

სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მ.ჭანიშვილი,ზ.ტყეზურავა, გ.ბუცხრიკიძე

საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში

თბილისი-2017 წელი

წინასიტყვაობა

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე პირობებში ინტენსიურად იზრდება სამეცნიერო ინფორმაციის რაოდენობა. ახალ ღირებულებებს იძენს დაგროვილი ცოდნა და ერთდროულად ხდება მისი სწრაფი განახლება. ამ პირობებში აუცილებელია მომზადდეს მაღალკვალიფიციური კადრები, რომელთაც ექნებათ ზოგად მეცნიერული და პროფესიული მომზადების მაღალი დონე. ქართულ ენაზე ასეთი სახელმძღვანელო „საცდელი საქმის მეთოდის საფუძვლები“ 1963-1973 წელს ქართულ ენაზე, გამოიცა ს/მ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ კორესპოდენტის, პროფესორ შალვა თომას ძე ჭანიშვილის მიერ. ხოლო საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში“ დამხმარე სახელმძღვანელოს სახით შ. ჭანიშვილისა და შ. მთვარელიშვილის თანაავტორობით. ამ ხნის განმავლობაში სახელმძღვანელოს ინტერესი არ დაუკარგავს. ის შეტანილია მაგისტრებისა და დოქტორანტების სასწავლო პროგრამაში. აქედან გამომდინარე, საჭიროება დადგა წიგნის განახლებული ვარიანტის გამოცემისა. განახლებული სახით გამოცემის თანხმობაზე მივმართეთ, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორს, ბატონ შალვა ჭანიშვილის შვილს,- ბატონ შოთა შალვას ძე ჭანიშვილს. მან უდიდესი მადლიერება და გულისხმიერება გამოხატა განახლებული წიგნის გამოცემასთან დაკავშირებით.

სახელმძღვანელო შედგენილია აგრონომიის დამტკიცებული პროგრამის შესაბამისად. წიგნში განხილულია, მინდვრის ცდების ჩატარების თეორიული და პრაქტიკული საკითხები, მათემატიკური სტატისტიკის საფუძვლები, რიცხოზრივი მასალის დამუშავების მეთოდები. მოცემულია სავარჯიშო მაგალითები, რომლებმაც სტუდენტს უნდა გაუადვილოს განხილული მასალის პრაქტიკულად გამოყენება, ეს კი ხელს შეუწყობს სტუდენტებს (მაგისტრებსა და დოქტორანტებს) სხვადასხვა ღონისძიებების შეფასებისას სტატისტიკური მეთოდების გამოყენების აუცილებლობის უნარ-ჩვევების გამომუშავებაში. წიგნი მთლიანად განახლებულია ს/მ დოქტორ ზ. ტყეშელაშვილის მიერ, ხოლო მასში დამატებულია პროფ. გ. ბუცხრიკიძის მიერ შედგენილი, საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა და საზღვრების ფიქსირება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით. სახელმძღვანელო ეძღვნება ბატონ შალვა თომას ძე ჭანიშვილის ხსოვნას.

სახელმძღვანელო განხილულია და რეკომენდებულია გამოსაცემად საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის დარგობრივი კომისიის მიერ, ოქმი N 1 18 იანვარი 2017 (წ).

ISBN 978-9941-27-020-8

გამომცემლობა: ი/მ პაატაჩხრაძე, თბილისი. კეკელიძის N 1

შესავალი

საცდელი საქმე ეწოდება სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას, რომელსაც ატარებენ სასოფლო-სამეურნეო სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებანი - უნივერსიტეტები, საცდელი სადგურები და აგრეთვე წარმოების მუშაკები-მცდელები, რათა ხელი შეუწყონ სოფლის მეურნეობის შემდგომ პროგრესს. ამ მიზნით ისწავლება სასოფლო-სამეურნეო მიწების მაღალეფექტური გამოყენების წესები. წარმოების ორგანიზაციისა და ეკონომიკის საკითხები, თესლობრუნვები, სასოფლო სამეურნეო კულტურების ახალი ჯიშები, ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდების სისტემები, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გამოყენების აგრონომიული საკითხები, ენერჯის სხვადასხვა წყაროს რაციონალური გამოყენების მეთოდები მემცენარეობასა და მეცხოველეობაში და სხვ. მიწათმოქმედებაში საცდელი საქმე მიზნად ისახავს უზრუნველყოს, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობისა და ნიადაგის ნაყოფიერების განუხრელი ზრდა, მოსავლის ხარისხის გაუმჯობესება და პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება.

საცდელი საქმე აგრონომიულ მეცნიერებათა საფუძველია, რადგან მათი განვითარება დამოკიდებულია დაკვირვებებითა და ექსპერიმენტებით შემენილი ცოდნის თეორიულ და პრაქტიკულ განზოგადებაზე. ამისათვის ტარდება სხვადასხვა გამოკვლევა მეცნიერებისა და პრაქტიკის მიერ დასახული საკითხების გადასაწყვეტად. ამ საკითხების დროული და მაღალი სიზუსტით გადაწყვეტა კი შესაძლებელია შესაფერისი მეთოდიკის დაცვის შემთხვევაში, რომელიც ისწავლება საცდელი საქმის სპეციალურ დარგში - საცდელი საქმის მეთოდიკა. მისი ამოცანაა როგორც საკუთრივ აგრონომიული სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის მეთოდების - მინდვრის ცდის, სავეგეტაციო ცდის, ლიზიმეტრული გამოკვლევების შემდგომი განვითარება და სრულყოფა, ასევე მომიჯნავე მეცნიერებების-ქიმიის, ფიზიკის, მიკრობიოლოგიის, მათემატიკის, ვარიაციული სტატისტიკის და სხვა მეთოდების გამოყენების საკითხების შესწავლა აგრონომიული კვლევა-ძიებისათვის.

საცდელ საქმეში გამოყენებულია ლოგიკური მეთოდები, როგორცაა: ანალიზი, სინთეზი, დედუქცია, ინდუქცია.

ანალიზი ნიშნავს რომელიმე რთული საგნის ან მოვლენის დანაწევრებულად შესწავლას, **სინთეზი** კი შესწავლას ურთიერთმოქმედების პირობებში, მთლიანობაში; **დედუქცია** არის ზოგადი ცოდნის გავრცელება კონკრეტულ, ცალკეულ საგნებზე, ხოლო **ინდუქცია** ცალკეული, კერძო შემთხვევების განზოგადება. მათი საშუალებით მკვლევარი აფართოებს თავის ცოდნას, უკეთ შეიცნობს საგნებსა და მოვლენებს. აგრონომიული კვლევა წარმოებს **დაკვირვებებისა** და **ცდების** საშუალებით, დაკვირვება ნიშნავს ფიქსირებულ ყურადღებას საგნების შესასწავლად იმ მდგომარეობაში, რომელშიაც ისინი იმყოფებიან, ასე მაგალითად, ადამიანი აკვირდება და აღრიცხავს მეტეოროლოგიურ მოვლენებს - ტემპერატურას, ნალექს, ქარს, სეტყვას, სასოფლო სამეურნეო კულტურის ქვეშ შეტანილი მინერალური სასუქების, ინსექტიციდების, ფუნგიციდების მოქმედებას მცენარეზე და მოსავალზე და სხვ. გარეგნულად თვალსაჩინო ფაზებს (ფენოლოგიური დაკვირვებანი), დასარეგლიანების დინამიკას, სხვადასხვა მავნებელ-დაავადებების გავრცერლებას და სხვ. ექსპერიმენტი, ანუ ცდა მეცნიერული გამოკვლევების მეთოდია. ამ მეთოდით მკვლევარი სწავლობს კავშირს ცვალებად მოვლენებს შორის, რომელთაგან ერთს ან რამდენიმეს ცვლის ხელოვნურად დასახული ამოცანიდან გამომდინარე, დანარჩენების ცვალებადობა კი ისწავლება ამ უკანასკნელთან დაკავშირებით. მაგალითად, ჯიშთა გამოცდის დროს ცვალებადი ფაქტორია სხვადასხვა, ცდის ამოცანის შესაბამისად შერჩეული ჯიში, ხოლო მასთან დაკავშირებული ცვალებადობა - მოსავლიანობა, აგრეთვე განსხვავება ამ ჯიშებს შორის სხვა სასარგებლო სამეურნეო ნიშნების მიხედვით, როგორცაა ყინვაგამძლეობა, გამძლეობა ჩაწოლისა და ავადმყოფობათა მიმართ და სხვ. ნიადაგის განოყიერებაზე წარმოებულ ცდაში ხელოვნურად გამოწვეული ცვალებადობა ეხება განოყიერებას, ჰერბიციდებზე წარმოებულში - ჰერბიციდებს. მათ ცვალებადობასთან დაკავშირებით ისწავლება ექსპერიმენტით დასახული მაჩვენებლები საცდელი ობიექტის ცვალებადობისა.

დაკვირვებასთან შედარებით ექსპერიმენტი საშუალებას იძლევა უფრო მეტი სისრულით და უფრო მოკლე დროში გადაწყვიტოთ დასახული ამოცანა. საერთოდ კი ეს ორი მეთოდი ყოველთვის ერთდროულად გამოიყენება, ე. ი.

ყოველგვარ ექსპერიმენტს თან ახლავს სხვადასხვა სახის დაკვირვება. რომ დავადგინოთ რამდენად ვარგისია კულტურული მცენარის რომელიმე ახალი ჯიშში, იგი უნდა გამოვცადოთ აგროტექნიკის გარკვეულ პირობებში, თანაც არა ცალკე, არამედ სხვა, უკვე ცნობილი, შესწავლილი ჯიშის ან ჯიშების გვერდით. ნიადაგის მოხვნის საუკეთესო ვადის დასადგენად, უნდა გამოვცადოთ ხვნის რამდენიმე ვადა; იმისათვის, რომ დავადგინოთ რომელი ძირითადი საკვები ნივთიერებაა (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი და სხვ.) უფრო მეტად საჭირო შესასწავლ ნიადაგზე რომელიმე კულტურის მაღალი მოსავლის მისაღებად, შესაბამისი (აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი) სასუქი შეაქვთ მინდვრის ცალკეულ თანაბარ მონაკვეთზე, (დანაყოფზე) გარკვეული წესების დაცვით; ნიადაგში მცენარისათვის მისაწვდომი ამა თუ იმ საკვები ნივთიერების განსაზღვრით რომელიმე ლაბორატორიული მეთოდის ვარგისიანობა რომ შევაფასოთ, უნდა მოვახდინოთ ნიადაგის ნიმუშის ქიმიური ანალიზი როგორც ამ მეთოდით, ისე სხვა მეთოდებით და მიღებული შედეგები შევადაროთ, ერთი მხრივ, ერთიმეორეს, ხოლო, მეორე მხრივ, უტყუარ ისეთ საზომს, როგორცაა თვით მცენარის რეაგირება ამა თუ იმ საკვები ნივთიერების მიწოდებაზე ბუნებრივ პირობებში (მინდვრის ცდა).

ექსპერიმენტული მეთოდებიდან სოფლის მეურნეობაში ყველაზე მეტად გამოყენებულია **მინდვრის ცდა**.

კვლევის თანამედროვე მეთოდები აგრონომიაში ნაწილი I

მინდვრის ცდა ეწოდება სპეციალურად შერჩეულ საცდელ ნაკვეთზე, ბუნებრივ პირობებში ამა თუ იმ კულტურაზე მოწყობილ ექსპერიმენტს. სახელწოდება “მინდვრის ცდა” იხმარება როგორც მინდვრის კულტურების, ასევე ბოსტანში, ბაღში, ვენახში, მდელო სამოვარზე წარმოებული ექსპერიმენტების მიმართაც, მინდვრის ცდა მიეკუთვნება ბიოლოგიურ მეთოდებს, რადგან შესწავლის ობიექტი ცოცხალი ორგანიზმებია.

ცდისათვის არჩევენ ისეთ ნაკვეთს, რომელიც უზრუნველყოფს ცდის მაღალი სიზუსტით ჩატარებას და მისი შედეგების რაც შეიძლება მეტ ფართობზე განზოგადების შესაძლებლობას. პირველ მოთხოვნას დააკმაყოფილებს ისეთი ნაკვეთი, რომელიც რელიეფით, მიკრორელიეფით, ნიადაგური პირობებით, წარსულ წლებში გამოყენების მიხედვით (კულტურა, აგროტექნიკა) ერთგვაროვანია, ხოლო მეორე მოთხოვნას - ნაკვეთის ტიპობრიობა, რაც იმას ნიშნავს, რომ იგი ბუნებრივ საწარმოო პირობებით დამახასიათებელი უნდა იყოს იმ ტერიტორიისათვის, რომელზედაც გათვალისწინებულია ცდის შედეგების გავრცელება. თუ ცდას არა აქვს საკმარისი სიზუსტე, იგი ვერ გადაჭრის მის წინაშე დასახულ ამოცანას, ხოლო თუ ტიპობრივი არაა მისი ჩატარების ადგილი და პირობები, ცდის საფუძველზე გაკეთებული დასკვნა შეიძლება ზუსტიც იყოს, მაგრამ მას ვერ გაავრცელებთ გარშემო მდებარე სხვა ფართობზე, რადგან ამ უკანასკნელის პირობები ცდისგან განსხვავებული იქნება.

1. მინდვრის ცდის სქემის შედგენა

ცდის სქემა არის ვარიანტების ერთობლიობა, რომლითაც გამოსახება ექსპერიმენტის ძირითადი შინაარსი, ვინაიდან ცდა ყოველთვის შედარებებს ემყარება, ამიტომ ცდის სქემაში ერთი ან რამდენიმე ვარიანტი საკონტროლო, ანუ სტანდარტულია, დანარჩენი კი საცდელი. საცდელი ვარიანტის შედეგებს ვადარებთ საკონტროლოს, რომ დავადგინოთ რამდენად უკეთესია ან უარესი უკანასკნელთან შედარებით. ეს არ გამორიცხავს საცდელი ვარიანტების ურთიერთშედარებასაც.

აქედან გამომდინარე, ცდის სქემის შედგენის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს საკონტროლოს სწორად შერჩევას. ჩვეულებრივად, საკონტროლოდ იღებენ ისეთ ვარიანტს, რომელიც გავრცელებულია წარმოებაში და მისი ეფექტიანობა ასე თუ ისე ცნობილია, რადგან ცდის ამოცანა სწორედ წარმოების არსებული მდგომარეობის გაუმჯობესებაა. ამის შესაბამისად ცდების მეშვეობით ცდილობენ გამოიყენონ და გაავრცელონ ახალი, არსებულთან შედარებით უფრო უხვმოსავლიანი, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ჯიშები, შეისწავლონ ახალი

აგროტექნიკური ხერხები და ღონისძიებები მოსავლიანობისა და მისი ხარისხის გასადიდებლად. საკონტროლოს ანალოგიურ როლს ასრულებს ცდაში ეწ. ფონი – რომელიმე საერთო პირობა ვარიანტების გარკვეული ჯგუფისათვის. ფონი იქნება, მაგალითად, აზოტიანი სასუქის დოზირების შესწავლისას - ფოსფორ - კალიუმიანი განოციერება, რომელზედაც გამოიცდება ვარიანტები. აზოტის დოზებისა; ღრმად ხვნის ფონი, რომელზედაც შეიძლება გამოიცადოს რწყვის სხვადასხვა ნორმა და ა.შ. ცდის სქემაში ზოგჯერ ორი ან რამდენიმე განსხვავებული ფონია, მაგალითად, ჩვეულებრივი აგროტექნიკური კომპლექსი - ერთი ფონი და მაღალი აგროტექნიკური კომპლექსი - მეორე; გაკირიანებული და გაუკირიანებელი, ღრმად მოხნული, საშუალო სიღრმეზე მოხნული და სხვ.

მაგალითად:

1. ფოსფორიანი სასუქის ოპტიმალური დოზის დადგენა საშემოდგომო ხორბლის გასანოციერებლად ურწყავ მიწებზე:

1. გაუნოციერებელი (საკონტროლო),
2. N₄₅K₆₀ (ფონი),
3. ფონი +P₃₀,
4. ფონი +P₆₀,
5. ფონი +P₉₀,
6. ფონი +P₁₂₀,

შ ე ნ ი შ ვ ნ ა: 1. სასუქის დოზები მითითებულია მოქმედ ნივთიერებაზე ანგარიშით. 2. აზოტიანი სასუქი შეიტანება ნიადაგის თესვის წინა დამუშავების დროს, კალიუმიანი და ფოსფორიანი კი ხვნის წინ.

2. საშემოდგომო ხორბლის “ზეზოსტაია -1”-ის თესვის ნორმის დადგენა ღია წაბლისფერ სარწყავ მიწებზე 3 მლნ. 4 მლნ, 5 მლნ, მარცვალი ჰა-ზე.

I ფონი გაუნოციერებელი		II ფონი საშუალოდ განოციერებული (N ₆₀ P ₉₀)		III ფონი ძლიერ განოციერებული (N ₁₂₀ P ₁₈₀)	
1	3 მლნ.	5	3 მლნ.	9	3 მლნ.
2.	4 მლნ.	6	4 მლნ.	10	4 მლნ.
3.	5 მლნ.	7	5 მლნ.	11	5 მლნ.
4.	6 მლნ.	8.	6 მლნ.	12	6 მლნ.

მიმდვრის ცდის სქემა დასახული საკითხის რაც შეიძლება სრულად, ამომწურავად შესწავლის საშუალებას უნდა იძლეოდეს იმგვარად, რომ გამოსაცდელი ახალი ღონისძიების ბევრნაირი შესაძლებელი გამოყენების ვარიანტებიდან გამოვლინდეს და შეირჩეს საუკეთესო. ამიტომ ცდის სქემის შედგენის დროს უნდა გავითვალისწინოთ ის ძირითადი კითხვები, რომელიც შეიძლება დაიბადოს, შესწავლილი ღონისძიებების პრაქტიკულად განხორციელებისას. მაგრამ ამავე დროს, ერთი ცდის სქემაში მრავალი ვარიანტის შეტანაც არაა მიზანშეწონილი, რადგან ამ შემთხვევაში ცდის სიზუსტე შემცირდება; ამის მიზეზებია, ერთი მხრივ, ის ტექნიკური სიძნელეები, რომლებიც დაკავშირებულია დიდ ფართობებზე ცდის ერთნაირ პირობებში ჩატარებასთან და მეორე მხრივ გასათვალისწინებელია ვარიანტების განსხვავებული ნაყფიერების ნიადაგებზე განლაგების ალბათობის გადიდება, იგი მატულობს საცდელი ნაკვეთის ფართობის ცდის გადიდებასთან ერთად. საერთოდ, ერთ საქმეში 8-10 ვარიანტზე მეტი არ უნდა იყოს, ხოლო, თუ საკითხის სისრულით შესწავლა ვარიანტების მეტ რაოდენობას მოითხოვს, მაშინ უმჯობესია ის ორ დამოუკიდებელ ცდად გავყოთ, ან უკიდურეს შემთხვევაში, სქემაში ყოველი 7-8 ვარიანტის შემდეგ დამატებით საკონტროლო ჩავრთოთ.

განსაკუთრებით საყურადღებოა ცდის ვარიანტებს შორის შესადარისობის დაცვა, რაც მიიღწევა იმ შემთხვევაში, თუ სქემის შედგენის დროს ვიხელმძღვანელებთ, ვარიანტებს შორის ერთადერთი განსხვავების პრინციპით, ე.ი. როცა ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ნიშნით, სახელდობრ, შესასწავლი ღონისძიებების ცვალებადობით. სხვა მხრივ კი ყველა ვარიანტი რაც შეიძლება ზედმიწევნით ერთნაირია.

