განოციერება, მელიორაცია და ა. შ.), ისე ნიადაგნარმოქმნის პროცესის განვითარების ბუნებრივ ფაქტორებზე (მცენარეული საფარი, კლიმატის ელემენტები), რაც გამოიხატება ბუნებრივი ნიადაგნარმოქმნის თანდათანობით შეცვლაში, ნიადაგში ქიმიური ელემენტების წრებრუნვისა და ენერჯის ტრანსფორმაციის (გარდაქმნის) დარეგულირებაში. ბუნებრივი ნიადაგნარმოქმნელი ფაქტორებისგან განსხვავებით (რომელთა ზემოქმედება სტიქიური ხასიათისაა), ადამიანი სამეურნეო საქმიანობით ნიადაგზე მოქმედებს მიზანმიმართულად და მას თავისი მოთხოვნილების შესაბამისად ცვლის (მაგალითად, ჭაობების დაშრობა, დამლაშებული ნიადაგების მელიორაცია და სხვ.).

ადამიანის ზემოქმედება ნიადაგების თვისებების არსებით გარდაქმნა-გაუმჯობესებას იწვევს, რაც შესაძლებელია მხოლოდ მათი წარმოქმნის პროცესების შესწავლის საფუძველზე. აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსი – ნიადაგების დამუშავება, განოციერება, მელიორაცია (გაუმჯობესება), ქარსაცავი და მინდორსაცავი ზოლების შექმნა, თესლბრუნვები, ბალახების თესვა – ნიადაგნარმოქმნის პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს და ნიადაგების ეფექტური ნაყოფიერების გაუმჯობესებას განაპირობებს. ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედებას თან ახლავს დადებითი და უარყოფითი მოვლენები. ნიადაგების გასაუმჯობესებლად მიმართული ღონისძიებებია, მაგალითად, ჭაობიანი ნიადაგების დაშრობითი მელიორაცია; არიდული ტერიტორიების ხელოვნური ირიგაცია (მორწყვა); მთავე ნიადაგების

მოკირიანება; ბიცობების მოთაბაშირება; დამლაშებული ნიად-  
აგების ბიოლოგიური მელიორაცია - მარილგამძლე ბალახების  
თესვა, რომლებიც ნიადაგიდან დიდი რაოდენობით ხსნად მარი-  
ლებს იღებენ; მაღალმთიან ზონაში გავრცელებული მთა-მდე-  
ლოს ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გა-  
ტარება, რაც პირველ რიგში, ბუნებრივი კორდის შენარჩუნებაში  
გამოიხატება (ამ მიზნით საჭიროა ალიკვეთოს გაძლიერებული  
ძოვება, რაც საფრთხეს უქმნის ბუნებრივ კორდს). ნიადაგებზე  
უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის შეუფერებელი სამეურ-  
ნეო საქმიანობა, მაგალითად, ტყეების განადგურება, ყამირე-  
ბის უსისტემო გადახვნა, ასათვისებელი ფართობების გადანვა,  
მინდვრების გადატრუსვა.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიზანშეწონილი მართვით,  
სწორი აგროტექნიკით, ნიადაგი თანდათან კულტურულ ნიადა-  
გად გადაიქცევა ე.ი. ისეთ ნიადაგად, რომელიც ადამიანის ზემო-  
ქმედებით შესამჩნევად გაუმჯობესებულია და ახასიათებს მტ-  
კიცე სტრუქტურული, ღრმა სახნავი ფენა, კარგი ფიზიკური  
თვისებები, საკვები ნივთიერებების დიდი რაოდენობა. კულ-  
ტურული ნიადაგი თავისუფალია სარეველა მცენარეებისგან,  
მავნე მიკრო- და მაკროფაუნისგან.

ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად სრულიად ახა-  
ლი ტიპის ნიადაგები წარმოიქმნება. მაგალითად, ეგვიპტესა და  
ინდოეთში, საუკუნეების მანძილზე ნიადაგების მორწყვის შედე-  
გად, წარმოქმნილია სქელი, ხელოვნური, ე.წ. მონატანი ნიად-  
აგები, რომლებიც გამოირჩევიან ჰუმუსის, აზოტის, ფოსფორის,  
კალიუმის და მიკროელემენტების მაღალი მარაგით; ზოგიერთ  
ქვეყანაში, ასეულ წელზე მეტი ხნის განმავლობაში, მიმდინარე-  
ობდა მუავე ნიადაგების მოკირიანება და ისინი თანდათან ნეი-  
ტრალურ ნიადაგებად გარდაიქმნენ.

საქართველოში ნიადაგწარმოქმნის პროცესებზე დიდ გავ-  
ლენას ახდენს ანთროპოგენური ფაქტორი, რომლის შედეგად  
კოლხეთის დაბლობზე ტორფიან-ჭაობიანი ნიადაგების ადგილზე  
(პალიასტომის ტბის რაიონი) ახალი კოლმატირებული (კოლმატ-  
აცია ანუ ნიადაგების ფორებსა და ნაპრალებში წვრილი ლამიანი  
ან თიხიანი ნაწილაკების ჩარეცხვა/დაგროვება, ამცირებს ნიად-  
აგების წყალგამტარობას და ამაღლებს მათ ზედაპირს) ნიადაგე-  
ბის წარმოქმნა; დაშრობითი მელიორაციული ღონისძიებებით  
“ნაჭაობარი” კულტურული ნიადაგები ჩამოყალიბდა (კოლხე-

თის დაბლობი); ალაზნისა და კრნანისის ვაკეებზე დამლაშებული ნიადაგები, მელიორაციულ ღონისძიებათა შედეგად, ვარგის ნიადაგებად გადაიქცა; დაბალნაყოფიერი ყვითელმინა-ენწერი ნიადაგები, აგროქიმიური და აგრობიოლოგიური ღონისძიებების გატარებით, გაკულტურებულ ნიადაგებად გარდაიქმნა და ა. შ. საქართველოს სამინათმოქმედო ზონაში, შეუსაბამო აგროტექნიკური ღონისძიებებით, რიგ შემთხვევაში ნიადაგების დარღვევა-დეგრადაციას აქვს ადგილი ეროზიის, მეორადი დამლაშების, დაჭაობების გამო.

ანთროპოგენურმა ფაქტორმა საქართველოს ნიადაგური საფარის სტრუქტურაში მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოახდინა. მაგალითად, აღმოსავლეთ საქართველოში, მდინარეთა ძველ ტერასებზე ჭალის ტყის გაჩეხვამ (ალაზნის ვაკის მარჯვენა მხარე) ბუნებრივი ნიადაგნარმოქმნის პროცესი განვითარების ახალ, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგების ჩამოყალიბების გზაზე დააყენა; გორაკ-ბორცვების ტყის საფარის გაჩანაგებით ყავისფერი კარბონატული ნიადაგების არეალი გაფართოვდა ყავისფერი გამოტუტული და ტიპიური ნიადაგების ხარჯზე.

ნიადაგების თანამედროვე საერთაშორისო კლასიფიკაციის – “ნიადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზის” – ერთ-ერთ ნიადაგურ ჯგუფს “ანთროსოლები” (AI) წარმოადგენენ. მასში გაერთიანებულია ღრმად გარდაქმნილი ნიადაგები, რომლებიც ადამიანის საქმიანობის შედეგად წარმოიქმნება. “ანთროსოლების” შენებაში მონაწილეობენ “ანთრო-პედოგენური” (ბერძნული სიტყვიდან: *anthropos* – ადამიანი და *pedogenesis* – ნიადაგნარმოქმნის პროცესი) დიაგნოსტიკური ჰორიზონტები, რომლებიც ნიადაგების ხანგრძლივი დამუშავების შედეგად ფორმირებულ ზედაპირულ და სიღრმით ჰორიზონტებს წარმოადგენენ.

“ანთროპედოგენურ” ჰორიზონტებს მიეკუთვნებიან:

1. “ტერიკ” (ლათინური სიტყვიდან *terra* – დედამიწა, ვითარდება ნაკელის, კომპოსტის ან შლამის დამატებით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში);
2. “ირაგრიკ” (ლათინური სიტყვიდან *irragric* – მორწყვა და *agricolare* – დამუშავება - კულტივაცია, წარმოიქმნება სელიმენტებით გამდიდრებული სარწყავი ნყლების ხანგრძლივი გამოყენების შედეგად);

3. “პლაჯიკ” (ჰოლანდიური სიტყვიდან Plag – მკვრივი, ამ ჰორიზონტში კარგად ჩანს ბარის გამოყენების ნიშნები და თანდათანობით წარმოიქმნება მინანარევი დანამატებისგან – ნაკელში, ნაგავში, შლამში და სხვა შერეული კომპოსტი ან კორდი);

4. “ჰორტიკ” (ლათინური სიტყვიდან hortus – ბაღი, ფორმირდება ნიადაგის ღრმა დამუშავებით, ინტენსიური განოყიერებით, ადამიანის (ადასტურებს უძველესი მატერიალური კულტურული ნაშთები) და ცხოველთა მიერ ხანგრძლივი გამოყენების შედეგად);

5. “ანთრაქვიკ” (ლათინური სიტყვიდან aqua – წყალი, მოიცავს ნიადაგის გამკვრივებულ ფენას და ხნულის ძირს (სახნავი ფენის მომდევნო გამკვრივებული ფენა), რომელიც ბრინჯის კულტურის ხანგრძლივი კულტივაციის შედეგად წარმოიქმნება);

6. “ჰიდრაგრიკ” (ბერძნული სიტყვიდან hydros – წყალი და ლათინური სიტყვიდან agricolare – დამუშავება - კულტივაცია, სიღრმითი ჰორიზონტია და მისი ფორმირება დაკავშირებულია ნიადაგის სველ კულტივაციასთან) დიაგნოსტიკური ჰორიზონტები.

“ანთროპოგენური” ჰორიზონტები განსხვავდებიან “ანთროპო-გეომორფიკ” დიაგნოსტიკური ნიადაგური ნივთიერებებისგან, რომლებიც წარმოქმნილია, ძირითადად, ადამიანის საქმიანობის (ინდუსტრიული საქმიანობა – სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება, მშენებლობა, ნაგავსაყრელი და ა. შ.) შედეგად. “ანთროპოგენური” ნიადაგური ნივთიერებებში იგულისხმება ნიადაგებში დაგროვილი, გაუმკვრივებელი მინერალური და ორგანული ნივთიერებები, რომლებზეც ნიადაგწარმოქმნის/პედოგენეზის პროცესები გავლენას ვერ ახდენენ.

საველე სამუშაოების დაწყებამდე ნიადაგმცოდნე ჯერ ეცნობა საკვლევ ტერიტორიაზე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შესახებ არსებულ ლიტერატურულ, საარქივო მასალებს, უშუალოდ ნიადაგების საველე გამოკვლევისას კი ადგენს (განსაზღვრავს) ანთროპოგენური ფაქტორით გამოწვეულ ცვლილებებს.

## თავი II.

### ნიადაგის მაკრომორფოლოგიური ნიშნები

ნიადაგს, როგორც ყველა ბუნებრივ სხეულს, აქვს მისთვის დამახასიათებელი გარეგნული, ე.წ. მორფოლოგიური (მორფო – ნიშნავს ფორმასთან დაკავშირებულს) ნიშნები. ამ ნიშნების მიხედვით, რომლებიც დიაგნოსტიკურს წარმოადგენს, ნიადაგები განსხვავდებიან არამარტო სხვა ბუნებრივი სხეულებისგან, არამედ ერთმანეთისგანაც. ნიადაგის ყოველ ცალკეულ ტიპს ახასიათებს სპეციფიკური გარეგნული/მორფოლოგიური ნიშნები, რომლითაც ნიადაგები ერთიმეორისგან განსხვავდებიან.

ნიადაგწარმოქმნის ხანგრძლივი პროცესის შედეგად ნიადაგწარმოქმნილი ქანიდან/დედაქანიდან ნიადაგი წარმოიქმნება. ის დანაწევრებულია გენეზისურ ჰორიზონტებად და გააჩნია მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი გარეგნული ანუ მორფოლოგიური ნიშნები. ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნები წარმოადგენენ მათი ფორმირების შედეგს და ასახავენ სხვადასხვა თვისებებს. მორფოლოგიური ნიშნების ჩამოყალიბება განპირობებულია ნიადაგწარმოქმნის პროცესებით, რომლებიც სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განსხვავებულად მიმდინარეობენ, რაც, თავის მხრივ, გარეგნულად ვლინდება ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნების სახით.

ნიადაგების მორფოლოგია საფუძვლად უდევს მათ დიაგნოსტიკას და კლასიფიკაციას. ნიადაგების შესწავლა იწყება მათი მორფოლოგიის აღწერით ველზე. მორფოლოგიურ ნიშნებზე დაკვირვება ვიზუალურია, რომლის საფუძველზეც მკვლევარებს შეუძლიათ კონკრეტულ საველე პირობებში გააკეთონ გარკვეული დასკვნები ნიადაგის ფორმირების პროცესებზე, ამ პროცესების ზემოქმედების შედეგად შექმნილ თვისებებზე, ნიადაგწარმოქმნის მიმართულეებსა და გამოხატულების ხარისხზე.

მკვლევარები ვიზუალური დაკვირვებისას ყურადღებას უთმობენ, უმეტესად, ხილვად - მაკრომორფოლოგიურ ნიშნებს, რომელთა გამოკვლევა შესაძლებელია შეუიარაღებელი თვალით (უკანასკნელი წლების მანძილზე აქტიურად შეისწავლება ნიადაგების მიკროსკოპული მორფოლოგიური ნიშნები – მაკრომორფოლოგია. ამ დროს გამოკვლევა შეუძლებელია შეუიარაღე-

ბელი თვალთ). მორფოლოგიური ნიშნების განსაზღვრისთვის გამოიყენება მარტივი აღჭურვილობა (მეტრიანი საზომი, ლანცეტი, ლუპა, დანა, სანვეთურები წყლისა და 10 % HCl-ისთვის და სხვ.).

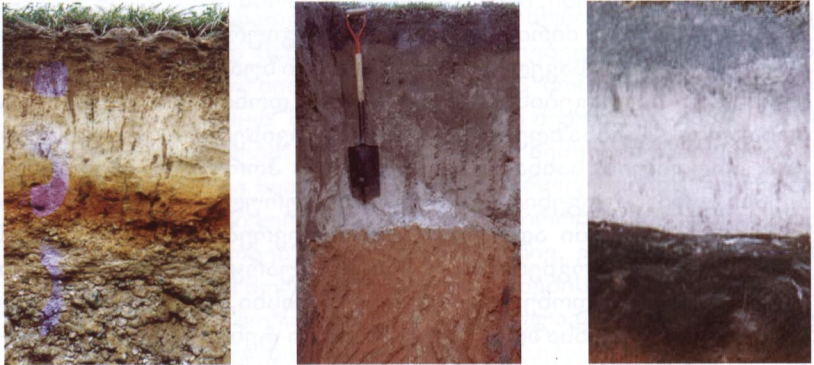
ნიადაგების საველე მორფოლოგიური ანალიზი წარმოადგენს შემოქმედებით პროცესს და საჭიროებს სპეციალისტთა პროფესიონალიზმს. ნიადაგების დახასიათების ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს მორფოლოგიური აღწერა მიეკუთვნება. ნიადაგების მორფოლოგიური აღწერის მონაცემებზე დაფუძნებულია ბევრი დასკვნა მათ გენეზისზე, სისტემატიკურ (საკლასიფიკაციო) მდგომარეობასა და აგროსანარმოო თვისებებზე.

ნიადაგების ძირითად (მაკრო)მორფოლოგიურ ნიშნებს მიეკუთვნება: პროფილის შენება, ფერი/შეფერილობა, მექანიკური (გრანულომეტრული) შედგენილობა, სტრუქტურა, აგებულება, ახალწარმონაქმნები, ჩანართები, ტენიანობა.

ნიადაგების ძირითადი მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით, უშუალოდ საველე პირობებში, ვიზუალურად შეიძლება შეფასდეს ნიადაგების ნაყოფიერების დონის და მცენარეთა მოსავლის განმსაზღვრელი ისეთი თვისებები, როგორებიცაა: პროფილის, სახნავი და ჰუმუსიანი ჰორიზონტების სისქე, მექანიკური შედგენილობა, სტრუქტურული მდგომარეობა. საველე პირობებში ადვილად განისაზღვრება მოსავლიანობის შემზღვეველი ზოგიერთი ნეგატიური (უარყოფითი) ფაქტორი: ხირხატიანობის დონე, გაღებების ხარისხი, მცენარის ზრდა-განვითარების განსაზღვრულ პერიოდში ტენის სიჭარბე ან ნაკლებობა, ადვილადხსნადი მარილების, თაბაშირის, კარბონატების არსებობა და გავრცელება. განთავსების სიღრმე, მკვრივი და დაწინდული ჰორიზონტების არსებობა და სხვ. საველე პირობებში, ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნების განსაზღვრული ცოდნის საფუძველზე, შეიძლება შეირჩეს ძირითადი ღონისძიებები მცენარეთა მოსავლის შემამცირებელი, ნეგატიური ფაქტორების აღმოსაფხვრელად.

## II. I. შენება

ნიადაგების უმთავრეს მორფოლოგიურ ნიშანს მათი შენება წარმოადგენს. ნიადაგების გარეგან სახეს – გენეზისურ ჰორიზონტებზე მეტ-ნაკლებად გამოსახულ დიფერენციაციას (დანანევრებას) – შენება ეწოდება. ნიადაგების შენება სხვადასხვანაირია: ერთ შემთხვევაში, ნიადაგების პროფილში, ჰორიზონტები მკვეთრად გამოიყოფა, ზოგჯერ კი ისინი გამოვლენილია სუსტად. ეს დამოკიდებულია, ძირითადად, ნიადაგების ტიპზე, მათ ასაკსა და ნიადაგწარმოქმნელი ქანების (დედაქანების) თავისებურებაზე. ცალკეულ ნიადაგებს, გარემო პირობებისა და ნიადაგწარმოქმნის ხასიათის მიხედვით, თავისებური იერსახე ანუ შენება გააჩნია.



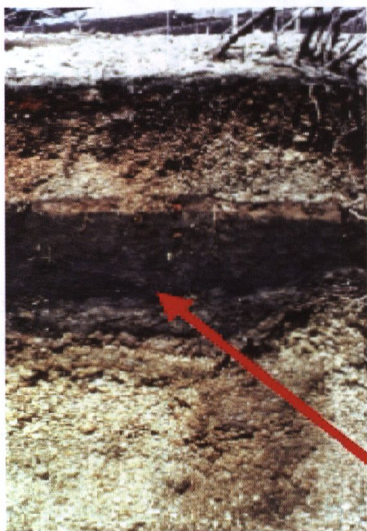
სურ. 1. სხვადასხვა შენების ნიადაგები

ნიადაგების შენება ნიადაგების პროფილების საერთო სახეს გამოსახავს და გვიჩვენებს, თუ როგორ იცვლება ზედაპირიდან სიღრმის მიმართულებით, მთელ პროფილში, მორფოლოგიური ნიშნები (ფერი, სტრუქტურა, აგებულება და ა. შ). ნიადაგების პროფილი კანონზომიერად მონაცვლე გენეზისური ჰორიზონტების ერთობლიობას წარმოადგენს, რომლებიც ბუნებრივი ან აგროგენური ელემენტარული ნიადაგური პროცესების ზემოქმედებით წარმოიქმნებიან. განასხვავებენ ნიადაგების პროფილს: ჰომოგენურს – შეესაბამება ნიადაგწარმოქმნის თანამედროვე პირობებს და ჰეტეროგენურს, რომელსაც ნიადაგწარმოქმნის

წინა სტადიიდან მემკვიდრეობით გადმოსული ჰორიზონტები გააჩნია (იხ. სურათი 2).

ნიადაგების პროფილი, საწყისი ნიადაგწარმოქმნელი ქანებიდან, ფორმირდება როგორც ერთი მთლიანი (გენეზისური მთლიანობა), დიფერენცირებულ გენეზისურ ჰორიზონტებად. პროფილის წარმოქმნის ანუ ნიადაგწარმოქმნელი ქანების გენეზისურ ჰორიზონტებად დიფერენციაციის ფაქტორებია:

1. ნივთიერების და ენერჯის დაგროვება, მათი დაღმავალი ან აღმავალი ნაკადი, დამოკიდებული ნიადაგწარმოქმნაზე, ნიადაგის წლიურ და/ან მრავალწლიან ციკლურობაზე;



ა) ვულკანური (დამარხული) ნიადაგის პროფილი

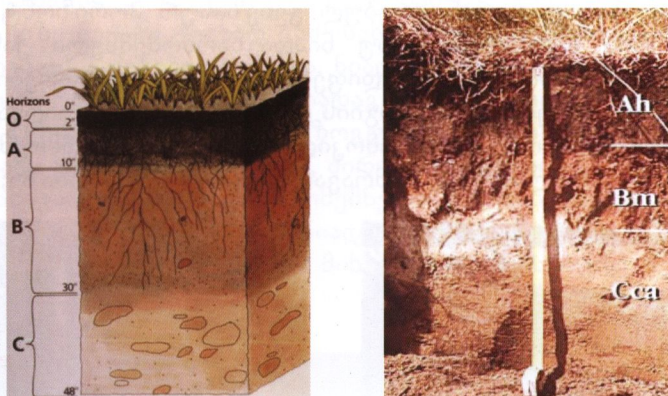
ბ) შავი ნიადაგის პროფილი

სურ. 2. ჰეტეროგენური (ა) და ჰომოგენური (ბ) პროფილები

2. ნიადაგის მასაში ცოცხალი ორგანიზმების (ფესვთა სისტემა, მიკროორგანიზმები, ნიადაგში მობინადრე ფაუნა) ვერტიკალური გადანაწილება.

ნიადაგების პროფილი აჩვენებს ნიადაგების ყველა თვისების (გრანულომეტრული, მინერალური, ქიმიური შედგენილობის, ფიზიკური, ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების)

კანონზომიერ ცვლილებას ზედაპირიდან სიღრმეში – დედაქანამდე, რომელიც დაკავშირებულია ნიადაგნარმოქმნის პროცესის ზემოქმედებასთან ნიადაგნარმოქმნელ ქანებზე.



სურ. 3. ნიადაგის ინდივიდუმი - პედონი

ნიადაგების პროფილი, ანუ მათთვის დამახასიათებელი შენება, ნიადაგის ინდივიდუუმის (პედონის) და ზოგადად, ნიადაგების ძირითად ნიშან-თვისებას წარმოადგენს. ნიადაგების პროფილების შენება ნიადაგნარმოქმნის პროცესის ხასიათს შეესაბამება, ამიტომ, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის პროფილი სხვადასხვაგვარია. ნიადაგების პროფილების განსხვავება – ეს არის განსხვავება სხვადასხვა ნიადაგებს შორის, რომლებიც ქმნიან დედამიწის ნიადაგურ საფარს - პედოსფეროს.

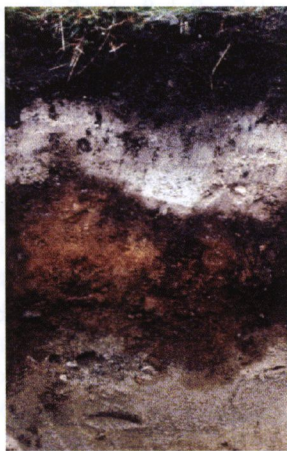
ნიადაგების პროფილის შენების ორი ტიპი გამოიყოფა. პირველი ტიპი დამახასიათებელია ავტომორფული ანუ ისეთი ნიადაგებისთვის, რომელთა ფორმირება ატმოსფერული ტენის გავლენით მიმდინარეობს. წყლის სისტემატურად დაღმავალი დინება ქიმიური ელემენტების კანონზომიერ გადაადგილებას განაპირობებს ზევიდან ქვევით. ამ ტიპის ნიადაგების პროფილი შედგება ჰუმუსიან-აკუმულაციური ნაწილისგან, რომელშიც საბოლოოდ გარდაიქმნება არაცოცხალი ორგანული ნივთიერება და სისტემატურად გროვდება ჰუმუსი. იმავდროულად, ადგილი აქვს მცენარეთათვის აუცილებელი საკვები ელემენტების აკუმულაციას/დაგროვებას. პროფილის ჰუმუსიან-აკუმულაციურ

ნაწილში მიმდინარეობს როგორც ორგანული, ისე მინერალური ნაერთების მოძრავი ფორმების გამოტანა მის საზღვრებს გარეთ. თუმცა, მთლიანობაში დაგროვების ტენდენცია ჭარბობს. პროფილის ჰუმუსიან-აკუმულაციური ნაწილის ფერი მეტ-ნაკლებად მუქია ორგანული ნაერთების შემცველობის გამო, სისქე სხვადასხვა ნიადაგებში რამდენიმე სმ-იდან თითქმის მეტრამდე ცვალებადობს. ნიადაგების ზედაპირზე ხშირად გროვდება სუსტად გარდაქმნილი მცენარეული ნარჩენები.

ავტომორფული ნიადაგების პროფილის გარდამავალ ნაწილში (ჰუმუსიან-აკუმულაციურიდან თანდათანობითი გადასვლა ნიადაგნამომქმნელი ქანისკენ) ხშირად სხვადასხვა, ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესები მიმდინარეობს. მისი ზედა ნაწილისთვის დამახასიათებელია გამორეცხვა, რომელიც ზოგიერთ ნიადაგში ძლიერად არის გამოხატული (მაგალითად, ეწერ ნიადაგებში).



სურ. 4. სუბტროპიკული ეწერი ორტშტინიანი ნიადაგი



სურ. 5. ეწერი ნიადაგი

გამორეცხვის შემთხვევაში მეტ-ნაკლებად მოძრავი ყველა ნაერთი გამოიტანება. ნეიტრალური და სუსტად ტუტე ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად ხსნადი მარილები (მაგალითად, ნატრიუმის და მაგნიუმის ქლორიდები ან სულფატები) გამოირეცხება. სუსტად მჟავე ხსნარების ზემოქმედებით ნაკლებად ხსნადი მარილები (კალციუმის სულფატი, კარბონატები) გამოიტანება.

ძლიერმჟავე ნიადაგებში ( $\text{pH} \leq 5$ ) გამორეცხილია რკი-

ნის და მანგანუმის ოქსიდები. გარდა ამისა, წყლის მოძრაობის შედეგად წვრილი ნაწილაკებიც გადაადგილდებიან. ამის შედეგად, გამორეცხვის ნაწილი იძენს მოთეთრო (ნაცრის) ფერს და ნიადაგის პროფილში მკვეთრად გამოიყოფა. პროფილის გარდამავალი ნაწილის ქვედა მხარეს ჩარეცხვის მოვლენები ჭარბობს ე.ი. აქ გამოტანილია ის ქიმიური ელემენტები და წვრილი ნაწილაკები, რომლებიც გამორეცხილია ნიადაგის სისქის ზედა ნაწილიდან. ნაერთების და ნაწილაკების გადაადგილების სიღრმე სხვადასხვა პირობებში საკმაოდ განსხვავებულია: ადვილად ხსნადი ნაერთები ღრმად მიგრირებს ვიდრე ნაკლებად ხსნადი ნივთიერებები. ჩვეულებრივ გამოყოფენ თიხიანი ნაწილაკების, Fe და Mn ჰიდროჟანგების ჩარეცხვას. ნიადაგების პროფილში ჩარეცხვის ნაწილი გამოირჩევა მკვეთრი მუქი ფერით და მომატებული სიმკვრივით.

პროფილის ქვედა ნაწილში მდებარეობს ნიადაგწარმოქმნელი ქანი. მის ზედა ნაწილს ნიადაგწარმოქმნის კვალი ემჩნევა, ვინაიდან აქ პროფილის ზედა ნაწილიდან მოტანილია ზოგიერთი ნაერთი.

იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგწარმოქმნელი ქანი მცირე სისქისაა, ნიადაგების პროფილში, მის ქვეშ, შეიძლება განთავსებული იყოს ე.წ. ქვეშ-ნაფენი ქანი.

ნიადაგების პროფილის შენების განსხვავებული ტიპი ახასიათებთ ჰიდრომორფულ ნიადაგებს, რომელთა ფორმირება გრუნტის წყლების ზედაპირთან ახლოს დგომის პირობებში მიმდინარეობს. ასეთ შემთხვევაში ნიადაგწარმოქმნაზე ზემოქმედებენ გრუნტის წყლები, რომლებიც პერიოდულად ან მუდმივად ამდიდრებენ ნიადაგის მასას განსაზღვრული ქიმიური ელემენტებით.



სურ. 6. ჰიდრომორფული ნიადაგები

გრუნტის ნყლების დაღმავალი დინებისას ნიადაგების ზედაპირთან ახლოს ნაკლებად ხსნადი ნაერთებია განთავსებული, აღმავალი მოძრაობისას კი - ადვილად ხსნადი ნივთიერებები მდებარეობენ ზედაპირთან ახლოს ან უშუალოდ მასზე. ამიტომ, ჰიდრომორფული ნიადაგების პროფილი შედგება: მეტ-ნაკლებად გამოხატული ჰუმუსიან-აკუმულაციური ნაწილისგან და მინერალურ-აკუმულაციური ჰორიზონტებისგან, რომელთა სახელწოდება შემადგენელი ნაერთებისგან განისაზღვრება. მაგალითად, ნიადაგების პროფილში, ქვევიდან ზევით, კარბონატული, თაბაშირიანი ან სულფატურ-ნატრიუმიანი ჰორიზონტები გამოიყოფა.

ნიადაგების პროფილის შენების ორი ძირითადი ტიპის - ავტომორფულის და ჰიდრომორფულის გარდა, ბუნებაში გარდაღმავალი შენების მრავალრიცხოვანი შემთხვევები არსებობს, რაც ნიადაგწარმოქმნის ავტომორფული და ჰიდრომორფული პირობების მონაცვლეობით აიხსნება.

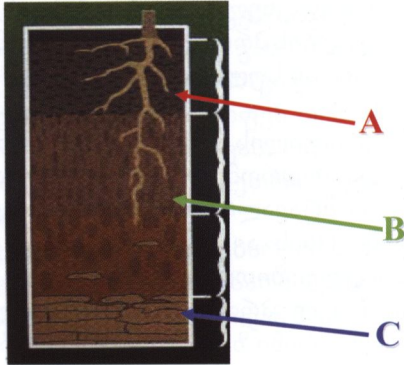
ნიადაგების მთელ პროფილში მორფოლოგიური ნიშნები ერთნაირი არ არის - ისინი ზედაპირიდან სიღრმისკენ გარკვეულ ცვლილებას განიცდიან. ამის მიხედვით ნიადაგების პროფილში გამოყოფენ ძირითად ფენებს, რომელთაც გენეზისურ ჰორიზონტებს უწოდებენ (ისინი ნიადაგწარმოქმნის შედეგად წარმოიქმნებიან, ამიტომ ეწოდებათ გენეზისური ჰორიზონტები და წარმოშობის მიხედვით ურთიერთკავშირში არიან).

გენეზისური ჰორიზონტები ნიადაგების შედარებით ერთგვაროვანი ფენებია, რომლებისგანაც შედგება ნიადაგების პროფილი. ისინი განცალკევდებიან ნიადაგწარმოქმნის პროცესში და განლაგებული არიან ნიადაგის ზედაპირის მიმართ მეტ-ნაკლებად პარალელურად. გენეზისური ჰორიზონტები ერთმანეთისგან და ნიადაგწარმოქმნელი ქანისგან განსხვავდებიან მორფოლოგიური ნიშნებით, ქიმიური და ხშირად მექანიკური შედგენილობით, ბიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობით. გენეზისური ჰორიზონტები ნიადაგებში ნივთიერებათა შეღწევის/შემოტანის, გადაადგილების, გამოტანის და გარდაქმნის შედეგად წარმოიქმნება.

გენეზისურ ჰორიზონტებს აქვთ სახელწოდება და სპეციალური აღმნიშვნელი ლათინური ასო-ინდექსები. ნიადაგის სისქის გენეზისურ ჰორიზონტებად დანაწევრების პრინციპი პირველად დადგენილ იქნა ვ. დოკუჩაევის მიერ და მის მიერვე იქნა შემოტ-

ანილი ანბანური სიმბოლოები. მან ნიადაგებში გამოყო მხოლოდ სამი გენეზისური ჰორიზონტი:

- A — ზედაპირული ჰუმუსიან-აკუმულაციური;
- B — გარდამავალი ნიადაგნარმომქმნელი ქანისკენ;
- C — ნიადაგნარმომქმნელი ქანი (დედაქანი), ქვენიადაგი.



სურათი 7. ნიადაგის გენეზისური ჰორიზონტები

**A** ჰორიზონტს, ჰუმუსის აკუმულაციის, ანუ დაგროვების ჰორიზონტი ეწოდება იმიტომ, რომ აქ არის გამოხატული ჰუმუსის და საკვები ელემენტების დაგროვება, რაც მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესების შედეგს წარმოადგენს.

**B** ჰორიზონტს ილუვიურს უწოდებენ, რომელიც ფორმირდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვეშ და გარდამავალია დედაქანისკენ.