როცა ცდის ამოცანაა მცენარის ზრდა-განვითარების რომელიმე პირობის-დოზირების, ექსპოზიციის ხანგრძლივობის, აგროტექნიკურ ღონისძიებათა შესრულების ვადების შესწავლა და ა.შ. ცდის სქემაში ამ პირობის ვარიანტების ამპლიტუდა ისეთი უნდა იყოს, რომ გამოიცადოს როგორც წარმოებაში გავრცელებულზე ნაკლები, ისე მეტი. უმჯობესია, თუ შესასწავლი ფაქტორის ცვალებადობა იმგვარად იქნება შერჩეული, რომ მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდეს სამი კარდინალური წერტილი-მინიმუმი, ოპტიმუმი და მაქსიმუმი. ცდის ვარიანტებს შორის ცვალებადობის ინტერვალი ერთნაირი უნდა იყოს.

1. მ ა გ ა ლ ი თ ი. ვთქვით, განზრახული გვაქვს დავადგინოთ ერთ-ერთ ფერმერულ მეურნეობაში სიმინდის ახალი ჰიბრიდის თესვის საუკეთესო ვადა, თანაც ვიცით, რომ საერთოდ, აქ უკეთესია აპრილის მეორე დეკადაში თესვა. ამის საფუძველზე გამოსაცდელი ჰიბრიდისათვის ვიღებთ თესვის ვადის ამპლიტუდას 1-აპრილიდან 10 მაისამდე, ცალკეულ ვადებს შორის ერთი დეკადის ინტერვალით. ამის მიხედვით ცდის სქემაში გვექნება 5 ვადა:

1) 1 აპრილი, 2) 10 აპრილი, 3) 20 აპრილი, 4) 30 აპრილი, და 10 მაისი. საკონტროლო ვარიანტად შეიძლება მივიღოთ 10 აპრილის თესვის ვადა.

2. მ ა გ ა ლ ი თ ი. ვთქვით გვინტერესებს დავადგინოთ მზრალად ხვნის სიღრმე შაქრის ჭარხლისათვის და თანაც გვინდა შევისწავლოთ ხვნის გაღრმავების ეფექტურობა ბელტის ამოზრუნებით და ამოუზრუნებლად. ამასთან ვიცით, რომ მზრალად ხვნის მიღებული სიღრმე შაქრის ჭარხლისათვის ჩვენს პირობებში არის 25-27 სმ. აღნიშნულის შესაბამისად დასახული საკითხის გადასაწყვეტად ყველაზე მარტივ შემთხვევაში გამოგვადგება მინდვრის ცდის ასეთი სქემა:

1. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 20-22 სმ-ზე (საკონტროლო);

2. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 25-27 სმ-ზე;

3. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 30-32 სმ-ზე;

4. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 20-22 სმ-ზე, ხნულის სიღრმის ერთდროული დაღრმავებით ნიადაგის გამაღრმავებლით 25-27 სმ-მდე;

5. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 25-27 სმ-ზე, ხნულის სიღრმის ერთდროული დაღრმავებით ნიადაგის გამაღრმავებლით 30-32 სმ-მდე;

6. მზრალად ხვნა წინმხვნელიანი გუთნით 20-22 სმ-ზე, ხნულის სიღრმის ერთდროული დაღრმავებით ნიადაგის გამაღრმავებლით 30-32 სმ-მდე.

ახლა განვიხილოთ რატომ მიიღო სქემამ ამგვარი ხასიათი. ხვნის მაქსიმალური სიღრმე სქემით 30-32 სმ-ია. ეს იმიტომ, რომ ჯერ ერთი, მეცნიერულად და პრაქტიკული გამოცდილების საფუძველზე შაქრის ჭარხლისათვის 30 სმ-ზე უფრო ღრმად ნიადაგის დამუშავება არაა მიზანშეწონილი, და მეორეც, 30 სმ-ზე უფრო ღრმად მოხვნა სპეციალურ (საპლანტაჟო) გუთანს და მძლავრ ტრაქტორს

მოითხოვს, რაც გარკვეულ ტექნოლოგიურ – ორგანიზაციულ დაბრკოლებებს ქმნის.

ზემოთ აღნიშნულის შესაბამისად ხვნის მიღებულ სიღრმესთან შესადარებლად საჭიროა გამოიცადოს ხვნის როგორც უფრო ნაკლები (20-22 სმ), ისე მეტი სიღრმე (30-32).

ინტერვალი გამოსაცდელ სიღრმეებს შორის უდრის 5 სმ-ს, რადგან უფრო მცირე განსხვავების ეფექტის გამოძღვანება ისეთ დიდ სიზუსტეს მოითხოვს, რაც ჩვეულებრივ მინდვრის ცდაში ძნელი მისაღწევია.

დაბოლოს, ცდის ამოცანის შესაბამისად 20-22, 25-27 და 30-32 სმ-ზე ხვნა ბელტის ამობრუნებით შეიძლება შევადაროთ როგორც უმცირეს (20-22 სმ-ზე), ისე საშუალო (25-27 სმ) სიღრმეზე ხვნას. აგრეთვე ბელტის ამობრუნებით და 25-27 ან 30-32 სმ-მდე ხნულის სიღრმის ერთდროულ გაღრმავებას. ცხადია, რომ ბელტის ამობრუნება მეტ მექანიკურ ძალას საჭიროებს, ვიდრე ნიადაგის გაფხვიერება, ბელტის ამობრუნების შეცვლა იმავე სიღრმეზე გაფხვიერებით, ოღონდ ბელტის ამოუბრუნებლად, ეკონომიკურად უფრო ხელსაყრელია.

მინდვრის ცდები ბევრნაირია სტაციონალური-საწარმოო პირობებში, მოკლებხნოვანი და მრავალწლოვანი, ერთეული და მასობრივი და ა.შ., მაგრამ ცდის სქემის შედგენის თვალსაზრისით პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ანალიზური-ერთფაქტორიანი და სინთეზური მრავალფაქტორიანი (კომპლექსური) ცდები.

ანალიზური-ერთფაქტორიანი ცდებში ისწავლება მცენარის ზრდა-განვითარების ერთი რომელიმე ფაქტორი, რომელზედაც ვცდილობთ ვიმოქმედოთ ერთი რომელიმე ღონისძიებით (ნიადაგის დამუშავებით, განოყიერებით, თესვის სხვადასხვა წესით. რწყვით დას ხვ.).

ანალიზური ცდა ემყარება ვარაუდს, რომ გარკვეულ პირობებში მცენარის ზრდა-განვითარების ერთი რომელიმე ფაქტორის შეცვლისას სხვა ფაქტორები უცვლელი რჩება. რასაკვირველია, ეს ყოველთვის სწორი არ არის, მაგრამ ასეთის დაშვება ზოგ შემთხვევაში აუცილებელია საკითხის შესასწავლად. მაგალითად, ისეთი საკითხები როგორცაა: ჯიშთა გამოცდა, ნიადაგის დამუშავების ცალკეული ხერხი, წესი, თესვის ვადა, განოყიერება, ნათესის მოვლა და მრავალი სხვა, სავსებით შესაძლოა ანალიზური

ცდებით შევისწავლოთ, თუ დაცული იქნება პირობა-შესასწავლის გარდა სხვა ფაქტორების თანაბრობის შესახებ.

ანალიზური ცდების ზოგიერთი სქემა უკვე განვიხილეთ. მე-2 სქემა საშემოდგომო ხორბლის „ბეზოსტაია-1-ის“ თესვის ნორმის დადგენა ღია წაბლისფერ სარწყავ მიწებზე არსებითად გარდამავალია ანალიზური ცდიდან კომპლექსურზე, რადგან იგი ორფაქტორიანია: ისწავლება სათესი ნორმები 3 სხვადასხვა განოციერების პირობებში: გაუნოციერებლად, საშუალო დოზით განოციერებულ და მაღალი დოზით განოციერებულ ფონზე.

არის ისეთი საკითხებიც, რომელთა ანალიზური სქემით შესწავლილი მეთოდურად მიუღებელია და აუცილებლად სინთეზურ - მრავალფაქტორიან სქემას საჭიროებს, ამის საუკეთესო მაგალითია მცენარის ძირითადი საკვებ ნივთიერებათა აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის ეფექტურობის დადგენა ისეთ ნიადაგზე, რომელზედაც მათი მოქმედება ჩვენთვის უცნობია. მართლაც, ცალკეული საკვები ელემენტის დამოუკიდებელი ანალიზური სქემით შესწავლა არ იქნებოდა სწორი, რადგან თითოეული მათგანის მოქმედება დამოკიდებულია იმაზე, რამდენად საცდელ ნიადაგზე უზრუნველყოფილია მცენარე დანარჩენი ორი ელემენტით. ამიტომ აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის ცალკე გამოცდასთან ერთად უნდა გამოიცადოს მათი შეუღლებული ერთობლივი მოქმედებაც და ცდის სქემა, რომელიც სამფაქტორიანია, შემდეგ სახეს ღებულობს, (ჟორჟ ვილის სქემა):

1 გაუნოციერებელი (საკონტროლო); 2. აზოტი; 3. ფოსფორი;

4. კალიუმი; 5. აზოტ-ფოსფორი; 6. აზოტ-კალიუმი; 7. ფოსფორ-კალიუმი და 8. აზოტ-ფოსფორ-კალიუმი.

ქვემოთ მოტანილია კიდევ ერთი მაგალითი სამფაქტორიანი კომპლექსური ცდისა.

დასახულია, ვთქვათ, ხვნის ცვალებადი სიღრმის, განოციერებისა და ნიადაგის ჰერბიციდის ერთობლივი მოქმედება სიმინდის მოსავლიანობაზე მონოკულტურის პირობებში.

როგორც ვხედავთ გათვალისწინებულია 3 ფაქტორის ცვალებად სიღრმეზე ხვნის, განოციერებისა და ნიადაგის ჰერბიციდის ერთობლივი მოქმედების შესწავლა, თანაც კომპლექსის თითოეული ელემენტი მოცემულია ორი ოდენობით, ე.ი. თითოეულისათვის გვექნება 2 ვარიანტი - 0 და 1. ცდის სქემის შედგენის გასაადვილებლად შესასწავლი ფაქტორები შემოკლებით

აღენიშნოთ: არაცვალებადი (0) - ცვალებადი (1), გაუნოციერებელი (0)-განოციერებული (2), უჭერბიციდო (0), ჰერბიციდით (3). ხსენებული სამი ფაქტორის ყველა შესაძლებელი კომბინაცია წარმოგვიდგება შემდეგი ორთოგონალური (8-ვარიანტიანი) სქემით:

1	არაცვალებადი, გაუნოციერებელი, უჭერბიციდო;	0-0-0
2	ცვალებადი, გაუნოციერებელი, უჭერბიციდო	1-0-0
3	არაცვალებადი, განოციერებული, უჭერბიციდო	0-2-0
4	არაცვალებადი, გაუნოციერებელი, ჰერბიციდით	0-0-3
5	ცვალებადი, განოციერებული, უჭერბიციდო	1-2-0
6	ცვალებადი, გაუნოციერებელი, ჰერბიციდით	1-0-3
7	არაცვალებადი, განოციერებული, ჰერბიციდით	0-2-3
8	ცვალებადი, გაუნოციერებელი, ჰერბიციდით	1-2-3

ამავე სქემით შეიძლება დავალაგოთ ცდის ვარიანტების ყველა შესაძლებელი კომბინაცია ნებისმიერ სამფაქტორიან კომპლექსურ ცდაში.

ახლა შევეცადოთ მივცეთ თემით დასახულ ცდის სქემას კონკრეტული შინაარსობრივი გამოსახულება. ამისათვის უპირველეს ყოვლისა უნდა დავაზუსტოთ, რას ვგულისხმობთ ცვალებად და არაცვალებად სიღრმეზე ხვნაში. ვთქვათ, ხვნის არაცვალებადი, ყოველწლიური სიღრმე არის 18-20 სმ, ე.ი სიღრმე, რომელიც ამჟამად უფრო მეტადაა მიღებული დასახელებულ ზონაში. ცვალებად სიღრმეზე კი - ერთ წელიწადს 18-20 სმ-ზე, მეორე წელიწადს უფრო ღრმად -23-25 სმ-ზე, შემდეგ 18-20 სმ-ზე. მომდევნო წელს ისევ 23-25 სმ-ზე და ა.შ. ამის შესაბამისად არაცვალებად სიღრმეზე ხვნას ემატება ერთი შესაძლებელი ვარიანტი, სახელდობრ, ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე ხვნა, რომლის ცალკე გამოცდას დიდი მნიშვნელობა აქვს საკითხის სრულად გარკვევისათვის. ამგვარად, ცდის სქემაში აუცილებლად უნდა გვქონდეს ორი საკონტროლო ვარიანტი: 1) ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე (0). და 2) ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე (0). ასეთი ორი საკონტროლოს არსებობა უფრო ნათლად გამოამჟღავნებს როგორც ხვნის სიღრმის, გადიდების, ისე ცვალებად სიღრმეზე ხვნის ეფექტს. რასაკვირველია, ჩვენ შეგვიძლია ხსენებული მეორე საკონტროლოს ფონზეც გამოვცადოთ ჰერბიციდისა და განოციერების მოქმედება როგორც ცალ-ცალკე, ისე ერთად, მაშინ ცდის სქემას დაემატება მე-4 ვარიანტი¹ სქემა შემდეგნაირ სახეს მიიღებს:

1	არაცვალეზადი, 18-20 სმ-ზე გაუნოყიერებელი, უჭერბიციდო	0-0-0
2	არაცვალეზადი, 23-25 სმ - ზე განოყიერებელი	0'-0-0
3	ცვალეზადი , გაუნოყიერებელი, უჭერბიციდო	1-0-0
4	არა ცვალეზადი, გაუნოყიერებელი, უჭერბიციდო	0-2-0
5	არაცვალეზადი, 23-25 სმ-ზე, განოყიერებელი, უჭერბიციდო	0'-2-0
6	არაცვალეზადი, 18-20 სმ-ზე, განოყიერებელი, უჭერბიციდო	0-0-3
7	არაცვალეზადი, 23-25 სმ-ზე, განოყიერებელი, ჰერბიციდით	0-0-3
8	ცვალეზადი, განოყიერებელი, უჭერბიციდი	1-2-0
9	ცვალეზადი, განოყიერებელი, უჭერბიციდო	1-0-3
10	არაცვალეზადი, 18-20 სმ-ზე, განოყიერებელი, ჰერბიციდით	0-2-3
11	არაცვალეზადი, 23-25 სმ-ზე, განოყიერებელი, ჰერბიციდით	0'-2-3
12	ცვალეზადი, განოყიერებელი, ჰერბიციდით	1-2-3

შენიშვნა: 1ერთი ზემოთ დასახელებული და 3 ახალი.

ახლა შევჩერდეთ სიმინდის აგროტექნიკის ზოგიერ ძირითად მხარეზე, რომელიც ყველა ვარიანტისათვის ერთნაირი უნდა იყოს. საერთოდ ცდის მეთოდიკაში ხშირად საკმარისია მივუთითოთ რომ აგროტექნიკური ღონისძიებანი, გარდა სპეციალურად აღნიშნულისა, ხორციელდება აგროწესების შესაბამისად, მაგრამ უმთავრესი მათგანი უმჯობესია კონკრეტულად აღინიშნოს. ჩვენ მიერ შედგენილი სქემის მიხედვით ისმება შემდეგი საკითხები:

- 1) სიმინდის ჯიშის ან ჰიბრიდის დასახელება (კონკრეტულად რომელიც დარაიონებულია);
- 2) სიმინდისათვის ნიადაგის მოხვნის დრო - ნოემბერი;
- 3) ადრე გაზაფხულზე ხნულის აომვა 10-12 სმ-ზე ერთდროული დაფარცხვით უშუალოდ თესვის წინ კულტივაცია დაფარცხვით (საჭიროებისამებრ);
- 4) სიმინდის თესვის ვადა - შუა აპრილი;
- 5) ნათესის მოვლა - ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;
- 6) განოყიერება (იმ ვარიანტებში, სადაც მითითებულია):
ა) P₆₀K₆₀, ხვნისწინ და N₆₀ გაზაფხულზე ხნულის აომვის დროს;
- 7) ჰერბიციდის დოზა (კატალოგში მითითებულის მიხედვით).

სიმინდის ნათესში ჰერბიციდი გამოიყენება სარეველების მოსასპობად (აქ ჰერბიციდი შერჩეული უნდა იქნას იმის მიხედვით, როგორი სარეველებია გავრცელებული საცდელ ნაკვეთზე). მეცნიერული მონაცემები და პრაქტიკული გამოცდილება მოწმობს,

რომ შესაბამისი ჰერბიციდით შეწამლულ ნათესში სარეველების რაოდენობა, მკვეთრად მცირდება თუ იმ ადგილას, სადაც დასახელებული კომპლექსური ცდა გვინდა ჩავატაროთ ჩვენთვის უცნობია ჰერბიციდის გამოყენებით რამდენად შეიძლება თოხნა-კულტივაციის რაოდენობის შემცირება, მაშინ მიზანშეწონილია ცდის სქემაში ამ საკითხის გათვალისწინება.

ზემოთ განხილული სქემით ჰერბიციდის გამოყენება დაგეგმილია 6 ვარიანტში - მეექვსეში, მეშვიდეში, მეცხრეში, მეთათეში, მეთერთმეტესა და მეთორმეტეში. აქედან სასურველია მეექვსე, მეცხრე და მეთორმეტე ვარიანტებთან შესადარებლად სქემას დაემატოს ისეთივე ვარიანტები, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ ნათესში ორი კულტივაციისა და ორი გათოხნის ნაცვლად ჩატარდეს ერთი კულტივაცია და ერთი გათოხნა. ეს ვარიანტები შეიძლება, აღვნიშნოთ, როგორც 6-ა, 9-ა და 12-ა ან ხელახლა გადავნიშნოთ ყველა ვარიანტი ერთი თანრიგით, მაგრამ ვიდრე ამას გავაკეთებდეთ ცდის სქემას კიდევ ორი ვარიანტი უნდა დავუმატოთ შემდეგი მიზეზების გამო. როგორც ზემოთ უკვე გვქონდა აღნიშნული, როცა ცდის სქემაში ბევრი ვარიანტია - 8 - 10-ზე მეტი, ჩვენ ცდაში კი უკვე 15 ვარიანტი გვაქვს, მაშინ ცდის სქემა არ უნდა გაიყოს ორი დამოუკიდებელი ცდისათვის, რაც ჩვენს შემთხვევაში მიზანშეწონილია; ან დაემატოს დამატებითი საკონტროლო, რომელიც სქემაში ორი გვაქვს - 0 და 0¹. ეს ორი დამატებითი საკონტროლო უნდა ჩავთვალოთ მერვე ვარიანტის შემდეგ და ცდაში გვექნება სულ 17 ვარიანტი:

1. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, გაუნოციერებლად და უჰერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა (საკონტროლო);

2. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე, გაუნოციერებლად და უჰერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა (მეორე საკონტროლო);

3. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალეზად სიღრმეზე - ჯერ 18-20 სმ-ზე, შემდეგ 23-25 სმ-ზე, მომდევნო წელს ისევ 18-20 სმ-ზე და ა.შ. გაუნოციერებლად და უჰერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

4. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, განოციერება, უჰერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

5. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე, განოციერება, უჭერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

6. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, გაუნოციერებლად, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

7. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, გაუნოციერებლად, ჰერბიციდით, ერთი კულტივაცია და ერთი გათოხნა;

8. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე, გაუნოციერებლად, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

9. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, გაუნოციერებლად და უჭერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა (საკონტროლო);

10. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე, გაუნოციერებლად, უჭერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა (მეორე საკონტროლო);

11. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალებად სიღრმეზე, განოციერება, უჭერბიციდოდ, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

12. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალებად სიღრმეზე, გაუნოციერებლად, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

13. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალებად სიღრმეზე, განოციერებლად, ჰერბიციდით, ერთი კულტივაცია და ერთი გათოხნა;

14. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 18-20 სმ-ზე, განოციერება, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

15. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად 23-25 სმ-ზე, განოციერება, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

16. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალებად სიღრმეზე, განოციერება, ჰერბიციდით, ორი კულტივაცია და ორი გათოხნა;

17. ნიადაგის მოხვნა ყოველწლიურად ცვალებად სიღრმეზე, განოციერება, ჰერბიციდით, ერთი კულტივაცია და ერთი გათოხნა;

ორ-სამ-ზე მეტ ფაქტორიანი ცდის ჩატარება მეტად ძნელია. იშვიათად შეიძლება მოხერხდეს ოთხ ფაქტორიანი ცდის განხორციელება, მაგრამ ასეთი ცდის მოწყობას, როგორც საერთოდ ყველა კომპლექსური ცდის წინ, უნდა უძღოდეს ანალიზური

ცდების მეშვეობით კომპლექსურად შესწავლილი ფაქტორების ცალ-ცალკე ყოველმხრივი შესწავლა იმგვარად, რომ კომპლექსურ ცდაში საჭირო იყოს მხოლოდ მათი ერთობლივი მოქმედების დადგენა. ამ შემთხვევაში ოთხ ფაქტორიან ცდის სქემაში სუფთა სახით გვექნება 15 ვარიანტი. თუ თითოეულ ფაქტორს დავნომრავთ, ამ შემთხვევაში ცდის სქემა შემდეგ სახეს მიიღებს:

ოთხფაქტორიანი ცდის სქემა

1	ვარიანტი	0-0-0-0
2	ვარიანტი	1-0-0-0
3	ვარიანტი	0-2-0-0
4	ვარიანტი	0-0-3-4
5	ვარიანტი	0-0-0-4
6	ვარიანტი	1-2-0-0
7	ვარიანტი	1-0-3-0
8	ვარიანტი	1-0-0-4
9	ვარიანტი	0-2-3-0
10	ვარიანტი	0-2-0-4
11	ვარიანტი	0-0-3-4
12	ვარიანტი	1-2-3-0
13	ვარიანტი	1-0-3-4
14	ვარიანტი	0-2-3-4
15	ვარიანტი	1-2-3-4

1. სარეკოგნოსცირო სადაზვერვო აღრიცხვა

ნაყოფიერების ცვალებადობის და წინა წლებში სხვადასხვა კულტურის თესვა-მოყვანის, აგრეთვე, აგროტექნიკის განსხვავების გამო ნიადაგი ყოველთვის ხასიათდება ნაყოფიერების სიჭრელით. ისეთ ფართობზე, რომელიც დიდი ნიადაგური სიჭრელით ხასიათდება, შეუძლებელია ზუსტი ცდების ჩატარება. ამიტომ, ვიდრე მინდვრის ცდას დავიწყებდეთ, საჭიროა გულდასმით შევისწავლოთ ნიადაგის სიჭრელე და იმის მიხედვით განვსაზღვროთ ცდის მეთოდის, რამდენადაც ნიადაგი ნაყოფიერების მხრივ ჭრელია, იმდენად განმეორებათა რაოდენობა უნდა გადიდდეს. თუ ნიადაგის სიჭრელის გამომსახველი კოეფიციენტი - ვარიაციის კოეფიციენტი 25%-ს აღემატება, ასეთი ნაკვეთი საცდელად გამოუსადეგარია. ნიადაგის

სიჭრელის შესწავლის მიზნით საცდელად შერჩეულ ნაკვეთზე ეწყობა **სარეკნოსცირო** ანუ სადაზღვევო ნათესი. ნაკვეთზე მთლიანად მოთავსდება ერთი რომელიმე კულტურა, ერთნაირი აგროტექნიკით. სარეკნოსცირო ნათესში უკეთესია გამოვიყენოთ საგაზაფხულო თავთავიანი პურეული (ხორბალი, ქერი, შვრია) ანდა ზოგიერთი სათოხნი კულტურა (კარტოფილი, ძირხვენები). საშემოდგომო პურეული ჩვენი ქვეყნის ჩრდილო მხარეებში არ არის რეკომენდებული, რადგანაც გამოზამთრების დროს შესაძლებელია მცენარეთა გარკვეული რაოდენობა დაიღუპოს, მაგრამ საქართველოს პირობებში საშემოდგომო პურეულიც წარმატებით შეგვიძლია გამოვიყენოთ სადაზღვევო ნათესში, რადგანაც იგი ჩვენში იშვიათად ზიანდება.

მოსავლის აღრიცხვა სადაზღვევო ნათესებში წარმოებს ცალ-ცალკე. პატარ-პატარა ნაკვეთებზე. ელემენტარულ დანაყოფებზე, რისთვისაც მთელი ფართობი იყოფა საჭირო რაოდენობის დანაყოფებად და თითოეულიდან ცალ-ცალკე წარმოებს მოსავლის აღრიცხვა. თუ საცდელად შერჩეული ნაკვეთი პატარაა, მაშინ ელემენტარული დანაყოფები 10-20 მ²ია, დიდ ნაკვეთებზე კი 100 მ² და უფრო მეტიც, საერთოდ კი ელემენტარული დანაყოფების ზომა არ უნდა აღემატებოდეს მომავალი ცდის დანაყოფების ზომას. ელემენტარული დანაყოფები გამოიყოფა ვეგეტაციის დასაწყისშივე.

ელემენტარული დანაყოფიდან მიღებული მოსავლიანობის ციფრებს ამუშავენ ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. ვადგენთ ელემენტარული დანაყოფებიდან მიღებული მოსავლიანობის ციფრობრივი მაჩვენებლების ცხრილს.
2. ვანგარიშობთ დანაყოფების მოსავლის საშუალო არითმეტიკულს ფორმულით:

$$M = \frac{\sum v}{n},$$

სადაც M - საშუალო არითმეტიკულია,

\sum - ჯამის მაჩვენებელი,

V- დანაყოფის მოსავალი,

n - დანაყოფთა რაოდენობა.

3. ვანგარიშობთ გადახრებს თითოეული დანაყოფის მოსავლისას საშუალო არითმეტიკულიდან (α) და ავცყავს ისინი კვადრატში.

4. ვანგარიშობთ საშუალო კვადრატულ გადახრას ფორმულით:

$$\text{სადაც } \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n}}$$

σ – საშუალო კვადრატული გადახრა,

α – დანაყოფის მოსავლის გადახრა საშუალო არითმეტიკულიდან,

n – დანაყოფთა რაოდენობა.

თუ დანაყოფთა რაოდენობა 20-30-ზე ნაკლებია, საშუალო კვადრატული გადახრის გამოსაანგარიშებლად ამ შემთხვევაში ვიყენებთ ფორმულას:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n-1}}$$

სადაც:

σ – საშუალო კვადრატული გადახრა,

α – დანაყოფის მოსავლის გადახრა საშუალო

არითმეტიკულიდან,

n – დანაყოფთა რაოდენობა.

5. ვინაიდან საშუალო კვადრატული გადახრა სახელობითი რიცხვია და გამოიხატება იმავე ერთეულებში, რომელშიც საშუალო არითმეტიკული, ის წარმოდგენას არ გვამღევს იმაზე, საშუალოს რა ნაწილს შეადგენენ ისინი პროცენტობით. ამიტომაც მას გამოხატავენ პროცენტულად საშუალო არითმეტიკულთან და ანგარიშობენ ვარიაციის ანუ ცვალებადობის კოეფიციენტს, რომელიც შემდეგი ფორმულით გამოიხატება:

$$v = \frac{\sigma \cdot 100}{M} \%$$

ვარიაციის კოეფიციენტი (V) ამ შემთხვევაში მაჩვენებელია ნიადაგის ნაყოფიერების ცვალებადობისა საცდელ ნაკვეთზე და მის მიხედვით შეგვიძლია დავადგინოთ ცდის ვარიანტთა საჭირო განმეორება, რომ მივაღწიოთ ცდის ჩვენთვის სასურველ სიზუსტეს.

მაგალითი:

1. სადაზვერვოდ დათესილია საგაზაფხულო ხორბალი, ელემენტარულ დანაყოფთა რაოდენობა - 30-ია. თითოეულ დანაყოფზე (50 მ²), აღრიცხულია მოსავალი კგ-ობით, რომლის მაჩვენებელი ციფრებითაა მოცემული ქვემოთ მოყვანილ სქემაზე.

ცხრ.1. სადაზვერვო აღრიცხვის მოსავლის მაჩვენებელი

დანაყოფის №	მოსავალი კგ	α_1	α^2	დანაყოფის №	მოსავალი კგ	A	α^2	დანაყოფის №	მოსავალი კგ	α	α^2
1	8	-1,8	3,24	11	5	-4,8	23,04	21	8	-1,8	3,24
2	10	0,2	0,04	12	12	2,2	4,84	22	9	-0,8	0,64
3	12	2,2	4,84	13	14	4,2	17,64	23	12	2,2	4,84
4	6	-3,8	14,44	14	5	-4,8	23,04	24	13	3,2	10,24
5	10	0,2	0,04	15	11	1,2	1,44	25	7	-2,8	7,84
6	10	0,2	0,04	16	8	-1,8	3,24	26	10	0,2	0,04
7	14	4,2	17,64	17	9	-0,6	0,64	27	12	2,2	4,84
8	12	2,2	4,84	18	12	2,2	4,84	28	10	0,2	0,04
9	9	-0,2	0,04	19	10	0,2	0,04	29	9	-0,8	0,64
10	7	-2,8	7,64	20	12	2,2	4,84	30	8	-1,8	3,24

2. გამოვიანგარიშოთ საშუალო არითმეტიკული, რისთვისაც შევაჯამოთ ოცდაათივე დანაყოფის მოსავალი და გავყოთ 30-ზე, ანუ

$$M = \frac{\sum v}{n} = \frac{294}{30} = 9,8 \text{ კგ.}$$

8	5	8
10	12	9
12	14	12
6	5	13
10	11	7
10	8	10
14	9	12
12	12	10
9	10	9
7	12	8

სურ.2. დანაყოფის მოსავლიან კგ-ობით

3. გავიგოთ თითოეული დანაყოფის მოსავლის გადახრა (α) საშუალო არითმეტიკულიდან ($M = 9,8$ კგ). თუ დანაყოფის მოსავალი მეტია საშუალოზე, გადახრა იქნება დადებითი ნიშნით, თუ ნაკლებია - უარყოფითით. მიღებული გადახრები შევიტანოთ ცხრილში. მაგალითად, პირველ დანაყოფზე მიღებულია 8 კგ, საშუალო არითმეტიკული კი 9,8 კგ-ია, ე.ი. დანაყოფის მოსავალი 1,8 კგ-ით ნაკლებია, α -ს გრაფაში ვწერთ -

1,8, მეორე დანაყოფზე მიღებულია 10 კგ, რაც საშუალო არითმეტიკულზე 0,2 კგ-ით მეტია. განსხვავება დადებითია და α -ს გრაფაში ვწერთ 0,2 და ა.შ.

4. გადახრები ავიყვანოთ კვადრატში და ჩავეწეროთ α^2 -ის სვეტში.

5. გამოვიანგარიშოთ საშუალო კვადრატული გადახრა (σ) რისთვისაც უნდა შევაჯამოთ α^2 . ჩვენს მაგალითში გადახრის კვადრატების ჯამი უდრის 179-ს. მიღებული მაჩვენებლები ჩავსვათ საშუალო კვადრატული გადახრის გამოსანგარიშებელ ფორმულაში.

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{179}{30}} = \sqrt{5,97} = 2,4$$

6. გამოვიანგარიშოთ ვარიაციის კოეფიციენტი (V)

$$V = \frac{\sigma \cdot 100}{M} = \frac{2,4 \cdot 100}{9,8} = \frac{240}{9,8} = 24,4\%$$

ამრიგად, ჩვენი მაგალითის მიხედვით საცდელად შერჩეული ნაკვეთი საკმაოდ არაერთგვაროვანია, მაგრამ ცდის დაყენება მასზე მაინც შეიძლება, რადგანაც ვარიაციის კოეფიციენტი 25%-ს არ აღემატება. იმისათვის, რომ მოცემული სიჭრელის პირობებში უზრუნველვყოთ ცდის საჭირო სიზუსტე, განმეორებათა რაოდენობა უნდა გავზარდოთ. ცდის განმეორებათა რაოდენობის დადგენის წესი განხილულია მინდვრის ცდის მეთოდოლოგიაში.

როდესაც სადაზვერვო ნათესი თავთავიანი პურეულია და მოსავალს სამკელი მანქანით ვიღებთ, მაშინ აღრიცხვა უფრო ნაკლებ შრომატევადია. აქ ნაკვეთის წინასწარი აგეგმვა და დანაყოფების ცალკე გამოყოფა არ წარმოებს, ოღონდ მკის დროს სამკელი მანქანის მიმართულების პერპენდიკულარულად მოინიშნება ჭიგობით ხედერის განის ტოლი მონაკვეთები, გაიბმევა ლარი და მანქანის სავალი თვალი ზუსტად ამ ლარის გასწვრივ უნდა მოძრაობდეს. სამკელ მანქანას იმ ვარაუდით ვაყენებთ, რომ ყოველ გარკვეულ მანძილზე გადმოაგდოს თითო ძნა. სამკელი მანქანის განი 1,4 მ-ია, ამრიგად, 6,4 მ-ის გავლის შემდეგ მანქანა აგდებს თითო ძნას, რაც შეესაბამება 9 მ²-ის დანაყოფს. თითოეული ძნა მაშინვე იწონება ათწილადიან სასწორზე 50 გ სიზუსტით და მიაქვთ ფარდულში გასაშრობად. გაშრობის შემდეგ კვლავ წონიან და ლეწავენ ლაბორატორიულ სალექზე, თითოეული ძნიდან მიღებული მოსავლის საფუძველზე შესაძლებელია ნიადაგის სიჭრელზე მსჯელობა.

ნიადაგის სიჭრელის დასადგენად არსებობს უფრო გამარტივებული წესიც, როდესაც აღრიცხვა ნაცვლად მთელი ფართობისა წარმოებს დიაგონალზე აღებული კვადრატული მეტრულების საშუალებით, ანდა დიაგონალზე და ნაკვეთის შუაში მთელ სიგრძეზე აღებული ნიმუშების მიხედვით. მიღებული ციფრობრივი მასალა ამ შემთხვევაშიც მუშავდება ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით, როგორც ზემოთ აღვწერთ.

როდესაც სადაზვერვო ნათესში გვაქვს სიმინდი, ჭარხალი, კომბოსტო ან სხვა რომელიმე სათოხნი კულტურა ელემენტარული დანაყოფების ზომა უფრო მეტია საჭირო, ვიდრე თავთავიან კულტურებზე, რადგან სათოხნ კულტურებში მცენარეთა რაოდენობა ფართობზე ნაკლებია.

მრავალწლოვან ნარგავებზე სადაზვერვო აღრიცხვა ტარდება ძირების მიხედვით-ხეხილის ბაღებსა და ვენახში; დიდი და პატარა ზომის დანაყოფებზე. თუ სადაზვერვოდ შერჩეულია მსხმოიარე ძირები, მაშინ ტარდება მოსავლის აღრიცხვა და ცალკეული ძირის მოსავლიანობის მაჩვენებლების დამუშავება. თუ ბაღი ახალშენია, უნდა აღრიცხოს ვეგეტაციური ნაწილების წლიური ნაზარდი.

მაგალითები სავარჯიშო.

1. გამოიანგარიშეთ ვარიაციის კოეფიციენტი შემდეგი მონაცემების მიხედვით. მოსავალი კგ-ობით: 5,8, 2) 4,6, 3) 6,3, 4) 5,6, 5) 6,8, 6) 4,9, 7) 8,2, 8) 4,3, 9) 7,4,10) 5,6, 11) 4,9, 12) 7,0, 13) 6,9, 14) 5,8, 15) 6,3, 16) 6,8, 17) 4,9, 18) 5,6, 19) 6,5, 20) 5,5, 21) 5,8 22) 6,1, 23) 7,1, 24) 4,8, 25) 8,0.

2. დავუშვათ, რომ ხეხილის ბაღში აღრიცხეთ 50 ვაშლის ხის მოსავალი და მიიღეთ შემდეგი წონები (კგ) ხეების მიხედვით: 1) 38,5, 2) 45,3, 3) 47,0, 4) 36,5, 5) 41,3, 6) 39,0, 7) 50,5, 8) 51,0, 9) 39,8, 10) 46,0, 11) 41,2, 12) 40,3, 13) 37,0, 14) 38,8, 15) 42,3, 16) 40,0, 17) 45,0, 18) 47,1, 19) 36,5, 20) 37,2, 21) 38,6, 22) 38,8 23) 37,2, 24) 29,6, 25) 34,5, 26) 38,6, 27) 31,5, 28) 36,6, 29) 50,0,30) 48,2, 31) 40,0 32) 40,5, 33) 36,5, 34) 30,0, 35) 38,5, 36) 40,6, 37) 38,6, 38) 47,6, 39) 36,5, 39) 36,5, 40) 35,0, 41) 35,6, 42) 39,0, 43) 38,2, 44) 38,5 45) 38,2, 46) 30,0, 47) 37,5 48) 40,6, 49) 50,0, 50) 38,4. მიღებული

ციფრობრივი მონაცემები დაამუშავეთ ვარიაციული სტატისტიკის გამოყენებით და დაადგინეთ ვარიაციის კოეფიციენტი.

3. მინდვრის ცდის მეთოდика

მინდვრის ცდის მეთოდика ითვალისწინებს ცდის სხვადასხვა ელემენტის ერთობლიობას, როგორცაა: დანაყოფის ზომა, დანაყოფის ფორმა, განმეორებათა რაოდენობა და დანაყოფების განლაგება საცდელ ნაკვეთზე.

დანაყოფის ზომა. მინდვრის ცდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტი დანაყოფის ზომაა. დანაყოფის ზომის დადგენისას მხედველობაში მიიღება შესასწავლი საკითხის რაობა, საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის სიჭრელე, ცდაში გამოსაცდელი, მცენარის, ბიოლოგიურ-აგროტექნიკური თავისებურება, გამოსაყენებელი მანქანა-იარაღები და სხვა ფაქტორები.

სტაციონარულ-აგროტექნიკურ ცდებში დანაყოფის ზომა 50-200 მ² ფარგლებში მერყეობს, იგი იცვლება, ცდის ხასიათის, კულტურის, საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის ერთგვაროვნებაზე დამოკიდებით. თუ ცდას ვატარებთ ნიადაგის დამუშავების საკითხზე, რწყვაზე, სასუქების გამოყენებაზე, დანაყოფის ზომა სხვა თანაბარ პირობებში მეტი უნდა იყოს, ვიდრე თესვის ვადების, ნათესის მოვლისა და სხვა მსგავსი საკითხების შესწავლისას. სელექციურ მუშაობაში ხშირად, თესლის ნაკლებობის შემთხვევაში კმაყოფილებიან ბევრად ნაკლები ზომის დანაყოფებითაც, ზოგჯერ 1 მ²-ზე ნაკლებითაც კი.

საკონკურსო ჯიშთა გამოცდის დროს საკმარისია მცირე ზომის დანაყოფები. საწარმოო გამოცდისათვის კი საჭიროა დიდი დანაყოფები, რომელნიც საშუალებას იძლევიან ჩვეულებრივი ტექნიკით ვისარგებლოთ.

საწარმოო ცდებისას, ისწავლება რა სტაციონარული ცდების შედეგების საწარმოო ეფექტიანობა, დანაყოფის ფართობი დიდდება რამდენიმე ჰექტრამდე.

დანაყოფის ზომის გადიდება გარკვეულ ფარგლებში ზრდის ცდის სიზუსტეს, მაგრამ ამასთან ერთად ანგარიში უნდა გაეწიოს ცდის წარმოების სხვა მხარეებსაც (ნიადაგის სიჭრელე, აგროტექნიკა და სხვ.).