**C** ჰორიზონტი წარმოადგენს დედაქანს, რომელიც სუსტად არის შეცვლილი ნიადაგნარმომქმნის პროცესებით.

ნიადაგმცოდნეობის განვითარების და ნიადაგების/ნიადაგური პროცესების მრავალგვარობის შესაბამისად, გენეზისური ჰორიზონტების რიცხვი მნიშვნელოვნად გაიზარდა. დღემდე მსოფლიო ნიადაგმცოდნეობაში ნიადაგების გენეზისური ჰორიზონტების ერთიანი კონცეფცია და ნომენკლატურა არ არსებობს. საქართველოში გამოიყენება ძირითადი გენეზისური ჰორიზონტების აღნიშვნები/სიმბოლოები, რომლებიც დამუშავე-

ბულია ვ. დოკუჩაევის სახელობის ნიადაგის ინსტიტუტის მიერ (Почвенная съёмка, 1959):

$A_0$  – ტყის მკვდარი საფარი ან სტეპის ქეჩა (საფარი);

$A_j$  – ორგანულ-მინერალური ჰორიზონტი – კორდი;

$A$  – ჰუმუსიანი;

$A_{s.h.}$  – სახნავი;

$A_1$  – ჰუმუსიან-აკუმულაციური;

$A_2$  – ელუვიური ჰორიზონტი, აღინიშნება ასევე E ინდექსით (ენერი, გასოლოდებული, ლესივირებული, ელუვიურ-ლებიანი);

B – ილუვიური;

G – ლებიანი;

T – ტორფიანი;

C – დედაქანი;

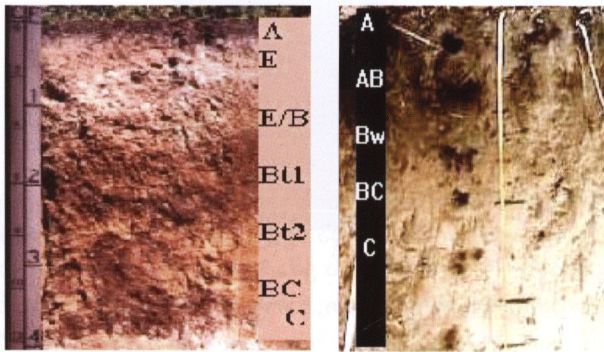
D – ქვეშნაფენი ქანი.

გენეზისური ჰორიზონტების უფრო დეტალური ინდექსირებისთვის, მათი გენეზისის ან და შედგენილობის ასახვის მიზნით, ძირითად ანბანურ აღნიშვნებს ემატება ასოები და ისინი ინერება მთავარი სიმბოლოს ქვემოთ, მარჯვნივ. მაგალითად, Bg – “გ” აღნიშნავს გალებების ნიშანს მოცემულ ჰორიზონტში, “s” მიუთითებს ადვილად ხსნადი მარილების დაგროვებას; კარბონატების არსებობა აღინიშნება “Ca” (Bea, Cca), თაბაშირის – “cs” ( $B_{cs}$ ) ინდექსებით. დამატებითი ინდექსების გამოყენება დამოკიდებულია ელემენტარულ ნიადაგურ პროცესებზე, მაგალითად:  $B_f$  – გარკინება,  $B_l$  – გათიხებას,  $B_m$  – მეტამორფულ პროცესს (ადგილზე ცვლილებას).

ცალკეული გენეზისური ჰორიზონტი, თვისებების გამოხატულების ხარისხის და წარმომქმნელი ძირითადი პროცესების გამოვლენის მიხედვით, შეიძლება დაიყოს ქვეჰორიზონტებად. მათ აღსანიშნავად შესაბამისი გენეზისური ჰორიზონტების ძირითადი სიმბოლოები ინომრება ზევიდან ქვევით ანუ გამოიყენება თანსართი ციფრები. მაგ,  $B_1, B_2, B_3, \dots, C_1, C_2$ ; ჭაობის ტიპის ნიადაგებში ტორფიანი ჰორიზონტი იყოფა დაგროვილი ორგანული ნაშთების გახრწნის (დაშლის) ხარისხის, ნაცრიანობის და სხვა თვისებების მიხედვით და აღინიშნება როგორც  $T_1,$

$T_2$  და  $T_3$ . ზოგჯერ გამოიყენება სხვა დამატებითი სიმბოლოებიც. მაგალითად, ჰუმუსიანი ჰორიზონტის ქვეჰორიზონტებს აღნიშნავენ ასე:  $A^I, A^{II}, A^{III}$ .

თითქმის ყველა ნიადაგში ასევე გამოიყოფა გარდამავალი (კომბინირებული) ჰორიზონტები, რაც დაკავშირებულია პროფილში თვისებების თანდათანობით ცვლილებასთან და ჰორიზონტებს შორის საზღვრების დადგენის სირთულესთან. გარდამავალ ჰორიზონტებში ერთდროულად ორი ჰორიზონტის ნიშან-თვისებებია გამოხატული და მათ აღნიშნავენ შესაბამისი ორი ასოთი – AB, BC,  $A_1A_2$  და ა. შ.



სურ. 8. ნიადაგის პროფილში გენეზისური ჰორიზონტების გამოყოფა

ნიადაგმცოდნეობაში გამოიყენება ნიადაგის ჰორიზონტების სიმბოლოების საერთაშორისო სისტემა, რომელიც ამერიკის შეერთებული შტატების სოფლის მეურნეობის დეპარტამენტის მიერ იქნა დამუშავებული და შემდეგ მიღებული იქნა "fao"-ს მიერ. აღნიშნულ სისტემაში ჰორიზონტების სიმბოლოებია:

- O - მინერალური ნიადაგების ორგანული ჰორიზონტი;
- $O_1$  - ორგანული ჰორიზონტი სხვადასხვა ნარჩენით;
- $O_2$  - ორგანული ჰორიზონტი სხვადასხვა ნარჩენის გარეშე;
- A- მინერალური ჰორიზონტი ჰუმუსის აკუმულაციით ან თიხის, Fe და Al გამოტანით;
- $A_1$ - ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი;
- $A_2$ - თიხის, Fe და Al გამოტანის ჰორიზონტი;

$A_3$  – A-დან B-ზე გარდამავალი ჰორიზონტი,  $A_1$  ან  $A_2$  ჰორიზონტების ნიშნების სიჭარბით;

$AB$  – A-დან B-ზე გარდამავალი ჰორიზონტია;

$A+B$  – გარდამავალი ჰორიზონტი, რომელშიც ჩართულია B ჰორიზონტი, 50 %-ზე ნაკლებად;

$AC$  – A-დან C-ზე გარდამავალი ჰორიზონტი;

B – ჰორიზონტი, რომელშიც ჭარბობს:

I. ილუვიური თიხა, ჰუმუსი ან Fe და Al ან

II. თიხების ან  $R_2O_3$ -ის ნარჩენი კონცენტრაცია ან

III.  $R_2O_3$ -ის აფსკები ან

IV. ქანების მეტამორფული ნაწილი;

$B_1$  – გარდამავალი ჰორიზონტი  $A_1$  ან  $A_2$ -დან B-ზე;

$B_2$  – B ჰორიზონტის ძირითადი ნაწილი;

$B_3$  – B-დან C-ზე გარდამავალი ჰორიზონტი;

C – მინერალური ჰორიზონტი, რომელსაც არა აქვს არც A და არც B ჰორიზონტების ნიშნები, წარმოადგენს დედაქანს;

R – ქვეშნაფენი მკვრივი ქანი (ბედროკი).

ჰორიზონტების ძირითადი სიმბოლოების გარდა, გამოიყენება დამატებითი სიმბოლოები:

Ca – კარბონატული ჰორიზონტი;

CS – თაბაშირიანი ჰორიზონტი;

g – გალებებული ჰორიზონტი;

P – სახნავი ჰორიზონტი;

Cd – მარილიანი ჰორიზონტი;

t – თიხა-ილუვიური ჰორიზონტი;

m – მეტამორფული ჰორიზონტი;

V- დანიდული ჰორიზონტი;

S – აკუმულაციური ჰორიზონტი;

OX –  $R_2O_3$  -ის დაგროვების ჰორიზონტი;

ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო საზოგადოების ექსპერტთა ჯგუფის მიერ შემუშავდა ნიადაგების ჰორიზონტების სიმბოლოების საერთაშორისო სისტემა:

H – ნიადაგების ზედაპირული ჰორიზონტი, რომელიც შედგება წყლით გაჯერებული ტორფისგან;

O – ზედაპირული ჰორიზონტი, შექმნილი დაუშლელი (ახალი) ან ნაწილობრივ დაშლილი ორგანული ნივთიერებისგან;

A – ჰუმუსიანი ჰორიზონტი, რომელშიც აკუმულირდება

ნიადაგების მინერალურ ნაწილთან მჭიდროდ დაკავშირებული ჰუმინფიცირებული ორგანული ნივთიერება;

E – ღია ფერის ჰორიზონტი, რომელიც შეიცავს უფრო ნაკლებ ორგანულ ნივთიერებას და/ან თიხებს და/ან ერთნახევარუანგებს, ვიდრე უშუალოდ მისი ქვეშნაფენი;

B – ჰორიზონტი განთავსებული A და/ან E-ს და C და/ან R-ს შორის, მასში დარღვეულია ქანების სტრუქტურა, აკუმულირებულია სილიკატური თიხა ილუვიაციის ან გამოფიტვის და ახალნარმონაქმნების გზით;

C – ფხვიერი მასალა ნიადაგების პროფილში, რომელსაც სხვა ჰორიზონტების ნიშნები არ გააჩნია;

G – ლებიანი ჰორიზონტი, შეიცავს მუდმივი ქარბი ტენიანობის შედეგად აღდგენილ ნაერთებს;

R – მკვრივი ნიადაგნარმონაქმნელი ქანი (ბედროკი).

ნიადაგების ჰორიზონტების სიმბოლოების საერთაშორისო სისტემაში გამოყოფენ ქვეჰორიზონტებს ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  და ა.შ), შერეულ (A/E, E/B და ა.შ) და გარდამავალ (AE, BC და ა.შ) ჰორიზონტებს.

სხვადასხვა ნიადაგების გენეზისური ჰორიზონტების მსგავსება დაკავშირებულია ერთიან ნიადაგნარმონაქმნის პროცესთან, რომლის ზემოქმედებითაც ისინი ფორმირდებიან. მათ შორის განსხვავება კი განპირობებულია ნიადაგნარმონაქმნის გამოხატულების ხარისხით (ინტენსივობა, ხანგრძლივობა) და მისი შეთანხმებით სხვა პროცესებთან. ერთი და იგივე ტიპის ან ქვეტიპის გენეზისური ჰორიზონტი, ამა თუ იმ ფორმით, შეიძლება განმეორდეს სხვადასხვა ნიადაგებში და შესაძლებელია იყოს დიაგნოსტიკური ცალკეული ტიპის ნიადაგისთვის. თუმცა, აღსანიშნავია, რომ ერთი და იგივე ტიპის გენეზისური ჰორიზონტი ყოველ ნიადაგში თავისებურად ტრანსფორმირდება და განუმეორებელია ცალკეული პროფილის მენჯებში.

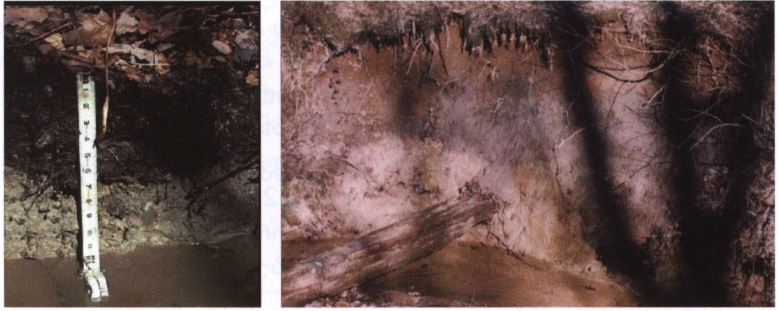
ნიადაგების გენეზისური ჰორიზონტები კლასიფიცირდება შემდეგ ძირითად ტიპებად და ქვეტიპებად:

ტიპი – ორგანოგენული ჰორიზონტები, მათი ქვეტიპებია:

- ტორფიანი ჰორიზონტი (T) – ფორმირდება ნიადაგის ზედაპირზე, თუმცა ზოგჯერ შესაძლებელია შეგუხვდეს პროფილის სისქეში. ხასიათდება მცენარეული ნარჩენების ორგანული ნივთიერებების ჰუმუსად გარდაქმნის სპეციფიკური კონსერ-

ვაციით (შეჩერებით). მცენარეული ნარჩენების დაუშლელი ან ნახევრად დაშლილი მასა ქარბი დატენიანებისას გროვდება ანაერობულ (თავისუფალი ჟანგბადის გარეშე) პირობებში, რომელიც ხელს უშლის ორგანული ნივთიერების დაშლას და ჰუმუსად გარდაქმნას. ამ ჰორიზონტში ფორმირებული ტორფი გამოირჩევა შემადგენლობის (ხავსის, ჭილის, ლერწმის და სხვ.) მიხედვით. ტორფში ორგანული ნივთიერების შემცველობა 70 %-ს აღემატება (იხ. სურ. 10).

- მკვდარი საფარი (6) – მცირე სისქის (12 სმ-მდე) ზედაპირული ფენა. ტყეში ხე-მცენარეთა ტოტების, ფოთლების, გირჩების, წიწვების ან ველზე ბალახეული მცენარეების ჩამონაცვენი ან სხვა ნარჩენები ორგანული ფენის სახით გროვდება, რომელიც სხვადასხვა დროს ჩამოცვენილი მასალის მიხედვით განსხვავებული ხარისხითაა დაშლილი. ნაწილობრივ, განსაკუთრებით ფენის ქვედა ნაწილი, მინერალურ კომპონენტებთან მექანიკურადაა შერეული. შემადგენლობის მიხედვით განირჩევა წიწვიანი, ფოთლოვანი, ბალახოვანი მკვდარი საფარი.



სურ. 9. ტორფიან-ჭაობიანი ნიადაგები

- კორდიანი, მინერალური ჰუმუსიან-აკუმულაციური (A<sub>1</sub>) ზედაპირული ჰორიზონტი. ფორმირდება ბალახების, განსაკუთრებით მდელოს მცენარეულობის ქვეშ, ფესვების ნარჩენების დაშლის ხარჯზე, ჰუმუსის დაგროვების შედეგად. თუმცა, მისი მოცულობის ნახევარი ცოცხალი ფესვებისგან შედგება.



ა)

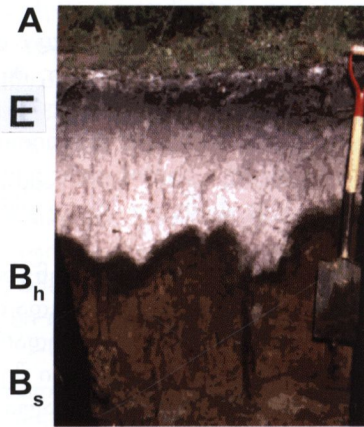


ბ)

სურ. 10. მთა-მდელოს ნიადაგის ლანდშაფტი და პროფილი

- ჰუმუსიანი ჰორიზონტი ( $A_1$ ) – მინერალურ ჰუმუსიან-აკუმულაციური ჰორიზონტი, უმეტესად მუქი ფერის, ხასიათდება ორგანული ნივთიერების მაღალი შემცველობით, მჭიდროდ არის დაკავშირებული მინერალურ ნაწილთან. ჩვეულებრივ მდებარეობს პროფილის ზედა ნაწილში და მასში აკუმულირებულია ჰუმუსოვანი ნივთიერებები.
- სახნავი ჰორიზონტი ( $A_{სახ.}$ ) – ყველა სახნავი ნიადაგის ზედაპირული ჰორიზონტი, სისქით 20-30 სმ, შეცვლილი ხანგრძლივი დამუშავებით. პლანტაჟირებისას (ხვნა 40 სმ-ზე ღრმად) აღინიშნება პლანტაჟირებული (გადაბრუნებული) ჰორიზონტი –  $A_{პლ.}$ .

ტიპი – ელუვიური ჰორიზონტები (E) – ღია ფერის გამორეცხვის ჰორიზონტები, გაღარიბებული ლექის ფრაქციის, ერთნახევარი ჟანგულებისა და ფუძეებისგან. ამ ტიპში გაერთიანებულია შემდეგი ქვეტიპები:



სურ. 11. ენერი ნიადაგი

- გაენერების ჰორიზონტი ( $E_1$ ) – ღია ფერის, ჩვეულებრივ მოთეთრო ჰორიზონტი პროფილის ზედა ნაწილში. მდებარეობს ორგანოგენული ჰორიზონტების ქვეშ და ფორმირდება გაენერების გავლენით. მინერალური ნაწილი მჟავების ზემოქმედებით იშლება (ორგანული ნივთიერებების მონაწილეობით) ამორფულ პროდუქტებამდე, რომლებიც გამოიტანება ამ ჰორიზონტიდან. ამავდროულად შეიძლება გამოტანილ იქნას ლექის ფრაქცია წინასწარი დაშლის გარეშე.
- ლესივირებული ჰორიზონტი ( $E_2$ ) – ღია ფერის ჰორიზონტი პროფილის ზედა ნაწილში, განთავსებულია მკვდარი საფარის, ჰუმუსიანი ან სახნავი ჰორიზონტის ქვეშ და ფორმირდება ლესივირების გავლენით, ე.ი. ჰორიზონტიდან გამორეცხილია ლექის ნაწილაკები დაშლის გარეშე, სუსტად მჟავე არეს პირობებში.
- გასოლოდებული ჰორიზონტი ( $E_3$ ) – ღია ფერის, ჩვეულებრივ მოთეთრო ჰორიზონტი პროფილის ზედა ნაწილში, მდებარეობს ჰუმუსიანი ჰორიზონტის ქვეშ და გასოლოდების შედეგად წარმოიქმნება. ტუტე ხსნარის მოქმედებით იშლება მინერალური ნაწილი, მშთანთქავი კომპლექსიდან გამოძევდება გაცვლითი Na და გასოლოდებული ჰორიზონტიდან გაიტანება მინერალების დაშლის ამორფული პროდუქტები.

- ელუვიურ-ლებიანი ჰორიზონტი ( $I_1^L$ ) – ღია ფერის, მოთეთრო ჰორიზონტი პროფილის ზედა და შუა ნაწილში, ფორმირებული გაღებების გავლენით, ტენის ნაწილობრივ ჩამრეცხი რეჟიმის პირობებში, რომლის დროსაც მიმდინარეობს მინერალური ნაწილის აღდგენითი ჰიდროლიზი (ქიმიური ნაერთების დაშლა წყლის მოლეკულის მიერთებით) მჟავის ზემოქმედებით. დაშლის პროდუქტები გამოიტანება ამ ჰორიზონტიდან.

ყველა ელუვიური ჰორიზონტი, მათი გენეზისის მიუხედავად, მსგავსი მორფოლოგიით, შედგენილობით და თვისებებით ხასიათდება. ისინი გამოირჩევიან კაჟმინის შედარებით მაღალი და ერთნახევარი ჟანგების, ფუძეების დაბალი შემცველობით. ახასიათებთ მოთეთრო ფერი, ფუძეების დაბალი მაძრობა, მჟავე რეაქცია, დაბალი ჰუმუსიანობა და ლექის ფრაქციის ნაკლები რაოდენობა. ამ ჰორიზონტების გენეზისური ბუნების გამოსავლენად საჭიროა მთლიანი პროფილის ანალიზი სავსე და ლაბორატორიულ პირობებში.

ტიპი – ილუვიური ჰორიზონტები – ჩარეცხვის ჰორიზონტები, რომლებშიც ზედა ჰორიზონტებიდან გამოტანილი ნივთიერებები გროვდება. მათ განასხვავებენ დაგროვილი ნივთიერებების მიხედვით. ტიპს მიეკუთვნება შემდეგი ქვეტიპები:

- ილუვიურ-აკუმულაციური ჰორიზონტი ( $B$ ) – გამკვრივებული და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ჰორიზონტი, მდებარეობს პროფილის შუა ნაწილში, ჰუმუსოვანი ან ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ, ხასიათდება თიხის და ამორფული პროდუქტების დაგროვებით. მაგალითად, კორდიან-ენერიან ნიადაგებში.
- ილუვიურ-თიხიანი ჰორიზონტი ( $B_1$ ) – გამკვრივებული და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ჰორიზონტი, მდებარეობს ჰუმუსოვანი ან ელუვიურის ქვეშ პროფილის შუა ნაწილში და თიხის დაგროვებით ხასიათდება. მაგალითად, ლესივირებულ ნიადაგებში.
- ილუვიურ-ჰუმუსიანი ჰორიზონტი ( $B_{II}$ ) – ჰუმუსის აკუმულაციის ჰორიზონტი, მუქი ყავისფერი ან მონითალო-ყავისფერი შეფერილობის, მდებარეობს პროფილის შუა ნაწილში, ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ.
- ილუვიურ-რკინიანი ჰორიზონტი ( $B_I$ ) – მდებარეობს ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ, პროფილის შუა ნაწილში, მასში

რკინა აკუმულირდება.

- ილუვიურ – Al-Fe-ჰუმუსიანი ჰორიზონტი ( $B_m$ ) – მდებარეობს ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ, პროფილის შუა ნაწილში, აკუმულირებულია ჰუმუსი და ერთნახევარი ჟანგები.

- ბიცობიანი ჰორიზონტი ( $B_{Na}$ ) – ძლიერ გამკვრივებული და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ჰორიზონტი პროფილის შუა ნაწილში, განთავსებული ელუვიურის ან ჰუმუსიან-ელუვიურის ქვეშ. გააჩნია მუქი ფერი, პრიზმული სტრუქტურა, მშთანთქავ კომპლექსში გაცვლით ნატრიუმს მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს. მაგალითად, ბიცობ ნიადაგებში.

- ბიცობნარი ჰორიზონტი ( $B_{na}$ ) – გამკვრივებული და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ჰორიზონტი პროფილის შუა ნაწილში, ჰუმუსიანი ჰორიზონტის ქვეშ. ახასიათებს მუქი ფერი, კაკლოვანი ან პრიზმული სტრუქტურა, მშთანთქავ კომპლექსში შეიცავს მცირე რაოდენობით Na-ს. მაგალითად, ბიცობიან ნიადაგებში.

- ქვესახნავი ჰორიზონტი ( $B_p$ ) – ჰორიზონტი ფორმირებულია უშუალოდ სახნავი ჰორიზონტის ქვეშ, ხანგრძლივად დამუშავებულ ნიადაგებში. ხასიათდება გამკვრივებით და მძიმე მექანიკური შედგენილობით.

- ილუვიურ-მეტამორფული ჰორიზონტი ( $B_{mh}$ ) – “ანდოსოლები”-ს ჰორიზონტი, ფორმირებული უშუალოდ ორგანოგენული ჰორიზონტების ქვეშ და ხასიათდება დაბალი მოცულობითი წონით, ჰუმუსის ილუვიური დაგროვებით, ამორფული ნივთიერებების და ალოფანების მაღალი რაოდენობით, ვულკანური მინის შემცველობით, მაღალი ფორიანობით და სიფხვიერით.

ტიპი – მეტამორფული ჰორიზონტები, მისი ქვეტიპებია:

- სიალიტურ-მეტამორფული ჰორიზონტი ( $B_m$ ) – ნიადაგ-წარმომქმნელი ქანების შიდა ნიადაგური გათიხების (“in situ”) ჰორიზონტი, დევს პროფილის შუა ნაწილში, ჰუმუსიან და ნიადაგქვეშა ჰორიზონტებს შორის, ხასიათდება თიხის აკუმულაციით, მაგალითად, ყავისფერ ნიადაგებში.

- ფერალიტურ-მეტამორფული ჰორიზონტი ( $B_{ox}$ ) – მდებარეობს პროფილის შუა ნაწილში ჰუმუსიან და ნიადაგქვეშა - სიღრმით ჰორიზონტებს შორის. წარმოადგენს ნიადაგწარ-

მომქმნელი ქანების მინერალების შიდანიადაგური ღრმად დაშლის ჰორიზონტს, ხასიათდება კაოლინიტის და ერთნახევარი ჟანგების დაგროვებით.

- დანიდული ჰორიზონტი (V) – ძალიან მკვრივი (მშრალ პირობებში), მაღალი პლასტიკურობის და ნაკლებად მკვრივი (ტენიან პირობებში) ჰორიზონტი პროფილის ზედა ნაწილში. ფორმირდება მონთმორილონიტ-თიხიანი მასალის დატენიანების და გამოშრობის პერიოდული მონაცვლეობისას. მისი თვისებებია გაჯირჯვება, პლასტიკურობა, ნებოვნება (დატენიანების დროს), ძლიერი დანაპრალება, მაღალი სიმკვრივე, სიმაგრე, ბელტოვანი სტრუქტურა (გამოშრობის დროს). მაგალითად, დანიდულ ნიადაგებში - "ვერტისოლებ" - ში.



სურ. 12. შავი დანიდული ნიადაგის/ვერტისოლის პროფილი

ტიპი – აკუმულაციური ჰორიზონტები – აერთიანებს შემდეგ ქვეტიპებს:

- აგროირიგაციული ჰორიზონტი ( $A_1$ ) – შექმნილი ნიადაგების ზედაპირული ფენის ხანგრძლივი მორწყვის შედეგად. ხასიათდება მაღალი ფორიანობით და კარგი აგრეგირებით.
- მარილიანი ჰორიზონტი (S) – ფორმირდება პროფილის ნებისმიერ ნაწილში დამლაშების (განმლაშების) სტადიის და ხარისხის მიხედვით. ჰორიზონტი შეიძლება შეთავსებული იყოს პროფილში ნებისმიერ სხვა ჰორიზონტთან და წყალში

ადვილად ხსნადი მარილების დაგროვებით ხასიათდება.

- თაბაშირიანი ჰორიზონტი ( $S_{sc}$ ) – განთავსებულია პროფილის ქვედა ნაწილში, ხასიათდება თაბაშირის დაგროვებით და შეიძლება შეთავსებული იყოს სხვა ჰორიზონტებთან.
- კარბონატული ჰორიზონტი ( $S_{ca}$ ) – კარბონატების მაქსიმალური მეორადი აკუმულაციით, მდებარეობს პროფილის შუა და ქვედა ნაწილში, ხასიათდება კარბონატების დაგროვებით.



სურ.13. კარბონატული ჰორიზონტი

- გარკინიანებული ჰორიზონტი ( $S_f$ ) – რკინის ჟანგების მაქსიმალური დაგროვებით, მდებარეობს პროფილის სხვადასხვა ნაწილში. მაგალითად, გარკინიანებული ჰორიზონტები ტორფიან ჭაობებში.
- კონკრეციული ჰორიზონტი:
  - I. კარბონატულ-კონკრეციული ჰორიზონტი ( $S_{kc}$ ) – 0,5-5 სმ დიამეტრის მომრგვალებული, არასწორი ფორმის კარბონატის კონკრეციების მაქსიმალური დაგროვების ჰორიზონტი;
  - II. რკინიან-კონკრეციული ჰორიზონტი ანუ ორტმტეინი (მელიჭვილი  $S_{kf}$ ) – რკინა-მანგანუმიანი და ჰუმუსიანი შედგენილობის კონკრეციები. მაგალითად, სუბტროპიკულ ენერნიადაგებში (იხ. სურ 4).

ტიპი – ლებიანი ჰორიზონტი (G) – ჰიდრომორფულ (ჭარბ ტენიან) ნიადაგებში ხანგრძლივი ან მუდმივი დატენიანების და თავისუფალი ჟანგბადის უკმარისობის (ანაერობულ) პირობებში, აღდგენითი პროცესების შედეგად ფორმირდება მომტრედისფრო, რუხი, მწვანე-ნაცრისფერი ჰორიზონტი, მდიდარი რკინის და მანგანუმის ქვეჟანგებით, მოძრავი ალუმინით. როდესაც გალებების ნიშნები აღინიშნება სხვა ძირითად ჰორიზონტებში, მაშინ მათ ემატება ინდექსი – “*g*” – მაგალითად, B<sub>g</sub>. გალებების ნიშნებით ხასიათდება ზოგიერთი ნახევრად ჰიდრომორფული ნიადაგი. მაგალითად, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი.



სურ. 14. ნიადაგის ნიმუშები ლებიანი ჰორიზონტებიდან

ტიპი – ნიადაგქვეშა - სიღრმითი ჰორიზონტები – იყოფა ორ ქვეტიპად:

I. ნიადაგწარმოქმნელი ქანი/დედაქანი (C) – ქანი, რომლის უშუალო გამოფიტვით წარმოიქმნება მოცემული ნიადაგი. გამოიყოფა როგორც ნიადაგური პროფილის ყველაზე ღრმა ჰორიზონტი. არ გააჩნია ორგანოგენული, ელუვიური, ილუვიური ან მეტამორფული ჰორიზონტების თვისებები. მაგრამ, ზოგიერთ შემთხვევაში, ახასიათებს აკუმულაციური ან ლებიანი ჰორიზონტების თვისებები, რადგან მათი წარმოქმნის პროცესები

შეიძლება განვითარდეს როგორც ნიადაგში, ასე ნიადაგ-გრუნტის მთელ სისქეში (ამდენად, ისინი არ წარმოადგენენ სპეციფიკურ ნიადაგურ პროცესებს).

II. ქვეშნაფენი ქანი – განლაგებულია ნიადაგწარმოქმნელი ქანების ქვეშ. გამოიყოფა იმ შემთხვევაში, როდესაც გენეზისური ჰორიზონტები წარმოიქმნება ერთ ქანზე, მის ქვეშმდებარე ქანი კი დედაქანისგან განსხვავდება თვისებებით. ნიადაგების ზედაპირიდან 2-3 (5) მ საზღვრებში მდებარეობს. განასხვავებენ ფხვიერ (ფაშარ) – D - და მკვრივ (მასიურ-კრისტალური) – R - ქვეშნაფენ ქანებს.



სურ. 15. მკვრივი (მასიურ-კრისტალური) ქანი (R)

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში ცალკეული ჰორიზონტები გენეზისურად შეიძლება იყოს ანალოგიური ანდა ერთტიპური და შესაძლებელია ხასიათდებოდეს მსგავსი დიაგნოსტიკური ნიშნებით. მაგალითად, ჰუმუსიან-აკუმულაციური ან ლებიანი ჰორიზონტები სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში. მიუხედავად ამისა, მოცემულ კონკრეტულ ნიადაგს ყოველთვის გააჩნია მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი პროფილის შემადგენელი ჰორიზონტების კომპლექსი.

ნიადაგმცოდნეობაში, გენეზისური ჰორიზონტების გარდა, შემოტანილია დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების ცნება, რომელიც დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება ნიადაგების დახასიათებისთვის (კერძოდ, დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების ცნება გამოი-

ყენება: “ფაო”/იუნესკოს მსოფლიოს ნიადაგური რუკა, “ფაო”-ს ეგიდით გამოცემული ნიადაგების კლასიფიკაცია – “ნიადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა” – WRB). დიაგნოსტიკურ ჰორიზონტებში იგულისხმება ნიადაგის ჰორიზონტები, რომლებიც ხასიათდებიან განსაზღვრული ხარისხობრივ-რაოდენობრივი მაჩვენებლებით (ჰუმუსის შემცველობა, ფუძეებით მაძღრობა, სისქე, მინერალური, ქიმიური და მექანიკური შედგენილობის თავისებურებანი). ნიადაგების თანამედროვე სისტემატიკაში დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების საფუძველზე გამოყოფენ ნიადაგურ ფუფებს (ტაქსონს, რომელიც თავისი არსით ახლოსაა საქართველოს კლასიფიკაციის ნიადაგურ ტიპთან). ნიადაგების გენეზისური მორფოლოგიის შესწავლისას, აუცილებელია დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების სისტემის ცოდნა. ქვემოთ განვიხილავთ ზოგიერთი დიაგნოსტიკური ჰორიზონტის დახასიათებას:

- “მოლიკ” ჰორიზონტი (A) – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი. ხასიათდება რუხი, მუქი-რუხი ან შავი შეფერილობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, მარცვლოვანი ან კომტოვანი სტრუქტურით, 50 %-ზე მეტი ფუძეებით მაძღრობით;



სურ. 16. “მოლისოლი”



სურ. 17. ნიადაგის ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი ფენა

- “უმბრიკ” ჰორიზონტი (A) – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი. ხასიათდება “მოლიკ” ჰორიზონტის მსგავსი შეფერილობით, სისქითა და ორგანული

ნივთიერების შემცველობით. მისგან განსხვავდება სტრუქტურით და 50 %-ზე ნაკლები ფუძეებით მაძღრობით.

- “ჰისტიკ” ჰორიზონტი (H) – ტორფიანი ზედაპირული ჰორიზონტი გაჟღენთილი წყლით წლის რომელიმე სეზონში (როცა ადგილი არა აქვს ხელოვნურ დრენირებას). ხასიათდება 40-60 სმ-მდე სისქით, თიხიან სუბსტრატზე 30%-ზე მეტი ორგანული ნივთიერებით და ქვიშიან სუბსტრატზე ორგანული ნივთიერების 20%-ზე მაღალი რაოდენობით.

- “ოქრიკ” ჰორიზონტი (A) – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი. ხასიათდება ღია შეფერილობით, მცირე სისქით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით. ამ მაჩვენებლით განსხვავდება “მოლიკ”, “უმბრიკ” და “ჰისტიკ” ჰორიზონტებისგან.