დანაყოფის გადიდება სამი წესით შეიძლება: 1) დანაყოფის სიგანის მომატება და სიგრძის უცვლელად დატოვება;

2) სიგრძისა და სიგანის პროპორციული გადიდება, 3) სიგრძის მომატება და სიგანის უცვლელად დატოვება;

დანაყოფის სიგანის მომატების მეშვეობით ფართობის გადიდება უმნიშვნელოდ ადიდებს ცდის სიზუსტეს, ზოგ შემთხვევაში ამცირებს კიდეც. სიგრძე-სიგანის პროპორციული გადიდებაც არსებითად არ მოქმედებს ცდის სიზუსტეზე. ყველაზე უკეთესია სიგანის უცვლელად დატოვება და სიგრძის მომატება. საერთოდ კი მრავალი დაკვირვებით დამტკიცებულია, რომ მინდვრის ცდის დანაყოფის ფართობის 300-500 მ²-ზე მეტად გადიდება ფაქტიურად აღარ ადიდებს ცდის სიზუსტეს. დანაყოფის ზომა და განმეორებათა რაოდენობა ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია.

თუ როგორ მოქმედებს ცდის სიზუსტეზე დანაყოფის ზომა და ფორმა ამის შესახებ ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს მე-2 ცხრილი.

ხეხილოვან მცენარეებში დანაყოფის ზომა იმგვარად უნდა შეირჩეს, რომ ერთ დანაყოფზე გვექონდეს არანაკლებ 10-20 მცენარე, კენკროვან და ბუჩქოვან კულტურებში კი 40-60 მანძი.

დანაყოფის ფორმა. დანაყოფის ფომის განსაზღვრის დროს

მხედველობაში მიიღება ნიადაგის სიჭრელე და ჩასატარებელი აგროტექნიკური ღონისძიებანი, რათა დანაყოფის ფორმა მოსახერხებელი იყოს აგროღონისძიებების ჩასატარებლად.

დანაყოფის ფორმაში იგულისხმება მართკუთხედის სიგრძე სიგანის შეფარდება. მეტწილად მინდვრის ცდისათვის დაყოფის უკეთესი ფორმა წაგრძელებული მართკუთხედი, მაგრამ დიდი მნიშვნელობა აქვს იმასაც, თუ როგორია შეფარდება სიგანესა და სიგრძეს შორის. საშუალოდ მიღებულია, რომ 200 მ² დანაყოფზე, დანაყოფის სიგრძე 5-10-ჯერ უნდა აღემატებოდეს სიგანეს, უფრო დიდი ფართობის დანაყოფზე კი-10-20-ჯერ.

დანაყოფის ფორმის განსაზღვრის დროს აუცილებელია ისეთი სიგანის შერჩევა, რომელიც შეესაბამება სათესი მანქანის მოდების განს. მაგალითად, თუ ცდაში გვაქვს თავთავიანი პურეული და თესვა 24 - მწკრივიანი სათესითაა გათვალისწინებული, დაყოფის სიგანე უნდა იყოს სათესი სიგანე

ცხრ.2 დანაყოფის ზომისა და ფორმის გავლენა ცდის სიზუსტეზე

სიგომის შედარება სიგანესთან	ცდის სიზუსტე M%		სიგანის შეფარდება სიგრძესთან	ცდის სიზუსტე M%	
	შაქრის ჭარხალი მე-3-ე ვარიანტი	კარტოფილი მე-2-ე ვარიანტი		შაქრის ჭარხალი მე-3-ე ვარიანტი	კარტოფილი მე-2-ე ვარიანტი
1:1	5,0	8,5	2:1	2,9	6,8
1:2	5,0	7,0	2:2	4,3	5,8
1:3	4,5	7,2	2:3	4,0	6,2
1:4	4,4	7,1	2:4	3,5	7,0
1:6	4,5	6,7	2:6	3,8	6,1
1:8	-	8,6	2:8	-	8,1
1:12	3,5	12,8	2:12	3,2	12,5

უნდა იყოს სათესი მანქანის მოდების განის (3,6 მ) ჯერადი: 3,6 მ ერთი გავლისათვის, 7,2 მ - ორი გავლისათვის და ა.შ.

განმეორებათა რაოდენობა. განმეორებათა რაოდენობა დამოკიდებულია ნიადაგის სიჭრელზე, დანაყოფის ზომისა და ცდის დასახულ სიზუსტეზე. განმეორებათა რაოდენობის დასადგენად საჭიროა ვიცოდეთ ნიადაგის სიჭრელის ცვალებადობა, რასაც ვარიაციის კოეფიციენტი (V) გვიჩვენებს, რომელიც წინასწარ დადგენილია სადაზვერვო აღრიცხვის დროს. ამასთანავე საჭიროა ცდის სასურველი სიზუსტის (m%) ცოდნა, რათა ცდომილება არ გასცილდეს დასაშვებ ფარგლებს. განმეორებათა რაოდენობა გარკვეულად მოქმედებს ცდის სიზუსტეზე: სიზუსტე მატულობს განმეორების რიცხვის კვადრატული ფესვის პროპორციულად. მრავალი გამოკვლევით დადგენილია, რომ განმეორებათა რაოდენობის გადიდება ზრდის ცდის სიზუსტეს. განმეორებათა გავლენა ცდის სიზუსტეზე უფრო მეტად მჟღავნდება 4-6 განმეორებაში, შემდგომი გადიდება კი უმნიშვნელოდ ადიდება ცდის სიზუსტეს.

განმეორებათა რაოდენობის დასადგენად გამოიყენება შემდეგი ფორმულა:

$$n = \left(\frac{v}{m\%} \right)^2,$$

სადაც, n - არის განმეორებათა რაოდენობა;

V -ვარიაციის კოეფიციენტი;

$m\%$ - ცდის დასახული სიზუსტე

მაგალითი. ცდა უნდა იყოს 5%-იანი სიზუსტის ($m\%=5$), ვარიაციის კოეფიციენტი $V=10\%$. ამ პირობებში საჭირო იქნება განმეორებათა შემდეგი რაოდენობა:

$$n = \left(\frac{10}{5}\right)^2 = 2^2 = 4 \text{ განმეორების.}$$

ამრიგად, მოცემულ ნაკვეთზე ცდის 5 %-იანი სიზუსტით ჩასატარებლად საჭიროა 4 განმეორება.

მინდვრის ცდის უპირატესობა 4-6 განმეორებით ტარდება, რაც საკმაოდ მაღალ სიზუსტეს (2-4%) უზუნველყოფს, თუ, რასაკვირველია დაცულია მეთოდიკის სხვა მოთხოვნებიც და ყველა სამუშაო დროულად და თანაბარი მაღალი ხარისხით სრულდება.

ვარიანტებისა და განმეორებათა განლაგება. იმისათვის, რომ დავიცვათ ცდის მეთოდიკით გათვალისწინებული მოთხოვნები და მივაღწიოთ შედეგების მაღალ სიზუსტეს, საჭიროა შევარჩიოთ საცდელ ნაკვეთზე ვარიანტებისა და განმეორებების განლაგების სწორი წესი.

განმეორების განლაგება შეიძლება ორი წესით: ერთობლივად (მთლიანად) და გაფანტულად. მთლიანი განლაგების დროს ყველა განლაგება ტერიტორიულად გაერთიანებულია. განმეორებათა გაადგილებას მინდვრის სხვადასხვა ნაწილში და ზოგჯერ სხვადასხვა საცდელ ნაკვეთზეც კი, რომელთაც არა აქვთ ერთი საერთო საზღვარი. ამ უკანასკნელ წესს უფრო ხშირად მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც რელიეფის გამო ნაკვეთის ფართობი საკმარისი არ არის. ზოგჯერ კი ამ წესს იყენებენ წინასწარი მოსაზრებით, რათა შეისწავლონ გამოსცდელ ღონისძიებაზე სხვადასხვა ნიადაგური აგროტექნიკური პირობების გავლენა.

საცდელ საქმეში უმთავრესად გამოყენებულია განმეორებათა განლაგების პირველი წესი.

რაც შეეხება განმეორებათა შიგნით ვარიანტების განლაგებას, აქ საქმე გვაქვს მნიშვნელოვან მრავალფეროვნებასთან.

დანაყოფები განმეორების შიგნით შეიძლება განლაგდეს მკვლევარის წინასწარ დასახული სისტემით, რომელ წესსაც

სისტემური განლაგება ეწოდება. გარდა ამისა არის **შემთხვევითი განლაგება**, როდესაც დანაყოფებისათვის განმეორების შიგნით წინასწარ არა გვაქვს განსაზღვრული ადგილი.

ვარიანტთა სისტემური განლაგების მეთოდი ძირითადად ორი წესისგან შედგება: 1) თანმიმდევრული და 2) სტანდარტული.

I					II					III					IV				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

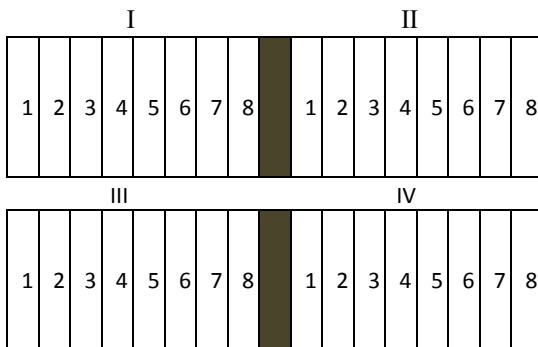
სურ. 6. დანაყოფების განლაგება ერთ სართულად ცდის დროს

ვარიანტთა თანმიმდევრული განლაგება შეიძლება ერთ ან რამდენიმე სართულად. ერთ სართულად განლაგების დროს ვარიანტები ყველა განმეორებაში ისეთივე თანმიმდევრობითაა განაწილებული, როგორც პირველ განმეორებაში. მაგალითად, გვაქვს 5 ვარიანტი, ოთხ განმეორებაში, მათი ერთ სართულად განლაგება ისეთი იქნება, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-6 სურათზე.

რამდენიმე იარუსად ვარიანტების განლაგების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ თანამოსახელე ვარიანტები ტერიტორიულად ერთმანეთის მოსაზღვრე არ უნდა იყოს, ე.ი. ვარიანტები როგორც ჰორიზონტალურად, ისე ვერტიკალურად ერთმანეთის გვერდით არ უნდა მდებარეობდნენ.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ, თუ რამდენი ნომრით გადავწიოთ თანამოსახელე ვარიანტი შემდგომ სართულში, საჭიროა ვარიანტთა საერთო რაოდენობა გავყოთ იარუსთა რაოდენობაზე და იმდენით გადავანაცვლოთ დანაყოფები ყოველ მომდევნო სართულში. მაგალითად, გვაქვს 6 ვარიანტიანი ცდა ოთხი განმეორებით და გვსურს დანაყოფები განვალაგოთ ორ იარუსად. მომდევნო იარუსში დანაყოფი გადაინაცვლებს 4 ნომრით ($8:2=4$), იგივე ცდის 4 იარუსად გადაადგილების დროს კი 2 ნომრით ($8:4=2$).

თანმიმდევრულ განლაგებას, განსაკუთრებით კი როდესაც



სურ.7. ვარიანტების ორ სართულად განლაგება ცდის დროს

ვარიანტები რამდენიმე იარუსადაა განლაგებული, “ჭადრაკულ” განლაგებასაც უწოდებენ.

სტანდარტული მეთოდით დანაყოფების განლაგებაში ძირითადად გამოიყენება: იამზ-მეთოდი, დაქტილ-მეთოდი და წყვილთა მეთოდი.

იამზ-მეთოდში საკონტროლო ვარიანტი გაადგილებულია ყოველი ერთი საცდელი ვარიანტის შემდეგ, ხოლო დაქტილ - მეთოდში ორი საცდელი ვარიანტის შემდეგ, ორივე მეთოდით, მეტადრე, კი პირველი განლაგების დროს დიდი ფართობი მიაქვთ საკონტროლო ვარიანტებს, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს ცდის ჩატარებას.

წყვილთა მეთოდი დაქტილ მეთოდის მოდიფიკაციაა. ყველა საცდელ დანაყოფს ადარებენ მის მეზობელ საკონტროლოს, წყვილთა მეთოდის დროს შესადარებელი ვარიანტები შემდეგნაირადაა განლაგებული (იხ. სურ. 10).

აღნიშნულ სქემაში ასო „კ“ გამოხატავს საკონტროლო ვარიანტს, ანუ სტანდარტულს, ციფრებით კი აღნიშნულია საცდელი ვარიანტები. საცდელი ვარიანტების ყველა მაჩვენებლის შეფარდება წარმოებს მის მეზობელ საკონტროლოსთან. ასე, მაგალითად მე-2 და მე-3 ვარიანტი უნდა შევადაროთ მეორე საკონტროლოს, მე-4 და მე-5- მესამე საკონტროლოს და ა.შ.

წყვილთა მეთოდის გამოყენების დროს ხშირად ამცირებენ განმეორებათა რაოდენობას, ანდა სულ არ იყენებენ განმეორებას. ყველა სტანდარტული მეთოდის ნაკლი ისაა, რომ ჩვეულებრივ მარტივ განმეორებებთან შედარებით, აქ

დანაყოფთა რაოდენობა მნიშვნე ლოვნად იზრდება; მაგრამ სტანდარტულ მეთოდს, აქვს ზოგი დადებითი მხარეც ჯიშთა საკონკურსო გამოცდაში, როცა უნდა შევადაროთ სხვადასხვა ახალი ჯიში სტანდარტთან, რადგანაც ნიადაგური სიჭრელის

									I
8	7	6	5	4	3	2	1		

პირობებში მეზობელი საკონტროლო და გამოსაცდელი ჯიშები შედარებით თანაბარ პირობებში იმყოფებიან.

დანაყოფების შემთხვევითი განლაგებიდან საცდელ საქმეში ყველაზე მეტად გავრცელებულია:

									II
4	3	2	1	8	7	6	5		

1) რენდომიზაციის წესი (კენჭისყრით) და ლათინური კვადრატი. რენდომიზებულად ვარიანტების განლაგების დროს ყოველი განმეორება იყოფა იმდენ დანაყოფად რამდენი ვარიანტიც არის ცდაში, მაგრამ წინასწარ გათვალისწინებული არ არის, თუ რომელი იქნება გაადგილებული. რენდომიზაცია (ანუ კენჭისყრა) შემდეგი წესით წარმოებს: ცდის სქემით

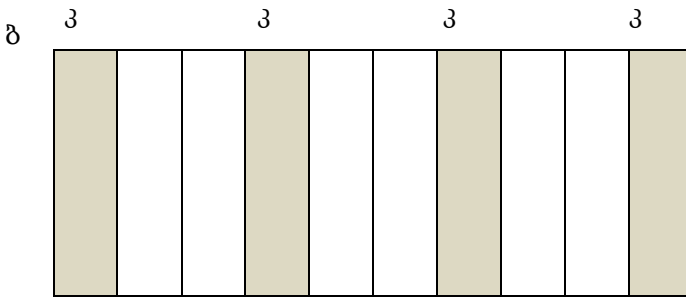
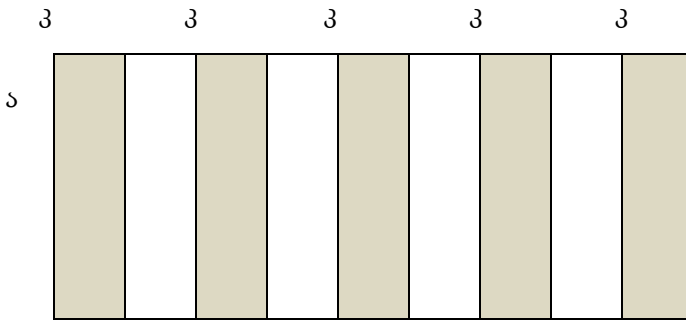
									III
5	6	7	8	1	2	3	4		

გათვალისწინებული ვარიანტები ინომრება და თითოეული ნომერი იწერება ცალკე ქაღალდზე. დანომრილი ქაღალდები აირევა ერთმანეთში, საიდანაც მკვლევარი იღებს იმ ნომერს, რომელიც შემთხვევით მოხვდება ხელში. ამოღებული ნომრის შეაბამისად ვარიანტი გაადგილდება პირველი განმეორების პირველ დანაყოფზე. ყოველ მომდევნო დანაყოფზე

									IV
1	2	3	4	5	6	7	8		

სურ.8. ვარიანტების 4 სართულად განლაგება ცდის დროს

გაადგილდება შემდგომ მოხვედრილი ნომრის ვარიანტი. ყველა განმეორებისათვის კენჭისყრა ცალ-ცალკე წარმოებს.



სურ. 9 სტანდარტული მეთოდით განლაგება: ა) იამზ-მეთოდი, ბ) დაქტილ-მეთოდი

კ ₁	1	2	კ ₂	3	4	კ ₃	5	6	კ ₄
----------------	---	---	----------------	---	---	----------------	---	---	----------------

კ ₅	3	4	კ ₆	5	6	კ ₇	1	2	კ ₈
----------------	---	---	----------------	---	---	----------------	---	---	----------------

სურ.10. დანაყოფის განლაგება წყვილთა მეთოდით

რენდომიზაციის წესის უარყოფითი მხარე ის არის, რომ შესაძლოა თანამოსახელე ვარიანტები ერთმანეთის გვერდით მოხვდეს. ასეთი შემთხვევები განსაკუთრებით ხშირია. ამიტომ რენდომიზაციის მეთოდის გამოყენების დროს ამ გარემოებას მხედველობაში იღებენ და ხსენებულ შემთხვევაში დანაყოფის

I					II				
4	2	5	3	1	5	3	1	4	2
III					IV				
2	5	3	1	4	3	1	4	2	5

სურ. 11 დანაყოფის განლაგება რენდომიზაციის მეთოდით. I,II, III,IV განმეორებანი

განლაგების ადგილს ხელახლა უყრიან კენჭს.

განლაგება მოცემულია მე-11 სქემატურ ნახაზზე. ლათინურ კვადრატში რენდომიზაციით დანაყოფების განლაგება სხვა წესით წარმოებს. ეს წესი განვიხილოთ მაგალითზე: აღვნიშნოთ 5 ვარიანტი ასოებით ა, ბ, გ, დ, ე, ე.ი დანაყოფთა საერთო რაოდენობა უდრის $5 \times 5 = 25$. ჯერ კენჭი ეყრება პირველი მწკრივისათვის, შემდეგ მეორესათვის და ა.შ. თუ რომელიმე მწკრივში თანამოსახელე ვარიანტები მეორდება, კენჭის ყრას ვიწყებთ ხელახლა, იქამდე, სანამ არ მივაღწევთ თანამოსახელე ვარიანტთა ლიკვიდაციას მწკრივებსა და სვეტებში (სურ.12) როდესაც სწორად არის შევსებული პირველი ოთხი მწკრივი (ჩვენს მაგალითში) ბოლო მწკრივი შეგვიძლია შევავსოთ

ა	ბ	გ	დ	ა	ბ	გ	დ	ე
ბ	გ	დ	ა	ბ	გ	დ	ე	ა
გ	დ	ა	ბ	გ	დ	ე	ა	ბ
დ	ა	ბ	გ	დ	ე	ა	ბ	გ
				ე	ა	ბ	გ	დ

სურ. 12 ლათინური კვადრატი

ნებისმიერად, იმ ვარაუდით, რომ თანამოსახელე ვარიანტი არ განმეორდეს.

ლათინური კვადრატი მეტად ხელსაყრელია მცირე ვარიანტიან სქემებში, მაგრამ როდესაც ცდის ვარიანტების რაოდენობა მრავალია, მნიშვნელოვნად იზრდება დანაყოფების საერთო რაოდენობა, რაც მეტად აძნელებს მუშაობას.