- “არგილიკ” ჰორიზონტი (B) – თიხიან-აკუმულაციური სიღრმითი ჰორიზონტი, მდებარეობს ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ (თუ ეს უკანასკნელი არ არის ეროდირებული), ხასიათდება ზევიდან გამორეცხილი თიხის დაგროვებით. მისი დიაგნოსტიკური ნიშნებია: თიხის მაღალი შემცველობა და სტრუქტურულ აგრეგატებზე თიხიანი აფსკების არსებობა.



სურ. 18. თიხიან-აკუმულაციური (B) ჰორიზონტი – “არგილიკ” ჰორიზონტი

- “ნატრიკ” ჰორიზონტი (B) – თიხიან-აკუმულაციური სიღრმითი ჰორიზონტი, რომელსაც “არგილიკ” ჰორიზონტის დამახასიათებელი თვისებების გარდა, დამატებით ახასიათებს სვეტოვანი ან პრიზმული სტრუქტურა და 15 %-ზე მეტი ნატრიუმით მაძღრობა ჰორიზონტის ზედა 40 სმ-იან სისქეში.

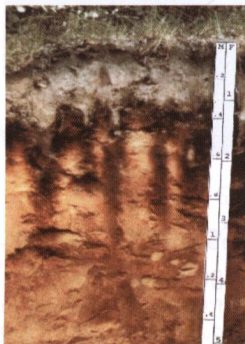


სურ. 19. ნატრიუმისანი ჰორიზონტი

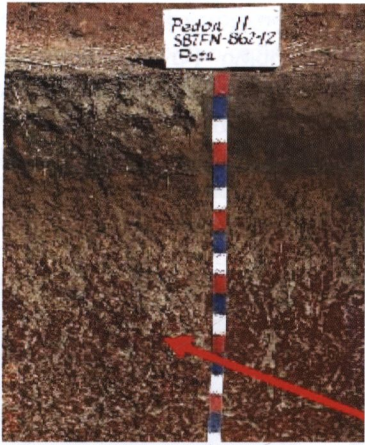
- “კამბიკ” ჰორიზონტი (B) – მეტამორფული ჰორიზონტი ნიადაგური მასის ადგილზე გათიხებით (“in situ”). ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით, პირველადი გამოფიტული მინერალების შესამჩნევი რაოდენობით, კარბონატების გამოტანის ნიშნებით (თუ ქანი კარბონატულია).

- “სპოდიკ” ჰორიზონტი (B) – ილუვიური ჰორიზონტი. მასში აკუმულირებულია ამორფული პროდუქტები. ხასიათდება ერთი ან მეტი ნიშნით: 1) აქვს 2,5 სმ-ზე მეტი სისქის სიღრმითი ჰორიზონტი, შეცემენტებული ჰუმუსით და რკინით და/ან ალუმინით; 2) მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით.

- “პლინტიტი” – სიღრმითი, ერთგვაროვანი ჰორიზონტი, რომელიც გამდიდრებულია ერთნახევარი ჟანგებით და ღარიბია ჰუმუსით.



სურ. 20. “სპოდოსოლი”-ს პროფილი



სურ.21. “პლინტიტი”-ს ჰორიზონტი

- “ფრაჯიპენ” – სიღრმითი თიხნარი ჰორიზონტი, განთავსებული B ჰორიზონტის ქვეშ. ძალიან მაგარია მშრალ მდგომარეობაში, მყიფე და ფხვიერია ტენიან მდგომარეობაში, ხასიათდება მაღალი მოცულობითი წონით.
- “დიურიპენი” – სიღრმითი ჰორიზონტი შეცემენტებული კაჟმინით, მისი მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება.
- “სალიკ” ჰორიზონტი – წყალხსნადი მარილების მეორადი აკუმულაციის ჰორიზონტი, 15 სმ-ზე მეტი სისქის, შეიცავს 2 %-ზე მეტი რაოდენობის მარილებს.
- “კალციკ” –  $\text{CaCO}_3$  –ის მეორადი აკუმულაციის ჰორიზონტი. სისქე აღემატება 15 სმ-ს და კალციუმის კარბონატის შემცველობა 15 %-ზე მეტია.
- “გიფსიკ” ჰორიზონტი – თაბაშირის მეორადი აკუმულაციით, 15 სმ სისქის და შეიცავს 5%-ზე მეტი რაოდენობით, თაბაშირს.
- “პეტროკალციკ” ჰორიზონტი – ფენა ნიადაგის ზედაპირიდან 100 სმ-ის საზღვრებში, ძლიერად შეცემენტებული კარბონატებით. არ იზურდება და მისი მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება.
- “პეტროგიფსიკ” – ჰორიზონტი ზედაპირიდან 100 სმ-ის

ფარგლებში, ძლიერად შეცემენტებულია თაბაშირით, არ იბურღება და მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება.

● “გლეიკ” ჰორიზონტი (G) – სიღრმითი ჰორიზონტი, ფორმირდება მუდმივად ჭარბი დატენიანების პირობებში ზედაპირიდან 50 სმ-ის საზღვრებში და ხასიათდება მტრედისფერი (შავმოიისფრო, ნაცარა) შეფერილობით (ლები წარმოქმნილი 50 სმ-ზე ღრმად, არ წარმოადგენს დიაგნოსტიკურ ჰორიზონტს).



სურ. 22. “გლეისოლები”

განსახილველად შერჩეულ იქნა ორგანოგენული, ილუვიური, აკუმულაციური, მეტამორფული, სიღრმითი ტიპების ზოგიერთი დიაგნოსტიკური ჰორიზონტი. შესაბამისად, ისინი წარმოადგენილია არასრულად.

### **ჰორიზონტის საზღვრის თავისებურებანი და ფორმები**

ნიადაგების მორფოლოგიურ ნიშნებს წარმოადგენს:

1. ჰორიზონტებს შორის საზღვრების/ზღვრების ფორმა და
2. პროფილში ჰორიზონტებს შორის გადასვლის ხასიათი.

ეს ნიშნები ნიადაგწარმოქმნის ინტენსიურობასა და მის საერთო მიმართულებას განსაზღვრავენ.

ჰორიზონტებს შორის საზღვრების ფორმები შეიძლება იყოს:

- სწორი – დამახასიათებელია უმეტესი ნიადაგებისთვის, განსაკუთრებით პროფილების ქვედა, ნაკლებად დიფერენცირებული ნაწილისთვის. ჩვეულებრივ ასეთი ფორმა ჰორიზონტებს შორის თანდათანობითი გადასვლისას ფიქსირდება. ზოგჯერ სწორი ზღვარი შეიძლება მკვეთრ გადასვლას ახასიათებდეს. მაგ., დამუშავებული ნიადაგების სახნავ ჰორიზონტს.

- ტალღოვანი – ხშირად დამახასიათებელია ტყის ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ძირისთვის ანდა ერთი და იმავე ჰორიზონტის ქვეჰორიზონტებს შორის გადასვლებისთვის. ზოგჯერ ასეთი ფორმის საზღვარი სახნავ ჰორიზონტს გააჩნია, განსაკუთრებით ახლად ათვისებულ ყამირ ან ნასვენ ნიადაგებში.

- ჯიბიანი – დამახასიათებელია სტეპის ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების ძირისთვის და უმეტესად აკუმულაციური ჰორიზონტების საზღვარს წარმოადგენს.

- ენოვანი – ამ ფორმის ზღვარი დამახასიათებელია ელუვიური ჰორიზონტების ძირისთვის, თუმცა შეიძლება სტეპის ნიადაგების ჰუმუსიანი ჰორიზონტების ქვედა ნაწილშიც შეგვხვდეს. ჰუმუსიანი ჰორიზონტის ენოვანობა დამახასიათებელია უმრავლესი შავმიწებისთვის, სადაც ჰუმუსის ენები B ჰორიზონტის სისქეში ღრმად აღწევენ. პრიზმული სტრუქტურა ასევე განაპირობებს ენოვან ზღვარს ნიადაგების პროფილში.

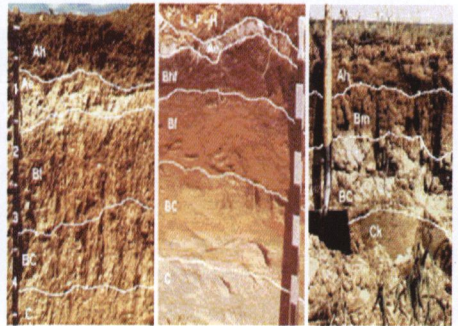
- გადარეცხილი (ჩარეცხილი) – დამახასიათებელია იმ ნიადაგებისთვის, რომლებშიც ელუვიური პროცესები ძლიერადაა გამოხატული. კერძოდ, ძლიერ გაენერებული ნიადაგებისთვის, როდესაც შეუძლებელია მკაფიო საზღვრის გატარება  $A_2$  და B ჰორიზონტებს შორის და ხდება  $A_2B$  ქვე ჰორიზონტის გამოყოფა.

ნიადაგების ფორმირების პროცესში გენეზისური ჰორიზონტები თანდათანობით განცალკევდებიან, მაგრამ საბოლოოდ ჩამოყალიბებულ ჰორიზონტებსაც კი, როგორც წესი, არ გააჩნიათ მკვეთრი საზღვრები და ერთმანეთში თანდათანობით გადადიან.

ჰორიზონტებს შორის საზღვრებზე გადასვლის ხასიათია:

- მკვეთრი – ჰორიზონტებს შორის ზღვარი მკაფიოდ გადის და ერთი-მეორეში გადასვლის მანძილი 2-3 სმ-ს არ აღემატება;

- აშკარა – გადასვლა 3-5 სმ-ის საზღვრებში ხდება. ასეთი გადასვლა ნიადაგების ელუვიურ-ილუვიური პროფილის ქვედა ნაწილში, სიღრმით ჰორიზონტებს ახასიათებთ;
- თანდათანობითი – ჰორიზონტებს შორის გადასვლის მანძილი 5 სმ-ს აღემატება (6-10 სმ-ის საზღვრებში გამოიყოფა). ასეთი გადასვლა დამახასიათებელია ნითელმინების ყველა ჰორიზონტს შორის და შავმიწების ჰუმუსიანი ჰორიზონტის ქვეჰორიზონტებს შორის.



\ სურ. 23. ჰორიზონტებს შორის საზღვრების ფორმები

ჰორიზონტების ერთიმეორეში გადასვლის აღნიშნული სახეები საზოგადოდაა ცნობილი და მსოფლიოს თითქმის ყველა ნიადაგმცოდნის მიერ გამოიყენება.

ნიადაგების პროფილში ჰორიზონტებს შორის საზღვარი, რიგი ნიშნების, უმეტესად კი ფერის მიხედვით გამოიყოფა. თუმცა, ეს ნიშანი ზოგჯერ არასაკმარისია. **B** ჰორიზონტში ქვეჰორიზონტები, მაგალითად, ეწერება და ნითელმინებში, სიმკვრივის მიხედვით გამოიყოფიან. ხშირად ჰორიზონტებს სტრუქტურის, მექანიკური შედგენილობის, აგებულების, ახალნარმონაქმნებისა და ჩანარების მიხედვით განასხვავებენ. აღნიშნული მორფოლოგიური ნიშნების ვერტიკალური ცვლილება პროფილში შესაბამისი ჰორიზონტის ან ქვეჰორიზონტის გამოყოფის საფუძველია. ამიტომ, ნიადაგების ჰორიზონტებს შორის საზღვრის დადგენისას, აუცილებელია ყველა მორფოლოგიური ნიშნის გამოკვლევა.

ნიადაგების პროფილში შემავალი ცალკეული ჰორიზონტი

განსხვავებული სისქით ხასიათდება. ჰორიზონტის სისქე 1 სმ-მდე სიზუსტით აღინიშნება, რისთვისაც მიუთითებენ მის ზედა და ქვედა საზღვრებს. გენეზისური ჰორიზონტი, ქვეჰორიზონტი და გარდამავალი ჰორიზონტი ცალ-ცალკე უნდა გაიზომოს – ზომა უნდა გვიჩვენებდეს ჰორიზონტის დანყებას და დამთავრებას. ყველა ჰორიზონტის სისქეთა ჯამი ნიადაგების ანუ ნიადაგის პროფილის სისქეს განსაზღვრავს. სისქეს, ნიადაგების ზედაპირიდან ნიადაგნარმომქნელი პროცესებით სუსტად დარღვეულ ქანებამდე, ნიადაგების სისქე ეწოდება.

ნიადაგების პროფილის სისქე, სხვადასხვა ნიადაგებისთვის, 30-50 სმ-დან (მთის ნიადაგებში) 1,5-3 მ-დე (შავმიწებში) მერყეობს. ყველა ნიადაგის პროფილი (C ან D ჰორიზონტებამდე), სისქის მიხედვით, შეიძლება დაიყოს შემდეგ გრადაციებად:

- მცირე სისქის - < 50 სმ;
- საშუალო სისქის - 50-100 სმ;
- სქელი - 100-150 სმ;
- ძალიან სქელი (ზეღრმა) - > 150 სმ.

საკლასიფიკაციო ანუ დიაგნოსტიკური მიზნით ცალკეული ტიპის ნიადაგნარმოქმნას, სისქის საკუთარი მაჩვენებელი უნდა გააჩნდეს. ამისთვის იღებენ არა მთლიანი პროფილის, არამედ რომელიმე განსაზღვრული ჰორიზონტის (მაგალითად, ჰუმუსიანი, გაენერებული, ტორფიანი და ა. შ) სისქეს. მდელოს-შავმიწების, შავი და მდელოს-ყავისფერი ნიადაგების სისქე ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების A+AB სისქით განისაზღვრება, ბიცობების კი - A+B სისქით.

ნიადაგების პროფილში სხვადასხვა გენეზისური ჰორიზონტების თანაფარდობით განისაზღვრება მათი შენება. გარდა ამისა, პროფილების შენებისთვის მნიშვნელოვანია ნიადაგის ნივთიერებების (ჰუმუსი, ლექი, კარბონატები, თაბაშირი, წყალხსნადი მარილები, ერთნახევარი ჟანგები, კაჟმიწა, კონკრეციები) განაწილების ხასიათი, რომელიც მორფოლოგიურ ნიშნებში განსაზღვრული სახით აისახება.

გენეზისური ჰორიზონტების თანაფარდობის ხასიათის მიხედვით ყველა ნიადაგური პროფილი იყოფა ორ დიდ ჯგუფად – მარტივად და რთულად. მათ საზღვრებში შეიძლება გამოიყოს შენების რამდენიმე ტიპი.

მარტივ პროფილებს მიეკუთვნებიან:

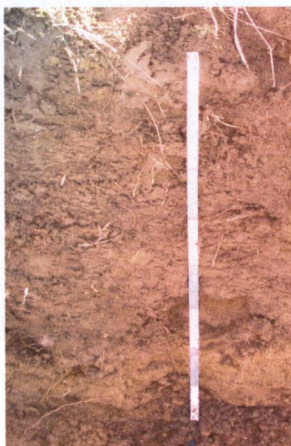
● პრიმიტიული პროფილი – ნიადაგებს გააჩნიათ ნარმოქმნის პირველ სტადიაზე, როცა ნიადაგნარმოქმნის შედეგად მხოლოდ ნიადაგნარმოქმნელი ქანების უმნიშვნელო, ზედა ნაწილია შეცვლილი. პროფილი ჰორიზონტებად სუსტად არის დიფერენცირებული. მხოლოდ ზედაპირული A ან A/C ჰორიზონტი გამოიყოფა, რომელიც უშუალოდ დედაქანზე დევს. ნიადაგების სისქე მხოლოდ რამდენიმე სმ-ს შეადგენს. ნიადაგი ძალიან ხირხატიანია, როცა მკვრივ ქანზე ფორმირდება. პრიმიტიული პროფილის მქონე ნიადაგებია: ლითოსოლები - პრიმიტიულ ხირხატიანი ნიადაგები, ზოგიერთი მთა-მდელოს ნიადაგი, რეგოსოლები - სუსტად განვითარებული ნიადაგები ფხვიერ ქანებზე.



სურ. 24. მთა-მდელოს ნიადაგის პრიმიტიული პროფილი

- არასრულად განვითარებული პროფილი – ფორმირდება ციკაბო ფერდობების პირობებში, მკვრივ მასიურ-კრისტალურ ქანებზე. ასეთ პროფილში ნარმოდგენილია გენეზისური ჰორიზონტების სრული წყობა, დამახასიათებელი მოცემული ნიადაგისთვის. მაგრამ, ყველა ჰორიზონტი მცირე სისქისაა, ნიადაგების საერთო სისქეც მცირეა და მხოლოდ რამდენიმე ათეული სანტიმეტრია. ასეთი შენების ნიადაგებია – მკვრივ ქანებზე ფორმირებული შავმინები და სხვ.
- ნორმალური პროფილი – ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ნიადაგის შენების ტიპი. მოცემული ნიადაგნარმოქმ-

ნის ტიპისთვის დამახასიათებელი პროფილია, რომელშიც გენეზისური ჰორიზონტები სრული ნყოფითაა წარმოდგენილი.



სურ. 25. მდელოს-შავი ნიადაგის ნორმალური პროფილი

- სუსტად დიფერენცირებული პროფილი – დამახასიათებელია გამოფიტვის მიმართ გამძლე ნიადაგწარმომქნელ ქანებზე ფორმირებული ნიადაგისთვის. ასეთ დედაქანებს კვარციანი ქვიშები და ძველი ფერალიტური გამოფიტვის ქერქი მიეკუთვნება. მათზე ფორმირებულ ნიადაგებს ღრმა მონოტონური, გენეზისურ ჰორიზონტებად პრაქტიკულად დაუყოფადი პროფილი ახასიათებთ.



სურ. 26. ნითელმინების სუსტად დიფერენცირებული პროფილი

- ეროზირებული პროფილი – დამახასიათებელია ნცლის-მიერი და ქარისმიერი ეროზიის ან მოხვნის შედეგად სხვადასხვა ხარისხით დაზიანებული ნიადაგებისთვის. ასეთ შემთხვევაში განადგურებულია ნიადაგების პროფილის ზედა ნაწილი: სუსტი ეროზიის დროს – A ჰორიზონტის ნაწილი, საშუალო ეროზიისას – მთლიანი A ჰორიზონტი და B ჰორიზონტის ნაწილი, ძლიერი ეროზიის შემთხვევაში – A და B ჰორიზონტები.

რთულ პროფილებს მიეკუთვნებიან:

- რელიქტური პროფილი – თანამედროვე ნიადაგის ქვეშ დამარხულია ნიადაგის მთლიანი პროფილი ან ცალკეული ჰორიზონტები. ასეთი პროფილი გავრცელებულია მდინარეთა ხეობების ტერასებზე, ინტენსიური ეოლური და ვულკანური მოქმედების ზონაში.
- მრავალწევრიანი პროფილი – ფორმირდება მრავალწევრიან ნიადაგწარმოქმნელ ქანებზე და მაშინ გამოიყოფა, როდესაც ნიადაგის პროფილის საზღვრებში ადგილი აქვს ქანების მონაცვლეობას. ასეთი შენების ნიადაგები გავრცელებულია ისეთ ადგილებში, სადაც ზედაპირული ნაფენების შრეებრიობა განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოვლენილი.

- პოლიციკლური პროფილი – დამახასიათებელია ისეთი ნიადაგებისთვის, რომლებიც ფორმირდებიან ნიადაგწარმოქმნელი მასალის პერიოდულად დალექვის პირობებში. ამ მოვლენას ადგილი აქვს მდინარეთა ჭალებში ან ვულკანებთან ახლოს. ამ შემთხვევაში ნიადაგწარმოქმნა არ წყდება დამარხვის დროს, მაგრამ მასალის გადაფარვის ციკლურობა იწვევს ლითოლოგიურ არაერთგვაროვნებას გენეზისური ჰორიზონტების საზღვრებში.

- ანთროპოგენურ-დიფერენცირებული პროფილი (ხელოვნური) – შექმნილია ადამიანის მიერ (რეკულტივაცია, პლანტაჟი და სხვ.). ასეთი პროფილის მქონე ნიადაგებში ქვეშმდებარე ჰორიზონტი ხელოვნურად გადაადგილებულია ზედაპირზე და ბუნებრივ ზედაპირულ ჰორიზონტს ფარავს. მაგალითად, სახნავ ნიადაგზე ღრმად დამუშავების შედეგად, ზედაპირზე ამოტანილია  $A_2$  ან  $B$  ჰორიზონტი, ხოლო ჰუმუსიანი ჰორიზონტი ბელტის გადმობრუნებისას გადაადგილდება ქვევით. ხელოვნურ პროფილს შეიძლება დარღვეული (გადაბრუნებული) პროფილიც ეწოდოს.

ნიადაგის ნივთიერებების განაწილების ხასიათის შესაბამისად, გამოიყოფა შემდეგი ტიპის პროფილები:

- აკუმულაციური – პროფილში მაქსიმალური რაოდენობით გროვდება ჰუმუსოვანი ნივთიერებები. ასეთი ტიპის პროფილი დამახასიათებელია შავმიწებისთვის;

- ელუვიური – პროფილში ნივთიერებები იშლება და გამოიტანება მის გარეთ. ასეთი ტიპის პროფილები ხშირად წარმოიქმნება კარბონატებთან ან წყალხსნად მარილებთან მიმართებაში.

- ელუვიურ-ილუვიურ-დიფერენცირებული პროფილი – კარგად გამოხატული ელუვიური  $A_2$  და ილუვიური  $B$  ჰორიზონტებით. ყველაზე ხშირად ახასიათებს ისეთ ნიადაგებს, რომლებშიც ნივთიერებების გამოტანა ხდება ზედაპირიდან ქვევით. ზემოდან გამოტანილი ნივთიერებები ილექებიან პროფილის საზღვრებში და წარმოიქმნება ილუვიური ჰორიზონტი. აღნიშნული ტიპის პროფილი დამახასიათებელია ენერებისთვის.

- არადიფერენცირებული პროფილი – ახასიათებს ნივთიერებების თანაბარი განაწილება ნიადაგის მთლიან პროფილში. მაგალითად  $R_2O_3$  – ის განაწილება ტიპიურ შავმიწებში.

## პროფილის შენების საველე გამოკვლევა

ბუნებრივ პირობებში, ნიადაგების პროფილის გამოკვლევა ეფუძნება ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნების აღწერას გენეზისური ჰორიზონტების მიხედვით. საველე კვლევისას პროფილის შენების ანალიზს ახდენენ. მკვლევარი, ნიადაგის პროფილის ყურადღებით დაკვირვების შემდეგ, დანით მონიშნავს და გამოყოფს გენეზისურ ჰორიზონტებს, თითოეულ მათგანს ცალ-ცალკე ზომავს. ჰორიზონტების გამოყოფის კრიტერიუმს წარმოადგენს ერთი ან რამდენიმე მორფოლოგიური ნიშნის (ფერი, მექანიკური შედგენილობა, სტრუქტურა, აგებულება და ა. შ.) ცვლილება პროფილში, ზევიდან ქვევით.



სურ. 27. პროფილის საველე კვლევა

საველე გამოკვლევებისას, თავდაპირველად, პროფილს ზოგადად ახასიათებენ და მხოლოდ ამის შემდეგ გადადიან ჰორიზონტების დეტალურ აღწერაზე. ამისთვის მთავარია აღინიშნოს არა მხოლოდ პროფილის შენება ანუ მისი დაყოფა ჰორიზონტებად, არამედ არაჰორიზონტალური მორფოლოგიური ნიშნების (ნაპრალები, ფესვები, ჩანარები და ა. შ.) არსებობა/თავისებურებანი ან მორფოლოგიური ნიშნების (მარილები, შიშინი, კონკრეციები, გალებება და ა. შ.) განაწილების სპეციფიკა ჰორიზონტების მიხედვით.

ნიადაგების პროფილის თითოეული თანმიმდევრული (ზევიდან-ქვევით) ჰორიზონტის მორფოლოგიური ანალიზისთვის აუცილებელია:

1. ჰორიზონტის ინდექსი.

ინდექსი ისმება ან საბოლოო და ზუსტი ან მიახლოებითი.

2. ჰორიზონტის სისქე (სიღრმე) სმ-ით.

სისქე მითითებული უნდა იყოს ჰორიზონტის ზედა საზღვრიდან ქვედა საზღვრამდე.

3. ჰორიზონტის აღწერა.

ცალკეული ჰორიზონტის აღწერა იწყება მისი საერთო დახასიათებით და თავისებურებით, შემდეგ გადასვლა ხდება მორფოლოგიის დეტალებზე.

ნიადაგის ტიპების და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მიხედვით, ჰორიზონტი შეიძლება აღინეროს მოკლედ (მაგალითად, ჰორიზონტი ერთგვაროვანია, ჰორიზონტი ერთგვაროვანია, მაგრამ მორფოლოგიური ნიშნები ზევიდან ქვევით თანდათანობით იცვლება: თანდათანობით ღიავდება, მკვრივდება და ა. შ.) ან დანვრილებით - მისი არაერთგვაროვნების დროს. ჰორიზონტი არაერთგვაროვანი შეიძლება იყოს რომელიმე ერთი მორფოლოგიური ნიშნით. მაგალითად, არაერთგვაროვანი სტრუქტურით ერთნაირი შეფერილობისას ან არაერთგვაროვანი ფერით ერთგვაროვანი სტრუქტურის დროს. ჰორიზონტის არაერთგვაროვნების შემთხვევაში დეტალურად და ზუსტად უნდა აღინეროს: არაერთგვაროვნების ხასიათი (ფერი, სტრუქტურა, მექანიკური შედგენილობა, აგებულება და ა. შ.), გამოხატულების ხარისხი, რაოდენობრივი პარამეტრები (პროცენტული თანაფარდობა, ზომები).

ნიადაგების შენების ანუ მათი გენეზისური ჰორიზონტების მონაცვლეობის საველე შესწავლა საშუალებას იძლევა მივიღოთ ძირითადი წარმოდგენა ნიადაგის თვისებებზე. სხვადასხვა ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია გენეზისური ჰორიზონტების განსხვავებული მორფოლოგიური ნიშნები (ფერი, სისქე, სტრუქტურა, ახალწარმონაქმნები და სხვ.), რომელთა მიხედვით ნიადაგების ტიპები ერთმანეთისგან შეიძლება ადვილად გავარჩიოთ.

საველე პირობებში ყოველთვის არ არის შესაძლებელი სწორად განისაზღვროს ამა თუ იმ ჰორიზონტის გენეზისური ტიპი და შესაბამისი სიმბოლო. გენეზისური ჰორიზონტების საბოლოო ინდექსაცია/დიაგნოზისთვის აუცილებელია საველე პირობებში მიღებული მონაცემების გადამონმება-დაზუსტება და შევსება ლაბორატორიული გამოკვლევებით.

## II. II. შპრი

ნიადაგის ფერი ანუ შეფერილობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მორფოლოგიური ნიშანია. ნიადაგის ფერი გულისხმობს არა მხოლოდ შეფერილობას, არამედ ფერების განაწილების ხასიათსაც ნიადაგური პროფილის ან ცალკეული ჰორიზონტის შიგნით. ნიადაგის ფერში აისახება ნიადაგწარმოქმნის თავისებურებანი და ის, როგორც ერთ-ერთი ძირითადი დიაგნოსტიკური ნიშანი, ნიადაგში მიმდინარე პროცესების მაჩვენებელია. უმრავლესი ნიადაგების სახელწოდების განსაზღვრისას მთავარ მახასიათებელს ფერი წარმოადგენს. ბევრმა ნიადაგმა დასახელება მიიღო იმ ფერის მიხედვით, რომელიც მათ პროფილებში ქარბობს. მაგალითად, შავმიწები, ნითელმიწები, ყომრალეები და სხვ.



სურ. 28. სხვადასხვა შეფერილობის ნიადაგის ნიმუშები

ნიადაგის ფერს დიდი აგრონომიული მნიშვნელობა აქვს. უხსოვარი დროიდან პრაქტიკოსი-მინათმოქმედნი ნიადაგების ხარისხზე მათი ფერის მიხედვით მსჯელობდნენ. ნიადაგების ნაყოფიერება, ყველაზე ხშირად, დაკავშირებულია შავ ან მუქრუხ ფერთან, რომელსაც უმეტესწილად ჰუმუსის შემცველობა განაპირობებს.

ნიადაგის ფერი საკმაოდ მრავალგვარია, რომელიც დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელი ქანების შედგენილობასა და ნიადაგწარმოქმნის ტიპზე. ნიადაგების და მათი სხვადასხვა ჰორიზონტების განსხვავებულ შეფერვას განაპირობებს ქიმიური შედგენილობა და ფიზიკური მდგომარეობა - განათება, ტენიანობა, დისპერსიულობა. ნიადაგების ფერისთვის ყველაზე

მეტად მნიშვნელოვანია შემდეგი ნივთიერებების შემცველობა:

1. მუქად შეფერილი ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნივთიერებები;
2. რკინის და მანგანუმის დაუანგული ნაერთები;
3. კაჟმინა, ნახშირმჟავა ძნელად ხსნადი მარილები, ალუმინის ჰიდროქსიდი;
4. რკინის ქვეჟანგები.

აღნიშნული ნაერთების შეხამება და პირველადი მინერალების შეფერილობა ნიადაგების მრავალფეროვნებას განსაზღვრავს.

ნიადაგების ზედა ჰორიზონტების შავი, მუქი-რუხი, რუხი ფერები უმეტესად განპირობებულია ჰუმუსოვანი ნივთიერებებით. ზოგჯერ შავი ფერი შეიძლება სხვა ნივთიერებებმაც გამოიწვიონ. მაგალითად, ენერი და კორდიან-ენერი ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში შეიმჩნევა შავი ფერის Mn ოქსიდებისა და ჰიდროქსიდების მცირე ზომის ლაქები. შავი ლაქები და შრეები მოწითალო-მურა ფონზე ასევე დაკავშირებულია Mn ჰიდროქსიდთან. ჭაობიან ნიადაგებში შავი ფერი, ზოგიერთ შემთხვევაში, შეიძლება გამოიწვიოს გოგირდოვანი რკინის შემცველობამ. ნიადაგების მუქი ფერი შესაძლებელია დამოკიდებული იყოს ნიადაგნარმომქმნელი ქანების მუქ შეფერილობაზე. მაგალითად, ნიადაგებს, რომლებიც ნახშიროვან ფიქლებზე ვითარდებიან, მუქი ფერის ჰორიზონტები აქვთ.

ნიადაგების წითელი, ნარინჯისფერი, ყვითელი და მოწითალო-ჟანგისფერი ფერი მიუთითებს რკინის ოქსიდის მნიშვნელოვანი რაოდენობით არსებობაზე. მთელ ნიადაგს და მის ცალკეულ ჰორიზონტებს ან ნაწილებს მტრედისფერ (შავ-მოიისფერო ან ნაცარა) და მოცისფრო ტონს რკინის ქვეჟანგები აძლევენ. ჭაობიან ნიადაგებში მინერალ ვივიანიტის  $[Fe_3(PO_4)_2 \times 8H_2O]$  შემცველობა იწვევს მათ შეფერილობას მომწვანო-ცისფრად.

ნიადაგების მოთეთრო და თეთრ ფერს ქმნის კაჟმინა ( $SiO_2$ ), კალციუმის კარბონატი ( $CaCO_3$ ), კაოლინიტი ( $H_2Al_2Si_2O_8 \times H_2O$ ). რიგ შემთხვევებში ნიადაგებს მოთეთრო ელფერს აძლევს თაბაშირი ( $CaSO_4 \times 2H_2O$ ) და ადვილად ხსნადი მარილები ( $NaCl$ ,  $Na_2SO_4 \times 8H_2O$  და სხვ.).

ნიადაგების პროფილების ქვედა ჰორიზონტების ფერი, ძირითადად, განისაზღვრება ნიადაგნარმომქმნელი ქანების ფერით, მათი შედგენილობითა და გამოფიტვის ხარისხით.

ნიადაგების ფერზე გავლენას ახდენს მათი სტრუქტურული მდგომარეობა; კომპოზიციური, მარცვლოვანი ან ბელტოვანი სტრუქტურის ნიადაგები უფრო მუქი ჩანს, ვიდრე გამტვერიანებული, უსტრუქტურო ნიადაგები. ნიადაგების ფერზე დიდ გავლენას ახდენს წყალი. ტენიანი ნიადაგები ყოველთვის უფრო მუქია, ვიდრე მშრალი.

საველე გამოკვლევების დროს ნიადაგების ფერის მახასიათებლები, უმეტესად, თვალთ განისაზღვრება. ნიადაგების ფერი ცვალებადობს ტენიანობის ხარისხისა და სინათლის წყაროს მიხედვით. ამიტომ, ფერის საბოლოო განსაზღვრა სასურველია ბუნებრივი ტენიანობის მდგომარეობაში, დღის განათებისას, ნიადაგების ჰაერმშრალ ნიმუშებში.



სურ. 29. ველზე ნიადაგის ნიმუშის შეფერილობის დადგენა

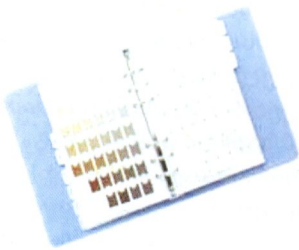
მე-20 საუკუნის 30-იან წლებში ნიადაგის ფერის დასადგენად ს. ზახაროვმა შეიმუშავა ფერთა სისტემატიკა, სადაც ძირითად ფერებად წარმოდგენილი იყო წითელი, თეთრი და შავი. მისი აზრით, ნიადაგის ფერთა მრავალგვარობას იწვევდა ეს სამი ძირითადი ფერი, რადგან ნიადაგურ მასაში ძირითადად დომინანტობენ შემდეგი ნივთიერებები:  $Fe_2O_3 \times nH_2O$  (წითელი ფერი),  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$  (თეთრი ფერი) და ჰუმუსი (შავი ფერი).

თვალთ ფერის დადგენა საკმაოდ სუბიექტურია. ნიადაგების ფერის რაოდენობრივი შეფასება ლაბორატორიულ პირობებში შესაძლებელია სპექტროფოტომეტრის დახმარებით, რომლის თავდაპირველად გამოყენების გამოც მეცნიერი გ. პოკროვსკი დიდი კრიტიკის ქვეშ მოექცა. იგი თავის ოპონენტებს უსაბუთებდა, რომ სპექტროფოტომეტრის მეთოდის გამოყენებ-

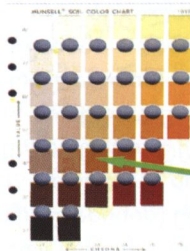
ისას საზღვრავდა ფერის ობიექტურ მაჩვენებლებს და თავიდან იცილებდა სუბიექტურ განსაზღვრებებს. მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში სპექტროფოტომეტრის მეთოდმა ფართო აღიარება ჰპოვა, რომლის გამოყენებით ნიადაგის ტიპების სპექტრული არეკვლის უნარიანობა ისაზღვრება.

### ფერის განსაზღვრა მანსელის ფერთა სკალით

ნიადაგების ფერის დასადგენად გამოიყენება მანსელის ფერთა სკალა – ნიგნი, რომელიც პირველად იაპონიაში გამოიცა და ფართო აღიარება ჰპოვა. იგი ასევე გამოიყენება ანთროპოლოგიაში, კრიმინალისტიკასა და ფსიქიატრიაში კანის, თმისა და თვალის ფერის შესაფასებლად. 2000 წელს გამოცემულ მანსელის ფერთა სკალაში გამოსახულია ფერთა 9 დიაგრამა და 322 ნიმუში.

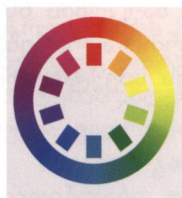


სურ. 30. მანსელის ფერთა სკალა (2000წ).



სურ. 31. ნიადაგის ფერის დადგენა მანსელის ფერთა სკალის გამოყენებით

სკალა მოიცავს ლათინური სიმბოლოებით გამოსახულ სამ განზომილებას - ელფერი (Hue), ფერის სიმკვეთრე (Chroma) და ფერის ინტენსივობა (Value) - რომელთა კომბინაციით აღინერება ფერი.



ელფერი



ფერის ინტენსივობა

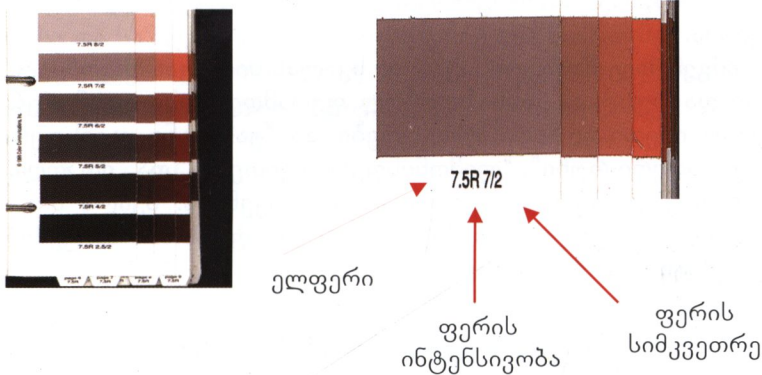


ფერის სიმკვეთრე

სურ. 32. ფერთა განზომილებები

ელფერის დასადგენად გამოიყენება სუფთა სპექტრული (წითელი - R, ყვითელი - Y, მწვანე - G) და გარდამავალი (წითელ-ყვითელი - YR) ფერები. მისი აღმნიშვნელი სიმბოლო განთავსებულია სკალის თითოეული გვერდის ზედა მარჯვენა კუთხეში და ხარისხის ექვსი ძირითადი გრადაციით (2,5; 5; 7,5; 10 "გლეი 1" (GLEY1), "გლეი 2" (GLEY2)) დგინდება. ვერტიკალურად განლაგებული თანაბრად მზარდი ფერები ფერთა ინტენსივობას ასახავენ. მისი ხარისხი 2,5-დან (მაქსიმალური) 8-მდე (მინიმალური) იცვლება და შეფერილობის გაღიაებაზე მიანიშნებს. ფერის სიმკვეთრე ფერის სიძლიერის, უფრო ზუსტად, სპექტრალური ფერის ხარისხის მაჩვენებელია, რომელიც მანსელის სკალაში ჰორიზონტალურად 1 -დან (მაქსიმალური) 8-მდე (მინიმალური) იცვლება.

სკალაში ფერის ნომენკლატურა მოიცავს ფერთა განზომილებების განმსაზღვრელ სიმბოლოებს, რომლებიც იწერება ელფერისა და ფერის ინტენსივობის სიმბოლოების ინტერვალით, ხოლო ფერის ინტენსივობის და სიმკვეთრის ამსახველი რიცხვები გამოიყოფა - „/“ სიმბოლოთი. მაგალითად: 7,5R 7/2 აღნიშვნაში - 7,5R სიმბოლო ასახავს ელფერს; 7 - ფერის ინტენსივობას, ხოლო 2 კი ფერის სიმკვეთრეს, რაც საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს მონითალო შეფერილობას.



სურ. 33. ფერთა განზომილებები მანსელის სკალაში

გარდამავალი ფერების შემთხვევაში, მაგალითად, 5YR 5,5/6 აღნიშნავს მონითალო ყავისფერიდან - მოყვითალო ნითელში გარდამავალ ფერს; 2,5YR 5/6 სა და 5YR 6/8 ფერებს შორის შუალედური ფერი (3,75YR 5,5/7) შეესაბამება მოყვითალო ნითელიდან - მონითალო ყვითელში გარდამავალ ფერს.

მანსელის ფერთა სკალაში სირთულეს წარმოადგენს:

1. ელფერის გვერდების შერჩევა; და
2. ფერის ინტენსივობასა და სიმკვეთრეს შორის განსხვავება, როდესაც ფერის სიმკვეთრის ხარისხი ძლიერია.

ასეთი შემთხვევებისას, ფერის დადგენა შესაძლებელია მანსელის ფერთა სკალის გარემეც.

მანსელის ფერთა სკალის განახლებულ, 2000 წლის ვერსიას თან ერთვის ორი - მუქი და რუხი შეფერილობის ფოტომაბლონი (მუყაოს ქალაღდი, რომლის შუაგულში ამოჭრილია ფანჯარა/კადრი). მუქი გამოიყენება მუქი შეფერილობის ნიადაგის ნიმუშებისთვის, ხოლო რუხი კი - ღია შეფერილობის ნიმუშებისთვის. ფოტომაბლონის კადრში ჩნდება ოთხი მოსაზღვრე ფერის ნიმუში, ხოლო დანარჩენი ფერები კი დაფარულია ფოტომაბლონით განსხვავებული ფერების თავიდან ასაცილებლად, რაც აბარტივებს მანსელ ფერთა ნიმუშების ნიადაგის ფერთან შედარებას. უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა მკვლევარებს, მანსელის ფერთა სკალის მიხედვით ნიადაგების ფერის განსაზღვრისას, ერთსა და იმავე ობიექტზე, შეიძლება გააჩნდეთ აზრთა სხვა-

დასხვაობა, მაგრამ, როგორც წესი, ეს შეუთანხმებლობა უმნიშვნელოა.

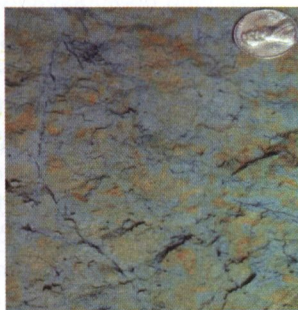
ამგვარად, მანსელის ფერთა სკალას მივყავართ კომპეტენტურ და ზუსტად განსაზღვრულ ფერამდე. მისი დახმარებით ფერთა ისეთი აღწერა, როგორებიცაა “ჟანგისფერი ყავისფერი”, “თაგვისფერი რუხი”, “ლიმონისფერი ყვითელი” და “შოკოლადისფერი ყავისფერი”, უკვე აღარ გამოიყენება. სკალა მოსახერხებელია საველე აღწერებისთვის და ფერთა მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებისთვის.

### ნიადაგის შეფერილობის ხასიათი

ნიადაგების ფერის აღწერისას მითითებული უნდა იყოს შეფერილობის ხასიათი:

1. ფერი ერთგვაროვანია; თუ
2. ფერი არაერთგვაროვანია (ჭრელია).

როდესაც ჰორიზონტის ფერი ერთგვაროვანია, მაშინ აუცილებელია აღინეროს ძირითადი და დამატებითი ფერები (მაგალითად, მორუხო შავი, მოყავისფრო წითელი). ფერის არაერთგვაროვნების (მოზაიკურობა) ხასიათს კი განსაზღვრავენ დომინანტი ფერის ფონზე გამოყოფილი სხვაგვარად შეფერადებული ზოლები, ლაქები, ძარღვები, წერტილები.



სურ. 34. ნიადაგის ლაქები

ჰორიზონტებში ფერის არაერთგვაროვნება, მაგალითად, ლაქიანობა, რომელიც ასევე წარმოადგენს მთავარ დიაგნოსტიკურ ნიშანს, აუცილებლად უნდა აღინეროს. ნიადაგების ლა-

ქიანობა აღინერება მისი რაოდენობის, ზომის, კონტრასტის, ფერისა და საზღვრის მიხედვით. ამერიკელი ნიადაგმცოდნეები იყენებენ ქვემოთ მითითებულ სქემას, რომელმაც შემდგომში საერთაშორისო აღიარება ჰპოვა.

ლაქების რაოდენობა:

მცირე - ლაქა იკავებს 2 %-ზე ნაკლებ ფართობს;

საშუალო - " -----" 2-20 %-მდე ფართობს;

ბევრი - " -----" 20 %-ზე მეტ ფართობს.

ლაქების ზომა:

წვრილი - 5 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის;

საშუალო - 5-15 მმ დიამეტრის;

მსხვილი - 15 მმ-ზე მეტი დიამეტრის.

ლაქების კონტრასტულობა:

სუსტი - ლაქის ფერი მსგავსია ძირითადი (დომინანტი) ფერის და იგი შესამჩნევია მხოლოდ ყურადღებით დაკვირვების შემთხვევაში;

შესამჩნევი - ლაქის ფერი გამოირჩევა ძირითადი ფონისგან და იგი ადვილად შესამჩნევია;

მკვეთრი - ლაქა მკვეთრად განსხვავდება ფონისგან და იგი აშკარად შესამჩნევია

ლაქის საზღვრების სიმკვეთრე:

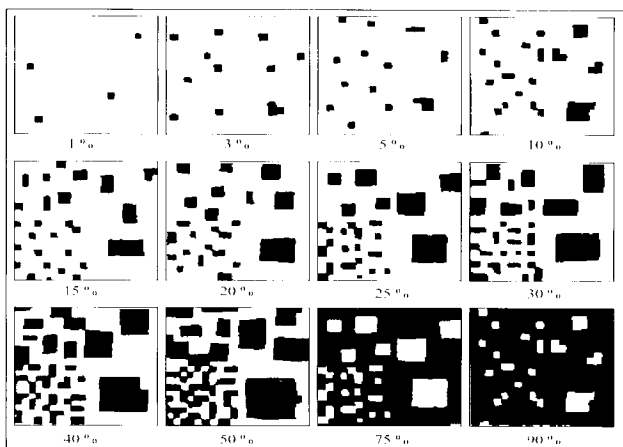
მკვეთრი - ფერთა გადასვლა 0,5მმ-ზე ნაკლებ საზღვრებშია;

ნათელი - "-----" 0,5-2მმ საზღვრებშია;

შერეული - "-----" 2მმ-ზე მეტ საზღვრებშია;

## ლაქების შეფერილობა აღინერება მანსელ ფერთა სკალის გამოყენებით

ლაქების შეფერილობის რაოდენობის შეფასება შესაძლებელია ქვემოთ ნაჩვენები ნომოგრამის მეშვეობით, რომელიც ასევე გამოიყენება ჩანართების, ახალქმნილებების და ხირხატიანობის ხარისხის შესაფასებლად.

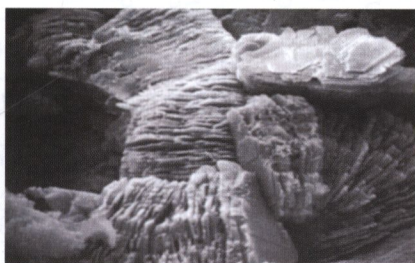
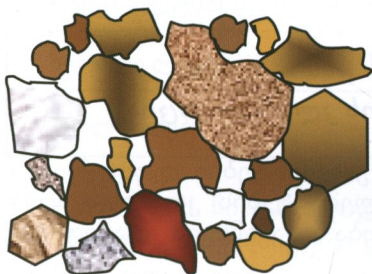


სურ. 35. ნიადაგის ლაქიანობის, ჩანართების, ახალქმნილებებისა და ხირხატიანობის ხარისხის განმსაზღვრელი ნომოგრამა

ლაქიანობის შეფერილობის განსაზღვრის შემდეგ, შესაძლებელია ამომწურავი ინფორმაციის მიღება ნიადაგის პროფილის შიგნით ფერის ხასიათზე.

## II.III. მექანიკური შეღვენილობა

ნიადაგები შედგებიან სხვადასხვა ზომის და ფორმის ნაწილაკებისგან, რომელთაც მექანიკური ელემენტები ეწოდება. ისინი ნიადაგებში გროვდებიან ქანების გამოფიტვისა და ნიადაგწარმოქმნის პროცესების შედეგად.



სურ. 36. მექანიკური ელემენტები/ნაწილაკები

ნიადაგების მექანიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება ქანების და მინერალების კრისტალური ან ამორფული აგებულების განცალკევებული ნაწილაკები.

წარმოშობის მიხედვით განასხვავებენ სამი ტიპის მექანიკურ ელემენტებს – მინერალურს, ორგანულს და ორგანულ-მინერალურს. ნიადაგების ძირითადი მასა მინერალური მექანიკური ელემენტებისგან შედგება. ელემენტარულ მექანიკურ ნაწილაკებს გააჩნიათ განსხვავებული ფორმები: მრგვალი, კუბის, პარალელეპიპედის, პრიზმის, პირამიდის, ბრტყელი ფირფიტის (იხ. სურ. 8). მოცემულ ნიადაგის მასაში ნაწილაკების ფორმა შეიძლება იყოს ერთგვაროვანი ან არაერთგვაროვანი, რაც დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნელი ქანის ხასიათზე, მის გენეზისსა და მინერალურ შედგენილობაზე. მრგვალი ფორმის ნაწილაკები შედარებით ჭარბადაა ალუვიურ ქვიშებში, ბრტყელი ფირფიტები კი – მძიმე თიხებში. მექანიკური ელემენტები განსხვავდებიან ზომის მიხედვით და მათი დიამეტრიც (სიდიდე) ფართო ფარგლებში მერყეობს – სანტიმეტრიდან მილიმიკრონამდე.

ნიადაგის მექანიკურ ელემენტებს სიდიდის (ნაწილაკთა დიამეტრის) მიხედვით აჯგუფებენ. გარკვეული ზომის ნაწილაკების ჯგუფს ფრაქცია ეწოდება. გამოყოფენ ნიადაგის მექანიკური ელემენტების ძირითად ფრაქციებს:

- >1 მმ ზომის ფრაქციებს ხირხატი ეწოდება;
- <1 მმ ზომის ფრაქციებს – წვრილმინა;
- 1-0,01 მმ ზომის ფრაქციებს – ფიზიკური სილა;
- <0,01 მმ ზომის ფრაქციებს – ფიზიკური თიხა;
- <0,001 მმ ზომის ფრაქციებს – ლექი.

ნიადაგებში მექანიკური ელემენტების რაოდენობრივი თანაფარდობა განსაზღვრავს მათ მექანიკურ/გრანულომეტრულ შედგენილობას.

### **მექანიკური ელემენტების კლასიფიკაცია**

ნანილაკების ანუ მექანიკური ელემენტების დაჯგუფებას ზომის მიხედვით - მექანიკური ელემენტების კლასიფიკაცია ეწოდება. საქართველოში გამოიყენება ნ. კაჩინსკის კლასიფიკაცია (იხ. ცხრილი 1).

ცხრ. 1 მექანიკური ელემენტებისა და ფრაქციების კლასიფიკაცია  
(ნ. კაჩინსკის მიხედვით)

მექანიკური ელემენტები	მექანიკური ელემენტების დიამეტრი (მმ)	მექანიკური ფრაქციები
1	2	3
ქვები	>3	ხირხატი
ხრეში	3-1	
წვრილმინა		
მსხვილი ქვიშა	1-0,5	ფიზიკური სილა
საშუალო ქვიშა	0,5-0,25	
წვრილი ქვიშა	0,25-0,05	
მსხვილი მტვერი	0,05-0,01	

1	2	3
საშუალო მტვერი	0,01-0,005	ფიზიკური თიხა
წვრილი მტვერი	0,005-0,001	
უხეში ლექი	0,001-0,005	ლექი
წვრილი ლექი	0,005-0,0001	
კოლოიდები	<0,0001	

1926 წელს, ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო საზოგადოებაში შეიმუშავა მექანიკური ელემენტების შემდეგი კლასიფიკაცია, რომელიც დღესაც ფართოდ გამოიყენება ევროპასა და ამერიკაში:

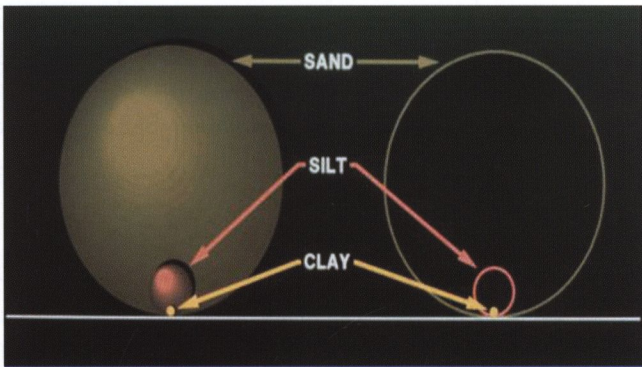
- ქვები, კაჭრები - >20მმ;
- მსხვილი ხრეში - 20 - 6მმ;
- წვრილი ხრეში - 6 - 2 მმ;
- მსხვილი ქვიშა - 2 - 0,6 მმ;
- წვრილი ქვიშა - 0,2 - 0,06 მმ;
- ქვიშიანი მტვერი ანუ მსხვილი მტვერი - 0,06 - 0,02 მმ;
- საშუალო მტვერი - 0,02 - 0,006 მმ;
- წვრილი მტვერი - 0,006 - 0,002 მმ;
- წვრილი თიხა - < 0,002 მმ;
- კოლოიდები - < 0,0002 მმ.

ნ. კაჩინსკის კლასიფიკაცია ეფუძნება ნიადაგებში მექანიკური ფრაქციების ორი დიდი ჯგუფის - ფიზიკური თიხის და ფიზიკური სილის ნაწილაკების პროცენტულ თანაფარდობას. ამიტომ მას ორწევრიან კლასიფიკაციას უწოდებენ. ეს კლასიფიკაცია ითვალისწინებს <0,01 მმ და >0,01 მმ ნაწილაკების შემცველობას ენერნარმოქმნის, სტეპურ, სუბტროპიკულ, ბიცობ და ბიცობიან ნიადაგურ ტიპებში.

ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო საზოგადოების მიერ შემუშავებულ მექანიკური შედგენილობის საკლასიფიკაციო სისტემაში ნიადაგების კლასებს სამი ფრაქციის - ქვიშა (2,0-0,06 მმ), მტვერი (0,06-0,002 მმ) და თიხა (<0,002 მმ) - თანაფარდობის

საფუძველზე გამოყოფენ.

რუსეთისა (ნ. კაჩინსკის) და საერთაშორისო (ISSS) მექანიკური შედგენილობის კლასიფიკაციებს ახასიათებთ მსგავსება. ორივე სისტემაში გამოიყოფა თიხების, თიხნარების და ქვიშების კლასები. თუმცა, აღნიშნული კლასიფიკაციები იმდენად განსხვავებულია, რომ მათი პირდაპირი გაიგივება შეუძლებელია. რუსეთში მიღებული სისტემა აგებულია ორ კომპონენტზე, ხოლო ამერიკული – სამზე. გარდა ამისა, ყველა ფრაქციისთვის მიღებულია ნაწილაკების განსხვავებული ზომები.



$\text{sand/ქვიშა} = 2,0 - 0,06/0,05 \text{ მმ}$   
 $\text{Silt/მტვერი} = 0,06/0,05 - 0,002 \text{ მმ}$   
 $\text{Cley/თიხა} = <0,002 \text{ მმ}$

$\text{ქვიშა} = 1-0,05 \text{ მმ}$   
 $\text{მტვერი} = 0,05 - 0,001 \text{ მმ}$   
 $\text{ლექი} = <0,001 \text{ მმ}$

სურ. 37. მექანიკური ფრაქციები: ქვიშა, მტვერი, თიხა/ლექი.

## მექანიკური ფრაქციების დახასიათება

მექანიკური ელემენტების ცალკეული ფრაქციები განსხვავდებიან ქიმიური და მინერალური შედგენილობით, აგრეთვე ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიკური თვისებებით.

მსხვილი მტვრის ნაწილაკები თვისებებით ქვიშის მექანიკური ელემენტების მსგავსია, ამიტომ 0,01 მმ-ზე მსხვილი ყველა ნაწილაკი (მსხვილი მტვერი, მსხვილი, საშუალო და წვრილი ქვიშა) გაერთიანებულია ფიზიკური სილის ფრაქციაში, ხოლო 0,01 მმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკები (საშუალო, წვრილი მტვერი და ლექი) – ფიზიკური თიხის ფრაქციაში.

ქვები და ხრეში უმეტესად წარმოდგენილია ქანების ნატეხებით და იშვიათად - ცალკეული მინერალებით. მსხვილი ქვიშა სხვადასხვა მინერალების მონატეხების წარევისგან შედგება. წვრილ ქვიშაში მატულობს მდგრადი მინერალების შემცველობა და წარმოდგენილია კვარციით. მტვრის მინერალოგიაში ჭარბობენ პირველადი მინერალები: მინდვრის შპატები, ქარსები. ლექის ფრაქცია, უმთავრესად შეიცავს მეორად თიხა-მინერალებს: კაოლინიტს, მონთმორილონიტს, რკინის ჰიდროჟანგს, ასევე ზოგიერთ ორგანულ ნაერთს. მექანიკური ელემენტების ზომის შემცირებასთან ერთად, იზრდება ნახევარჟანგების (რკინა, ალუმინი), კალციუმის, მაგნიუმის რაოდენობა და კლებულობს კვარცის შემცველობა. ლექის ფრაქციის კოლოიდურ ნაწილში თავმოყრილია ყველაზე მეტი რაოდენობის ჰუმუსი და მცენარის საკვები ელემენტები. სხვადასხვა მექანიკურ ფრაქციებში ცალკეული მინერალების რაოდენობა და მათი თანაფარდობა ცვალებადობს ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მიხედვით. ნიადაგწარმომქმნელ ქანებში არსებული ნაწილაკების (ჩამოტეხილი) თანაფარდობა განსაზღვრავს მათზე განვითარებული ნიადაგების მექანიკურ (გრანულომეტრულ) შედგენილობას. მაგალითად, ქვიშნარ ნიადაგწარმომქმნელ ქანებზე ვითარდება ქვიშნარი ნიადაგები, თიხნარ ქანებზე – თიხნარი ნიადაგები (იხ. სურათი 10).

ქვა და ხრეში ფაქტიურად არ აკავებენ წყალს და არა აქვთ წყალანევის უნარი. ქვიშიანი ნაწილაკები კარგად ატარებენ წყალს და ამავე დროს, მათ წვრილ ნაწილაკებს გააჩნიათ უნარი დააკავონ მცირე რაოდენობის ტენი. მტვერი აკავებს მნიშვნელოვანი რაოდენობის წყალს. ლექის ნაწილაკებს უნარი აქვთ

დააკავონ ბევრი ტენი. ეს ფრაქცია მდიდარია რკინის, ალუმინის, კალციუმის, მაგნიუმის, ფოსფორის ნაერთებით და საკვები ნივთიერებები მცენარეთათვის ხელმისაწვდომ ფორმაში იმყოფებიან.

ყველა ნიადაგი, მექანიკური შედგენილობის მიხედვით, შეიძლება რამდენიმე ჯგუფში გაერთიანდეს, რომელთათვისაც დამახასიათებელია სპეციფიკური ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.



(ა)



(ბ)

სურ. 38. ქვიშნარი (ა) და თიხნარი (ბ) ნიადაგები

მექანიკურ ფრაქციებს არაერთგვაროვანი თვისებები გააჩნიათ, ამიტომ, ნიადაგებიც განსხვავებულ თვისებებს ფლობენ ამა თუ იმ მექანიკური ელემენტების შემცველობის მიხედვით. ნიადაგებს, თიხიანი და ქვიშიანი ნაწილაკების რაოდენობებზე დამოკიდებულების შესაბამისად, თიხიანს, თიხნარს, ქვიშნარს, ქვიშიანს უწოდებენ. სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავდებიან. ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგები ფიზიკური თიხის ნაწილაკებს მცირე რაოდენობით შეიცავენ. მექანიკური ელემენტები ერთიმეორესთან არ არიან დაკავშირებული და შესაბამისად მოკლებულნი არიან სტრუქტურირანობას. წყალს კარგად ატარებენ, ტენის მარაგს ხანგრძლივად ვერ ინარჩუნებენ, ე.ი. დაბალი ტენტევადობით გამოირჩევიან. ქვიშები და ქვიშნარები ხასიათ-

დებიან ხელსაყრელი ჰაერის რეჟიმით. ეს ნიადაგები ადვილად მუშავდება, სწრაფად თბებიან და ასევე სწრაფად ცივდებიან. მათში მცირე რაოდენობითაა საკვები ნივთიერებები.

თიხნარი და თიხა ნიადაგები გამოირჩევიან შედარებით მაღალი ბმულობით. თიხნარებში საკმარისადაა ტენი და ჰაერი, ეს კი თავის მხრივ განაპირობებს სხვადასხვა მიკროორგანიზმების აქტიურ ცხოველქმედებას და ნიადაგში ადვილად ხსნადი საკვები ნივთიერებების მარაგს ზრდის. თიხნარები ხასიათდებიან ხელსაყრელი ჰაერაცით და ნყლის კარგი გამტარობით, დამამუშავებელ მანქანა-იარაღებს ნაკლებ წინააღმდეგობას უწევენ და მცენარეთა ფესვებიც კარგად ვითარდება. ამის გამო, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისთვის საუკეთესო ნიადაგებად ითვლებიან.

თიხები დიდი რაოდენობით შეიცავენ ერთმანეთთან მტკიცედ დაკავშირებული ფიზიკური თიხის ნაწილაკებს და ხასიათდებიან მაღალი ფორიანობით. გამოირჩევიან ცუდი წყალგამტარობით და პლასტიკურობის, თქვირება-დაჯდომის მაღალი უნარით. ზოგჯერ ასეთი მექანიკური შედგენილობა ნიადაგების დაჭაობების ერთ-ერთი მიზეზიც შეიძლება გახდეს, ხშირია დამლაშების მოვლენებიც.

საქართველოში თიხიანი მექანიკური შედგენილობის ჭაობიანი ნიადაგები, დიდი მასივების სახით, გავრცელებულია კოლხეთის დაბლობზე, დამლაშებული ნიადაგები კი - ალაზნის ვაკის ცენტრალურ ნაწილზე. გვალვების დროს თიხა ნიადაგები მოცულობაში შემცირების გამო დიდი ზომის ბზარებს წარმოქმნიან, რომლებიც მცენარეთა ფესვებს მექანიკურად აზიანებენ. მძიმე თიხებს გამოშრობის დროს გამკვრივება ახასიათებთ, დიდ წინააღმდეგობას უწევენ მცენარეთა ფესვების ზრდას, რის გამოც კულტურული მცენარეების დიდი ნაწილისთვის, განსაკუთრებით ხეხილისა და ვაზისთვის, ასეთი ნიადაგები გაუმჯობესების გარეშე უვარგისია. ამ ნიადაგების დამუშავება მოითხოვს დიდ შრომით დანახარჯებს. ამიტომ, მიღებულია მათ ვუნოდოთ მძიმე, ხოლო ქვიშებს და ქვიშნარებს - მსუბუქი ნიადაგები.

ნიადაგების მექანიკური შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნასა და ნიადაგების აგროსანარმოო თვისებებზე. ბევრი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის ინტენსივობა, რომელიც დაკავშირებულია ნივთიერებების გარდაქმ-

ნასთან, გადაადგილებასთან, დაგროვებასთან (ორგანული და მინერალური ნივთიერებების დაშლა-სინთეზი, მათი აკუმულაცია, გამორეცხვა და ა.შ), მნიშვნელოვანი დონით დამოკიდებულია ნიადაგების მექანიკურ შედგენილობაზე. შედეგად, ერთსა და იმავე ბუნებრივ პირობებში, სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ქანებზე, განსხვავებული თვისებების ნიადაგები ფორმირდება.

ნიადაგების მექანიკურ შედგენილობას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მექანიკური ელემენტების შემცველობაზე დამოკიდებული ნიადაგების ფიზიკური, ფიზიკურ-მექანიკური, წყლოვანი, ბიოლოგიური და ტექნოლოგიური თვისებები. მექანიკური შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგების ჰაერის და თბურ რეჟიმებზე, შთანთქმის უნარიანობაზე. ნიადაგებში საკვები ელემენტების შემცველობა მექანიკურ შედგენილობას უკავშირდება. მასზე არის დამოკიდებული ზოგიერთი მორფოლოგიური ნიშან-თვისება, მაგალითად, სტრუქტურა და აგებულება (ფორიანობა, სიმკვრივე). მექანიკური შედგენილობა გავლენას ახდენს ნიადაგების დამუშავებისა და სასუქების შეტანის წესებზე. მას საკლასიფიკაციო მნიშვნელობაც აქვს ნიადაგის სახესხვაობის დასადგენად.

ამრიგად, მექანიკური შედგენილობის შესწავლა ველზე და ლაბორატორიაში, ყოველთვის წარმოადგენს აუცილებელ ეტაპს ნიადაგების, როგორც ბუნებრივი სხეულის, კვლევისას.

## საველე პირობებში მექანიკური შედგენილობის დადგენა

საველე გამოკვლევისას, ნიადაგის პროფილის ჰორიზონტების მიხედვით განსაზღვრავენ მექანიკურ შედგენილობას ორგანოლექტიკური მეთოდით (შეფასება გრძნობების ორგანოების მეშვეობით) – თითებშუა ნიადაგის ნიმუშის გასრევით.



სურ. 39. ველზე ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის დადგენა

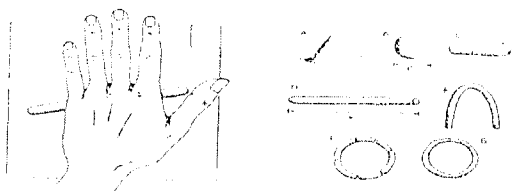
ნიადაგების მორფოლოგიური აღწერისთვის მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის დახასიათება მთლიანობაში (მაგალითად, ქვიშიანი ნიადაგი, თიხიანი ნიადაგი და ა. შ.), არამედ მექანიკური შედგენილობის ცვლილების დადგენაც ჰორიზონტების მიხედვით, ნიადაგის პროფილის საზღვრებში.

ნიადაგების ცალკეული ტიპები მექანიკური შედგენილობის სპეციფიკური პროფილით ხასიათდებიან. მექანიკური შედგენილობის შესწავლის საველე მეთოდი ემპირიულია (ანუ გულისხმობს დაკვირვებას ბუნებრივ პირობებში) და მისი სიზუსტე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მკვლევარის გამოცდილებაზე.