4. მინდვრის ცდის ერთდროული გამოკვლევები

მინდვრის ცდის ჩატარების პერიოდში დიდი მნიშვნელობა აქვს ცდის ერთდროულ ანუ თანამგზავრ გამოკვლევებს, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ავხსნათ ცდის ვარიანტების განსხვავებული შედეგები. დაკვირვებები წარმოებს როგორც მცენარეზე, ისე გარემო პირობებზე. იმის მიხედვით, თუ რა საკითხია ცდაში შესასწავლი ყურადღება მახვილდება მცენარის ზრდა-განვითარების, ან გარემო ფაქტორების მოქმედების ამა თუ იმ მხარეზე, გამოკვლევის პროგრამა და მეთოდოლოგია ცდის დაყენებამდე უნდა შემუშავდეს მის წინაშე დასახული ამოცანების შესაბამისად, მოკლედ განვიხილავთ ზოგიერთი, თანამგზავრ დაკვირვებებს, რომელიც მინდვრის ცდისას ტარდება.

ფენოლოგიური დაკვირვებები. ცდაში შესასწავლი ღონისძიებანი გავლენას ახდენენ მცენარეთა ზრდა - განვითარების ცალკეული ფაზის ხანგრძლიობაზე. ფენოლოგიური დაკვირვებების დროს აღირიცხება მცენარის ზრდა-განვითარების გარეგნულად თვალსაჩინო ძირითადი ფაზების დასაწყისი და ფაზის მასიური ანუ სრული პერიოდი. დასაწყისად ითვლება ის დრო, როდესაც აღნიშნულ ფაზაში შევა დანაყოფის მცენარეთა დაახლოებით 10%, სრული-როცა იგი აღინიშნება მცენარეთა 75%-ზე.

სხვადასხვა მცენარეზე აღირიცხება შემდეგი ფენოლოგიური ფაზები:

თავთავიანი მარცვლეული (პურეული) თესვა, აღმოცენება, ბარტყობა, აღერება, დათავთავება, ყვავილობა, სიმწის სამი ფაზა-რძისებრი, ცვილისებრი და სრული.

სიმინდი-აღმოცენება, 2-3 ფოთლის განვითარება, დამუხლებება, ქოჩოჩის ამოტანა, ტაროს ამოღება, რძისებრი, ცვილისებრი და სრული სიმწიფე.

მზესუმზირა-აღმოცენება, კოკრობა, კალათების განვითარება, ყვავილობა, სიმწიფის დასაწყისი, სრული სიმწიფე.

სამარცვლე პარკოსნები-აღმოცენება, ნამდვილი ფოთლების განვითარება, ყვავილობა, პარკების განვითარების დასაწყისი, ქვედა პარკების მომწიფება, სიმწიფის დამთავრება.

კარტოფილი - აღმოცენება, ყვავილობა, ტუბერების გამონასკვის დასაწყისი, ფოჩის ჭკნობა.

ბამბა-აღმოცენება, მესამე ფოთლის განვითარება, კოკრობა, ყვავილობა, პირველი კოლოფების გახსნა, ვეგეტაციის დამთავრება.

პომიდორი-სათბურში აღმოცენება, გრუნტში გადარგვა, ყვავილობის დასაწყისი, ნაყოფის განვითარების დასაწყისი, ნაყოფის ტექნიკური სიმწიფე, პირველი, შემდგომი და უკანასკნელი კრეფა.

კიტრი-აღმოცენება, ყვავილობა, გამონასკვის დასაწყისი, პირველი და შემდგომი კრეფები.

ბაღჩეული-აღმოცენება, ყვავილობა (მდედრობითი და მამრობითი ყვავილების ცალ-ცალკე), მომწიფება, მოსავლის კრეფა.

თავიანი კომბოსტო-სათბურში აღმოცენება, ჩითილის ღია გრუნტში გადარგვა, თავების დახვევის დასაწყისი მცენარეების ტექნიკური სიმწიფე 10%, 30% და 75%.

თესლოვანი ხეხილი-კვირტის გაშლა, ყვავილობა, ნაყოფის გამონასკვა, ტექნიკური სიმწიფე, ფოთოლცვენა.

ვაზი - „ტირილის“ დასაწყისი, კვირტის გაშლა, ყვავილობა, ისრილობა, ყურძნის შეთვალევა, ტექნიკური სიმწიფე, ფოთოლცვენა.

სარეველების აღრიცხვა-ნათესის დასარეველიანების შესწავლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ისეთ ცდებში, რომელშიც შეისწავლება ნიადაგის დამუშავება, ჰერბიციდების ეფექტიანობა, თესვის წესები, თესვის ვადები და აგროტექნიკური ღონისძიებები. ცდაში სარეველების აღრიცხვა სხვა და სხვა პერიოდში წარმოებს. ასე მაგალითად, მთლიან მოსათეს თავთავიან კულტურებში დასარეველიანება აღრიცხება აღერებამდე ან შემდეგ საჭიროების მიხედვით ცდის ხასიათიდან გამომდინარე, აგრეთვე მოსავლის ალების დროს, სათოხნ კულტურებში კულტივაციების წინ და მოსავლის ალების წინ.

დასარეველიანების შესწავლა ორი მეთოდით შეიძლება: თვალზომითი და რაოდენობრივ - წონითი. თვალზომითი შეფასება ხდება მალეცვის ოთხბალიანი წესით. დიაგნოზის გაყოლებით დეტალურად ათვალიერებენ დანაყოფს და

თითოეული სარეველას გავრცელების სიხშირის მიხედვით იწერება ბალი:

1. სარეველა გვხვდება ცალკეული ეგზემპლარების სახით;
2. სარეველა გვხვდება უფრო მეტი, მაგრამ მასში თვალსაჩინო არ არის;
3. გვხვდება ხშირად, მაგრამ კულტურული მცენარეები ჭარბობენ;
4. გვხვდება მთლიანი მასის სახით, კულტურული მცენარეები დახშობილია. რაოდენობრივ - წონითი მეთოდი ითვალისწინებს 0,25-1,0 მ²-ს ფართობის მოედნების გამოყოფას. სასინჯი მოედნები დანაყოფზე ჭადრაკულად უნდა განლაგდეს. თითოეული მოედნიდან ფესვებიანად ამოითხრება სარეველები, დაითვლება და დაჯგუფდება ბიოლოგიური ტიპების მიხედვით ცალკეული სახეობები, განისაზღვრება ნედლი ან ჰაერმშრალი მასის წონა.

ხშირად საჭიროა სარეველა მცენარეების სიმაღლის ანუ იარუსიანობის აღრიცხვა, რომელიც რომაული ციფრებით აღინიშნება.

I - სარეველა კულტურულ მცენარეებზე მაღალია და მიეკუთვნება ზედა იარუსს;

II - სარეველა კულტურული მცენარის სიმაღლისაა და ეკუთვნის საშუალო იარუსს;

III - სარეველა კულტურული მცენარეების შუაწელზე დაბალია და შეადგენს ქვედა იარუსს.

როდესაც ცდის მიზანია სარეველა მცენარეების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების დამუშავება, აუცილებელია ნიადაგის და სარევიანების შესწავლაც. ნიადაგის ნიმუშების ასაღებად გამოიყენება სპეციალური სინჯები, რომელსაც იღებენ სახნავ ფენაში 0-5; 5-10; 10-15; 15-20 სმ სიღრმეზე. ნიადაგის დამუშავება წარმოებს მძიმე ხსნარით.

ნიადაგის ტენტივალობა. ნიადაგის ტენიანობაზე დაკვირვება აუცილებელია ისეთ ცდებში, რომლებიც ეხება ნიადაგის დამუშავებას და მორწყვის საკითხებს. ამისათვის იღებენ ნიადაგის სინჯებს სახნავი ფენის სხვადასხვა სიღრმეზე 0-10; 10-20; 20-30 სმ. მორწყვასთან დაკავშირებულ ცდებში ნიადაგის ნიმუშები აიღება ცდაში მონაწილე მცენარის ფესვთა სისტემის გავრცელების აქტიური ფენის სიღრმეზე. ნიადაგის ტენიანობის

შესასწავლად ნიმუშების აღების მეთოდის დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე. რელიეფზე. ნიადაგის დამუშავების სისტემაზე, დასარევილიანებაზე და სხვა ფაქტორებზე. აღებული ნიმუშების დამუშავება წარმოებს ლაბორატორიაში, არსებული წესის მიხედვით. შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ტენიანობის განაზღვრისთვის თანამედროვე ტექნოლოგიები, რომლებიც ნაკვეთშივე საშუალებას იძლევა განსაზღვრული იქნას ნიადაგის ტენიანობა. თუმცა უფრო ზუსტი ციფრობრივი მასალის მიღება ლაბორატორიაშია შესაძლებელი.

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა.

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ ცდაში გამოცდილი ღონისძიებების გავლენა ნიადაგის სტრუქტურაზე, მჟავიანობაზე ნიტრატების დინამიკასა და სხვა თვისებებზე, სინჯების ასაღები წერტილების განსაზღვრა უმჯობესია რენდომიზაციის მეთოდით.

მეტეოროლოგიური დაკვირვებანი. როგორც სტაციონარულ, ისე საწარმოო ცდებში აუცილებელია მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ჩატარება, რადგანაც ცდაში გამოსაცდელი ესა თუ ის ღონისძიება გარკვეულ ცვალებადობას განიცდის ამინდის პირობების გავლენით. უმჯობესია, რომ მეტეოროლოგიური სადგური იყოს ცდების წარმოების ადგილზე, თუ ასეთი არ არის, უნდა ვისარგებლოთ უახლესი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით და ეს მონაცემები შევავსოთ ადგილზე თვალზომით (ვიზუალურ) დაკვირვებებით. მკვლევარს დღიურში შეაქვს ამინდის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენები (სეტყვა, ნალექი, ჭირხლი, მოღრუბულობა, ქარი, ნისლი და სხვ.) განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ისეთ მოვლენებს, რომლებიც დიდად მოქმედებენ მოსავლიანობაზე.

ბიომეტრიული გამოკვლევები. ბიომეტრიული გამოკვლევები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ცდაში გამოსაცდელი ღონისძიებების გავლენა ცალკეული ვარიანტის მცენარეთა ზრდა-განვითარების ინტენსივობაზე, ვადგენთ განსხვავებას სიმაღლეში, შეფოთვლაში, დატოტვაში, მცენარეთა დგომის სიხშირეში.

მთლიან მოსათეს კულტურებისათვის გამოიყოფა თითო მ²-ის ზომის სასინჯი ფართობები თითოეულ დანაყოფზე ორ ადგილას. ამ ფართობზე განისაზღვრება მცენარეთა დგომის

სიხშირე, ხოლო მოსავლის აღების წინ სასინჯი ფართობიდან აიღება სასინჯი ძნა და მუშავდება ლაბორატორიაში.

სათოხნ კულტურებში ორ არა მეზობლად მდებარე განმეორებაში გამოიყოფა - 50-50 მცენარე, რომლებზედაც სწარმოებს დაკვირვება ოდენობით და სხვა სამეურნეო ნიშნებზე.

თამბაქოზე წარმოებულ ცდებში თავების წატეხვის შემდეგ ორ განრეობებაში აკვირდებიან 50-50 მცენარეს, რომლებიც შერჩეულია დანაყოფის შუა ორ მწკრივზე, თითოეულში 25 ცალი. გაიზომება მცენარეთა სიმაღლე, აითვლება ტექნიკურად ვარგისი ფოთლები, იზომება შუა, ყველაზე დიდი ფოთლის სიგრძე, განი და ყუნწის სიგრძე.

მრავალწლოვან ნარგავებში, მაგ. ხეხილზე წარმოებულ ცდებში, გამოკვლევა წარმოებს ღეროს სიმსხოში ზრდაზე, წლიურ ნაზარდზე, ფოთლების ფართზე, კვირტების რაოდენობაზე და სხვა.

მოსავლის სტრუქტურა. მოსავლის აღების წინ დათვალიერდება სასინჯად აღებული ფართობები და მცენარეები. თუ ეს ფართობები და მცენარეები შეიძლება ამჟამადაც დამახასიათებლად ჩაითვალოს დანაყოფისათვის იქიდანვე აიღება ნიმუშები ლაბორატორიული ანალიზისათვის.

თავთავიანი პურეულისათვის აღებული სასინჯი ძნის მიხედვით არკვევენ მცენარეთა დგომის სიხშირეს მოსავლის აღების წინ, თავთავიანი ღეროების რაოდენობას 1 მ²-ზე, თავ-თავში მარცვლების რაოდენობას და 1000 მარცვლის წონას. სიმინდში, 100 სანიმუშო ტაროს მიხედვით განისაზღვრება: ყურძნის მექანიკურ-ქიმიური შედგენილობა, მტევნის რაოდენობა ერთ ძირზე, მტევნის საშუალო წონა გრამობით, მარცვლების რაოდენობა მტევნებზე, მტევნის შემადგენლობა (მარცვალი, კლერტი, კანი, რბილობი, წიპწა, წვენი), 100 მარცვლის წონა. 100 წიპწის წონა, შაქრიანობა, მჟავიანობა.

მოსავლის სტრუქტურაზე დაკვირვებისათვის აქ მოყვანილია რამდენიმე კულტურის მაგალითი, საერთოდ კი ცალკეული კულტურისათვის საჭიროა კონკრეტული დაკვირვებები ოდენობითი და სხვა სამეურნეო ღონისძიებების მქონე ნიშნების შესასწავლად.

მაგნებლები და დაავადებები. მცენარის მოსავლის შემცირებაზე მოქმედ გარეგან უარყოფით ფაქტორთა შორის აღსანიშნავია

მავნებლები და დაავადებანი, რომელთა გავრცელებაზე სპეციალური დაკვირვებების ჩატარებაა საჭირო, დაკვირვება წარმოებს ცალკეული დანაყოფების მიხედვით.

მავნებლების მიერ გამოწვეულ დაზიანებათა აღრიცხვა შეიძლება თვალზომით და მცენარეთა ან მარცვლის (ნაყოფის) სინჯის ანალიზის საშუალებით თვალზომური შეფასება წარმოებს 10 ბალიანი შკალის მიხედვით პროცენტობით: 10, 20,30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100%. ყველა შემთხვევაში უნდა აღინიშნოს დაზიანების ხასიათი (დაზიანებულია მთელი მცენარე, თუ მხოლოდ მცენარის ნაწილები, ან თუ მოსპობილია მცენარეთა ჯგუფი).

მცენარეთა ანალიზი ტარდება იმ მავნებლების გამოსარკვევად, რომელნიც ცხოვრობენ მცენარის ღეროს ან ნაყოფის შიგნით. მცენარეთა ფიტოპათოლოგიური დაავადებების აღრიცხვისათვის ითვალისწინებენ ოთხ მაჩვენებელს: 1. დაავადებულ მცენარეთა პროცენტს, 2. დაავადებული მცენარეებით დაკავებული ფართობის პროცენტს, 3. მცენარეთა ორგანოს დაავადების ხარისხს და 4. დაავადებული ფოთლის ნაწილის ოდენობას პროცენტობით.

მცენარეთა დაავადების აღრიცხვა ხუთბალიანი შკალით წარმოებს. როდესაც 10 %-ზე ნაკლებია დაავადება, უწერენ 1 ბალს, დაავადებულია მცენარეთა 10-25 %, უწერენ 2-ს; 25-50 %-3-ს; 50-75%-4-ს და როდესაც 75 %-ზე მეტია დაავადებული, უწერენ 5 ბალს.

მავნებლებით და დაავადებებით მცენარეთა დაზიანების უფრო დეტალური აღრიცხვა ცალკეული კულტურების მიხედვით სპეციალურ ცოდნას საჭიროებს, რომლის შინაარსიც დეტალურად განხილულია, ენტომოლოგიისა და ფიტოპათოლოგიის სახელმძღვანელოებში.

5.საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა

ცდის სქემის, განმეორებათა რაოდენობისა და დანაყოფთა საცდელ ნაკვეთზე განლაგების წესის განსაზღვრის შემდეგ საჭიროა შედგეს ცდის სქემატური გეგმა-ნახაზი. სქემატური გეგმის მიხედვით დანაყოფის ნატურაში გადატანამდე საჭიროა გამოვიანგარიშოთ ცდისათვის საჭირო ფართობი. ცდის საერთო ფართობში გარდა დანაყოფების ფართობისა უნდა შევიდეს საფარი ზოლები (ბოლო და გვერდითი სფარები), დანაყოფთაშორისი ბილიკები და გზები.

ცდისათვის საჭიროა ფართობის გაანგარიშებისათვის ვიყენებთ შემდეგ ფორმულას:

$$S = (ბ. გ. დ) + (ე + ვ)$$

სადაც S—ცდისათვის საჭირო ფართობი;

ბ—ერთი დანაყოფის სააღრიცხვო ფართობი მ²-ობით;

გ—ვარიანტთა რაოდენობა;

დ—განმეორებათა რაოდენობა;

ე—ბილიკებისა და გზების საერთო ფართობი და

ვ—ბოლო და გვერთითი საფარების ფართობი.

მაგალითი. ბ = 25 მ . 4 მ = 100 მ²; გ = 4; დ = 4. ცდაში დანაყოფები განლაგებულია ერთ ზოლად. დანაყოფებს შორის დატოვებულია 0,5 მ სიგანის ბილიკი. თითოეული გარე გვერდის საფარის ფართობი ტოლია საცდელი დანაყოფის ფართობისა. გამოვიანგარიშოთ ცდისათვის საჭირო ფართობი.

ცდაში ბ, გ და დ ცნობილია, საჭიროა გავიგოთ ე და ვ. ე=a.b(n-1), სადაც a ბილიკის სიგანეა, b—ბილიკის სიგრძე, n—საცდელი დანაყოფების და გარე გვერდის საფარების რაოდენობა.

ამრიგად, ე = 0,5 მ. (18-1) = 12,5 მ². 17 = 212,5 მ² რადგანაც გარე გვერდის საფარი საცდელი დანაყოფის ტოლია და ასეთი საფარი კი ორი გვაქვს, 3 = 100 მ² + 100 მ² = 200 მ², თუ ჩავსვამთ ფორმულაში მიღებულ ციფრობრივ მონაცემებს, მივიღებთ S = (ბ. გ. დ) + +(გ+3)=(100.4.4)+(212,5+200)=2012,5მ²-ს, ე. ი. მოცემული ცდისათვის საჭირო ყოფილა 2012,5 მ² ფართობი.

თუ ცდა განლაგებულია ორ და მეტ ზოლად, მაშინ ბილიკების საერთო ფართობი იანგარიშება ერთი ზოლისათვის და მიღებული სიდიდე გადამრავლება ზოლთა რაოდენობაზე. მას მიემატება აგრეთვე ზოლებს შორის დარჩენილი გზების ფართობი.

ვიცით რა ცდისათვის საჭირო ფართობი და დანაყოფთა ნატურაში განლაგების წესი, ნაკვეთის აგეგმვამდე საჭიროა მომზადდეს ხელსაწყოები და ინვენტარი, ძველი ტრადიციული მეთოდის შესაბამისად ეს შეიძლება გაკეთდეს ეკერით, საზომი ბაფთი (ფოლადის ან მუშამბის), გრძელი თოკი, 1,5–2 მ სიგრძის სანიშნი საყეები, 30–50 სმ გამალაშინებული პალოები და კუთხის ოთხი რეპერი.

ნაკვეთის აგეგმვა იწყება მთელი ცდის საერთო კონტურების გამოყოფით. ცდისათვის საჭირო ფართობი უნდა წარმოადგენდეს სწორკუთხედს, რისთვისაც საჭიროა ფართობის ოთხივე წერტილში

აგებული იყოს სწორი კუთხე. სწორი კუთხეების აგება წარმოებს ეკერით, ხოლო თუ ეკერი არ გვაქვს ბაფთის და თოკის საშუალებით.