საველე პირობებში ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის შესწავლის გარკვეული ცდომილება დამოკიდებულია ნიადაგის ნიმუშის საანალიზოდ მომზადების მეთოდზე. ნიადაგში მექანიკური ელემენტები პრაქტიკულად არ არსებობენ თავისუფალ

მდგომარეობაში (იშვიათი გამონაკლისის გარდა); ისინი, უმეტესად, სხვადასხვა ხარისხით არიან ერთმანეთთან შენეებული ტუტე- და ტუტემინათა ჰუმატებით, რკინით და ალუმინით, Fe და Al თავისუფალი ჰიდროჟანგებით, კაჟმინით, კალციუმის კარბონატით. ზოგიერთ შემთხვევაში, მექანიკური ელემენტების შეცემენტებით წარმოქმნილი მიკრო – და მაკროაგრეგატები იმდენად მტკიცეა, რომ მათი დაშლა არ ექვემდებარება ჩვეულებრივ მეთოდს. მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრისას ყველა აგრეგატი მთლიანად უნდა დაიშალოს ხელისგულზე, ზოგჯერ დანის გამოყენებითაც. მექანიკური შედგენილობის საველე მეთოდის სიზუსტისთვის უმთავრესი მნიშვნელობა ნიადაგების დატენიანების ხარისხს ენიჭება. არასაკმარისი დატენიანება განაპირობებს მსუბუქ მექანიკურ შედგენილობას. ნიადაგების გადატენიანება კი პირიქით, მექანიკური შედგენილობის დამძიმებას იწვევს. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს ახასიათებთ მაღალი პლასტიკურობა, მსუბუქ ნიადაგებს კი – ნაკლები. ნიადაგების ამ თვისებას საველე პირობებში მექანიკური შედგენილობის დასადგენად იყენებენ. ამისათვის პრაქტიკულად შემდეგნაირად იქცევიან:

ნიადაგის ნიმუშს წყლით ასველებენ, თითებით სრესენ, ხელისგულზე ათავსებენ და ასორსლებენ. საველე პირობებში ნიადაგების მექანიკური შედგენილობა განისაზღვრება როგორც ნესტიან, ასევე მშრალ მდგომარეობაში. ამისათვის გამოიყენება შემდეგი სტანდარტული კრიტერიუმები (ნიშან-თვისებები):



სურ. 40. ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრა ორგანოლექტიკური მეთოდით

ქვიშა (A) – ნიადაგი უსტრუქტუროა და მშრალ მდგომარეობაში ადვილად იშლება. შედგება ცალკეული მარცვლებისგან, რომელთა გარჩევა შესაძლებელია შეუიარაღებელი თვალით. ზოგჯერ მცირე რაოდენობით შერეულია უფრო წვრილი ნაწილაკები. ნესტიან მდგომარეობაში არ ემორჩილება და-

სორსლებას ხელისგულზე და არაპლასტიკურია.

ქვიშნარი (B) – ნიადაგი ბნევადია და მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის ადვილად იფშვნება, შედგება მსხვილი მარცვლებისგან. ხელის შეხებით იგრძნობა ქვიშიანი ნაწილაკების სიჭარბე, უფრო წვრილი ნაწილაკები მცირე რაოდენობითაა. ნესტიან მდგომარეობაში არ არის პლასტიკური და არ სორსლდება.

მსუბუქი თიხნარი (C) – ნიადაგი მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის გასრესვით იძლევა წვრილ ფხვნილს, რომელშიც ხელის შეხებით შეიგრძნობა ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში სუსტად პლასტიკურია, ხელისგულზე დასორსლებული მასა ადვილად წყდება.

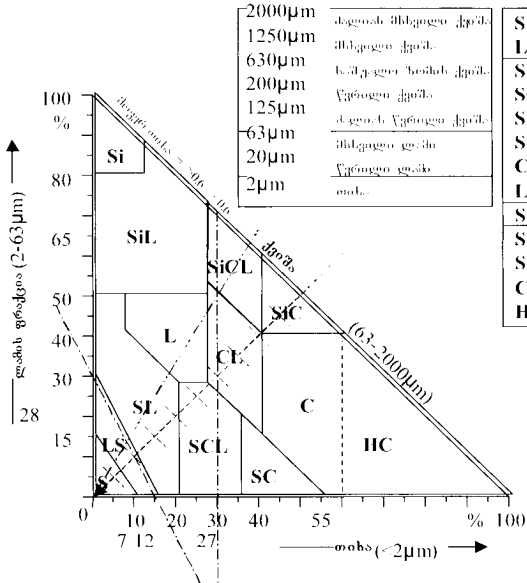
საშუალო თიხნარი (D) – ნიადაგი მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის გასრესვისას წარმოქმნის წვრილ ფხვნილს, რომელშიც ხელის შეხებით იგრძნობა მხოლოდ ცალკეული ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში ნიადაგის მასას გააჩნია სუსტი პლასტიკურობა, ხელის გულზე დასორსლებით იძლევა მთლიან ზონარს, რომელიც მოლუნვისას ადვილად ტყდება.

მძიმე თიხნარი (E, E') – მშრალ მდგომარეობაში ნიადაგი იშლება წვრილ ფხვნილად. აგრეგატების დაფშვნა, უმეტესად, დანის დახმარებით ხდება და არა თითებით. წვრილ მასაში შესაძლებელია შეგვხვდეს ცალკეული ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში პლასტიკურია, ხელისგულზე დასორსლებით იძლევა სწორ (გლუვ) ზონარს, მაგრამ მოლუნვისას იზარება.

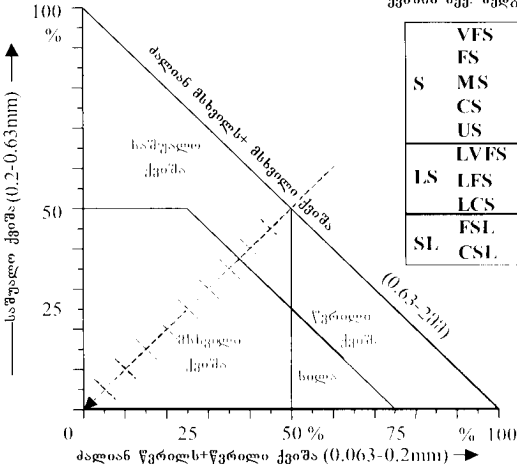
თიხა (G) – მშრალ მდგომარეობაში ნიადაგი ძალიან მკვრივია და აგრეგატები ძნელად იშლება დანით წვრილ, ერთგვაროვან ფხვნილად. გასრესვის დროს თითებს შორის მარცვლები არ შეიგრძნობა. ნესტიან მდგომარეობაში, ნიადაგი მწებავია და გააჩნია მაღალი პლასტიკურობის უნარი. ხელისგულზე კარგად სორსლდება, იძლევა სწორ და გრძელ ზონარს, რომელიც ადვილად ილუნება და არ იზარება.

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრის შედარებით უფრო ზუსტ ორგანოლექტიკურ მეთოდად შეიძლება ჩაითვალოს გერმანელი ნიადაგმცოდნის ჰ. ბლუმეს მიერ შემოთავაზებული მეთოდი (იხ. მეთოდიკა ქვემოთ), რომლის შესრულებითა და სამკუთხედი/დიაგრამის გამოყენებით დგინდება ცალკეული ფრაქციების პროცენტული რაოდენობები, რასაც საბოლოოდ მიყვავართ ნიადაგის ან მისი ცალკეული ჰორიზონტის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრამდე.

ნაწილაკთა ზომის კლასები მექ. შედგენილობის კლასები



ქვითხის მექ. შედგენილობის კლასების ქვედანაყოფები



დიაგრამა № 1. მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრული სამკუთხედი/დიაგრამა.

შემუშავებულია "ფაო"-ს მიერ, 1990.

მექანიკური შედგენილობის კლასების განსაზღვრის მეთოდика  
Blume, 1995

1. ნიადაგის ნოტიო ნიმუშის დასორსლებით შეუძლებელია 7 მმ-იანი ზონრის მიღება:		თიხა %
1.1 თითებს არ აჭუჭყიანებს, არ არის ფქვილისებრი კონსისტენციის;	→ S	<5
სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების ნარევი;	→ US	<5
ნაწილაკების უმეტესობა ძალიან მსხვილია --- 0.6 მმ;	→ CS	<5
ნაწილაკები საშუალო ზომისაა --- 0,2 - 0,6 მმ;	→ MS	<5
ნაწილაკების უმეტესობა წვრილია --- < 0,2 მმ, მაგრამ მათი არსებობა მაინც იგრძნობა;	→ FS	<5
ნაწილაკების უმეტესობა ძალიან წვრილია --- <0,12მმ და ნიადაგის ნიმუში უახლოვდება ფქვილისებრ კონსისტენციას	→ VFS	<5
1.2. არის ფქვილისებრი, გრანულირებული, თითებში გასრესვით წვრილი მასალა თითქმის არ იგრძნობა;	→ LS	<12
1.3 ისეთივეა, როგორც 1.2, მხოლოდ საშუალოდ ფქვილისებრი კონსისტენციისაა;	→ SLp <small>(თიხა უაბრია)</small>	<10
1.4 ისეთივეა, როგორც 1.2, მხოლოდ საკმაოდ ფქვილისებრია, იგრძნობა გრანულები;	→ SiLp <small>(თიხა ღარიბი)</small>	<10
1.5 ისეთივეა, როგორც 1.2, მხოლოდ საკმაოდ ფქვილისებრია, არ იგრძნობა გრანულები.	→ Si	<12

<p>2. ნიადაგის ნოტიო ნიმუშის დასორსლებით შესაძლებელია 7 მმ-იანი ზომის ზონრის მიღება, რომელიც მტვრევადია 3 მმ-ზე ნაკლებ ზომამდე დაყვანისას, ნიმუში მწებავია:</p>		
<p>2.1 ნიმუშს აქვს უხეში და ფხვიერი ზედაპირი, ძალიან გრანულირებულია და არ არის ნებოვანი;</p>	<p>→ SLr <small>(თხს.სპილგ.)</small></p>	<p>10-25</p>
<p>შეინიშნება საშუალო ზომის ქვიშის ნაწილაკები;</p>	<p>→ L</p>	<p>8-27</p>
<p>არ არის გრანულირებული და აშკარად ფქვილისებრი კონსისტენციისაა;</p>	<p>→ SiLr <small>(თხს.სპილგ.)</small></p>	<p>10-27</p>
<p>2.2 თითებით დასორსლების შემთხვევაში აქვს საშუალოდ ბზინავი ზედაპირი, ნებოვანია.</p>	<p>→ SCL</p>	<p>20-35</p>
<p>3. ნიადაგის ნოტიო ნიმუშის დასორსლებით შესაძლებელია 3 მმ-ზე ნაკლები ზომის ზონრის მიღება და მისგან 2-3 სმ დიამეტრის მქონე წრის შეკვრა; ნიმუში ნებოვანია, ჭრაჭუნებს კბილებს შორის და აქვს საშუალოდ ბზინავი ზედაპირი:</p>		
<p>3.1 გრანულირებულია;</p>	<p>→ SC</p>	<p>35-55</p>
<p>3.2 ნაწილაკები იგრძნობა და შეიმჩნევა;</p>	<p>→ CL</p>	<p>25-40</p>
<p>3.3 ნაწილაკები არც იგრძნობა და არც შეიმჩნევა;</p>	<p>→ SiCL</p>	<p>25-40</p>
<p>3.4 ნაწილაკები არ იგრძნობა, არ შეიმჩნევა და ნიმუში საკმაოდ პლასტიკურია.</p>	<p>→ SiC</p>	<p>40-60</p>
<p>4. ნიადაგის ნიმუშს მზინავი ზედაპირი აქვს და ძლიერ პლასტიკურია:</p>		
<p>4.1 შესამჩნევია მცირეოდენი გრანულები, რომლებიც კბილებს შორის ჭრაჭუნებს;</p>	<p>→ C</p>	<p>40-60</p>
<p>4.2 არ არის შესამჩნევი გრანულები და ნიმუში კბილებს შორის არ ჭრაჭუნებს;</p>	<p>→ HC</p>	<p>&gt;60</p>

ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის საბოლოო დადგენა ლაბორატორიული გამოკვლევების მონაცემთა საფუძველზე ხდება. ამიტომ, ბუნებრივია, რომ მისი სავსე განსაზღვრა არავითარ შემთხვევაში არ ცვლის ანალიზურ კვლევას ლაბორატორიაში. მიუხედავად ამისა, მექანიკური შედგენილობის გამოკვლევა ყოველთვის უნდა ჩატარდეს ველზე, ნიადაგების მორფოლოგიური აღწერის/ანალიზის მიზნით.

### **ხირხატის განსაზღვრა სავსე პირობებში**

ამერიკელი მკვლევარები ქანების ფრაგმენტებს (ქვები, ხრეში, კენჭები, ღორღი, კაჭრები) აღწერენ შემდეგი დიაგნოსტიკური ნიშნების მიხედვით: ზომა, პეტროგრაფიული შედგენილობა, ფორმა (მაგალითად კაჟიანი ფიქალის დაკუთხული ფრაგმენტები 7,5 სმ დიამეტრის).



სურ. 41. ხირხატის/ქანის ფრაგმენტები

ხირხატის/ქანის ფრაგმენტების რაოდენობის (მოცულობითი) სავსე აღწერისას, “ფაო”-ს სტანდარტების მიხედვით, იყენებენ შემდეგ გრადაციებს:

არ არის	0 %
ძალიან ცოტა	0-2 %
ცოტა	2-5 %
საშუალო	5-15 %
ბევრი	15-40 %
ჭარბი	40-80 %
ზეჭარბი	> 80 %

ხირხატის ზომას აღწერენ შემდეგი მაჩვენებლებით:

წვრილი ხრეში	0,2-0,6 სმ;
საშუალო ხრეში	0,6-2 სმ;
მსხვილი ხრეში	2-6 სმ;
ქვები	6-20 სმ;
კაჭრები	20-60 სმ;
დიდი კაჭრები	> 60 სმ.

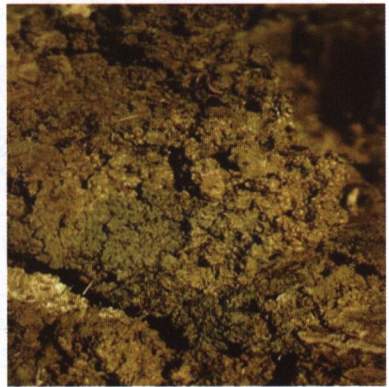
ნიადაგების საველე მორფოლოგიური ანალიზის დროს, აუცილებელია ცალკეულ ჰორიზონტებში ჩანარების დახასიათება მათი ხასიათის/წარმოშობის, ადგილმდებარეობის, რაოდენობისა და ზომების მიხედვით.

## II.IV. სტრუქტურა

ნიადაგების სტრუქტურა წარმოადგენს სხვადასხვა სიდიდისა და ფორმის აგრეგატების ერთობლიობას. აგრეგატები, ანუ პედები ეწოდება სტრუქტურულ ერთეულებს (ელემენტებს), რომელთაგანაც შედგება ნიადაგის მასა. ნიადაგებში სტრუქტურული აგრეგატები წარმოიქმნებიან ცალკეული მექანიკური ელემენტების შენებებით (შეცემენტებით).



სურ. 42. ნიადაგის სტრუქტურული ერთეული/აგრეგატი



სურ. 43. აგრეგატების ერთობლიობა.

ბუნებრივ მდგომარეობაში ნიადაგებს ახასიათებთ სტრუქტურიანობა ანუ უნარი, დაიშალონ სხვადასხვა ზომის და ფორმის სტრუქტურულ აგრეგატებად. ზომის მიხედვით არჩევენ:

1. მიკროაგრეგატებს (მიკროსტრუქტურა) – 0,25 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე აგრეგატებს;
2. მეზოაგრეგატებს (მეზოსტრუქტურა) – 0,25 – 7 (10) მმ ზომის აგრეგატებს;
3. მაკროაგრეგატებს (მაკროსტრუქტურა) – 7 (10) მმ-ზე მეტი დიამეტრის აგრეგატებს.



სურ. 44. მიკრო-, მეზო- და მაკროაგრეგატები

ნიადაგის მასაში სტრუქტურული აგრეგატების განაწილებას მათი ზომების შესაბამისად, ნიადაგის სტრუქტურული შედგენილობა ეწოდება.

## სტრუქტურული აგრეგატების/ერთეულების მორფოლოგია

სტრუქტურული ერთეულების ზომები ფართო საზღვრებში ცვალებადობენ როგორც სხვადასხვა ნიადაგში, ისე ერთი ნიადაგის ცალკეულ ჰორიზონტებშიც.



სურ. 45. სხვადასხვა ზომის სტრუქტურული ერთეულები/  
აგრეგატები

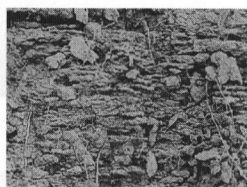
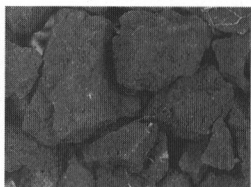
ნიადაგების ტიპები და მათი გენეზისური ჰორიზონტები სტრუქტურული ერთეულების ფორმის არაერთგვაროვნებით ხასიათდებიან. ნიადაგებში შესაძლებელია ერთდროულად არსებობდნენ მრავალგვარი ფორმის და ზომის აგრეგატები. სტრუქტურული ელემენტების სიდიდე და ფორმა ნათლად ასახავს ნიადაგებში მიმდინარე პროცესების ხასიათს, ამიტომ, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები ან ერთი და იგივე ნიადაგის სხვადასხვა გენეზისური ჰორიზონტები, სტრუქტურული აგრეგატების მორფოლოგიით განსხვავდებიან.

ფორმის მიხედვით განასხვავებენ სტრუქტურული აგრეგატების სამ ტიპს:

- კუბურს;
- პრიზმულს;
- ფიქალოვანს

კუბური ტიპის სტრუქტურულ აგრეგატს სამივე განზომილება – სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე – დაახლოებით თანაბარი აქვს და წააგავს კუბს ან სფეროს. პრიზმული სტრუქტურული აგრეგატის ორი განზომილება - სიგრძე-სიგანე არათანაბარია, შედარებით სიმაღლეზეა განვითარებული და გააჩნია პრიზმის

ან სვეტის ფორმა აქვს. ფიქალოვანი აგრეგატი სიმალლეზე სუსტად არის განვითარებული, ვიდრე სიგრძე-სიგანეზე, გაბრტყელებულია და მოგვაგონებს ფიქალს - ფირფიტას.



ა) კუბური

ბ) პრიზმული

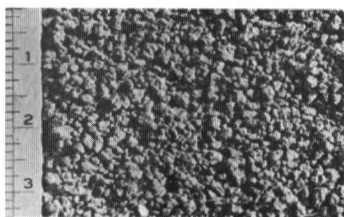
გ) ფიქალოვანი

სურ. 46. სტრუქტურული აგრეგატის ტიპები.

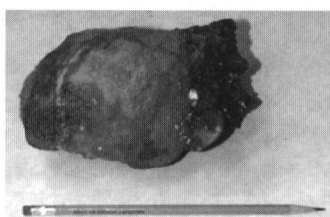
სტრუქტურული აგრეგატების ცალკეული ტიპი, ზომებისა და დაკუთხულობის ხარისხის მიხედვით, იყოფა გვარებად და სახეებად - უფრო წვრილ ერთეულებად.

ნიადაგების მაკრომორფოლოგიისთვის პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგების სტრუქტურის ტიპოლოგიას, რათა განისაზღვროს მისი გენეზისური და დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა. საქართველოში მიღებულია ს. ზახაროვის მიერ დამუშავებული ნიადაგების სტრუქტურის კლასიფიკაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს სტრუქტურული ერთეულების ფორმები და ზომები (იხ. ცხრ. 2).

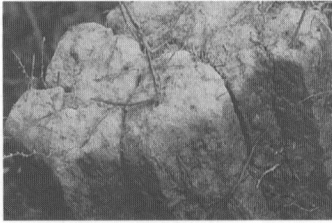
ნიადაგების სტრუქტურული აგრეგატების ფორმების და ზომების წარმოდგენილი მახასიათებლები მეტ-ნაკლებად სტანდარტულია მთელს მსოფლიოში (ზოგიერთი უმნიშვნელო სახეცვლილებით), რაც მათ საკმარის ობიექტურობაზე მეტყველებს.



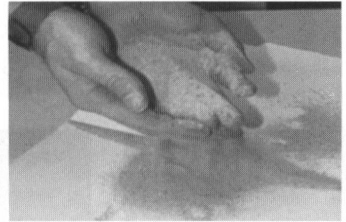
ა) მარცვლოვანი



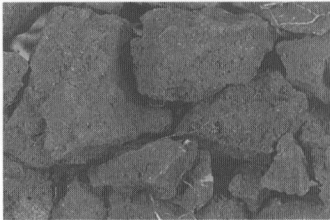
დ) მასიური (მკვრივი)



ბ) სვეტოვანი



ე) უსტრუქტურო



გ) ბელტოვანი/კუბური  
დაკუთხული (ბასრი წვეროებით)  
დაკუთხული (ბლაგვი წვეროებით)

სურ. 47. სტრუქტურული აგრეგატის ტიპები და სახეები

ამერიკის შეერთებული შტატების სოფლის მეურნეობის დეპარტამენტის (USDA, 1951) მიერ შემოთავაზებულ ნიადაგების სტრუქტურის კლასიფიკაციაში სტრუქტურის კლასი გამოიყოფა ინდივიდუალური აგრეგატების საშუალო ზომით, ტიპი კი – მათი ფორმით (იხ. ცხრ. 3).

ნიადაგმცოდნეობაში ყველაზე მეტად დეტალურ სისტემებს წარმოადგენენ ს. ზახაროვის და ამერიკული სკოლის ნიადაგების სტრუქტურის კლასიფიკაციები. ისინი კარგად და საკმაოდ ზედმინვნით აღწერენ სტრუქტურული აგრეგატების მორფოლოგიას.

ნიადაგების სტრუქტურა არის ნიადაგნარმოქმნის შედეგი. შესაბამისად, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები განსაზღვრული სტრუქტურით ხასიათდებიან. მაგალითად, შავმიწებისთვის დამახასიათებელია მარცვლოვანი სტრუქტურა, ბიცობებს ახასიათებთ პრიზმული სტრუქტურა. ნიადაგებს, პრაქტიკულად, მთელს პროფილში, არასდროს არ გააჩნიათ ერთგვაროვანი სტრუქტურა. პირიქით, სტრუქტურის კანონზომიერი ცვლილება შეიმჩნევა ნიადაგების პროფილის ზედაპირიდან ნიადაგნარმოქმნელ ქანამდე.

ცხრილი №2 ნიადაგების სტრუქტურის კლასიფიკაცია (ს. ზახაროვის მიხედვით).

	სტრუქტურული აგრეგატების გვარი	სტრუქტურული აგრეგატების სახე	ზომა	
I. კუბური	ბელტოვანი - უსწორმასწორო ფორმის და არათანაბარი ზედაპირის აგრეგატები	მსხვილბელტოვანი	> 20 სმ	
		ბელტოვანი	20-10 სმ	
		წვრილბელტოვანი	10-1 სმ	
	გოროხოვანი (კოშტოვანი) - მომრგვალებული ფორმის და ხორკლიანი ზედაპირის მქონე აგრეგატები, არ არის გამოკვეთილი კუთხეები	მსხვილგოროხოვანი	10-3 მმ	
		გოროხოვანი	3-1 მმ	
		წვრილგოროხოვანი	1-0,25 მმ	
		მტვრისებრი - უმცირესი მიკროაგრეგატები, მათი ფორმის გარჩევა შეუძლებელია შეუიარაღებელი თვალით	< 0,25 მმ	
	კაკლოვანი - მეტ-ნაკლებად სწორი ფორმის და მახვილკუთხიანი აგრეგატები	მსხვილკაკლოვანი	>10 მმ	
		კაკლოვანი	10-7 მმ	
		წვრილკაკლოვანი	7-5 მმ	
	მარცვლოვანი - მეტ-ნაკლებად სწორი ფორმის აგრეგატები, ზოგჯერ მომრგვალებული, გამოკვეთილი კუთხეებით და წვეროებით	მსხვილმარცვლოვანი	5-3 მმ	
		მარცვლოვანი	3-1 მმ	
		წვრილმარცვლოვანი-საფანტისებრი	1-0,25 მმ	
	II. პრიზმული	სვეტისებრი - სწორი ფორმის აგრეგატები, კარგად გამოხატული მომრგვალებული ზედაპირით და ბრტყელი ძირით	მსხვილსვეტისებრი	> 5 სმ
			სვეტისებრი	3-1 სმ
წვრილსვეტისებრი			< 3 სმ	
პრიზმისებრი - კარგად გამოკვეთილი მახვილკუთხიანი აგრეგატები, მკვეთრად გამოხატული პრიზმის წვეროებით		მსხვილპრიზმისებრი	5-3 სმ	
		პრიზმისებრი	3-1 სმ	
		წვრილპრიზმისებრი	1-0,5 სმ	
III. ფიქალოვანი	ფიქალოვანი - აგრეგატები მეტ-ნაკლებად ბრტყელი ზედაპირებით	მსხვილფიქალოვანი	> 5 მმ	
		ფიქალოვანი	5-3 მმ	
		ფირფიტისებრი	3-1 მმ	
		ფურცვლოვანი	< 1 მმ	
	ქიცოვანი - შედარებით მცირე ზომის აგრეგატები, რამდენადმე გაჭიმული ზედაპირებით და ხშირად გამოკვეთილია მახვილი კუთხეებით	ნაჭუჭისებრი	> 3 მმ	
		უხეშქიცოვანი	3-1 მმ	
		წვრილქიცოვანი	< 1 მმ	

ცხრილი №3 ნიადაგების სტრუქტურის ტიპები და კლასები (USDA, 1951)

სტრუქტურის ტიპები	სტრუქტურის კლასები		
ფიქალოვანი	ძალიან წვრილი	< 1 მმ	
	წვრილი	1-2 მმ	
	საშუალო	2-10 მმ	
	მსხვილი	5-10 მმ	
პრიზმული	1. პრიზმული აგრეგატები არამრგვალი ზედაპირით		
	ძალიან წვრილი	< 10 მმ	
	წვრილი	10-20 მმ	
	საშუალო	20-50 მმ	
	მსხვილი	50-100 მმ	
	ძალიან მსხვილი	> 100 მმ	
	2. სვეტოვანი აგრეგატები მომრგვალებული ზედაპირით		
	ძალიან წვრილი	< 10 მმ	
	წვრილი	10-20 მმ	
	საშუალო	20-50 მმ	
მსხვილი	50-100 მმ		
ძალიან მსხვილი	> 100 მმ		
ბელტოვანი	1. დაკუთხულ-ბელტოვანი აგრეგატები ბრტყელი ზედაპირით და უმეტესად გამოკვეთილი მახვილი კუთხეებით		
	ძალიან წვრილი	< 5 მმ	
	წვრილი	5-10 მმ	
	საშუალო	10-20 მმ	
	მსხვილი	20-50 მმ	
	ძალიან მსხვილი	> 50 მმ	
	2. მომრგვალებულ-დაკუთხული აგრეგატები ბრტყელი და მომრგვალებული ზედაპირებით, ბევრი მომრგვალო წვეროთი		
	ძალიან წვრილი	< 5 მმ	
	წვრილი	5-10 მმ	
	საშუალო	10-20 მმ	
მსხვილი	20-50 მმ		
ძალიან მსხვილი	> 50 მმ		
მარცვლოვანი - აგრეგატებს გააჩნიათ ბრტყელი ან მომრგვალებული ზედაპირები	1. მარცვლოვანი - ნაკლებად ფოროვანი აგრეგატები		
	ძალიან წვრილი	< 1 მმ	
	წვრილი	1-2 მმ	
	საშუალო	2-5 მმ	
	მსხვილი	5-10 მმ	
	ძალიან მსხვილი	> 10 მმ	
	2. კოშტოვანი/გოროხოვანი - ფოროვანი აგრეგატები		
	ძალიან წვრილი	< 1 მმ	
	წვრილი	1-2 მმ	
	საშუალო	2-5 მმ	
მსხვილი	5-10 მმ		
ძალიან მსხვილი	> 10 მმ		

ნიადაგების სხვადასხვა გენეზისურ ჰორიზონტებს განსხვავებული ფორმის სტრუქტურა ახასიათებთ. მაგალითად, მარცვლოვანი სტრუქტურა თვისობრივია ჰუმუსოვანი ჰორიზონტებისთვის, კაკლოვანი – ილუვიურისთვის (განსაკუთრებით ყომრალებისთვის), ფირფიტისებრ-ფურცვლოვანი სტრუქტურა – ტიპიურია ელუვიური ჰორიზონტებისთვის.

ნიადაგებს, უმეტესად, გააჩნიათ შერეული სტრუქტურა. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება სტრუქტურის ორმაგი დასახელება. მაგალითად, გოროხოვან-მარცვლოვანი, გოროხოვან-კაკლოვანი. ზოგადად, ნიადაგების სტრუქტურის სახელწოდება ჭარბი სტრუქტურული ერთეულების მიხედვით განისაზღვრება. ამგვარად, სტრუქტურული აგრეგატები, რომლებიც რაოდენობრივად ჭარბია, ბოლოში უნდა მოვაქციოთ.

თიხნარი და თიხიანი ნიადაგები თითქმის ყოველთვის სტრუქტურულია, ე.ი. აქვს უნარი დაიშალოს სხვადასხვა ზომისა და ფორმის სტრუქტურულ აგრეგატებად. არჩევენ უსტრუქტურო ნიადაგებსაც – ჩვეულებრივ ასეთია ქვიშნარი და ქვიშიანი ნიადაგები.

უსტრუქტურო ნიადაგებში მექანიკური ელემენტები წარმოდგენილია ცალ-ცალკე, ერთმანეთთან კავშირის გარეშე და სტრუქტურული აგრეგატების წარმოქმნის უნარი არა აქვთ ან ეს ელემენტები იმდენად ძლიერ შეკავშირებული არიან, რომ სტრუქტურულ აგრეგატებად ვერ იყოფიან (უსტრუქტურო მძიმე თიხები). უსტრუქტურო ნიადაგები ვერ აკმაყოფილებენ ნიადაგის ნაყოფიერების პირობებს, სტრუქტურულ ნიადაგებში კი იქმნება მცენარეთათვის ხელსაყრელი წყლის, ჰაერის და კვების რეჟიმები. უსტრუქტურო და სტრუქტურული ნიადაგების გარდა, არსებობენ ნიადაგები სუსტად გამომჟღავნებული სტრუქტურითაც.

### **სტრუქტურაწარმოქმნის ფაქტორები**

ნიადაგების სტრუქტურის ფორმირება დამოკიდებულია ორი ძირითად პროცესზე:

1. ნიადაგების მექანიკური დაყოფა სხვადასხვა ზომის და ფორმის აგრეგატებად;
2. მტკიცე სტრუქტურული ერთეულების წარმოქმნა.

აღნიშნული პროცესები სტრუქტურანარმოქმნის ფიზიკურ-მექანიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებით მიმდინარეობს.

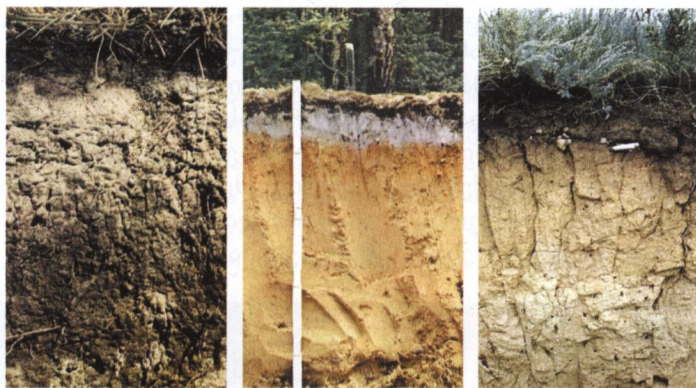
ფიზიკურ-მექანიკური ფაქტორები ნიადაგის დაშლას აგრეგატებად, ძირითადად, მექანიკური ზემოქმედებით განაპირობებენ. მექანიკურ დაყოფას განაპირობებენ: ნიადაგების პერიოდულად დატენიანება-გამოშრობა, გაყინვა-გაღებობა, გათბობა-გაცივება. ამ მოვლენების სისტემატური განმეორება იწვევს ნიადაგების მასის დანაწილებას აგრეგატებად. მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მცენარეთა ფესვები. მათი მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ნიადაგი იყოფა სხვადასხვა ზომის აგრეგატებად. გარდა ამისა, მცენარეები ნიადაგში ტოვებენ დიდი რაოდენობით ორგანულ ნარჩენებს, რომლებიც მიკრობიოლოგიური პროცესების შედეგად იშლებიან და წარმოქმნიან ჰუმუსს, რაც თავის მხრივ, აუცილებელია მტკიცე სტრუქტურის შესაქმნელად. ნიადაგში მობინადრე ცხოველები (თაგვები, თხუნელები, ჭიაყელები) სოროების გაკეთებით, თავიანთ ნაწლავებში ნიადაგის გატარებით აფხვიერებენ მას და შლიან სხვადასხვა ზომის აგრეგატებად.

სტრუქტურის წარმოქმნა დამოკიდებულია ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ პირობებზე. ნიადაგის მექანიკური ელემენტები ერთმანეთს ენებებიან და წარმოქმნიან აგრეგატებს. რაც უფრო წვრილია მექანიკური ელემენტები, მით უფრო ძლიერია მათი შენებების (აგრეგირების) უნარი. ნიადაგები (მაგალითად, ქვიშა, ქვიშნარი), რომლებიც მსხვილი მექანიკური ელემენტებისგან შედგებიან, სტრუქტურას მოკლებული არიან.

ნიადაგების მექანიკური ელემენტების შენებება-შეცემენტებაზე ზემოქმედებენ ქიმიური ფაქტორები. ნიადაგებში ძირითადი მნებავი ნივთიერებებია: ჰუმუსი, თიხა-მინერალები, რკინის და ალუმინის ჰიდროჟანგები, კალციუმის კარბონატი, კალციუმის, ნატრიუმის, რკინის და ალუმინის ჰუმატები. კალციუმის ჰუმატები იძლევიან ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების მტკიცე მარცვლოვან სტრუქტურას, ნატრიუმის ჰუმატები განაპირობებენ სვეტოვანი სტრუქტურული ერთეულების წარმოქმნას. სტრუქტურული აგრეგატების შეცემენტების ხარისხი დამოკიდებულია ნიადაგების მინერალურ შედგენილობაზე. მაგალითად, მონთმორილონიტის ჯგუფის თიხები იძლევიან ძალიან მტკიცე აგრეგატებს; Al და Fe ჰიდროჟანგები მნიშვნელოვნად განაპირობებენ ნითელმინების მტკიცე სტრუქტურის შექმნას.

## სტრუქტურის აგრონომიული მნიშვნელობა

ნიადაგების სტრუქტურა წარმოადგენს ნიადაგებისა და მათი ცალკეული ჰორიზონტების დიაგნოსტიკურ მაჩვენებელს. სტრუქტურა ასევე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგების აგრონომიულ თვისებებზე და მის ნაყოფიერებაზე, რაც საბოლოოდ სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავალზე აისახება. ნიადაგების სტრუქტურის შეფასებისას უნდა გაიმიჯნოს მისი მორფოლოგიური და აგრონომიული ცნებები.



სურ. 48. ნიადაგური პროფილები

მორფოლოგიური თვალსაზრისით, ყოველ ნიადაგს აქვს განსაზღვრული სტრუქტურა, რომელიც შეიძლება გამოხატული იყოს სხვადასხვა ხარისხით (მაგალითად, სუსტი ან კარგი), ფორმით და ზომით (მაგალითად, წვრილკაკლოვანი, საშუალო მარცვლოვანი და ა. შ).

აგრონომიული თვალსაზრისით სტრუქტურის განხილვისას კი, უნდა შეფასდეს მისი გავლენა ნიადაგების ნაყოფიერებაზე. აგრონომიულად ყველაზე ხელსაყრელია ისეთი სტრუქტურა (მეზოსტრუქტურა), რომელშიც ჭარბობენ 0,25-10 მმ ზომის აგრეგატები. ნიადაგების სტრუქტურა სიმაგრისა და სიმტკიცის თვისებებით ხასიათდება. აგრეგატის დასაშლელად საჭირო ძალა მისი სიმაგრის მაჩვენებელია, სიმტკიცე კი წყლის დამშლელი მოქმედებისადმი წინააღმდეგობის უნარით დგინდება. ნიადაგების სტრუქტურის ორივე თვისებას დიდი პრაქტი-

კული მნიშვნელობა აქვს.

წყალმტკიცე ანუ წყალმდევე სტრუქტურა წყლის ზემოქმედებით არ იშლება ან ნაწილობრივ იყოფა მიკროაგრეგატებად. აგრონომიულად ვარგისი სტრუქტურა (გოროხოვან-მარცვლოვანი) ნიადაგებს ფხვიერ აგებულებას ანიჭებს. აადვილებს თესლის აღმოცენებას, მცენარეთა ფესვების განვითარებას და ნიადაგების მექანიკურ დამუშავებას. აგრონომიული თვალსაზრისით, სტრუქტურული ნიადაგები მდგრადია წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიისადმი.

ნიადაგების სტრუქტურის აგრონომიული შეფასებისას, გასათვალისწინებელია მიკროსტრუქტურის მნიშვნელობაც. წყალმტკიცე და ფოროვანი მიკროსტრუქტურა (მიკროაგრეგატების ზომა  $< 0,25$  მმ) ამაღლებს ნიადაგების წყალტევადობას და აუმჯობესებს წყალ- და ჰაერგამტარობას. მაგრამ მიკროაგრეგატები ადვილად მკვრივდებიან და სახნავი ჰორიზონტის ზედაპირზე წარმოიქმნება ქერქი, რომელიც ამცირებს წყალტევადობას, აუარესებს აირცვლას ნიადაგისა და ატმოსფეროს ჰაერს შორის, ხელს უშლის თესლის აღმოცენებას.



ა)



ბ)

სურ. 49. წყალმტკიცე და ფოროვანი მიკროსტრუქტურა (ა) და მიკროაგრეგატების გამკვრივებით წარმოქმნილი ქერქი (ბ).

ნიადაგების სტრუქტურული მდგომარეობა ცვალებადია და შესაძლებელია მისი გაუარესება ან გაუმჯობესება ფიზიკურ-ქიმიური, მექანიკური, ბიოლოგიური მიზეზებით. ზოგიერთი ქიმიური შენაერთის ნიადაგში შეღწევა აგრეგატების დაშლას იწვევს. ეს ნივთიერებები (ამონიუმი, ერთვალენტიანი კათიონები K, Na)

ნიადაგიდან აძევენ შთანთქმულ კალციუმს, იკავებენ მის ადგილს. კალციუმის შეცვლით ჰუმუსი კარგავს მნებაობის თვისებას. ამასთან, აგრეგატებიც კარგავენ წყალმტკიცეობის უნარს და შესაბამისად, ნიადაგის ნაყოფიერებაც მცირდება.

ნიადაგების მექანიკურ დამუშავებას ყოველთვის თან ახლავს სტრუქტურის გამტვერიანება. ნიადაგის დამამუშავებელი იარაღები, დარტყმითი მოქმედებისა და ხახუნის შედეგად, ინვევენ ნიადაგების სტრუქტურის გამტვერიანებას.

კულტურულ მცენარეთა განუწყვეტელი მოთხოვნილება საკვებზე განაპირობებს ჰუმუსის დაშლას, რომელიც ავტომატურად ინვევს ნიადაგების სტრუქტურის სიმტკიცის შესუსტებას.

აგრონომიულად ვარგისი სტრუქტურის შექმნისთვის გამოიყენება აგროტექნიკური მეთოდები: მრავალწლიანი პარკოსანი (იონჯა, სამყურა, ესპარცეტი) და მრავალწლიანი მარცვლოვანი (სათითურა, ნივანა, სათიბი კოინდარი) ბალახების დათესვა, მჟავე ნიადაგების მოკირიანება, დამლაშებული ნიადაგების მოთაბაშირება, ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა.

ნიადაგების მტკიცე სტრუქტურა აღდგება ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (ხორბალი, მზესუმზირა, სიმინდი) და მრავალწლიანი ბალახოვანი მცენარეულობის ზეგავლენით. მრავალწლიანი ბალახების მძლავრი ფესვთა სისტემის დაშლისას წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით კალციუმთან დაკავშირებული ჰუმუსი (კალციუმის ჰუმატი) და იქმნება ხელსაყრელი პირობა კარგად გასტრუქტურირებული ნიადაგების (შავმიწები, შავი, მდელოს-შავი, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები და სხვ.) ფორმირებისთვის. მცენარეთა მიწისზედა და მიწისქვეშა ნარჩენები შეიცავენ მნიშვნელოვანი რაოდენობის ცილებს, ნახშირწყლებს და სხვა ნაერთებს, რომლებიც ყველაზე მეტად ხელსაყრელია მიკროორგანიზმების ცხოველქმედებისთვის და ჰუმუსოვანი ნივთიერებების წარმოსაქმნელად. მიკროორგანიზმების ცხოველქმედების პროდუქტები წარმოადგენენ მაცემენტირებელ ნივთიერებებს ნიადაგში და მტკიცე სტრუქტურწარმოქმნას განაპირობებენ.

ნიადაგების გასტრუქტურირებაზე დიდ გავლენას ახდენენ მინერალური და ორგანული (ნაკელი, ტორფი, კომპოსტი, სიდერატი) სასუქები. ნიადაგების განოყიერების შედეგად მცენარეებს შედარებით მძლავრი ფესვთა სისტემა უვითარდებათ და

ნიადაგის მასაში ბევრ ორგანულ ნარჩენებს ტოვებენ. ნიადაგების მექანიკური დამუშავებით შესაძლებელია მათი გაფხვიერება და ისეთი ფოროვანი სტრუქტურის შექმნა, რომელსაც შეუძლია კულტურულ მცენარეთა მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება. სწორედ ამ მიზნით, ნიადაგებს ყოველწლიურად ამუშავებენ გარკვეულ სიღრმემდე და, პირველ რიგში, უზრუნველყოფენ სტრუქტურის გამტვერიანების მინიმუმამდე შემცირებას.

### **სტრუქტურის საველე გამოკვლევა**

საველე გამოკვლევისას ნიადაგების სტრუქტურა განისაზღვრება მარტივი წესით – დაუშლელი ნიადაგის მასას (ბელტს) ერთი მეტრის სიმაღლეზე ააგდებენ, ამ დროს ის იშლება, წარმოიქმნებიან გარკვეული ზომისა და ფორმის სტრუქტურული აგრეგატები, რომლებიც სტრუქტურის მსაზღვრელები არიან. საველე-ექსპედიციური გამოკვლევის დროს ს. ზახაროვის ნიადაგების სტრუქტურის კლასიფიკაციით (იხ. ცხრ. 2) სარგებლობენ.

საველე ნიადაგური კვლევისას აღინერება სტრუქტურის/სტრუქტურული აგრეგატების დიაგნოსტიკური მაჩვენებლები: ხარისხი, კლასი და ტიპი (USDA, 1951; FAO, 1967).

სტრუქტურის ხარისხი ნიადაგების გასტრუქტურირების დონეს გამოხატავს. გამოყოფენ მის ოთხ გრადაციას:

1. უსტრუქტურო – ნიადაგებში აგრეგაცია ანუ აგრეგატების/პედების წარმოქმნის პროცესი არ შეიმჩნევა;
2. სუსტი სტრუქტურა – ნიადაგებში ბევრია არააგრეგირებული მასალა და პედები ნაკლებად შესამჩნევია;
3. საშუალო სტრუქტურა – ნიადაგებში შეიმჩნევა სხვადასხვაგვარი, ზომიერად მტკიცე აგრეგატები. ნიადაგები იშლებიან მთლიან პედებად და მცირეა არააგრეგირებული მასალა;
4. მტკიცე სტრუქტურა – ნიადაგების დაურღვეველ მდგომარეობაში ნათლად ჩანან მტკიცე აგრეგატები, მსუბუქი ზემოქმედებით ნიადაგები არ იშლებიან მთლიან პედებად.

ნიადაგების სტრუქტურის კლასები გამოიყოფიან აგრეგატების/პედების ზომის მიხედვით, ხოლო სტრუქტურული აგრე-

გატების ფორმებით განისაზღვრებიან სტრუქტურის ტიპები: ფიქალოვანი, პრიზმული, ბელტოვანი და მარცვლოვანი.

“ფაო”-ს სტანდარტებით სტრუქტურის კლასებად დაყოფას საფუძვლად უდევს აგრეგატის შემდეგი ზომები მმ-ებში:

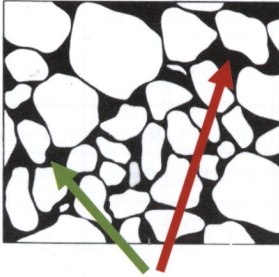
	ფიქალოვანი	პრიზმული სვეტოვანი	ბელტოვანი დაკუთხული ბასრი და ბლაგვი წვეროებით	მარცვლოვანი
ძალიან წვრილი	< 1	< 10	< 5	< 1
წვრილი	1 – 2	10 - 20	5 - 10	1 - 2
საშუალო	2 - 5	20 - 50	10 -20	2 - 5
მსხვილი	5 - 10	50 –100	20-50	5 - 10
ძალიან მსხვილი	> 10	> 100	> 50	> 10

საველე-ექსპედიციური გამოკვლევის პირობებში ანარმოებენ ნიადაგების სტრუქტურის სიმტკიცისა და სიმაგრის განსაზღვრას. სიმტკიცის დასადგენად სტრუქტურულ ერთეულებს ჩაყრიან წყლიან ფინჯანში – მტკიცე სტრუქტურის ნიადაგები მალე არ იშლებიან ანუ შენარჩუნებულია აგრეგატების ფორმა და სიდიდე; სიმტკიცეს მოკლებული სტრუქტურა, პირიქით, სწრაფად ჩაიშლება წყალში. ნიადაგების სტრუქტურის სიმაგრის გასაგებად აგრეგატებს თითებშუა მოაქცევენ და სრესენ. მაგარი აგრეგატები ძნელად იშლებიან, სუსტი სიმაგრის სტრუქტურული ერთეულები, პირიქით, ადვილად იფშვნიებიან.

ნიადაგების სტრუქტურის საველე მორფოლოგიური კვლევის პარალელურად, აუცილებელია ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარდეს სხვადასხვა სახის ანალიზები, რომელთა მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრება სტრუქტურული აგრეგატების რაოდენობრივი მაჩვენებლები.

## II.V. აგებულება

ნიადაგის აგებულება, როგორც ერთ-ერთი მორფოლოგიური ნიშანი, ნიადაგების სიმკვრივის/სიმაგრის და ფორიანობის გარეგან გამოხატულებას წარმოადგენს. ის გვიჩვენებს ნიადაგის მასაში ნაწილაკთა შორის კავშირს და დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, სტრუქტურაზე, ქიმიზმზე, ტენიანობაზე.



სურ. 50. სიცარიელები/ფორები      სურ. 51. ნიადაგის სიმკვრივის განსაზღვრა ველზე

ნიადაგების აგებულებას დიდი საწარმოო-პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, მასზეა დამოკიდებული მოხვნისთვის (ან სხვა დამუშავებისთვის) ტრაქტორის საწვავის ხარჯი, ცოცხალი გამწევი ძალით ნიადაგების დამუშავებისთვის საჭირო ენერჯია, მცენარის დაფესვიანებისთვის, თესლის აღმოცენებისთვის საჭირო ძალა და სხვ.

### ფორიანობა

ნებისმიერი ნიადაგი ფორიანობის ხასიათი, მაგრამ სხვადასხვა ნიადაგებში ფორიანობის ხასიათი, ფორების ზომები, კონფიგურაცია (ურთიერთგანლაგება) განსხვავებულია და დაკავშირებულია ნიადაგების საერთო მორფოლოგიასთან, მათ გენეზისთან და ნიადაგწარმოქმნელ ქანებთან. ნიადაგების მექანიკური ნაწილაკები და სტრუქტურული აგრეგატები ერთმანეთს მთელი ზედაპირით არ ეხებიან, რის გამოც მათ შორის წარ-

მოიქმნება თავისუფალი სიცარიელები (იხ. სურ 61), რომელთა ჯამს ნიადაგის ფორიანობა ეწოდება. ნიადაგების ფორიანობა გამონვეულია მექანიკური ნაწილაკების და სტრუქტურული აგრეგატების თავისებური წყობით, რაც სხვადასხვა ნიადაგებში სხვადასხვანაირად არის გამოსახული. ფორიანობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის სტრუქტურაზე. გასტრუქტურებულ ნიადაგებში ფორიანობა ყოველთვის მაღალია უსტრუქტურო ნიადაგებთან შედარებით.

ერთი და იგივე ნიადაგის პროფილში ფორიანობა იცვლება მექანიკური შედგენილობის, ჰუმუსიანობის, ბიოგენურობის, წყლის რეჟიმის ცვალებადობასთან ერთად. ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები შედარებით მაღალი ფორიანობით ხასიათდებიან, ვიდრე ქვედა ჰორიზონტები.



სურ. 52. ფორიანობა მთის შავმიწების პროფილში

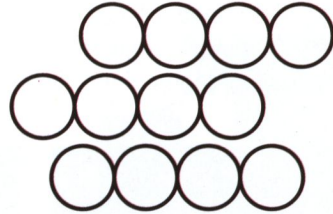
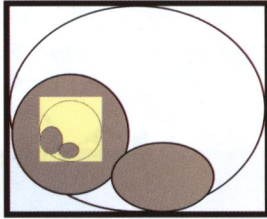
მინიმალური ფორიანობით ილუვიური ჰორიზონტები გამოირჩევიან. თიხიანი ნიადაგების ფორიანობა უფრო მეტია, ვიდრე თიხნარი და ქვიშნარი ნიადაგების ფორიანობა.

ნიადაგების ფორიანობა მნიშვნელოვანი აგრონომიული თვისებაა, რადგან მასთან დაკავშირებულია წყლის და ჰაერის რეჟიმები. ფორიანობა დინამიკური (ცვალებადი) სიდიდეა, ის განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში იცვლება, რადგან სწორედ ნიადაგების ზედა ფენა მუშავდება და სისტემატიურად ფხვიერდება. ახლად დამუშავებული ნიადაგის ფორიანობა დიდია, შემდეგ კი თანდათან მცირდება და დამუშავებამდელ სიდიდეს უახლოვდება.

ნიადაგების ფორიანობის გადიდებას იწვევს აგრეთვე

ზამთარში ნიადაგის გაყინვა (მაგ. მზრალად ხნულებში). ნიადაგის პროფილის ქვედა ჰორიზონტებში ფორიანობა უფრო სტაბილურია და მცირე ფარგლებში ცვალებადობს.

ნიადაგებში ფორიანობა, გარკვეული დონის აგრეგატულობის და განსაზღვრული სტრუქტურის მიხედვით, შეიძლება იყოს შიგააგრეგატული (ინტრააგრეგატული) და აგრეგატშორისი (ინტერაგრეგატული). აგრეგატების შიგნით თავმოყრილია წვრილი ფორები – კაპილარული, მიკროფორები და ულტრამიკროფორები, აგრეგატებს შორის კი განლაგებულია მსხვილი ფორები.



სურ. 53. კაპილარული და არაკაპილარული ფორიანობა

ნიადაგებში განასხვავებენ ფორიანობის სხვადასხვა სახეებს:

- საერთო ფორიანობა;
- კაპილარული (შიგააგრეგატული) ფორიანობა;
- არაკაპილარული (აგრეგატშორისი) ფორიანობა.

არაკაპილარული (მსხვილი ფორები) ფორები აგრეგატებს შორის თითქმის ყოველთვის დაკავებულია ჰაერით (აერაციის ფორიანობა). კაპილარული ფორები მცირე ზომის ფორებია და ბუნებრივ პირობებში მათი დიდი ნაწილი დაკავებულია წყლით. ნიადაგებში ასევე გამოყოფენ:

- მიკროფორებს – მათი დიამეტრი 0,01 მმ-მდეა;
- წვრილ კაპილარულ ფორებს – 0,01 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ფორები; აგრეგატების შიგნით დაკავებულია წყლით და ჰაერით;
- საშუალო ფორები – აგრეგატებში სიცარიელები დატენიანებისას წყლით არის დაკავებული, გამოშრობის შემდეგ კი – ჰაერით.
- სხვადასხვა ნიადაგებში ფორიანობის სახეები (ნიადაგების დიფერენციალური ფორიანობის ცნება ნ. კაჩინსკის ეკუთ-

ვნის) სხვადასხვა შეფარდებით არის წარმოდგენილი, რაც განსაზღვრავს ამ ნიადაგების განსხვავებულ წყლოვან და ჰაეროვან თვისებებს.

### **ფორიანობის განსაზღვრა საველე პირობებში**

ნიადაგების ფორიანობის საველე მორფოლოგიური ანალიზის დროს, ძირითადი ყურადღება ეთმობა ფორების ფორმას, ზომას და რაოდენობას.

საქართველოში, საველე გამოკვლევების პრაქტიკაში, ნიადაგების ფორიანობა ფორების ფორმით და სტრუქტურულ ერთეულებს შიგნით ან მათ შორის სიდიდით ხასიათდება. შესაბამისად, განასხვავებენ ნიადაგების აგებულების შემდეგ ტიპებს:

1. წვრილფორიანი – ფორების დიამეტრი 1 მმ-ზე ნაკლებია;
2. ფორიანი – ფორების დიამეტრი 1-3 მმ;
3. ღრუბლისებრი – სიცარიელების დიამეტრი 3-5 მმ-ის ფარგლებშია;
4. ხვრელოვანი – სიცარიელების ზომა 5-10 მმ;
5. დანაპრალეული – თავისუფალი ადგილების დიამეტრი 10 მმ-ს აღემატება.

ნიადაგებში ფორების რაოდენობას განსაზღვრავენ მათი რიცხვით 1 სმ<sup>2</sup>-ზე:

	ფორების დიამეტრი	ფორების დიამეტრი
	> 18	< 188
ერთეული	≤ 2	< 5
ცოტა	2-5	5-10
ზომიერი	5-10	10-25
ბევრი	10-15	25-50
ძალიან ბევრი	> 15	> 50

ნიადაგმცოდნეობის ამერიკულ სკოლაში ფორებს გამოყოფენ მათი ზომების/დიამეტრის მიხედვით:

- მიკროფორები <0,075 მმ;
- ძალიან წვრილი 0,075-1 მმ;
- წვრილი 1-2 მმ;
- საშუალო 2-5 მმ;
- მსხვილი > 5 მმ.

ფორების რაოდენობა ხასიათდება მათი რიცხვით 1 დმ<sup>2</sup>-ზე:

- ცოტა 1-50;
- საშუალო 51-500;
- ბევრი > 500.

### *სიმკვრივე/სიმაგრე*

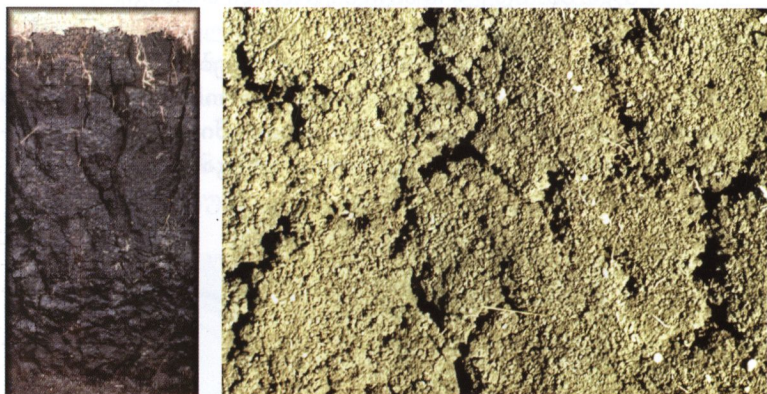
როგორც უკვე აღინიშნა, ნიადაგების აგებულების მეორე მსაზღვრელი სიმკვრივეა (სიმაგრე). ნიადაგების სიმკვრივე ეწოდება მათი წინააღმდეგობის უნარს გარკვეული ძალით დაწოლის მქონე სხეულების მიმართ. საქართველოში, ნიადაგების სიმკვრივეში ნიადაგის მასის სიმაგრე იგულისხმება. ნიადაგის სიმაგრე მისი მკვრივი ფაზის შეჭიდულობის (ბმულობის) ხარისხს გამოსახავს. ნიადაგების სიმაგრე გარეშე მექანიკური ძალისადმი წინააღმდეგობის უნარით იზომება. ნიადაგების სიმკვრივე (სიმაგრე) დამოკიდებულია მექანიკურ შედგენილობაზე, სტრუქტურულანობაზე, შთანთქმულ კათიონებზე, ტენიანობაზე, მექანიკური ელემენტებისა და სტრუქტურული აგრეგატების წყობის ხასიათზე.

სიმკვრივე, აგრონომიული თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანი თვისებაა, გავლენას ახდენს ნიადაგის წვეთი წინააღმდეგობასა და მცენარის დასაფესვიანებლად საჭირო ძალაზე.

## სიმკვრივის განსაზღვრა საველე პირობებში

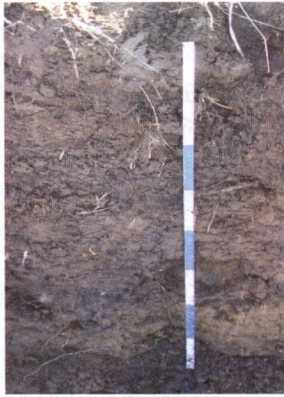
ნიადაგების საველე გამოკვლევის პირობებში გამოყოფენ სიმკვრივის შემდეგ კატეგორიებს:

1. ძალიან მკვრივი (დანიდული) – ასეთი აგებულების ნიადაგის მოსათხრელად იყენებენ წერაქვს ან ლომს (ბარით ვერ ითხრება). მისი ჩამოჭრილი ბელტის ზედაპირი ბზინავს, უსტრუქტუროა ან ბელტოვანი და პრიზმისებრისტრუქტურა აქვს. ძალიან მკვრივი აგებულება ახასიათებთ ბიცობების ილუვიურ ჰორიზონტებს მშრალ მდგომარეობაში. მაღალი სიმკვრივე დამახასიათებელია ეწერების ორტმტინიანი ჰორიზონტებისთვის, დანიდული ნიადაგებისთვის.



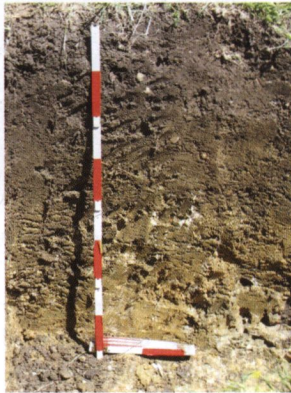
სურ. 54. დანიდული ნიადაგი (“ვერტისოლი”).

2. მკვრივი – ნიადაგი ბარით ძნელად ითხრება, დანა (ან სატეხი) ძნელად აღწევს ნიადაგში 1-2 სმ-მდე ძლიერი ზენოლით. მკვრივი აგებულებით, თიხა და თიხნარი ნიადაგების ილუვიური ჰორიზონტები გამოირჩევა.



სურ. 55. მდელოს შავი ბიცობიანი ნიადაგი.

3. მომკვრივო – ასეთი აგებულების ნიადაგის მასა კარგად არის გასტრუქტურებული, ბარიტ შედარებით ადვილად ითხრება. დანის წვერი ნიადაგში 2 და მეტი სმ-ის სიღრმეზე ჩადის მცირე ზენოლის შედეგად.



სურ. 56. ბარის შავმიწა (მომკვრივო აგებულების).

4. მოფხვიერო – ნიადაგს კარგად გამოხატული სტრუქტურა აქვს, ადვილად ითხრება; ნიადაგური ნაწილაკები ნაკლებად ცვივა ორმოს (ჭრილის) კედლიდან და მასში დანა ადვილად შედის. ბელტი ადვილად იშლება აგრეგატებად.



სურ. 57. მოფხვიერო ნიადაგის ნიმუში

5. ფხვიერი – ასეთი აგებულების ნიადაგს ახასიათებს სტრუქტურულ აგრეგატთა შორის ნაკლები შეკავშირება და კარგად გამოხატული ფორიანობა. დანის ან ბარის შეხებით ნიადაგის მასა ადვილად იფშვნება. ფხვიერი აგებულება შეიმჩნევა ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში ან თიხნარ და თიხა ნიადაგებში, რომელთაც აქვთ კარგად გამოხატული კომპოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა.



სურ. 58. ქვიშიანი ნიადაგის ნიმუში

6. ბნევადი – ბნევადი აგებულების ნიადაგებში მექანიკური ნაწილაკები არ არის შეცემენტებული და ნიადაგის მასა ბნევადობის თვისებით ხასიათდება. ასეთი სიმკვრივე დამახასიათებელია ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგების ზედა (სახნავი) ჰორიზონტებისთვის.



სურ. 59. ბნევადი ნიადაგის ნიმუში

განასხვავებენ ნიადაგების სიმკვრივის/სიმაგრის ორ სახეს:

1. აგებულების სიმკვრივეს ტენიან მდგომარეობაში
2. აგებულების სიმაგრეს მშრალ მდგომარეობაში.

ორივე მაჩვენებელი ველზე განისაზღვრება. აგებულების სიმკვრივეს ადგენენ ტენიანი (ოდნავ ტენიანი) ნიადაგის მასის ხელში გასრესვით და გამოყოფენ შემდეგ გრადაციებს:

1. ბნევადი – ნიადაგის მასა არაბმულია და ბნევადია;
2. ძალიან ფხვიერი – ნიადაგის მასა იშლება ძალიან მსუბუქი მოსრესვით, მაგრამ არ იბნევა;
3. ფხვიერი – ნიადაგის მასა ადვილად იშლება თითებს შორის მსუბუქად ან ზომიერად გასრესვის შედეგად;
4. მკვრივი – ნიადაგის მასა ირღვევა თითებშუა ზომიერი გასრესვის შემდეგ, თუმცა წინააღმდეგობა შესამჩნევია;
5. ძალიან მკვრივი – ნიადაგის მასა იშლება ძლიერი მოსრესვის შემდეგ;
6. განსაკუთრებულად მკვრივი – ნიადაგის მასის მხოლოდ ნაწილი იშლება ძალიან ძლიერი გასრესვის შედეგად;
7. დაწიდული – ნიადაგის ნაწილაკების მჭიდრო განლაგებასთან შეთანხმებაშია აგებულების მაღალი სიმკვრივე.

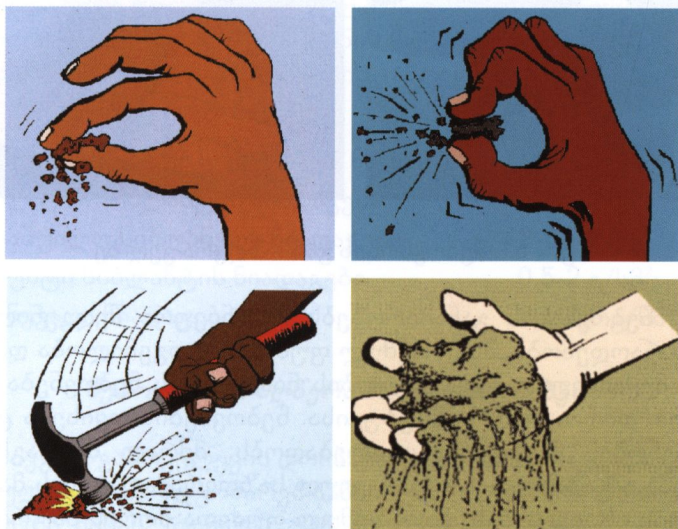
ნიადაგების სიმაგრე განისაზღვრება ჰაერმშრალ მდგომარეობაში და განასხვავებენ შემდეგ გრადაციებს:

1. ფხვიერი (ბნევადი) – ნიადაგის მასა არაბმულია;

2. რბილი – ნიადაგის მასა სუსტად ბმულია და ფხვიერია, თითებს შორის ძალიან მსუბუქი გასრესვით იშლება;
3. ნაკლებად მაგარი – ნაკლებად მდგრადია, გასრესვისას ადვილად იშლება თითებს შორის;
4. მაგარი – ნიადაგის მასა ხელით გასრესვის შემდეგ ძნელად იშლება;
5. განსაკუთრებულად მაგარი – ნიადაგის მასა ხელით გასრესვის შემდეგ არ იშლება.

### კონსისტენცია

ნიადაგების აგებულებასთან უშუალოდ დაკავშირებულია ნიადაგის მასის კონსისტენცია. ნიადაგების კონსისტენცია (კონსისტენცია – ნივთიერების სიმკვრივის ხარისხი) წარმოადგენს თვისებათა ერთობლიობას, რომელსაც ნიადაგი იღებს ზემოქმედების შედეგად და რომელიც უპირველესად მულავენდება ფორმების შეცვლაში წინააღმდეგობის განევის უნარით.



სურ. 60. კონსისტენციის მაგალითები

ნიადაგების კონსისტენცია ძლიერადაა დამოკიდებული მათ მექანიკურ შედგენილობაზე: ქვიშიანი ნიადაგები ვერ ინარჩუნებენ მუდმივ ფორმას დატენიანების დროსაც კი, თიხა ნიადაგები კარგად იღებენ გარკვეულ ფორმებს ტენიანობის დიდ დიაპაზონში. კონსისტენცია ასევე დამოკიდებულია თიხა მინერალების ხასიათზე, შთანთქმის კომპლექსზე, ჰუმუსიანობაზე, ერთნახევარი ჟანგების შემცველობაზე, მაკრო – და მიკროაგრეგირების დონეზე.

ნიადაგების კონსისტენცია მოიცავს წებოვნების და პლასტიკურობის თვისებებს.

### წებოვნება

წებოვნებას უწოდებენ ნიადაგების ნაწილაკების თვისებას გარკვეული ტენიანობის პირობებში მიეწებონ ერთმანეთს და გარეშე სხეულებს (ხე, ლითონი და სხვ.).



სურ. 61. წებოვნობის განსაზღვრა ველზე

წებოვნებას განაპირობებს მექანიკური შედგენილობა, ტენის რაოდენობა, შთანთქმულ ფუძეთა შედგენილობა და სხვ. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგების წებოვნება გაცილებით დიდია, ვიდრე მსუბუქისა. წებოვნების თვისება ტენის რაოდენობის მიხედვით ცვალებადობს. მშრალ ნიადაგს წებოვნება არ ახასიათებს. გარკვეულ საზღვრამდე ტენის მატება ადიდებს ამ თვისებას. შთანთქმულ ფუძეთა შორის ნატრიუმის შემცველობა ტენიან მდგომარეობაში, ნიადაგების წებოვნებას ამაღლებს. ჰუმუსით ღარიბი ნიადაგები მიწებების ნაკლები უნარით გამოირჩევიან. წებოვნება გავლენას ახდენს ნიადაგის წვეთი წინალობის უნარზე. როდესაც წებოვნება ძალიან მაღა-

ლია, მაშინ ნიადაგი დიდ წინააღმდეგობას უწევს დამამუშავებელ მანქანა-იარაღებს. ამიტომ, აუცილებელია მოხვნა ჩატარდეს ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში, რომელიც ნიადაგების მინიმალურ მიწებებას განაპირობებს.



სურ. 62. ნიადაგის დამამუშავება/ხვნა.