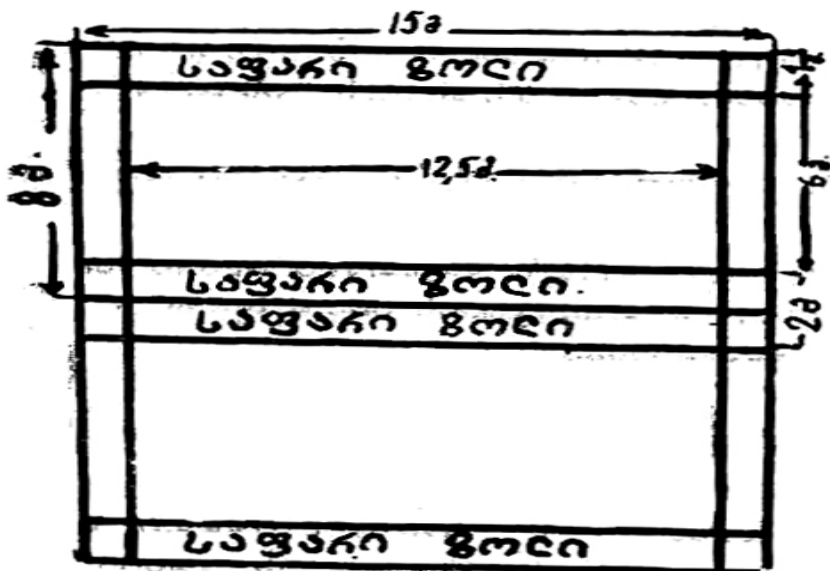
სწორი კუთხის ასაგებად საცდელი ნაკვეთის ერთ კუთხეში ვიღებთ ნებისმიერ α წერტილს და მოვნიშნავთ მას პალოთი.

აგეგმვას ამ α წერტილიდან ვიწყებთ ნაკვეთის მთელი სიგრძის დანიშვნით, სარებისა და თოკის საშუალებით. α . წერტილში გაგვყავს α ხაზის მიახლოებითი პერპენდიკულარი α ბ, რის შემდეგაც ამ ხაზზე გადავზომავთ 3 მ მონაკვეთს (α . α_1), მის პერპენდიკულარულად კი 4 მ მონაკვეთს (α . α_2). თუ α . წერტილში სწორიკუთხეა შექმნილი α_1 და α_2 წერტილებს შორის მანძილი, თანახმად პითაგორას თეორემისა, 5 მ უნდა გამოვიდეს, თუ არა და საჭიროა α_2 წერტილი გადავადგილოთ აქეთ–იქით მანამ α_1 და α_2 წერტილს შორის არ იქნება მანძილი 5 მეტრი. სწორი კუთხის აგების ეს წესი ემყარება პითაგორას თეორემას: „მართკუთხა სამკუთხედში კათეტების კვადრატების ჯამი უდრის ჰიპოტენუსის კვადრატს“, ე.ი. ჩვენ შემთხვევაში $3^2+4^2= 5^2$ ანუ $9+16=25$. შეიძლება გადაიზომოს სხვა სიგრძეებიც $6^2+8^2=10^2$ ანუ $36 +64=100$ და ა.შ. ავაგებთ რა სწორ კუთხეს, α_1 , მონაკვეთს ვაგრძელებთ თავისი მიმართულებით ჩვენთვის საჭირო სიგრძემდე (α ბ). β წერტილშიც იმავე წესით ვაგებთ სწორ კუთხეს და β_2 მონაკვეთს ვაგრძელებთ დ წერტილამდე. სასურველია ცდის საერთო ფართობის ოთხივე (α . β . γ . δ) წერტილებში აიგოს სწორი კუთხე, მაგრამ ზოგ შემთხვევაში შეიძლება დაგვკმაყოფილდეთ ორ წერტილში სწორი კუთხის აგებით. თუ α . და γ წერტილში სწორი კუთხეა აგებული, მაშინ α_1 და γ_1 ხაზების გაგრძელებაზე საჭირო სიგრძეების გადაზომილი წერტილების შეერთებით უნდა მივიღოთ, რომ $\alpha\gamma=\beta\delta$. ამ შემთხვევაში β და δ წერტილებშიც სწორი კუთხე გვექნება.

სწორი ხაზის გასაყვანად აუცილებელია სარებისა და ლარის გამოყენება.

თუ საცდელი ნაკვეთის აგებისათვის არა გვაქვს ეკერი და არც საზომი ბაფთი (განსაკუთრებით წარმოების პირობებში), სწორი კუთხის ასაგებად შეგვიძლია გამოვიყენოთ ნებისმიერი სიგრძის თოკს, რომელსაც დავეკვცვით ან ნიშნის დადებით ვყოფთ სმ თანაბარ ნაწილად $\alpha\gamma$ – $\beta\delta$ – $\alpha\delta$ – $\beta\gamma$ მონაკვეთს კიდევ ვყოფთ შუა η წერტილში $\gamma\eta$ – $\delta\eta$. იმ წერტილში, სადაც გვსუს წორი კუთხის აგება, დავასობთ პალოს და ამ პალოზე დავამთხვევთ η წერტილს. γ და δ

წერტილებიც მონიშნება პალოთი. რომელზედაც შემოეხვევა თოკი. ორი ადამიანი თოკის ა და ბ ბოლოებს წაიღებს საცდელი ნაკვეთის შიგნით და გაჭიმული თოკის ა და ბ წერტილებს შეაერთებს. თუ ა და ბ წერტილების შეერთების ადგილიდან ე წერტილისაკენ გავჭიმავთ ლარს, ე. წერტილის ორივე მხარეს შეიქმნება სწორი კუთხე. ამის შემდეგ ედ ხაზს გავაგრძელებთ თავისი მიმართულებით (ან ეგ-ს, იმის მიხედვით რა მიმართულებით გვინდა საცდელი ნაკვეთის გაადგილება). ასევე ეა ან ებ მიმართულებით და მიღებულ წერტილშიც ვაგებთ სწორ კუთხეს.



ცდის დანაყოფი დამცველი ზოლებით

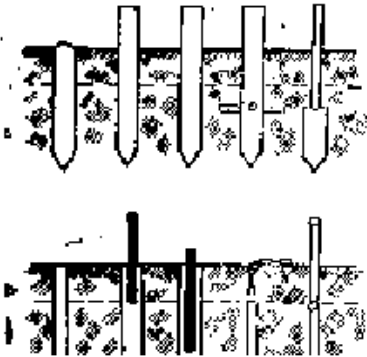
ცდის საერთო ფართობის გამოყოფის შემდეგ აწარმოებენ ცდის საფარი ზოლების გამოყოფას (თუ ცდა რამდენიმე იარუსად არის განლაგებული).

დავუშვათ ცდის თითოეული დანაყოფის სიგრძე უდრის 20 მ, სიგანე კი 5 მ. აგ ხაზზე გადაზომავენ 20 მ და ბოლოში \ ასობენ პალოს. შემდეგ გამოყოფენ ამ ზოლისათვის საჭირო სიგანის საფარს და აქაც ასობენ პალოს, ასევე იქცევიან ცდის მეორე და შემდგომი ზოლის გამოსაყოფად. ასეთივე წესით გადაზომავენ და მონიშნავენ პალოებით კონტურის მეორე ბდ მხარეზე ზოლებისა და საფარების

ზომებს. ზოლების გამოყოფის შემდეგ თითოეულ ზოლზე გამოიყოფა დანაყოფები. ამისათვის პირველი ზოლის აბ ხაზზე გადაზომავენ 5–5 მეტრს და ყოველი 5 მეტრის შემდეგ ასობენ პალოებს, ასევე აწარმოებენ დანაყოფის გაყოფას ზოლის მეორე მხარეზე (ბდ). ზუსტად ასეთივე წესით გამოიყოფა დანაყოფების სიგანე დანარჩენ ზოლებში.

6. ცდის საზღვრების ფიქსირება

მინდვრის ცდის წარმოების დროს, საცდელი ნაკვეთის აგეგმვის შემდეგ აუცილებელია ძირითადი საზღვრების ფიქსირება, რაც საშუალებას მოგვცემს



სუს.17. ცდის საზღვრების დაფიქსირება

აღვადგინოთ ყველა დანაყოფის ადგილმდებარეობა. ცდის საზღვრების ფიქსირების სხვადასხვა წესი არსებობს. როგორი წესითაც არ უნდა იყოს ცდის საზღვრები ფიქსირებული, ისინი ყველა შემთხვევაში უნდა აკმაყოფილებდნენ სამ ძირითად პირობას: 1) საზღვრების მოსანიშნი უნდა იყოს დამზადებული გამძლე მასალისგან, 2) ხელს არ უნდა უშლიდეს ნიადაგის

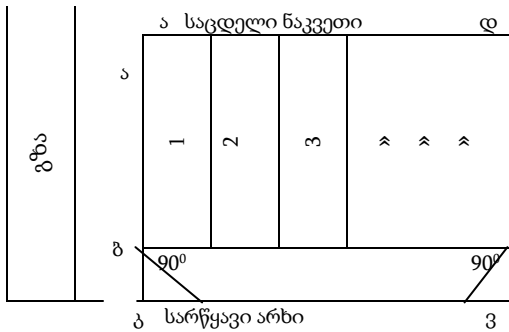
დამუშავებას და 3) ნიშნები იმგვარად უნდა იქნეს გაადგილებული, რომ მკვლევარმა ადვილად მონახოს. ყველაზე პრიმიტიული მაფიქსირებელი ნიშანი არის კონუსურად წათლილი ხის ბოძი 12–15 სმ დიამეტრით, რომელიც ნიადაგში ჩაფლულია 50–75 სმ-ზე და ზედაპირზე ჩანს მხოლოდ ნაწილი დაღობისგან დაცვის მიზნით საჭიროა ხის მასალის მოწვა ან ზედაპირის კუპრით დაფარვა. მოსანიშნი ბოძი უფრო მყარად რომ იყოს ნიადაგში ზოგჯერ ქვევით უკეთდება გადაჯვარედინებული ლარტყა.

საცდელი ნაკვეთის მაფიქსირ-ებელმა ნიშნებმა ნიადაგის დამუშავებაში ხელი რომ არ შეგვიშალოს, ისინი უნდა მოვათავსოთ და დამუშავების სიღრმეზე ქვევით და ნიადაგის ზედაპირზე ამოვიტანოთ ჯაჭვი ან მავთული ადგილის აღსანიშნავად, ამ მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა დიამეტრის მქონე ლითონის ორი მილი, რომელთაგანაც პატარა დიამეტრის მქონე

მილი თავისუფლად მოძრაობს მეორე, დიდი დიამეტრის მილში და ზემოთ მობმული აქვს მავთული ან ჯაჭვი, რომელიც ხელს არ უშლის ნიადაგის დამუშავებას, რადგანაც დამუშავების დროს მილი ეშვება ქვევით, ხოლო მუშაობის დამთავრების შემდეგ ამოვწევთ ისევ ზემოთ. საზღვრების ფიქსირების საშუალებანი მოცემულია მე-17 სურათზე.

ხშირ, შემთხვევაში, განსაკუთრებით კი სტაციუნს. ონალურ ცდებში მინდვრის საზღვრების ფიქსირება მყარი წერტილებით საცდელი ნაკვეთის განაპირას – მიჯნაზე, გზებსა და საცდელად გამოყენებულ ფართობებზე წარმოებს, რომლებიც საცდელ ნაკვეთს ესაზღვრებიან. აღნიშნული წესით მყარი წერტილების ფიქსირება მოცემულია მე-18 სურათზე.

როდესაც საცდელი ნაკვეთის ფართო მხარე იმ საზღვრის პარალელურია, სადაც ნიშანი კეთდება, საკმარისია ორი ბოძი **გ** და **ვ** წერტილებში **ა** წერტილიდან **ბ** წერტილის გავლით გაიჭიმება თოკი და **გ** წერტილში ჩაესობა ბოძი. ასევე ვიქცევით მეორე მხარეს, **დ** წერტილიდან **ე** წერტილის გავლით **ვ** წერტილში ვათავსებთ ბოძს. **გ**



სურ.18.ცდის მყარი წერტილების ფიქსირება

და **ვ** წერტილის ბოძების საშუალებით საცდელი ნაკვეთის საზღვრების მოსაძებნად მინდვრის დღიურში ვიწერთ **ბგ** და **ევ** მანძილებს, რომლებიც ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს. ცდის

ოთხივე წერტილის (აბდე) აღადგენენ ამ ორი მუდმივი ბოძის დახმარებით. ამისათვის საჭიროა **გ** წერტილში დავაყენოთ **ეკერი** და გავასწოროთ მიმართულება **ვ** წერტილისაკენ, შემდეგ კი **გ** წერტილიდან გავხედავთ **ა** წერტილისაკენ. რადგან **გ** წერტილში სწორი კუთხეა, თავისუფლად შეგვიძლია **აბგ** ხაზის აღდგენა. **აბგ** ხაზზე გადაიზომება **გბ** და **გა** მონაკვეთები, რომელთა სიგრძე შეტანილია მინდვრის დღიურში, ამრიგად, **ა** და **ბ** წერტილები აღდგენილი იქნება. ამავე წესით მოიძებნება **დ** და **ვ** წერტილები, რისთვისაც **ეკერი** უნდა გადავიტანოთ **ვ** წერტილში.

უფრო რთულია მყარი წერტილების მონიშვნა, მაშინ როდესაც ცდის ფართო მხარე არ არის საზღვრის პარალელური ამ შემთხვევაში საჭიროა ოთხი ბოძი. საზღვრების ფიქსირება შემდეგნაირად წარმოებს (სურ.18) **ა** წერტილიდან **ბ** წერტილის გავლით გაიბმება თოკი და **გ** წერტილში ჩაისობა ბოძი. **ბგ** მანძილი ჩაიწერება მინდვრის დღიურში. **გ** წერტილიდან საზღვრის გასწვრივ (არხი, გზა, მიჯნა და სხვა) გადაიზომება 10 მეტრი **გ** წერტილამდე და აქაც ჩაისობა ბოძი. **ბზ** მანძილის ზუსტი ზომა ჩაიწერება დღიურში. ასეთივე წესით ჩავსვამთ ბოძებს **ვ** და **თ** წერტილებში და ზომებს ჩავწერთ დღიურში. **აბედ** წერტილების მოსაძებნად საჭიროა ორი თოკი, ერთის სიგრძე უნდა იყოს **ბგ** მანძილისა, მეორესი **ბგ** მანძილისა, **გ** და **ზ** წერტილებიდან გაიჭიმება ეს თოკები და მათი გადაკვეთის ადგილზე გვექნება **ბ** წერტილი. **ე** წერტილსაც ასეთივე წესით ვიპოვით, სახელდობრ ერთი თოკი იქნება **თე** მანძილის ტოლი მეორე-**ევ** მანძილის ტოლი, მათი გადაკვეთა მოგვცემს **ე** წერტილს. **ბ** და **ე** წერტილების პოვნის შედეგ **ეკერის** საშუალებით ადვილად მოინახება **ა** და **დ** წერტილებიც. ამრიგად, აღდგენილი იქნება ცდის ოთხივე კუთხე.

აღნიშნული სამუშაოების ჩატარება შეიძლება თანამედროვე მეთოდების გამოყენებითაც შემდეგი წესით:

საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა და საზღვრების ფიქსირება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით

უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა თანამედროვე ტექნოლოგიების, კერძოდ გეოინფორმაციული სისტემების როლი ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საქმეში. განვითარებულ ქვეყნებში იგი გამოიყენება მეურნეობის ყველა

დარგში ტერიტორიის დაგეგმარებიდან დაწყებული უბრალო თემატური რუკების შედგენამდე, გეოინფორმაციული სისტემები გამოიყენება ინფორმაციული ნაკადების სისტემური, ანალიტიკური და სინთეზური დამუშავებისათვის. აღნიშნული მეთოდი წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ საცდელი ნაკვეთის აგემისას და შემდგომი პროექტირებისას კერძოდ ნაკვეთის საცდელ სექციებად ქალაქზე დაყოფა-პროექტირებისათვის და შემდგომ მისი ნატურაში ადგილზე გადატანისას მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ხელსაწყო GPS-ის გამოყენებით, წინასწარ, ზუსტ კოორდინატებში, განსაზღვრულ წერტილზე დადგმული საბაზო GPS სადგურისა და GPS როვერის (მომრავი სადგურის) საშუალებით; ტაქომეტრული აგემის მეთოდი; ჰორიზონტალური აგემის მეთოდი; შესაბამისი რეზოლუციის და მასშტაბის ორთოფოტო გემის, სავლე დემიფირებისა და ჰორიზონტალური აგემის კომბინირებული მეთოდი; მენზულური აგემის მეთოდი:

გეოინფორმაციული სისტემა წარმოადგენს ინფორმაციის (სივრცითი და ალფანუმერული) მართვის ელექტრონულ (კომპიუტერულ) სისტემას, რომელიც შედგება ერთმანეთთან თვისობრივად შერწყმული, ერთის მხრივ, გეოგრაფიულად ორიენტირებული (X,Y,Z) გრაფიკული და მეორეს მხრივ, ანბანურ-ციფრული თემატიკური (ანალიტიკური და სინთეზური) რუკები, გეოგრაფიულად ორიენტირებული გრაფიკები, ცხრილები და დიაგრამები.

თავისთავად ცხადია, რომ ავტომატური კარტოგრაფია და გეოინფორმატიკის შერწყმა მთლიანად პასუხობს ფართო საზოგადოების მოთხოვნებს, დღეისათვის არსებობს სამეურნეო და ბუნებრივი რესურსების მართვის, სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების გადაწყვეტის მკვეთრი აუცილებლობა, რაც გამოიხატება გარემოს დაცვის, ეკოლოგიური ექსპერტიზის, მიწების გამოყენების და დაგეგმარების და სხვა გამოყენებითი პროგრამების გადაწყვეტაში. გარდა ამისა ყველა სფეროში ტოტალური კომპიუტერიზაცია, რომელიც თავისთავად გულისხმობს ინფორმაციის ავტომატიზირებულ შეგროვებას, დამუშავებას, ანალიზს და გარდაქმნას კარტოგრაფიული გამოსახულების სახით თავისთავად იწვევს გეოინფორმაციული სისტემის განვითარების აუცილებლობას, როგორც ინფორმაციის (სივრცითი და

აღფანუმერული) მართვის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ საშუალებას.

ჩვენს შემთხვევაში საცდელი ნაკვეთის აგეგმვისა და შემდგომ ქალაქზე პროექტირებული ნაკვეთების ადგილზე გადატანა-გამიჯვნისათვის ეს იქნება სწრაფად და ზუსტად შესრულებული სამუშაო, რომელიც მაქსიმალურად გამოირიცხავს ცდომილებას და ხელს შეუწყობს საცდელი ნაკვეთის ელექტრონულად ინფორმულობას.

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვის ზოგადი ტექნიკური პირობები:

1. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვის შედეგი (აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზი) შედგენილ უნდა იქნეს სახელმწიფო გეოდეზიურ კოორდინატთა სისტემაში.
2. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ობიექტების აზომვისა და გამოსახვის სიზუსტე 0.15 მ-ისა.
3. აგეგმვის/აზომვის ზედდება დასაშვებია რეგისტრირებულ მონაცემებთან 0.3 მ-ით.
4. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვით/აზომვით ნახაზზე, ამ წესის მოთხოვნების გათვალისწინებით, წარმოდგენილი უნდა იქნეს ობიექტთა შემდეგი ტიპები:
 - ა) მიწის ნაკვეთი; ბ) შენობა-ნაგებობა; გ) ცალკე უფლების ობიექტი;
 - დ) უფლებრივი შეზღუდვის ან/და დატვირთვის საზღვრები;
 - ე) წერტილოვანი ობიექტი; ვ) სხვა ტოპოგრაფიული ელემენტები.
- 5 საცდელი ნაკვეთების აგეგმვის-აზომვითი ნახაზი წარმოდგენილი უნდა იქნეს ქალაქის მატარებელზე 1:100 – 1:500 მასშტაბში.