წებოვნება იზომება ძალის იმ სიდიდით (გ/სმ<sup>2</sup>), რომელიც საჭიროა ნიადაგების შეწებებული ნაწილაკების ერთმანეთისგან ან მათზე მიკრული გარეშე საგნის მოსაცილებლად. ნიადაგების წებოვნების კლასიფიკაციისთვის გამოიყენება ნ. კაჩინსკის სკალა:

- ძალიან ძლიერი სიბლანტის ნიადაგები > 15 გ/სმ<sup>2</sup>;
- ძლიერი სიბლანტის ნიადაგები 5-15 გ/სმ<sup>2</sup>;
- საშუალო სიბლანტის ნიადაგები 2-5 გ/სმ<sup>2</sup>;
- სუსტი სიბლანტის ნიადაგები 0,5-2 გ/სმ<sup>2</sup>;
- ბნევადი ნიადაგები 0,1-0,5 გ/სმ<sup>2</sup>.

### **წებოვნობის აღწერა საველე პირობებში**

საველე გამოკვლევის დროს ნიადაგების წებოვნება განსაზღვრულ ტენიან მდგომარეობაში აღინერება. მის დასადგენად ნიადაგის მასას, რომლის ტენიანობა მეტია საველე ტენტევადობაზე (ნიადაგის საველე ტენიანობა – გარკვეული დროის მონაკვეთში ნიადაგში არსებული წყლის რაოდენობა), ხელით (თითებს შუა) მოსრესავენ (იხ. სურათი 75) და გამოყოფენ წებოვნების გრადაციებს:

- არანებოვანი – მოსრესვის შემდეგ თითებზე არ რჩება მიწებებული მასალა;
- სუსტად ნებოვანი – თითებს ეწებება უმნიშვნელოდ, მაგრამ ადვილად სცილდება მიკრული მასალა და თითები სუფთა რჩება;
- ზომიერად ნებოვანი ანუ ნებოვანი – ნიადაგის მასის გასრესვის შემდეგ თითებზე რჩება ძნელად მოსაშორებელი მიწებებული მასალა;
- ძალიან ნებოვანი – ნიადაგის მასა ძალიან ნებოვანია, მოსრესვის შემდეგ თითებზე რჩება ძლიერად მიწებებული მასალა, რომელიც ძალიან ძნელად იწმინდება.

### **პლასტიკურობა**

ნიადაგების კონსისტენციის მეორე ტიპს პლასტიკურობა წარმოადგენს. ნიადაგების პლასტიკურობა ეწოდება მათ უნარს, გარეშე ძალის ზემოქმედებით მიიღოს ნებისმიერი ფორმა და ის შეინარჩუნოს ამ ძალის მოხსნის შემდეგაც. პლასტიკურობა დამოკიდებულია ნიადაგების მექანიკურ, მინერალოგიურ, ქიმიურ შედგენილობაზე, ტენიანობაზე და სხვ. რაც მეტია ნიადაგებში თიხის ფრაქცია, მით მეტად მჟღავნდება პლასტიკურობა. ამ თვისებას მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები ნაკლებად ფლობენ. დაბალია პლასტიკურობა ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებში. პლასტიკურობის უნარს ნიადაგები ტენიანობის გარკვეულ შუალედებში ავლენენ. დაბალი ტენიანობის პირობებში ნიადაგები პლასტიკურობის თვისებას მოკლებული არიან. შედარებით მაღალ პლასტიკურობას ფლობენ თიხა ნიადაგები (მაგ. შავმიწები და მდელოს ნიადაგები), ნაკლებად პლასტიკურები არიან თიხნარები, ხოლო ქვიშნარები და ქვიშები - პლასტიკურობას უნარმოკლებული ნიადაგებია.

### **პლასტიკურობის განსაზღვრა საველე პირობებში**

საველე პირობებში პლასტიკურობა განისაზღვრება ნოტიო (ნიადაგის ტენიანობა მეტია საველე ტენტევალობაზე) ნიადაგის მასის ზონარად დასორსლებით. დადგენილია პლასტიკურობის შემდეგი სტადიები:

- არაპლასტიკური – ნიადაგის მასა ზონარად არ სორსლდება;
- ძალიან სუსტად პლასტიკური – ნიადაგის მასა ძნელად სორსლდება და ზონარის სისქე ნაკლებია 8 მმ-ზე;
- სუსტად პლასტიკური – ნიადაგის მასა სორსლდება ზონარად, რომლის სისქე ნაკლებია 3 მმ-ზე, მაგრამ ადვილად დეფორმირდება;
- ზომიერად პლასტიკური ან პლასტიკური – ნიადაგის მასა ადვილად ფორმირდება 1-2 მმ სისქის ზონარად, მაგრამ გარეგანი ზემოქმედებით (მოლუნვა, დაგრეხვა) დეფორმირდება;
- ძალიან პლასტიკური – 1 მმ-ზე ნაკლები სისქის ზონარი ადვილად წარმოიქმნება, დეფორმირდება მხოლოდ ძლიერი ზემოქმედების შედეგად.

ნიადაგების ნებოვნებას და პლასტიკურობას, რომელიც განისაზღვრება მათი შედგენილობის და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების კომპლექსით, მორფოლოგიური თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს, უპირველესად, ნიადაგების სტრუქტურის ფორმირებისთვის. სტრუქტურის მდგრადობა და გამოხატულების ხარისხი უშუალოდაა დამოკიდებული ნიადაგის მასის კონსისტენციაზე. არანებოვანი და ძალიან ნებოვანი ნიადაგები უსტრუქტუროა ან ცუდად გამოხატული სტრუქტურა გააჩნიათ. სუსტად ნებოვანი ან ნებოვანი ნიადაგები კარგად გამოხატული სტრუქტურით და მაღალი ფორიანობით გამოირჩევიან. ძალიან პლასტიკური და სუსტად პლასტიკური ნიადაგები ცუდად ექვემდებარებიან ბუნებრივ ან ხელოვნურ გასტრუქტურებას.

ნიადაგმცოდნეობის ლიტერატურაში, კონსისტენციაში (რომელსაც უფრო ფართო მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე აგებულება) იგულისხმება ნიადაგების უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს დეფორმაციას (დაშლა/დარღვევა) და ნიადაგის მასის ნებოვნება/ბმულობის საზომსაც წარმოადგენს. ნიადაგმცოდნეობის პრაქტიკაში განიხილება კონსისტენციის სხვადასხვა გამოვლინებები: ნებოვნება, პლასტიკურობა, სიფხვიერე, სიმაგრე, მსხვრევადობა (მტვრევადობა), ცემენტაციის ხარისხი. კონსისტენცია განისაზღვრება ნიადაგების ტენიან და მშრალ მდგომარეობაში. ტენიან ნიადაგებში ნებოვნება და პლასტიკურობა ისწავლება, მშრალი ნიადაგების კონსისტენცია კი ხასიათდება სიმყიფით, სიმაგრით,

ზემოქმედებისადმი მაქსიმალური წინააღმდეგობის განევის უნარით, დაშლის (დაკუთხულ ნატეხებად ან ფხვნილისებრ მასად) მეტ-ნაკლებად გამოხატული ტენდენციით. მშრალი ნიადაგების კონსისტენციის დასადგენად ნიადაგის ნიმუშს ხელით ტეხავენ და გამოყოფენ შესაბამის გრადაციებს:

- მსუბუქი – ნიადაგის მასა ძალიან სუსტადაა ბმული და მყიფეა, იშლება ცალკეულ მარცვლებად (ან იფხვნება) ძალიან სუსტი ზემოქმედებით;
- ნაკლებად მაგარი – ზემოქმედებისადმი სუსტ წინააღმდეგობას ამჟღავნებს, თითებს შორის ნიმუში ადვილად იფშვნება;
- მაგარი – ზემოქმედებას ზომიერ წინააღმდეგობას უწევს, ნიმუში ადვილად იფშვნება ხელით, მაგრამ იშვიათად ტყდება თითებს შორის;
- ძალიან მაგარი – გამოირჩევა ზემოქმედებისადმი ძლიერი წინააღმდეგობით, ნიმუში მხოლოდ დიდი ძალდატანების შემდეგ იშლება;
- განსაკუთრებულად მაგარი – ზემოქმედებას ძალიან ძლიერ წინააღმდეგობას უწევს, შეუძლებელია ხელით ნიადაგის ნიმუშის დამტვრევა.

ნიადაგების კონსისტენცია დროში საკმაოდ ცვალებადია და დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგების ტენიანობაზე. ამავდროულად, ის დაკავშირებულია ნიადაგების შედარებით მდგრად (ვიდრე ტენიანობაა) თვისებებთანაც: მექანიკური შედგენილობასთან, შთანთქმის კომპლექსის თავისებურებასთან, ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნაერთების ხასიათთან. სწორედ ამიტომ, ნიადაგების კონსისტენცია მნიშვნელოვან დიაგნოსტიკურ ნიშანს წარმოადგენს.

### **ნიადაგის აგებულების საველე განსაზღვრა**

ნიადაგების საველე მორფოლოგიური აღწერა არ იძლევა ნიადაგების აგებულების ტიპების განზოგადოებულ დახასიათებას, რადგან ამ დროს ახასიათებენ მხოლოდ მის ცალკეულ კომპონენტებს: ფორიანობას, სიმკვრივე/სიმკვრივეს, ნიადაგები კი ერთმანეთისგან ნიადაგის მასის საერთო აგებულებით განსხვავდებიან, რომელიც დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნის ტიპ-

სა და ასაკზე, ნიადაგწარმოქმნელ ქანებზე, ანთროპოგენურ ფაქტორზე.

განასხვავებენ ნიადაგების მასის საერთო აგებულების შემდეგ ტიპებს:

1. ფხვიერი აგებულება – ნიადაგებში ნაწილაკები ან აგრეგატები ერთმანეთთან დაკავშირებული არ არიან ან მათ შორის კავშირი იმდენად არამტკიცეა, რომ ნიადაგის მასა ადვილად იფშვნება მექანიკური ზემოქმედების შედეგად (ამოთხრა, მოხვნა);



სურ. 63. ფხვიერი აგებულების ნიადაგი

2. მკვრივი აგებულება – ნიადაგების ნაწილაკები ან აგრეგატები ერთმანეთთან საკმაოდ მტკიცედ არიან დაკავშირებული, წარმოქმნიან ერთიან მდგრად სხეულს, რომელიც მხოლოდ ძალის გამოყენებით იშლება;



სურ. 64. მკვრივი აგებულების ნიადაგი

3. დაწიდილი აგებულება – უსტრუქტურო ნიადაგების ნაწილაკები და მიკროაგრეგატები ძალიან მტკიცედ არიან შეკავშირებული; წარმოქმნიან ერთიან ბლანტ, გაჯირჯვებულ მასას ტენიან პირობებში, გამოშრობისას კი ძლიერ დანაპრალებული არიან მსხვილ ბელტოვან ან სვეტოვან ერთეულებად;



სურ. 65. დაწიდილი აგებულების ნიადაგი

4. ქვიანი აგებულება – ნიადაგების ნაწილაკები, მიკროაგრეგატები ან კონკრეციები შეცემენტებულია ქვიან მასაში, რომელიც არ იშლება სპეციალური იარაღების/ინსტრუმენტების გამოყენების გარეშე.



სურ. 66. ქვიანი აგებულების ნიადაგები

ნიადაგების აგებულების დასადგენად ველზე ცალ-ცალკე აღინერება მისი თავისებურებანი – ფორიანობა და სიმკვრივე/სიმაგრე. დაწვრილებით ახასიათებენ ფორების ფორმებს, მათ ზომებს, რაოდენობას და ჰორიზონტში განაწილების თავისებურებას (შესაძლებელია ლუპის გამოყენება). დასასრულს მიიღება ჰორიზონტის ფორიანობის ზოგადი დახასიათება. ნიადაგების

სიმკვრივის აღწერისას გამოიყენება დანა (ან სატეხი) და ადგენენ მის კატეგორიებს (ძალიან მკვრივი, მკვრივი, მომკვრივო, მოფხვიერო, ფხვიერი, ბნევადი).

მარტივი საველე ნესების (ძირითადად ორგანოლექტიკური) დახმარებით, განისაზღვრება ნიადაგის მასის (ტენიან მდგომარეობაში) ზოგიერთი ფიზიკურ-მექანიკური თვისება. კერძოდ, ველზე აღინერება ნებოვნების (არანებოვანი, სუსტად ნებოვანი, ნებოვანი, ძალიან ნებოვანი) და პლასტიკურობის (არაპლასტიკური, ძალიან სუსტად პლასტიკური, სუსტად პლასტიკური, პლასტიკური, ძალიან პლასტიკური) პარამეტრები. საველე პირობებში ასევე აღინერება ნიადაგების საერთო აგებულების ტიპები (ფხვიერი, მკვრივი, დანიდული, ქვიანი).

ნიადაგების აგებულების დეტალური რაოდენობრივი შესწავლა წარმოადგენს ლაბორატორიული კვლევის საგანს.

## II.VI. ახალწარმონაქმნები

ნიადაგების პროფილში სხვადასხვა ფორმისა და შედგენილობის ნივთიერებების დაგროვებას - ახალწარმონაქმნები (ახალქმნილებები) ეწოდება. ისინი წარმოიქმნებიან და ილექებიან ნიადაგების ჰორიზონტებში ქიმიური, ბიოლოგიური, ფიზიკური პროცესების, აგრეთვე მცენარეთა და ცხოველთა უშუალო ზემოქმედების შედეგად. ახალწარმონაქმნები მორფოლოგიურად კარგად ჩამოყალიბებული (გამოხატული) ნივთიერებებია, ნიადაგის მასისგან განსხვავდებიან შედგენილობით, აგებულებით და ფორმირდებიან ნიადაგწარმოქმნის პროცესში (ხელახლა წარმოქმნილი).

ნიადაგების ახალწარმონაქმნების კლასიფიკაცია ეფუძნება ორ ძირითად მახასიათებელს: 1) შედგენილობას და 2) ფორმას.

### *ქიმიური შედგენილობის ახალწარმონაქმნები*

ახალწარმონაქმნები, შემადგენელი ნივთიერებების მიხედვით, იყოფიან შემდეგ ძირითად ჯგუფებად:

- ადვილად ხსნადი მარილები ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  და სხვ.);
- თაბაშირი ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2$ );
- კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ );
- რკინის, ალუმინის, მანგანუმის, ფოსფორის უანგები ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ );
- კაჟმინა ( $\text{SiO}_2$ );
- თიხა მინერალები (სილიკატები);
- ჰუმუსიანი ნივთიერებები.

ნიადაგებში ქიმიური ახალნარმონაქმნები (ნარმოდგენილი ადვილადხსნადი მარილებით, თაბაშირით, კალციუმის კარბონატით, კაჟმინით, ჰუმუსიანი და სხვა ნაერთებით) ქიმიური პროცესების შედეგად წარმოიშობიან. ამ დროს წარმოქმნილი ნაერთები შეიძლება დაილექონ წარმოქმნის ადგილზე ან ნიადაგის ხსნართან შერევის შემდეგ გადაადგილდნენ ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებით. შესაბამისად, ქიმიური ნაერთები გამოიყოფიან წარმოქმნის ადგილიდან გარკვეული (ზოგჯერ მნიშვნელოვანი) მანძილის მოშორებით.

### **ახალნარმონაქმნების ფორმები**

ახალნარმონაქმნების მორფოლოგიური სისტემატიკა აერთიანებს ყველა მაკრო, მეზო – და მიკროფორმებს. ახალნარმონაქმნების ფორმები ძალიან მრავალგვარია: ნაოფლარი, ქერქი, ნაფიფქი, კრისტალები, ძარღვები, ფირფიტები, წერტილები (წინწკლები), "ობი" (ცრუმიცელიუმი), თვლები (ხალები), კონკრეციები, მინაგლეხები, ლაქები, ნალენთები, ნანვეთები, ორტ-შტეინები, აფსკები, გამონალექი, ბურცები და სხვ.



სურ. 67. ახალწარმონაქმნების ფორმები

ახალწარმონაქმნებს, როგორც ტიპოლოგიურ ნიშანს (მათი წარმოშობა დაკავშირებულია ნიადაგწარმოქმნასთან), ნიადაგების კლასიფიკაციისთვის დიდი დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვთ. ბევრი ახალწარმონაქმნი დამახასიათებელია ნიადაგის სხვადასხვა (კონკრეტული) ტიპისთვის. მაგალითად, ენერებისთვის – ორტშტინები, ადვილად ხსნადი მარილების ქერქები – მლაშე ნიადაგებისთვის და სხვ.

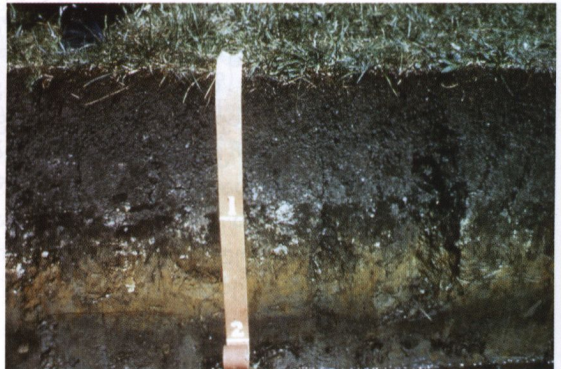
ნიადაგებში, ახალწარმონაქმნების მიხედვით, შესაძლებელია მსჯელობა მათ გენეზისსა და აგრონომიულ თვისებებზე. მაგალითად, ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში მტრედისფერი და ჟანგიანი ლაქების არსებობა იმაზე მეტყველებს, რომ ნიადაგი ფორმირებულია გარკვეული დაჭაობების პირობებში. თუ აღნიშნული ახალწარმონაქმნები თანამედროვე ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგს წარმოადგენს, მაშინ ეს მიუთითებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისთვის ნიადაგის არახელსაყრელ აგრონომიულ თვისებებზე.



სურ. 68. ჟანგიანი და მტრედისფერი ლაქები.

ადვილად ხსნადი მარილების ახალნარმონაქმნები ახასიათებთ ბიცებს (მლაშობებს) და დამლაშებულ ნიადაგებს. ისინი მორფოლოგიური მრავალგვარობით გამოირჩევიან და დამოკიდებულნი არიან მარილების დაგროვების ხარისხზე. ნიადაგებში მარილების ახალქმნილებების ძირითადი ფორმებია: თეთრი ძარღვები, თეთრი წინწკლები, მოთეთრო ნაფიფქები და გამონალექები, იშვიათად - ფსევდომიცელიუმსაც ქმნიან. დამლაშების ხარისხის მიხედვით წარმოიქმნება მარილიანი შრეები და სხვადასხვა სისქის მარილიანი ქერქები.

თაბაშირის ახალნარმონაქმნი დამახასიათებელია მშრალი სტეპის ნიადაგებისთვის. ის საკმაოდ სპეციფიკურია და კარგად გამოიყოფა მაკრო-მორფოლოგიურად. ნიადაგებში ყველაზე ხშირად ვლინდება თაბაშირის წვრილკრისტალური კონკრეციები, მსხვილი კრისტალები, თეთრი ძარღვები.

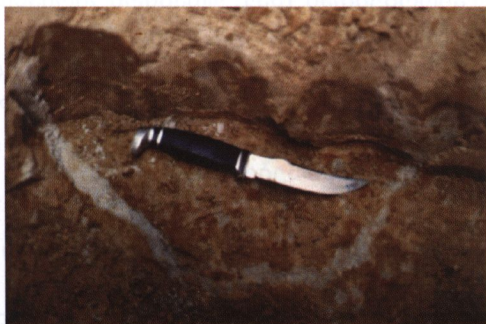


სურ. 69. თაბაშირიანი ნიადაგები

თაბაშირის ახალწარმონაქმნები გავრცელებულია ნეშომპალა-სულფატური ნიადაგების, ბიცების, ბიცობების ქვედა ჰორიზონტებში. ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ნიადაგებში ხშირად გამოიყოფა თაბაშირის ქერქები: “გაჯი”, წვრილკრისტალური ან მსხვილკრისტალური შრეები. თაბაშირის ახლად დალექილი ახალწარმონაქმნები ხასიათდებიან ღია ნაფიფქების და გამონალექების, თეთრი წინწკლების, იშვიათად — თაბაშირის ფსევდომიციელიუმის სახით. უდაბნოს ზოგიერთ ნიადაგს (შუა აზია, ყაზახეთი) თაბაშირის რელიქტური ახალწარმონაქმნი ახასიათებს. თაბაშირი ნიადაგებში იშვიათად გვხვდება კონკრეციების და ბურცების სახით.

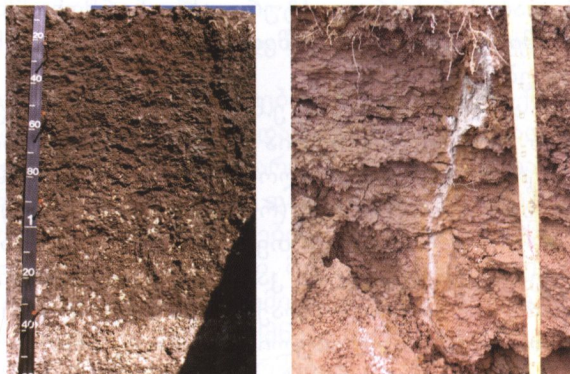
კაჟმინის ახალწარმონაქმნი ე.წ. კაჟმინის მინაფრქვევი, განსაკუთრებით დამახასიათებელია ენერებისთვის, სოლოდებისთვის, გაენერებული და გასოლოდებული ნიადაგებისთვის. ის წარმოადგენს წვრილ მოთეთრო (რუხი-მონაცრისფრო) ნაფიფქს ნიადაგის სტრუქტურული ერთეულების ზედაპირზე. ნიადაგებში ასევე გავრცელებულია კაჟმინის ახალწარმონაქმნების შემდეგი ფორმები: მოთეთრო ლაქები, ენები (სოლები), ნალვენთები. ფართოდაა გავრცელებული კირიან-კაჟმინიანი ქერქი და შრეები, კაჟიან-თაბაშირიანი ახალქმნილის კონკრეციები (იხ. სურათი 84).

ნიადაგებში საკმაოდ გავრცელებულია კარბონატების ახალწარმონაქმნები. ისინი გვხვდებიან სხვადასხვა ბუნებრივ ზონებში, კარბონატული ქანების გავრცელების ადგილებში.



სურ. 70. კაჟიან-თაბაშირიანი კონკრეციები

კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების ახალწარმონაქმნები ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) ფართოდ არის გავრცელებული შავმიწებში, რუხ-ყავისფერ, ყავისფერ და სხვა ნიადაგებში. კარბონატები სხვადასხვა ფორმის ახალქმნილებებს წარმოქმნიან: გამონალექს, ძარღვებს, ნაფიფქს, წინწკლებს, ფსევდომიციელიუმს ("ობს"), ხალებს (თვლებს), კონკრეციებს, კრისტალებს. კარბონატების აღნიშნული ახალწარმონაქმნები ყველაზე ახალგაზრდა ფორმებია.



სურ. 71. კარბონატული ახალქმნილებები

ქერქი, ჯავშანი, შრეები წარმოადგენენ ნიადაგების ძველ-პალეო წარმონაქმნს, რომელიც დაკავშირებულია ნიადაგწარმოქმნის ძველ პირობებთან (მაგ. უდაბნოს კირიანი ქერქი).

კარბონატების ახალწარმონაქმნების ძირითად დიაგნოსტიკურ ნიშანს წარმოადგენს შიშინის (შხუილის) რეაქცია მარილმჟავასთან ურთიერთქმედებისას. კარბონატულობა ნიადაგებში აჩვენებს ნახშირმჟავას მარილების, უპირატესად, Ca და Mg ნახშირმჟავა მარილების არსებობას.

### **კარბონატების განსაზღვრა ველზე**

ველზე კარბონატულობა განისაზღვრება ნიადაგის მასაზე 10 % HCl ზემოქმედებით. როდესაც ნიადაგი კარბონატულია, მაშინ მარილმჟავასთან ურთიერთობისას შიშინებს (შხუის)

და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი ბუშტების სახით. ნიადაგების საველე გამოკვლევებისას, კარბონატებს ანალოგიური მეთოდით საზღვრავენ თითქმის მთელ მსოფლიოში.



სურ. 72. კარბონატების დადგენა ველზე 10 % HCl ზემოქმედებით

ნიადაგის ჰორიზონტებზე 10 % HCl ზემოქმედებით შეიძლება აღინიშნოს შიშინის შემდეგი ვარიანტები: არ შიშინებს, სუსტად შიშინებს, შიშინებს, ძლიერად შიშინებს (აღსანიშნავია, რომ მარილმჟავას ზემოქმედებაზე მაგნიუმის კარბონატები რეაგირებენ გაცილებით სუსტად, ვიდრე კალციუმის კარბონატები).

მე-4 ცხრილში გამოსახულია “ფაო“-ს სტანდარტების შესაბამისად, ნიადაგებში კარბონატების შემცველობის განსაზღვრის (10 % მარილმჟავას ზემოქმედებით) გრადაციები.

ცხრ. 4. კარბონატების შემცველობის განსაზღვრა 10 % მარილმჟავას ზემოქმედებით („ფაო“-ს მიხედვით).

CaCO <sub>3</sub> რაოდენობა %	გრადაციები	CaCO <sub>3</sub> განსაზღვრა 10 % HCl ზემოქმედებით
0	არაკარბონატული	არ შიშინებს;
0-2	სუსტად კარბონატული	შიშინი თვალით არ შეიმჩნევა;
2-10	საშუალოდ კარბონატული	შიშინი თვალით შესამჩნევია;
10-25	ძლიერ კარბონატული	შიშინი თვალით შესამჩნევია, რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ქაფი და ჩნდება ბუშტები;
> 25	უკიდურესად კარბონატული	ძლიერი რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება სქელი ქაფი, ძალიან მზუის და გამოიყოფა დიდი რაოდენობის ბუშტები;

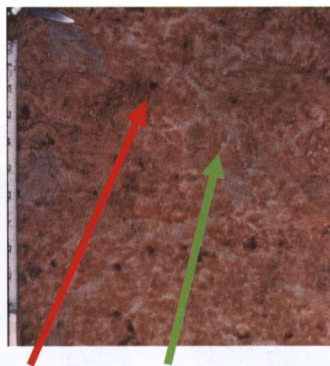
### ერთნახევარი უანგების ახალნარმონაქმნები

რკინის, ალუმინის, მანგანუმის და ფოსფორის უანგების ახალნარმონაქმნები გავრცელებულია წითელმინებში, ყვითელმინებში და ტენიანი სუბტროპიკული ზონის სხვა ნიადაგებში.



სურ. 73. რკინის ჟანგების ახალნარმონაქმნები (ღვეთილები).

თიხიან ნიადაგებში რკინიანი ახალნარმონაქმნები წარმოდგენილია კონკრეციებით, მანგანუმის ახალქმნილებები კი - შავი ლაქების სახით.



სურ. 74. მანგანუმიანი-რკინიანი ახალნარმონაქმნები.

რკინა-მანგანუმიანი ახალნარმონაქმნების ფორმირებაში არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება მცენარეთა ფესვთა სისტემას, მიკროორგანიზმებს, ჰუმუსის მოძრავ ფრაქციებს, რომელთანაც ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება ჰუმუსიანი-რკინიანი და ჰუმუსიანი-მანგანუმიანი ახალნარმონაქმნები.

რკინა-მანგანუმიანი ახალნარმონაქმნების ყველაზე მეტად გავრცელებული ფორმაა კონკრეცია, განსაკუთრებით ჭარბი

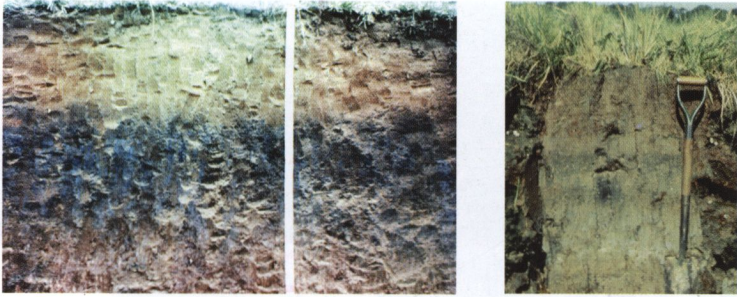
დატენიანების პირობებში. რკინის და რკინა-მანგანუმიანი ახალნარმონაქმნების სხვადასხვა ფორმები დაკავშირებულია ნიადაგნარმონაქმნის განსხვავებულ პროცესებთან. დატენიანების პირობები არსებით გავლენას ახდენენ რკინა-მანგანუმიანი (ორტშტეინების) კონკრეციების ფორმასა და შედგენილობაზე.

მუქი-რუხი რკინა-მანგანუმიანი ორტშტეინები დამახასიათებელია ღრმად გაღებებული კორდიან-ენერებისთვის, მურა მანგანუმ-რკინიანი და რკინიანი ორტშტეინები – სუსტად ლებიანი და ლებიანი ნიადაგებისთვის, მანგანუმიანი-რკინიანი კონკრეციები (ორტშტეინი) და მოწითალო-მურა ფერის წვრილი ძარღვები (ორტზანდები) ტიპურია ისეთი ენერნარმონაქმნის პროცესისთვის, რომელთანაც შეხამებულია ზედაპირული ან გრუნტის დაჭაობება. ერთნახევარი ჟანგებისა და მანგანუმის ჟანგის ახალნარმონაქმნები ხასიათდებიან შემდეგი ფორმებით: ნაოფლარები და ქერქები (ნიადაგების ბზარებისა და სტრუქტურული აგრეგატების ზედაპირზე – ჟანგისფერი ნივთიერებები); ლაქები და ღვეთილები (ჟანგისფერი); რკინის ლოლუები (ნაფესურებში), ნაფიფქი, აფსკები. რკინის და მანგანუმის აღნიშნული ახალნარმონაქმნები გავრცელებულია კარგი ღრენაჟის პირობებში.



სურ. 75. რკინის ლაქები.

რკინის ქვეჟანგის ახალნარმონაქმნები ახასიათებთ ჭაობიან ნიადაგებს. მათი გავრცელებული ფორმებია: აფსკები (მომტრედისფრო), ლაქები (მომწვანო რუხი), ვივიანიტის ნაოფლარები (ლურჯი) და კონკრეციები.



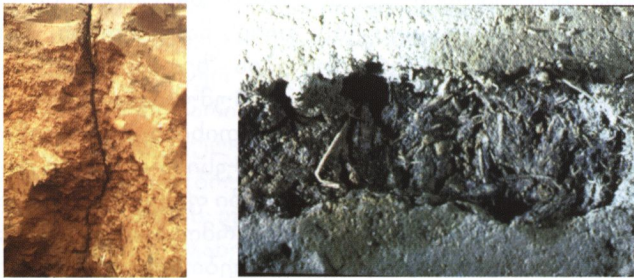
(ა)

(ბ)

სურ. 76. ვივიანიტის ნაოფლარები (ა) და ლაქები (ბ).

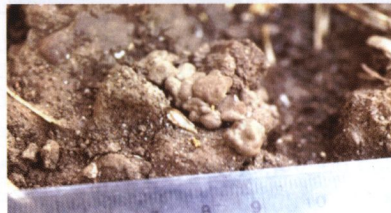
### ბიოლოგიური წარმოშობის ახალქმნილებები

ნიადაგებში განასხვავებენ ბიოლოგიური (მცენარეული და ცხოველური) წარმოშობის ახალქმნილებებს. ბიოლოგიური ახალწარმონაქმნები გამოიყოფა ნაჭიარის, კაპროლიტების, ნაფესურების, ნათხუნელარის სახით. ნიადაგში ცხოველების (თრია, ზაზუნა, თხუნელა და სხვ.) მოძრაობით ჩნდება ახალქმნილი “სოროები”, რომლებიც ამოვსებულია ზემოდან ჩატანილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებებით.



სურ. 77. ნიადაგებში ცხოველური ხვრელები

ჭიაყელებისა და სხვა ჭიების კუჭ-ნაწლავიდან ექსკრემენტების სახით გამოყოფილი ლორწოვანი ნივთიერებები (მცირე გორგლები) ნიადაგის მასას ანებებენ და წარმოქმნიან ე.წ. ზოოლოგიურ ახალქმნილებებს.



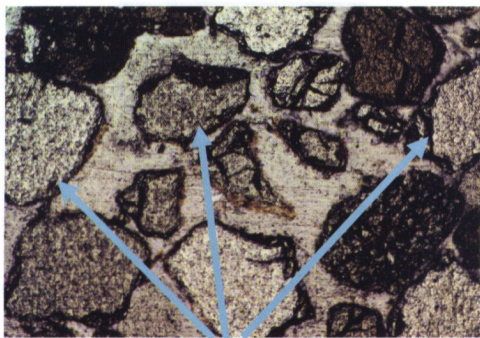
სურ. 78. ჭიაყელები და მათი ექსკრემენტები

თავისებურ ახალწარმონაქმნს წარმოადგენს ფიტოლიტარია – მინერალური ნაერთი, რომელიც წარმოიქმნება მცენარეებში და ორგანული ნარჩენების დაშლის შემდეგ, ნიადაგში რჩება.