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ფორმა:

1. საცდელი ნაკვეთების, აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზი შესრულებული უნდა იქნეს შემდეგი სახით:

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოს შესრულებისა და დოკუმენტირების წესი საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი / აზომვითი ნახაზის ცნება და აგეგმვითი / აზომვითი სამუშაოების შემსრულებელი პირის ვალდებულება

1. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვის მონაცემები არის ამ წესის შესაბამისად ასახული, მიწის ნაკვეთის საზღვრის კონფიგურაციის და ადგილმდებარეობის, მასზე არსებული ნაგებობების, მათ შორის ხაზოვანი ნაგებობების, ასევე სერვიტუტის ან სხვა სამართლებრივი

შეზღუდვის ფარგლების შესახებ გრაფიკულად და ტექსტურად გამოსახული ზუსტი ინფორმაცია.

2. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზი არის მოთხოვნათა დაცვით შესრულებული უძრავი ნივთის საკადასტრო მონაცემების ამსახველი დოკუმენტი.

3. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოების შემსრულებელი პირი ვალდებულია საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის შედგენის მიზნით, მიწის ნაკვეთის საზღვრის კონფიგურაციის და ადგილმდებარეობის, მასზე არსებული ნაგებობების, მათ შორის ხაზოვანი ნაგებობების, ასევე სერვიტუტის ან სხვა სამართლებრივი შეზღუდვის ფარგლების შესახებ მონაცემები შეაგროვოს ობიექტის ადგილზე აგეგმვის/აზომვის საფუძველზე.

4. საკადასტრო აღწერის შედეგი (საკადასტრო აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზი) შედგენილ უნდა იქნეს სახელმწიფო გეოდეზიურ კოორდინატთა სისტემაში.

ა. საცდელი ნაკვეთების, აღწერისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ობიექტების აზომვისა და გამოსახვის სიზუსტე 0.15 მ-ისა.

ბ) შიდა სასაზღვრე გვერდების ზომებს (თუ მათი გამოსახვა არის შესაძლებელი);

გ) აღწერის თარიღს;

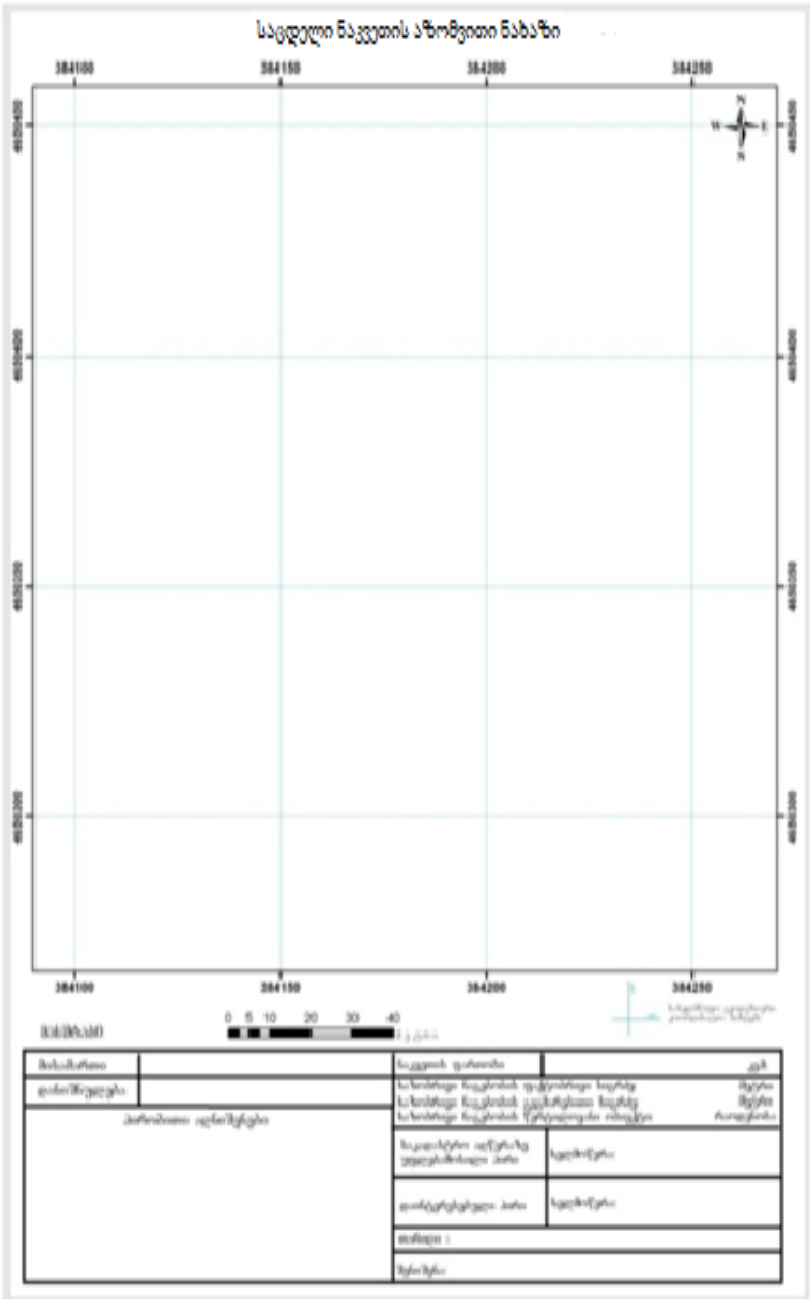
დ) აზომვაზე უფლებამოსილი და დაინტერესებული პირის ხელმოწერას.

5. საცდელი ნაკვეთების აზომვითი ნახაზი წარმოდგენილი უნდა იქნეს ქალაქის მატარებელზე 1:100 – 1:500 მასშტაბში.

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ფორმა

1. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ფორმის გვერდი შესრულებული უნდა იქნეს შემდეგი სახით:

სადგელი ნაკვეთის აზომებითი ნახაზი



საცდელი ნაკვეთების საზღვრების აღწერილობა

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოების შემსრულებელი პირის მიერ საცდელი ნაკვეთების მონაცემების აღწერის დროს, აგეგმვით/აზომვით ნახაზზე უნდა მიეთითოს საზღვრის ტიპი: ფიქსირებული ან/და არაფიქსირებული. არაფიქსირებული საზღვრის აგეგმვის შემთხვევაში მითითებული უნდა იყოს მყარ გეორგაფიულ ობიექტთან მიმართებაში მისი მდებარეობის განმსაზღვრელი მონაცემები.

საცდელი ნაკვეთების აღწერის დროს მოპოვებული ფოტო მასალა საცდელი ნაკვეთების აღწერის დროს უნდა განხორციელდეს უძრავი ნივთის საზღვრების გარდატეხის კუთხეებისა და საცდელი ნაკვეთების ან მისი ნაწილის საერთო ხედის ფოტოგადაღება. ფოტოსურათების ციფრული ვერსია „jpg.“ ფორმატის ფაილების სახით უნდა დაერთოს საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ციფრულ ვერსიას, ამასთან, ფოტოს გადაღების თარიღი უნდა შეესაბამებოდეს საცდელი ნაკვეთების აღწერის თარიღს.

საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ქალაქის ვერსია საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ქალაქის ვერსია უნდა მოიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

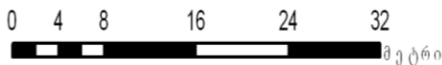
1. ჩრდილოეთის მიმართულების მაჩვენებელი ნიშანი;
ნიმუში:



2. რიცხვითი და ხაზოვანი მასშტაბი (ნახაზი უნდა იქნეს წარმოდგენილი ერთ-ერთ შემდეგ მასშტაბში: 1:500, 1:1000, 1:2000 ან ზრდადი ათასის ჯერადი მასშტაბით);

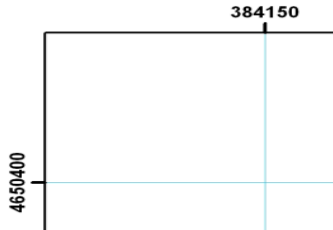
ნიმუში:

მასშტაბი 1:500



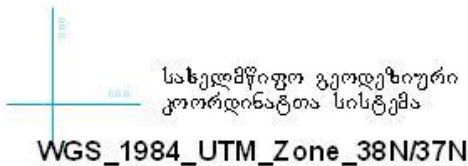
3. საკოორდინატო ბადე, რომელიც უნდა ემთხვეოდეს სახელმწიფო გეოდეზიურ კოორდინატთა სისტემის კოორდინატებს, მთელ რიცხვამდე დამრგვალებული ინტერვალებით და შეესაბამებოდეს უძრავი ნივთის რეალურ მდებარეობას.

ნიმუში:



4. სახელმწიფო გეოდეზიური კოორდინატთა სისტემის დასახელება, რომელშიც შესრულდა აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზი;

ნიმუში:

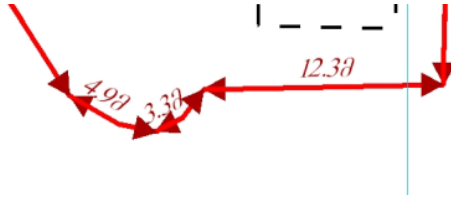


5. საცდელი ნაკვეთების ადგილმდებარეობა/მისამართი. საცდელი ნაკვეთების აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოების შემსრულებელი პირის მიერ, ეს ინფორმაცია უნდა მიეთითოს უფლების დამადასტურებელი დოკუმენტის მიხედვით, ასეთის ვერმოდების შემთხვევაში, მიეთითება საცდელი ნაკვეთების ადგილმდებარეობის სახელწოდება.

6. მიწის ნაკვეთის შემდეგი მახასიათებლები:

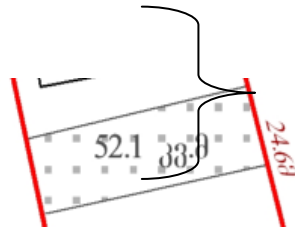
- ა) ფართობი - დამრგვალებული მთელ რიცხვამდე, კვადრატულ მეტრებში;
- ბ) დანიშნულება: „სასოფლო-სამეურნეო“ ან „არასასოფლო-სამეურნეო“;
- გ) ნაკვეთის საზღვრების გვერდების ზომები (მიეთითება იქ, სადაც მათი გამოსახვა არის შესაძლებელი);

ნიმუში:



8. საცდელი ნაკვეთებთან დაკავშირებით არსებული ვალდებულება: უფლებრივი შეზღუდვის ან/და დატვირთვის გრაფიკული საზღვრების (გრაფიკულად გამოსახვის და დოკუმენტირების შესაძლებლობის არსებობის შემთხვევაში) პირობითი აღნიშვნა არის ერთგვაროვანი:

- ა) სერვიტუტი (ფართობით);
- ბ) უზუფრუქტი (ფართობით);
- გ) იჯარა (ფართობით);
- დ) ქირავნობა (ფართობით);
- ე) აღნაგობა (ფართობით);
- ვ) იპოთეკა (ფართობით);
- ზ) სხვა ფართობის მქონე შეზღუდვა.



დ) საცდელი ნაკვეთების აზომვის მეთოდოლოგია – უნდა მიეთითოს რომელი საშუალება ან კომბინაცია გამოიყენა აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოების შემსრულებელმა პირმა:

დ.ა) მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ხელსაწყო GPS-ის გამოყენებით GeoCORS-ის გეოდეზიური სისტემის საშუალებით:

დ.ა.ა) რეალური დროის რეჟიმში (RTK);

დ.ა.ბ) სტატიკურ რეჟიმში (STATIC);

დ.ბ) მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ხელსაწყო GPS-ის გამოყენებით, წინასწარ, ზუსტ კოორდინატებში, განსაზღვრულ წერტილზე დადგმული საბაზო GPS სადგურისა და GPS როვერის (მოძრავი სადგურის) საშუალებით (რეალური დროის რეჟიმში (RTK), სტატიკურ რეჟიმში (STATIC) მონაცემების (RINEX) ფაილების შემდგომი დამუშავებით);

დ.გ) ტაქომეტრული აგეგმვის მეთოდი (ელექტრონული ტაქომეტრის, ჩვეულებრივი თეოდოლიტის საშუალებით,

რომელთათვის განსაზღვრული უნდა იყოს არანაკლებ ორი წერტილის ზუსტი კოორდინატები);

დ.დ) ჰორიზონტალური აგეგმვის მეთოდი:

დ.დ.ა) წინასწარ გახშირების ქსელის წერტილების ზუსტი კოორდინატების განსაზღვრა;

დ.დ.ბ) მკაფიო კონტურების კოორდინირება და შემდეგ ბაბთით აზომვების ჩატარება, შესაბამისი ჩანახაზის წარმოებით.

დ.ე) შესაბამისი რეზოლუციის და მასშტაბის ორთოფოტოგეგმის, სავლელ დეშიფრირებისა და ჰორიზონტალური აგეგმვის კომბინირებული მეთოდი;

დ.ვ) მენზულური აგეგმვის მეთოდი (წინასწარ გახშირების ქსელის წერტილების ზუსტი კოორდინატების განსაზღვრა, მენზულის წერტილებზე დაყენებით, აგეგმივს ჩატარება. ნახაზის სკანირება, რეფერენცირება და ვექტორიზირება);

დ.ზ) სხვა ინფორმაცია.

საცდელი ნაკვეთის აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ციფრული ვერსიის შესრულების ინსტრუქცია

1. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ციფრული ვერსია შედგენილი უნდა იყოს შემდეგ დამოუკიდებელ ფენებად:

ა) მიწის ნაკვეთი (პოლიგონალური ფენა);

ბ) შენობა-ნაგებობა (პოლიგონალური ფენა);

გ) ვალდებულება (პოლიგონალური ფენა); უფლებრივი შეზღუდვის ან/და დატვირთვის გრაფიკული საზღვრები (ასეთის დოკუმენტირების შესაძლებლობის არსებობის შემთხვევაში);

2. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ციფრული ვერსის დამატებითი ფენები შედგენილი უნდა იყოს შემდეგ დამოუკიდებელ ფენებად:

ა) მიწის ნაკვეთის საზღვრების გვერდები (ხაზოვანი ფენა), რომელიც იქმნება გვერდის ზომების ქალაქის ვერსიაზე ვიზუალიზაციისათვის;

ბ) ხაზობრივი ნაგებობის თანმდევი წერტილოვანი ობიექტები (წერტილოვანი ფენა), რომელიც იქმნება სარეგისტრაციო ხაზობრივ ნაგებობაზე არსებული ქონების წერტილის სახით ვიზუალიზაციისათვის;

გ) მოსაზღვრე მიწის ნაკვეთის ნიშნული. დიდი ლათინური ასოებით მონიშნული წერტილები დაიტანება მეზობლად მდებარე

სხვადასხვა მართლმზომიერი მფლობელების საზღვრების გამოსაყოფად.

3. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვითი/აზომვითი ნახაზის ყოველი ობიექტის (წერტილოვანი, ხაზოვანი, პოლიგონური) ატრიბუტული ცხრილი უნდა შეიცავდეს შემდეგ მონაცემებს:

ა) ობიექტი – ნაკვეთი, რომლის მონაცემებია;

ა.ა) ფართობი: რეალური/ზუსტი;

ა.ბ) დანიშნულება: სასოფლო-სამეურნეო ან არასასოფლო-სამეურნეო;

ა.გ) აზომვის მეთოდოლოგია: რიცხვითი ნომერი შემდეგი ჩამონათვალის შესაბამისად:

ა.გ.ა) მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ხელსაწყო GPS-ის გამოყენებით GeoCORS-ის გეოდეზიური სისტემის საშუალებით;

ა.გ.ბ) მაღალი სიზუსტის გეოდეზიური ხელსაწყო GPS-ის გამოყენებით, წინასწარ, ზუსტ კოორდინატებში, განსაზღვრულ წერტილზე დადგმული საბაზო GPS სადგურისა და GPS როვერის (მოძრავი სადგურის) საშუალებით;

ა.გ.გ) ტაქეომეტრული აგეგმვის მეთოდი;

ა.გ.დ) ჰორიზონტალური აგეგმვის მეთოდი;

ა.გ.ე) შესაბამისი რეზოლუციის და მასშტაბის ორთოფოტო გეგმის, საველე დეშიფრირებისა და ჰორიზონტალური აგეგმვის კომბინირებული მეთოდი;

ა.გ.ვ) მენზულური აგეგმვის მეთოდი: ა.დ) სხვა მონაცემები;

7. მინდვრის ცდის აგროტექნიკის თავისებურებანი

ამა თუ იმ კულტურის საერთო აგროტექნიკისგან განსხვავებით, მინდვრის ცდის აგროტექნიკისადმი სპეციალური მიდგომაა საჭირო. ის აგროტექნიკური ღონისძიებანი, რომელიც ცდის მიზანდასახულობის მიხედვით შესწავლის საგანს წარმოადგენს, უნდა ჩატარდეს თანამედროვე აგრონომიული მეცნიერების უკანასკნელი მიღწევების საფუძველზე. ამასთანავე ყველა სამუშაო ტარდება თანაბარხარისხოვნად, ერთდროულად და რაც შეიძლება შემჭიდროებულ ვადებში. თუ შესაძლებლობაა ესა თუ ის აგროტექნიკური ღონისძიება მთელ ცდაში ერთ დღეს უნდა დამთავრდეს, მაგრამ თუ საცდელი ნაკვეთის სიდიდის გამო, ამის შესაძლებლობა არ არის, აუცილებელია ღონისძიება მოთავდეს ერთ

განმეორებაში მაინც. ნაღარების თანაბრად განაწილება ყველა დანაყოფზე ყოვლად დაუშვებელია განმეორების რამდენიმე ვარიანტში ჩატარდეს რომელიმე აგროლონისძიება და ვარიანტთა ნაწილზე ამ ღონისძიების ჩატარება გადავიტანოთ მეორე დღისათვის.

ნიადაგის დამუშავება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ხვნა შესწავლის მიზანს არ წარმოადგენს, ეს ოპერაცია მთელ ცდაში ტარდება ერთნაირად, ერთი და იმავე აგრეგატით, თანაბარ სიღრმეზე. ერთსა და იმავე ვადაში. ნიადაგის მოსახნავად იყენებენ მერწყვე (ბალანსირებულ) ან საბრუნ გუთნებს, რომელიც იძლევა ხნულს ნაზურგებისა და ნაღარების გარეშე. ასეთი გუთნების უქონლობის შემთხვევაში ხვნას ჩვეულებრივი გუთნებით აწარმოებენ. ხვნა მომავალ დანაყოფებს გრძივი მხრის გარდიგარდმო მიმართულებით ტარდება რათა ხვნის დროს წარმოქმნილი ნაზურგები იმისათვის, რომ საცდელ ნაკვეთზე რაც შეიძლება ნაკლები ნაღარი და ნაზურგი დარჩეს, კენტი საქცევეები იხვნება ნაღარად, წყვილი კი ნაზურგად. ხოლო თუ ცდაში ხვნა დანაყოფების გრძივი მხრეების პარალელურად წარმოებს, როგორცაა ცდები ნიადაგის დამუშავების საკითხზე. ამ შემთხვევაში ცდის აგემგვის დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ნაღარი და ნაზურგები დანაყოფების საღარიცხვო ნაწილზე არ მოხვდეს, რისთვისაც მათთვის უნდა დავტოვოთ საჭირო სიგანის ზოლები, გლუვზედაპირიანი, ხნულის მიღების თვალსაზრისით ზოგჯერ ხვნას მხოლოდ ერთი მიმართულებით აწარმოებენ, უკან კი გუთნით უქმ სვლას აკეთებს, რაც რა თქმა უნდა, არა ეკონომიურია და სამუშაო პერიოდიც ხანგრძლივდება.

საცდელი ნაკვეთის დაფარცხვისა და კულტივაციის დროს ყურადღება ექცევა ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხს. დაფარცხვა ტარდება ერთ–ორ კვლად. ნიადაგის დამუშავების ყველა ხერხი იწყება და მთავრდება საცდელი ნაკვეთის (დანაყოფების) საზღვრებს გარეთ.