### **კუტანები/აფსკები**

თიხა მინერალები წარმოქმნიან სპეციფიკურ ახალწარმონაქმნებს — თიხის აფსკებს, თიხის ნალვენთებს, თიხის ქერქებს სტრუქტურული ერთეულების ზედაპირზე. ნიადაგებში ფართოდაა გავრცელებული თიხიან-ჰუმუსიანი ახალწარმონაქმნები: თიხიან-ჰუმუსიანი აფსკები და თიხიან-ჰუმუსიანი ნალვენთები აგრეგატების ნახსნაგებზე, “ჰუმუსიან-თიხიანი ფესვები” – მილისებრი ფორმის ახალწარმონაქმნი ფესვების გასავალზე.

ორგანული წარმოშობის ახალწარმონაქმნებიდან აღსანიშნავია ჰუმუსის აფსკები და ღვენილები სტრუქტურული აგრეგატის ზედაპირზე პრიალა ლაქებისა და ზოლების სახით. ჰუმუსის ახალწარმონაქმნები განსაკუთრებით დამახასიათებელია სტეპის, უმთავრესად ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგებისთვის (მაგ. შავმიწებისთვის).



სურ. 79. ჰუმუსოვანი აფსკები/კუტანები

ჭაობიან ნიადაგებში გვხვდება ჰუმუსის ორტმტეინიანი მომრგვალებული კონკრეციები. ჰუმუსის ახალნარმონაქმნების ფორმებს ასევე წარმოადგენს: ჰუმუსის ლაქები და სოლები, ჰუმუსის ქერქები (ზოგჯერ რამდენიმე მილიმეტრის სისქის).

დღეისათვის ფართოდ არის გავრცელებული კუტანის ცნება. ახალნარმონაქმნებს, რომლებიც გამოვლენილია აფსკების სახით სტრუქტურული ერთეულების (პედების), ჩანართების, ქვების ზედაპირზე, კუტანები ეწოდება. კუტანი აერთიანებს გამოყენებულ ახალნარმონაქმნების ტერმინებს: თიხიანი აფსკები, თიხიანი ღვეთილები, რკინის ლაქები, რკინიანი აფსკები, მანგანუმიანი აფსკები, კაჟმინის მინაფრქვევები, კარბონატული ცრუმიცელიუმები, ქერქები, ნაფიფქები, მინაგლესები.

კუტანი არის ნიადაგის მასალის ბუნებრივი ზედაპირების აგებულებაში, მექანიკურ შედგენილობაში (ტექსტურაში) და სტრუქტურაში მომხდარი ცვლილება, რომელიც გამონვეულია ნიადაგის ცალკეული კომპონენტების კონცენტრაციით ან პლაზმის შეცვლით (ბრუერის მიხედვით) "in situ". კუტანები დაყოფილია ზედაპირის ფორმის მიხედვით: აგრეგატების კუტანები, ზედაპირის კუტანები, ფორების კუტანები. შედგენილობის მიხედვით განასხვავებენ: თიხიან კუტანებს, ერთნახევარი ჟანგების კუტანებს, მანგანუმის ოქსიდების კუტანებს, კალციუმის კარბონატის, თაბაშირის და წყალხსნადი მარილების კუტანებს, კაჟმინის კუტანებს, რთულ კუტანებს (შედგენილს რამდენიმე მასალისგან).



სურ. 80. წითელი - ჰემატიტისა ( $Fe_2O_3$ ) და გეტიტის ( $FeO(OH)$ ) აფსკები; ყვითელი - გეტიტის აფსკები; ლურჯი - კუტანებს ადგილი არა აქვს

ამერიკის შეერთებულ შტატებში გამოყოფენ ახალწარმონაქმნების ორ კლასს: კუტანებს (აფსკები) და კონკრეციებს. კუტანები აღინერება შემდეგი მაჩვენებლებით: ხარისხი ანუ ნივთიერი შედგენილობა; რაოდენობა (მცირე, საშუალო, ბევრი და ა. შ); გამოხატულება (სუსტი ან ნორმალური და ა. შ); ადგილმდებარეობა (სტრუქტურული ერთეულების ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, ვერტიკალურ ზედაპირზე, ფორებში და ა. შ); ფერი (განისაზღვრება მანსელ ფერთა სკალის მიხედვით).

კონკრეციებში იგულისხმება განსაზღვრული ქიმიური შედგენილობის მაგარი, ადგილობრივი კონკრეციები.



სურ. 81. რკინა-მანგანუმიანი კონკრეციები

ისინი წარმოქმნიან სხვადასხვა სიდიდის, ფორმის და ფერის მარცვლებს ან ბურცებს. კონკრეციები განისაზღვრება შემდეგი გრადაციებით: ნივთიერი შედგენილობა (ბარიუმიანი, კირიანი და ა. შ.); რაოდენობა (ძალიან ცოტა ან ცოტა, ბევრი და ა. შ.); სიმაგრე (თითებშუა გასრესვით ადგენენ: რბილი, გამაგრებული და ა. შ.); ზომა (ძალიან წვრილი, წვრილი, მსხვილი და ა. შ.); ფერი (აღინერება მანსელის ფერთა სკალის მიხედვით).

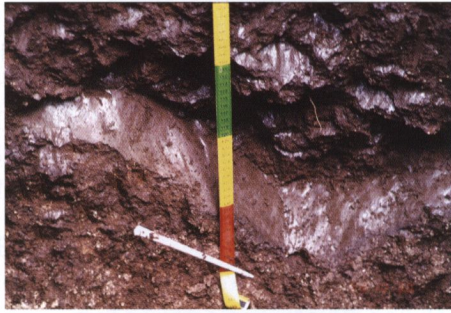
“ფაო”-ს სტანდარტების მიხედვით, კუტანის შეფასება ხდება რაოდენობის, ბუნების, ადგილმდებარეობის, კონტრასტის (გამოხატულების სიმკვეთრე) გრადაციებით.

კუტანის რაოდენობას ადგენენ მის მიერ გადაფარებული აგრეგატების ზედაპირების მიხედვით. მისი რაოდენობის დასადგენად სარგებლობენ ნიადაგის ლაქიანობის, ჩანართების, ახალქმნილებებისა და ხირხატიანობის ხარისხის განმსაზღვრელი ნომოგრამით (იხ. სურათი 43).

• 0 %	არც ერთი;
• 0-2 %	ძალიან მცირე;
• 2-5 %	მცირე;
• 5-15 %	საშუალო;
• 15-40 %	ბევრი;
• 40-80 %	ჭარბი;
• > 80 %	ზეჭარბი.

კუტანის ბუნება აღინერება შემდეგნაირად:

- თიხიანი;
- თიხა და ერთნახევარ ჟანგეულებიანი;
- თიხა-ჰუმუსიანი;
- დატყეპნილი ზედაპირები;
- “სლიქენსაიდები”, ნაწილობრივ გადაკვეთილი;
- “სლიქენსაიდები”, ძლიერად გადაკვეთილი;
- მბზინავი ზედაპირები.



სურ. 82. “სლიქენსაიდები” (გაპრიალებული და ღრმულიანი ზედაპირები, რომლებიც წარმოიქმნება ერთი მასის მეორეზე სრიალით).

კუტანების ადგილმდებარეობის მიხედვით გამოიყოფიან:

- აგრეგატის ზედაპირები;
- აგრეგატის ვერტიკალური ზედაპირები;
- აგრეგატის ჰორიზონტალური ზედაპირები;
- მსხვილი ფრაგმენტები;
- ფენები (თიხის გუნდები);
- სიცარიელები;
- არ აქვს სპეციფიკური ადგილმდებარეობა.

კუტანების კონტრასტულობის მიხედვით აღინერება: სუსტი, განსხვავებული და შესამჩნევი.

### **ახალწარმონაქმნების საველე ანალიზი**

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები ხასიათდებიან მათთვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ახალწარმონაქმნებით, რაც ნიადაგების საველე გამოკვლევების დროს ადვილებს დიაგნოსტიკას და ნიადაგების ტიპების დადგენას. ნიადაგების ჰორიზონტებში ახალწარმონაქმნების საველე ანალიზისას აუცილებელია აღინიშნოს მათი შემდეგი პარამეტრები: ადგილმდებარეობა (აგრეგატებს შიგნით, მათ შორის, აგრეგატების ზედაპირზე, ნაპრალების კედლებზე), ფერი, ფორმა, ზომა, სიმაგრე (ახალწარმონაქმნების საველე მორფოლოგიური აღწერისას გამოიყენება ლანცეტი, ლუპა).



სურ. 83. ნიადაგების საველე კვლევებისთვის საჭირო ხელასაწყობები.

ნიადაგების საველე გამოკვლევებისას ყოველთვის არ ხდება ახალწარმონაქმნების ნივთიერი შედგენილობის დადგენა. ამიტომ, ნიადაგების ახალწარმონაქმნების სრულყოფილი შესწავლისთვის და ნივთიერი შედგენილობის მიხედვით მათი კლასიფიკაციისთვის, საჭიროა ქიმიური და მინერალური ლაბორატორიული ანალიზების ჩატარება.

## II.VII. ჩანართები

- ჩანართები ეწოდება ნიადაგების პროფილში შემთხვევით მოხვედრილ სხეულებს, რომლებიც ორგანული ან მინერალური წარმოშობისაა. ჩანართებს მიეკუთვნებიან, მაგალითად, მოლუსკის ნიჟარები, განმარხებული ცხოველების ძვლები, საყოფაცხოვრებო ნაშთები (აგური, კრამიტი, მინის ნამსხვრევები, ლითონის საგნები), მცენარის ნამარხი ღეროები, არქეოლოგიური ნარჩენები და სხვ. ჩანართები წარმოადგენენ ნიადაგის მასაში კარგად გამოყოფილ მორფოლოგიურ ელემენტებს, რომლებიც გენეზისურად არ არიან დაკავშირებული ნიადაგწარმოქმნის პროცესებთან.



სურ. 84. ჩანართები

- ჩანართებს, მათი ლოკალური გავრცელების გამო, ნიადაგის თვისებების დასადგენად არსებითი მნიშვნელობა არა აქვთ. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში მათ აძლევენ გარკვეულ მნიშვნელობას. ნიადაგების ასაკის განსაზღვრის დროს მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია მათში არსებული ჩანართებით – არქეოლოგიური ნარჩენებით. დამარხულ ნიადაგებში აღმოჩენილია უძველესი ადამიანების მრავალრიცხოვანი სამარხები/სადგომები მრავალფეროვანი იარაღებითა და ნაკეთობებით.



სურ. 85. არქეოლოგიური გათხრებით აღმოჩენილი ჩანართები

ჩანართების სისტემატიკაში გამოიყოფა შემდეგი ჯგუფები:

- ანთროპომორფები – ანთროპოგენური ჩანართები: აგურის ნატეხები, მინის ნამსხვრევები, კერამიკის ნამტვრევები, ლითონის საგნები, ნამარხი ნაშთები, რომლებიც შემთხვევით მოხვედრილია ნიადაგებში და გაფანტულია ჰორიზონტებში.
- ბიომორფები – მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ჩანართები: ცხოველების ძვლები, მოლუსკების ნიჟარები, ფესვების და ღეროების ნამარხი ნაშთები.

### **ფესვების განსაზღვრა საველე პირობებში**

ნიადაგების და მათი ცალკეული ჰორიზონტების ნაყოფიერების მნიშვნელოვან დიაგნოსტიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს მცენარეთა ფესვების რაოდენობა, მათი გავრცელების სიღრმე. სწორედ ამიტომ, საველე კვლევისას, დეტალურად აღინერება მცენარეთა ფესვთა სისტემის განაწილების ხასიათი, რისთვისაც აღინიშნება ფესვების ზომები და რაოდენობა.



სურ. 86. ფესვების არეალი ნიადაგში

ნიადაგების პროფილის საველე მორფოლოგიური ანალიზისას, ნიადაგმცოდნეები ფესვების რაოდენობას ამა თუ იმ ჰორიზონტში ისე აღწერენ, როგორც ამას ხედავენ (ეს ჩანს) ნიადაგის ქრილის კედელზე, რის გამოც, ჩვეულებრივ, გამოიყენება საკმაოდ სუბიექტური კრიტერიუმები.

ფესვების რაოდენობის აღწერისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდეგი სკალა:

არ არის ფესვი/უფესვო	ფესვები არ ჩანს ჭრილის კედელზე;
ერთეული ფესვები	1-2 ხილვადი ფესვი (1 მმ სისქის);
იშვიათად ფესვები	3-7 ფესვი ჩანს (1 მმ სისქის);
ცოტა ფესვი	7-15 (1 მმ სისქის) ხილვადი ფესვი;
ბევრი ფესვი	ჭრილის კედლის თითოეულ კვადრატულ დეციმეტრზე არის რამდენიმე ფესვი;
ხშირი ფესვები	ფესვები ქმნიან ერთიან/მთლიან კარკასულ ქსელს;
კორდი	ჰორიზონტის მოცულობის 50 %-ზე მეტს ფესვები შეადგენენ.

ფესვების ზომების (მმ-ით) დეტალური დახასიათებისთვის გამოიყენება შემდეგი მაჩვენებლები:

ბუსუსა ფესვები	< 0,1 მმ;	საშუალო ფესვები	5-10 მმ;
უნვრილესი ფესვები	0,1-1 მმ;	მსხვილი ფესვები	> 10 მმ;
ძალიან წვრილი ფესვები	1-2 მმ;		
წვრილი ფესვები	2-5 მმ.		

ფესვებს აღწერენ რაოდენობის (არ არის ფესვი, ძალიან ცოტა ფესვი, ცოტა ფესვი, ჭარბი ფესვები, ბევრი ფესვი), ზომების (წვრილი, საშუალო, მსხვილი და მათ შორის გარდამავალი კლასები), მდებარეობის/განლაგების (ბზარებში, ჩამონაცვენში/საფენში, სტრუქტურულ აგრეგატებს შორის, მთელ ჰორიზონტში თანაბრად) მიხედვით.

“ფაო“-ს სტანდარტების შესაბამისად, ნიადაგების პროფილში ფესვების განაწილების ზოგადი დახასიათებისთვის საკმარისია: ა) ფესვების რაოდენობისა და ბ) ზომების აღწერა. ფესვების რაოდენობა ველზე იზომება კვადრატულ დეციმეტრებში (დმ<sup>2</sup>).

ა) ფესვების რაოდენობის მაჩვენებლები:

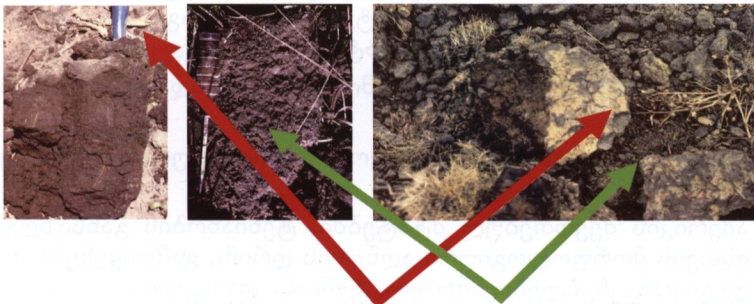
არ არის	0
ძალიან ცოტა	1-20 დმ <sup>2</sup>
ცოტა	20-50 დმ <sup>2</sup>
საშუალო	50-200 დმ <sup>2</sup>
ჭარბი	> 200 დმ <sup>2</sup>

ბ) ფესვების ზომების აღწერისას გამოიყენება შემდეგი გრადაციები:

	დიამეტრი (მმ-ით)
ძალიან წვრილი ფესვები	<0,5
წვრილი ფესვები	0,5-2
საშუალო ფესვები	2-5
მსხვილი ფესვები	>5

## II.VIII. ტენიანობა

ნიადაგების პროფილების მორფოლოგიური აღწერის დროს, საჭიროა ვიზუალურად განისაზღვროს ტენიანობა, რომელიც ფასდება ცალკეული ჰორიზონტის ტენიანობით, რაც საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს მთლიანი პროფილის დატენიანების ხარისხს. მორფოლოგიური აღწერისას ნიადაგების აღნიშნული ტენიანობა არ წარმოადგენს დიაგნოსტიკურ თვისებას, რამდენადაც, უმრავლეს შემთხვევაში, მნიშვნელოვნად და სწრაფად ცვალებადობს დროში. მიუხედავად ამისა, საველე აღწერის დროს, ნიადაგების ტენიანობის მითითება ძალიან მნიშვნელოვანია სხვა მორფოლოგიური ნიშნების სწორი ინტერპრეტაციისთვის. ნიადაგების ფერი, სტრუქტურა და აგებულება ტენიანობის შესაბამისად იცვლება, ამიტომ, ტენიანობის განსაზღვრას მორფოლოგიური ნიშან-თვისებების სწორი დადგენისთვის, დიდი მნიშვნელობა აქვს.



სურ. 87. ნიადაგის მშრალი და ნოტიო ნიმუშები

## ტენიანობის საველე აღწერა

ტენიანობის საველე აღწერისას შეიძლება გამოყენებულ იქნას შემდეგი კრიტერიუმები:

- მშრალი ნიადაგი – ხელის შეხებით ტენი არ იგრძნობა, გამოშრობისას არ ღიავდება და წყლის დამატებით მუქდება; ქვიშიანი ნიადაგის ნიმუში თითებშუა მოსრესვით იშლება ცალკეულ მარცვლებად, თიხნარი და თიხიანი ნიადაგი მტვერიანდება ან იშლება სხვადასხვა ზომის მაგარ კოშტებად, ხელს არ აცივებს;
- მონესტიანო ნიადაგი – არ მტვერიანდება თითებშუა მოსრესვით, ხელის შეხებისას სიგრილე იგრძნობა. ქვიშიანი ნიადაგი იშლება მარცვლებად და არამტკიცე აგრეგატებად; თიხნარი და თიხიანი ნიადაგები იშლება მსუბუქ კოშტებად. გამოშრობისას უმნიშვნელოდ ღიავდება, წყლის დამატებით მუქდება.
- ნესტიანი ნიადაგი – თითების შეხებით სინესტე იგრძნობა და ნიადაგი ატენიანებს ფილტრის ქალაღს. გამოშრობისას მნიშვნელოვნად ღიავდება, წყლის დამატებით არ მუქდება. ქვიშა ნიადაგი ბმულია და არ იშლება თავისუფლად ცალკეულ მარცვლებად, ხელში მოსრესვით არ ინარჩუნებს მინიჭებულ ფორმას. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები ხელს აცივებს შეხებისას და მოსრესის შემდეგ ინარჩუნებს მინიჭებულ ფორმას.
- ტენიანი ნიადაგი – ხელის შეხებით ტენი იგრძნობა, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგი ბმულია, თითებშუა მოსრესით არ იშლება. თიხნარი და თიხა ნიადაგები თითებს შორის მოსრესით იზილება და კარგად იღებს სხვადასხვა ფორმას, ეკვრის თითებს. ტენიანი ნიადაგი გამოშრობის დროს ღიავდება, წყლის დამატებით არ მუქდება.
- სველი ნიადაგი – თითებშუა მოსრესით ნიადაგის ნიმუშებიდან
- წყალი მოჟონავს (წყალი მოჟონავს ნიადაგური ჭრილის კედელზეც).
- ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ტენიანობის განსაზღვრისთვის მორფოლოგიური აღწერის დროს, გამოიყენება შემდეგი მაჩვენებლები: მშრალი, ტენიანი და სველი.
- “ფაო“-ს სტანდარტების მიხედვით, საველე პირობებში გამ-

ოიყოფა ტენიანობის შემდეგი კრიტერიუმები:

- ძალიან მშრალი – ნიადაგის ნიმუში მაგარია, ძნელად ისრისება ხელით, დასველების შემდეგ იღებს ძალიან მუქ ფერს;
- მშრალი – ნიადაგის ნიმუში არ მტვრიანდება, ხელით ძნელად ისრისება, დასველებით მისი ფერი მუქდება;
- სუსტად ტენიანი – ნიმუში არ არის მტვრიანი, დასველების შემდეგ ოღნავ მუქდება, ხელში ადვილად ისრისება;
- ტენიანი – ნიადაგის ნიმუში იწებება, თითების შეხებით იგრძნობა ტენი, ხელს აცვივებს, სუსტად ბზინავს, დასველებით ფერს არ იცვლის, ხელში ადვილად ისრისება;
- სველი – ნიადაგის ნიმუშის გატეხვის შემდეგ წყლის წვეთები ჩანს, დასველებით ფერს არ იცვლის;
- ძალიან სველი – ნიადაგის ნიმუშზე ჩანს წყლის წვეთები, დასველების შედეგად ფერს არ იცვლის.

საველე პირობებში ტენიანობის განსაზღვრა იძლევა ხარისხობრივ, ყველაზე მიახლოებით მნიშვნელობებს (რაც სრულიად საკმარისია მორფოლოგიური ანალიზის მიზნისთვის), რომლებიც შეიძლება გათვალისწინებულ იქნას სხვა დიაგნოსტიკური/მორფოლოგიური თვისებების (ფერი, სტრუქტურა, აგებულება) დასადგენად. აღსანიშნავია, რომ კულტურული მცენარეების ზრდა-განვითარებისთვის ყველაზე მეტად ოპტიმალურია მონესტიანო და ნესტიანი ნიადაგები.

ნიადაგების საველე მორფოლოგიური ანალიზის დროს, ნიადაგების ტენიანობა ზოგადად აღინერება და მისი რაოდენობრივი მაჩვენებლების მისაღებად აუცილებელია ლაბორატორიული ანალიზური გამოკვლევების ჩატარება.

## **Soil Morphology** **(Short review of Guideline)**

Macro morphological characteristics of soils are outlined in the Guideline. This is one of the important issues because according to these characteristics soils differ from each other as well as from other natural bodies. Data of soil morphological description define its genesis, classification and agronomic properties. Determination of soil morphological characteristics under field conditions has great practical value.

Modern approaches and International standards of morphological characteristics have been also introduced in the Guideline which is a novelty for Georgian soil scientists and for other professionals as well. The main chapter of the guideline includes many illustrations (provided by prof. R. Weismiller, UMD) that can help the readers visually to understand the issues described.

The guideline consists of 3 chapters and a number of subchapters. In the first chapter, issues are briefly described that are related to a complete investigation of soils under field conditions such as:

- Pre-investigation activities (setting purpose/objectives, preparation and recognition of cartographical materials and etc);
- Information about the soil profile and its types;
- The rules for taking samples from the soil profile;
- Equipment needed during the soil investigation;
- Description of soil profile under field conditions and at the same time the importance of a field formulary;
- Description of soil morphological signs by code systems and its importance;
- Determination of some chemical (pH;  $\text{CaCO}_3$ , readily soluble salts) and physical (texture, structure, bulk density) soil properties in the field;

Soil formation factors (such as climate, landform, parent material,

biosphere, time/age, and human activity) are outlined in the second chapter. The soil is a final product of different soil forming factors; therefore it is necessary to study these factors and their influence on soil properties while studying soil genesis, their use and protection in agriculture.

Chapter 3 includes the field description of soil morphologic characteristics in detail (profile composition, color/coloring, texture, structure, configuration, neoformations, nodules, humidity) according to both, traditional and modern standards:

**The soil profile composition** reflects a common feature of soil formation and shows also the changes in morphologic characteristics from the surface to deeper horizons over the whole profiles. The soil profile composition informs about the character of soil formation processes. However, profiles of various types of soils are different. The difference between profiles means also differences in the types of soils that create the soil cover of the earth, i.e. the pedosphere.

The subchapter outlines the types of profile composition, diversity of soil profiles and their horizons. Here, we also analyze the symbols of genetic horizons developed by the V. Dokuchaev Institute of Soil Science, (Pochvennaya Sjomka, 1959), as well as the international system of horizon symbols used at the world wide level, e.g. developed by the US Department of Agriculture (USDA 1951; FAO, 1967). The subchapter also includes the main types (organogenic, eluvial, illuvial etc) and subtypes (peaty, turfy, podzolic, illuvial-accumulative, illuvial-clayey etc.) of genetic horizons as well as the diagnostic horizons of the WRB (mollic, umbric, histic, gleic, calcic etc.) including corresponding illustrations. The subchapter also includes issues related to the definition of horizon boundaries and their forms reflecting the character of transition between horizons in a profile through the forms of the boundaries. We give a detailed description of simple and complex types of profiles and field research conducted on profile composition.

**Soil color or coloring** is one of the most significant morphological

signs. Soil color means not only coloring but it also involves the character of colors distribution within a soil profile or a separate horizon. Soil color reflects peculiarities of soil formation and as one of the main diagnostic signs that indicates the processes going on in a soil.

The subchapter also describes an agronomic significance of color and methods of its identification under field conditions. For this purpose, we introduce “Munsell color chart” which is a novelty for students of Bachelor’s and Master’s degree courses. To identify the character of soil coloring (mottling) we use internationally recognized schemes and gradations (size, amount, contrast, etc) (USDA, 1951; FAO, 1967).

**Soil texture**, as one of the morphological signs, has a great practical significance. It influences air and temperature regimes of the soil and its ability of adsorption. The content of nutrients in soils is also in direct relation to the texture of the soil. This influences on the rules of soil cultivation and application of fertilizers.

The subchapter also outlines classifications of mechanic elements (classifications developed by Kachinsky and scientists of the International Society of Soil Sciences), the descriptions of mechanic fractions and the methods of soil texture identification under field conditions. It also includes some of the organoleptic methods of identification of soil texture (FAO, 1990; H. P. Blume, 1995).

**Soil structure** is an essential characteristic of the soil morphology in order to determine its genesis and practical use.

The subchapter also describes the morphology of structural units (size, shape), being recognized as international standard (with less significant changes). It also gives classifications of structures developed by S. Zakharov and the American school. The subchapter also deals with the factors of structure-formation and the issues of its agronomic significance, where the diagnostic indicators of structural aggregates are analyzed in accordance with the American and FAO standards

(USDA, 1951; FAO, 1967) during the description of soil research conducted under field conditions.

**Soil configuration**, as one of the morphological signs, is a reflection of soil density and porosity. Soil configuration has a great industrial and practical importance which conditions the amount of the fuel to be necessary for soil cultivation, as well as the strength required for plant rooting and seed germination etc.

The subchapter gives a definition of the soil porosity and density as well as their agronomic significance. It also describes various types of soil configuration (weakly-porous, porous etc), and porosity. To identify sizes and numbers of pores we introduce the gradations of the American school. The subchapter also gives the categories of density (solid, loose etc) with corresponding illustrations. It also outlines properties of soil consistence plasticity and stickiness as well as methods of their identification under field conditions.

**New formations** are morphologically well-developed substrates which differ from the soil body in composition, which was formed in the process of soil formation.

The subchapter describes neoformations of chemical components (easily soluble salts, carbonates, sesquioxides etc) and its biological origin. Their forms are also analyzed. It also gives the field research gradations of identifying carbonate according to FAO standards (by application of 10 % hydrochloric acid) and indexes specific new formations i.e. cutans (quality or substance composition; amount, expression (weak or normal, etc); location).

**Nodules** are bodies that appear in soil profile by accumulation. They often have an organic and/or a mineral origin. Nodules of mineral origin are stones, pebbles, mollusk shells. Organic nodules are plant roots, bones of buried animals, fossil plant stalks etc.

The subchapter includes detailed description of different groups of

nodules and their importance. It also includes the description of roots and skeleton. Their field description gradations are given according to FAO standards.

**Determination of moisture** under field conditions, both in national and foreign soil science, gives qualitative and the most closer definitions (serving the purposes for morphologic analysis), that can be used for identification of other diagnostic/morphological properties (color, structure, configuration). In order to receive quantitative indexes of moisture it is necessary to perform lab tests.

The subchapter also includes criteria for the field description of moisture according to both traditional and FAO standards.

ბამოყენებული ლიტერატურის სია:

1. გ. ტალახაძე, თ. ურუშაძე, ი. ანჯაფარიძე, კ. მინდელი, ი. ცომაია. საველე ნიადაგმცოდნეობა. გამომც. "საქართველო", თბილისი, 1990.
2. თ. ურუშაძე. საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. მეცნიერება, თბილისი, 1997.
3. თ. ურუშაძე, რ. კირვალიძე. ნიადაგდაცვითი საფუძვლები. სსს-ის სტამბა. თბილისი, 1984.
4. შ. ფალავანდიშვილი, თ. ურუშაძე, თ. ქვრივიშვილი, დ. ჯაში. ნიადაგის ეკოლოგია, ბათუმი-თბილისი, 2009.
5. ნიადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა84. თბილისი, 2005.
6. ნიადაგების საველე კვლევის სახელმძღვანელო. ფაოსა და გერმანული სტანდარტების მიხედვით. თბილისი, 2006.
7. ო. ონიანი, რ. პეტრიაშვილი. ნიადაგმცოდნეობისა და აგროქიმიის განმარტებითი ლექსიკონი. გამომც.: "საბჭოთა საქართველო", თბილისი, 1981.
8. საქართველოს ნიადაგები. გამომც. "განათლება", თბილისი, 1983.
9. საქართველოს ნიადაგების ატლასი. გამომც. "განათლება", თბილისი, 1984.
10. Ганжара, Н.Ф. Борисов Б.А., Башбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. Изд.-во:..Агроконсалт., М. 2002.
11. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. Изд.-во:..Владос ,, М. 2001.
12. Михайлов И.С. Морфологическое описание почвы. Изд.-во:..Наука., М. 1975.
13. Новиков А. Е. Жизнь почвы Изд.-во:.,Колос., М. 1968.
14. Память почв. изд ЛКИ, Москва, 2008.
15. Почвоведение под редакцией И.С. Кауричева. Изд.-во:..Колос., М.1975,495 ст.

16. Розанов Б. Г. Морфология почв. Изд.-во: Московского университета, М. 1983.
17. Толковый словарь по почвоведению. Под редакцией А. А. Родс. Изд.-во: „Наука“, М. 1975.
18. Duchaufour P. Ecological atlas of soils of the World. Masson publishing USA, 1978.
19. FAO. Guidelines for soil profile description. Multygraphica. Roma, 1967.
20. Nachtergaele F. New developments in soil classification: the world reference base for soil resources, 2002.
21. Rossiter D. Lecture notes. Principle of soil classification. 2001.
22. U. S. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. – Soil Survey Manual. Handbook, 1951, #18.
23. World Reference base for soil resources #84, FAO, Rome, 1998.
24. World Reference base for soil resources #103, FAO, Rome, 2006.

## სარჩევი

წინასიტყვაობა.....	3
From Editor.....	5
რედაქტორისაბან .....	7
შესავალი.....	9
თავი I	
ნიადაგნარმომქმნელი ფაქტორები.....	20
I.I. კლიმატი.....	21
I.II. რელიეფი.....	27
I.III. ნიადაგნარმომქმნელი ქანები .....	32
I.IV. ბიოლოგიური ფაქტორი .....	38
I.V. დრო/ხნოვანება.....	43
I.VI. ადამიანის ხანარმოო საქმიანობა .....	46
თავი II.	
ნიადაგის მაკრომორფოლოგიური ნიშნები.....	50
II. I. შენება.....	52
ჰორიზონტის საზღვრის თავისებურებანი და ფორმები.....	76
პროფილის შენების საველე გამოკვლევა .....	84
II.II. ფერი .....	86
ფერის განსაზღვრა მანსელის ფერთა სკალით.....	89
ნიადაგის შეფერილობის ხასიათი .....	92
ლაქების შეფერილობა აღინერება მანსელ ფერთა სკალის გამოყენებით .....	94
II.III. მექანიკური შედგენილობა.....	95
მექანიკური ელემენტების კლასიფიკაცია.....	96
მექანიკური ფრაქციების დახასიათება.....	99
საველე პირობებში მექანიკური შედგენილობის დადგენა ....	103
ხირხატის განსაზღვრა საველე პირობებში .....	109
II.IV. სტრუქტურა.....	110

სტრუქტურული აგრეგატების/ერთეულების მორფოლოგია .....	112
სტრუქტურანარმოქმნის ფაქტორები .....	115
სტრუქტურის აგრონომიული მნიშვნელობა .....	117
სტრუქტურის საველე გამოკვლევა .....	120
<b>II.V. აგებულება .....</b>	<b>122</b>
ფორიანობა.....	122
ფორიანობის განსაზღვრა საველე პირობებში .....	125
სიმკვრივე/სიმაგრე .....	126
სიმკვრივის განსაზღვრა საველე პირობებში .....	127
კონსისტენცია.....	131
ნებოვნობის აღწერა საველე პირობებში.....	133
პლასტიკურობა.....	134
პლასტიკურობის განსაზღვრა საველე პირობებში .....	134
ნიადაგის აგებულების საველე განსაზღვრა .....	136
<b>II.VI. ახალნარმონაქმნები' .....</b>	<b>139</b>
ქიმიური შედგენილობის ახალნარმონაქმნები.....	139
ახალნარმონაქმნების ფორმები .....	140
კარბონატების განსაზღვრა ველზე .....	144
ერთნახევარი ჟანგების ახალნარმონაქმნები .....	146
ბიოლოგიური წარმოშობის ახალქმნილებები .....	149
კუტანები/აფსკები .....	150
ახალნარმონაქმნების საველე ანალიზი .....	154
<b>II.VII. ჩანართები .....</b>	<b>155</b>
ფესვების განსაზღვრა საველე პირობებში.....	157
<b>II.VIII. ტენიანობა .....</b>	<b>159</b>
ტენიანობის საველე აღწერა .....	160
Soil Morphology (Short review of Guideline).....	162
გამოყენებული ლიტერატურა .....	167



[www.mignobari.ge](http://www.mignobari.ge)

დაიბეჭდა შპს „მნიგნობარის“ სტამბაში

0102, ქ.თბილისი, დ. აღმაშენებლის გამზ. №40