სასუქების შეტანა. სასუქების შეტანა საცდელ ნაკვეთებზე ყოველთვის დიდ სიზუსტეს საჭიროებს. შეგვაქვს სასუქი საერთო ფონის სახით, თუ ცდა განოციერების საკითხს ეხება. ყველა სახის სასუქი წინასწარ უნდა მომზადდეს, რათა მივიღოთ ერთგვაროვანი მასა და თანაბრად გავანაწილოთ ნაკვეთზე. სასუქების შეტანის ტექნიკა, კერძოდ კი ორგანული სასუქი საცდელ ნაკვეთზე

გარკვეულ მეთოდურ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს. სხვადასხვა ორგანული სასუქი სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობისაა, ამიტომ საჭიროა შეტანამდე მისი ანალიზი. ნაკელი ჩვეულებრივ სანაკელეში უნდა ინახებოდეს. მინდვრად გატანის წინ საჭიროა ორგანული სასუქის გულდასმით არევა და გაფხვიერება, დიდ ფართობებზე ნაკელი შეგვაქვს მომზნევი მანქანებით ან ჯინით. ორივე შემთხვევაში გასანოყიერებელი ფართობი იყოფა თანაბარი ზომის ნაკვეთებად, რომელზედაც შეგვაქვს მისთვის განკუთვნილი სასუქი.

როგორც ორგანული ისე მინერალური სასუქები შეტანისას საჭიროა დანაყოფზე შესატანი სასუქის ნორმის გაანგარიშება. ერთ ჰექტარ ფართობზე გათვალისწინებული მოქმედი ნივთიერების მიხედვით.

ორგანული სასუქების დოზას უმეტეს შემთხვევაში განსაზღვრავენ ნედლი მასის წონის მიხედვით, ჰექტარზე 20 ტ, 30 ტ, 40 ტ და ა.შ. ამ შემთხვევაში სასუქის დოზა დანაყოფზე იანგარიშება საჰექტარო დოზის გაყოფით 10000-ზე და გამრავლებით დანაყოფის ფართობზე.

მაგალითი. ერთ ჰექტარ ფართობზე შესატანია 40 ტ ნაკელი. ცდის დანაყოფის ზომია 500 მ². დანაყოფზე შესატანი ნაკელის დოზის გასაანგარიშებლად ვადგენთ პროპორციას:

10000 მ²-ზე საჭიროა 40 ტ;

500 მ²-ზე საჭირო იქნება X , აქედან

$$X = \frac{500 \cdot 40}{10000} = 0.5 \text{ ტ. ე. ი. } 500 \text{ კგ}$$

მინერალური სასუქების დოზის გამოსაანგარიშებლად გამოიყენება საკვები ელემენტის ჰექტარზე საჭირო რაოდენობა. დანაყოფზე შესატანი მინერალური სასუქების დოზები შემდეგი ფორმულით იანგარიშება:

$$X = \frac{a \cdot c \cdot 100}{b \cdot 10000} = \frac{ac}{b \cdot 100}$$

X-სასუქის რაოდენობაა კგ-ობით;

a-მოქმედი საწყისი დოზა 1 ჰა-ზე კგ-ობით;

c-დანაყოფის ფართობი მ-ობით;

b-სასუქში საკვები ნივთიერების პროცენტი.

მაგალითი. საჭიროა გავიგოთ რამდენი კგ 20%-იანი ამონიუმის სულფატი დაგვჭირდება 200 მ²-იან დანაყოფზე შესატანად, თუ ჰექტარზე შეგვაქვს მოქმედი საწყისი 70 კგ.

$$X = \frac{70 \cdot 200}{20 \cdot 100} = \frac{14}{2} = 7 \text{ კგ}$$

როდესაც ცდას ვატარებთ მცირე ზომის დანაყოფებზე (50 კვ მეტრზე ნაკლები), უმჯობესია სასუქების რაოდენობა გრამობით ვიანგარიშოთ. ამ შემთხვევაში ფორმულას ემატება კილოგრამში გრამების შემცველი ოდენობა 1000 და ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$X = \frac{a \cdot c \cdot 1000}{b \cdot 100} = \frac{a \cdot c \cdot 10}{b}$$

მაგალითი.

დანაყოფის ზომა 20 მ²-ია. შეგვაქვს 18%-იანი სუპერფოსფატი ჰექტარზე 60 კგ მოქმედი საწყისი ანგარიშით. ერთი დანაყოფისათვის საჭირო იქნება შემდეგი რაოდენობის სუპერფოსფატი:

$$X = \frac{60 \cdot 20 \cdot 10}{18} = 666,6 \text{ გ-ს}$$

თითოეული დანაყოფისათვის საჭირო სასუქის რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ მზადდება შესაბამისი წონაკები, თავსდება ქსოვილის პარკში და უკეთდება ეტიკეტი. ეტიკეტზე ნაჩვენებია სასუქის სახე, მისი წონა და დანაყოფის დასახელება, რომელზედაც უნდა შევიტანოთ. სასურველია სხვადასხვა სახის სასუქი მოთავსდეს სხვადასხვა ფერის პარკში.

ახალგაზრდა მრავალწლიან ნარგავებში სასუქი ხშირად შეაქვთ ხეხილის ძირების ირგვლივ. თითოეული ძირის ირგვლივ შესატანი სასუქის ნორმის გამოსაანგარიშებლად შემდეგი ფორმულით ვსარგებლობთ:

$$X = \frac{a \cdot s}{b \cdot 100}$$

სადაც:

X-არის სასუქის საჭირო რაოდენობა ერთ ძირზე კგ-ობით,
 a -საკვები ნივთიერების ნორმა 1-ჰა-ზე კგ-ობით,
 s-გასანაყოფიერებელი ფართობი მ²-ობით,

ბ-სასუქში საკვები ნივთიერების პროცენტი.

მაგალითი. ახალგაზრდა ვაშლის ნარგავში შეგვაქვს 20%-იანი ამონიუმის სულფატი ჰექტარზე 80 კგ მოქმედი საწყისის ანგარიშით. ძირის ირგვლივ გასანაყოფიერებელი ფართობის რადიუსი 1,5 მეტია, აქედან ფართი იქნება ΠR^2 , ე.ი. $3,14 \cdot 1,5^2 = 7,06$. ერთი ძირისათვის საჭირო იქნება შემდეგი რაოდენობის ამონიუმის სულფატი:

$$X = \frac{80 \cdot 7,06}{20 \cdot 100} = 0,288 \text{ კგ}$$

გასანაყოფიერებელი ფართობის გამოსაანგარიშებლად წინასწარ გასანაყოფიერებელი ფართობის რადიუსის მიხედვით ვგებულობთ წრის ფართობს, რომელიც უდრის ΠR^2 -ს, სადაც Π -არის მუდმივა და უდრის 3,14. თუ, მაგალითად, გასანაყოფიერებელი ფართობის რადიუსი 2 მეტრია, გასანაყოფიერებელი ფართობი ტოლი იქნება $3,14 \cdot 2^2 = 3,14 \cdot 4 = 12,56 \text{ მ}^2$.

ფართობის გამოსაანგარიშებლად შეიძლება ვისარგებლოთ წინასწარ შედგენილი ცხრილითაც (ცხრ.3)

ძირის ირგვლივ გასანაყოფიერებელი ფართობის რადიუსი (მ-ობით)	გასანაყოფიერებელი ფართობი(მ ² -ობით)
1,0	3,14
1,5	7,06
2,0	12,56
2,5	19,50
3,0	28,36
3,5	38,47
4,0	50,24

თესვა და რგვა. თესვა და რგვა მინდვრის ცდის ჩატარების ერთ-ერთი საპასუხისმგებლო სამუშაოა, როგორც წესი, თესვა და რგვა მთელ ცდაში მაღალხარისხოვანი, კონდიციური, ერთნაირად შემზადებული და ერთი ჯიშის მასალით წარმოებს, თუ, რა თქმა უნდა, ცდა არ ეხება სხვადასხვა ჯიშის გამოცდას. დასათესი და დასარგავი მასალა წინასწარ შემოწმებული უნდა იქნეს და ახლდეს სათანადო დოკუმენტი, რომელიც ადასტურებს მის ღირსებას.

სათესლე და სარგავი მასალა უნდა იყოს სალი, წინასწარ დამუშავებული შესაბამისი წესით.

გარდა საერთო მომზადებისა ზოგჯერ სხვა წინასწარი სპეციალური ღონისძიებებიც ტარდება: დაყალიბება, სკარიფიკაცია, დაღობვა, გამზეურება, შემრობა, ჩითილების პიკირება და სხვ.

თესვის და რგვის დროს საყურადღებოა ზუსტი ნორმების გამოანგარიშება. თუ ცდას ვატარებთ სათესი ნორმების დასაზუსტებლად, მაშინ ცალკეულ დანაყოფზე ითესება თესლის ის რაოდენობა, რომელიც გათვალისწინებულია ცდის სქემით. თუ არა, მთელი ცდა ერთნაირად ითესება. თესვა და რგვა დადგენილი ნორმებით წარმოებს. ამ ბოლო ხანებში თესვის ნორმებს ანგარიშობენ ერთ ჰექტარზე საჭირო მცენარეთა რაოდენობის მიხედვით, რომელიც დამოკიდებულია 1000 მარცვლის წონასა და თესლის სამეურნეო ვარგისიანობაზე.

მთლიანსათესი კულტურებისათვის თესვის ნორმას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{K \cdot M \cdot 100}{H}$$

სადაც X არის ერთ ჰექტარზე დასათესი ნორმა კგ-ობით;

M —1000 მარცვლის მასა გ-ობით,

K —თესლის რაოდენობა მილიონობით 1 ჰა-ზე,

H —თესლის სამეურნეო ვარგისიანობის პროცენტი.

მაგალითი. ერთ ჰექტარზე უნდა დაითესოს საშემოდგომო ხორბლის 5 მილიონი მარცვალი, 1000 მარცვლის მასა უდრის 30 გ-ს, სამეურნეო ვარგისიანობა კი 90 %-ს; სათესი ნორმა ტოლი იქნება:

$$X = \frac{5000000 \cdot 30 \cdot 100}{90} = 166,6 \text{ კგ/ჰა}$$

ვიცით რა ერთ ჰექტარზე საჭირო თესლის რაოდენობა შევიძლია გავიგოთ ერთ დანაყოფზე დასათესი ნორმა ფორმულით:

$$Y = \frac{S \cdot X}{10000}$$

სადაც:

S — დანაყოფის ფართობია მ²-ობით;

X —სათესი ნორმა ჰა-ზე.

თუ ჩვენს მაგალითში 1 ჰა-ზე თესვის ნორმა 166,6 კგ-ს უდრის, 200 მ² ფართობის დასათესად საჭირო იქნება:

$$Y = \frac{200 \cdot 166,6}{10000} = 3,332 \text{ კგ}$$

სათონ კულტურებში, რომლებიც შემდგომ გამოხშირვას საჭიროებენ, თესვის ნორმა შემდეგი ფორმულით იანგარიშება:

$$X = \frac{M \cdot 10000}{B \cdot B \cdot H} \text{ კგ/ჰა,}$$

სადაც X-ერთ ჰექტარზე დასათესი ნორმაა კგ-ობით,

M-1000 მარცვლის მასა გ-ობით,

B-მწკრივთშორის მანძილი სმ-ობით;

B-მწკრივში მცენარეთა თესვის დროს (ეს მანძილი დაახლოებით უდრის იმ მანძილის 1/6-1/8 ნაწილს, რომელიც დარჩება გამოხშირვის შემდეგ);

H-თესლის სამეურნეო ვარგისიანობა პროცენტობით.

მაგალითი. ცდაში ვთესავთ სიმინდს - „აჯამეთის თეთრი“, რომლის 1000 მარცვლის მასა უდრის 400 გ-ს, მწკრივთშორის მანძილი-70 სმ-ს, მწკრივში მცენარეთაშორის მანძილი თესვის დროს 7 სმ-ია, ხოლო სამეურნეო ვარგისიანობა 96%. თესვის ნორმა იქნება:

$$X = \frac{400 \cdot 10000}{70 \cdot 7 \cdot 96} = 63,7 \text{ კგ/ჰა,}$$

თესვის წონითი ნორმის დადგენის შემდეგ აუცილებელია სათესი მანქანა დავაყენოთ გამოთესვის ნორმაზე. გამოთესვის ნორმაზე სათესი მანქანის დასაყენებლად პირველ რიგში უნდა ვიცოდეთ სათესი მანქანის მოდების განი, რომელიც უდრის ჩამთესების რაოდენობისა და ჩამთესებს შრომის მანძილის ნამრავლს.

მაგალითად, გვაქვს 12 მწკრივიანი სათესი მანქანა, რომლის ჩამთესებს შრომის მანძილი 15 სმ-ია. მოდების განი ტოლი იქნება $12 \times 15 = 1,8$ მ. ვიცით რა მოდების განი ამის შემდეგ ვზომავთ სავალი თვლის გარე წრის სიგრძეს. ჩვენს სათეს მანქანებში ის უდრის 3,83 მ. იმისათვის, რომ გავიგოთ რამდენი მ² დაითესება თვლის ერთ შემობრუნებაზე, საჭიროა მოდების განი გავამრავლოთ თვლის გარე წრის სიგრძეზე ანუ $1,8 \cdot 3,83$ მ = 6,9 მ²-ს. ამრიგად, სათესი მანქანის თვლის ერთი გადაბრუნებით დაითესა 6,9 მ² ფართობი. ვიცით რა ეს სიდიდე. შვედილია გავიგოთ რამდენ ბრუნს გააკეთებს თვალი ერთ ჰექტარზე. ამისათვის საჭიროა 10 000 გავყოთ 6,9-ზე ($10\ 000:6,9=1450$ ბრუნნი). მაშასადამე თესვისათვის განსაზღვრული ნორმა უნდა გამოითესოს 1450 ბრუნზე.

გამოსათესი აპარატი რომ საჭირო გამოთესვის ნორმაზე დავაყენოთ მანქანას შევუყენებთ საყრდენს, რათა თვალმა

თავისუფლად იმოძრაოს, ქვეშ გავშლით ბრტეზენტს და თვალს რამოდენიმეჯერ შემოვაბრუნებთ, რათა გამომთესი აპარატები შეივსოს თესლით. თესლი, რომელიც ჩამოიყრება ბრტეზენტზე, ავიღებთ.

ამის შემდეგ დავადგენთ სათესი ნორმის მიხედვით რამდენი კგ თესლია საჭირო ჰექტრის 1/50 ნაწილის დასათესად, რისთვისაც სათეს ნორმას ვყოფთ 50–ზე, თუ სათესი ნორმა 180 კგ–ია, მაშინ ჰექტრის 1/50 ნაწილისათვის საჭიროა $180:50=3,6$ კგ. იმის გასაგებად, თუ რამდენი ბრუნე უნდა გააკეთოს თვალმა ჰექტრის 1/50 ნაწილის დასათესად, ჰექტარზე საჭირო ბრუნთა რაოდენობას ვყოფთ 50–ზე ე.ი. $1450:50=29$ ბრუნე. ამრიგად ჰექტარზე 180 კგ–ს თესვის დროს 29 ბრუნეზე სათესმა უნდა მოეთესოს 3,6 კგ – ს, ჩამთესებს ვარეგულირებთ იქამდე, სანამ 29 ბრუნეზე გამოთესილი მარცვლის მასა 3,6 კგ არ იქნება.

წვრილთესლიანი კულტურების (სამყურა, იონჯა, ტიმოთელა და სხვ.) თესვისას 1000 მარცვლის წონითი სათესი ნორმის გაანგარიშება არ არის მიღებული. თესვა დადგენილი ნორმების მიხედვით წარმოებს, სათეს მანქანაში თესლი შერეულია ნეიტრალურ ბალასტთან ნახერხი, გაცრილი ნახშირი და სხვ.) ამ შემთხვევაში თესვის ნორმის გაანგარიშება რამდენადმე განსხვავებულია ძირითადი წესისაგან, პირველ რიგში საჭიროა იმის გაანგარიშება, თუ რამდენად შემცირდება ბალასტის მიმატებით თესლის სამეურნეო ვარგისიანობა. შემდეგ კი გაიანგარიშება ნარევის თესვის ნორმა მოცემული თესვის ნორმით, რომელსაც აქვს 100%–იანი სამეურნეო ვარგისიანობა. გავიგებთ, რა ამ ნორმას, შეგვაქვს შესწორება სამეურნეო ვარგისიანობის მიხედვით.

მაგალითი. დავუშვათ, რომ სათესლე მასალის სამეურნეო ვარგისიანობა 96%–ია, ე.ი. ყოველ კგ–ში 960 გრამი სუფთა და აღმოცენების უნარის მქონე თესლია. თითოეულ კილოგრამზე ავიღოთ 2 კგ ბალასტი, რაც შეამცირებს თესლის სამეურნეო ვარგისიანობას:

$$H = \frac{960 \cdot 100}{(1000 + 2000)} = 32\%$$

ფაქტიურად ნარევის თესვის ნორმა იქნება:

$$X = \frac{d \cdot 100}{H}$$

სადაც X–არის ნარევის წონა კგ–ობით

d–თესვის ნორმა კგ–ობით;

H–სამეურნეო ვარგისიანობა ნარევიში.

თუ თესვის ნორმა 100 % სამეურნეო ვარგისიანობაზე 18 კილოგრამია, მაშინ ბალასტთან ერთად სათესი ნორმა იქნება:

$$X = \frac{18 \cdot 100}{32} = 56,25 \text{ კგ}$$

სათესი მანქანაც უნდა დავაყენოთ 56,25 კგ გამოთესვის ნორმაზე.

ნათესის მოვლა. შესასწავლი ღონისძიებების გარდა ნათესის მოვლის ყველა ღონისძიება ტარდება ერთდროულად, თანაბარი ხარისხით. მოვლის ღონისძიებათა პროგრამაში აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული მავნებლებთან და დაავადებებთან ბრძოლა. ჯეროვანი ყურადღება ექცევა სარეველა მცენარეებთან ბრძოლას, რადგანაც ეს უკანასკნელნი არამარტო ამცირებენ მოსავალს და აუარესებენ მის ხარისხს, არამედ არღვევენ ვარიანტებს შორის განსხვავების სიზუსტეს.

მორწყვა. სარწყავ პირობებში მინდვრის ცდაში ნათესის მოვლის ღონისძიებათა შორის დიდი ყურადღება ექცევა მორწყვას. რწყვა წარმოებს ნაკვეთის დაქანების მიმართულებით. ყოველი რწყვის წინ აუცილებელია სარწყავი და საწრეტი კვლების გასუფთავება და მათი კიდების შესწორება. რწყვა წარმოებს მოცემული კულტურისათვის არსებული აგროწესების სრული დაცვით. რწყვის ნორმების, ვადებისა და რაოდენობის დასადგენად აუცილებელია მეტეოროლოგიურ პირობების გათვალისწინება.

ცდის თითოეული დანაყოფი ირწყვება ცალკე. დაუშვებელია ერთი დანაყოფიდან წყლის გადინება მეორე დანაყოფზე, ამ პირობების დაცვა განსაკუთრებით დიდ სიზუსტეს საჭიროებს სასუქებზე წარმოებულ ცდებში, რადგანაც სარწყავ წყალს შეუძლია სასუქი ერთი დანაყოფიდან მეორეში გადაიტანოს.

სარწყავი ნორმა უმჯობესია გავიანგარიშოთ მინდვრული ტენტევადობის მიხედვით. ჩვეულებრივად რწყვას ატარებენ იმ დროს, როცა ნიადაგის ტენიანობა მიუახლოვდება. მინდვრული (ზღვრული) ტენტევადობის 60–70 %-ს, ხოლო ნიადაგს ატენიანებენ წყლის იმდენი რაოდენობით, რამდენიც შეესაბამება მინდვრის ტენტევადობის 100%-ს.

რწყვას ატარებენ გაჟონვის წესით. უკეთესია გამოვიყენოთ თანამედროვე პროგრესული წესი–ხელოვნური დაწვიმება. ან წვეთოვანი მორწყვა.

ყოველი რწყვის დროს სარწყავი ნორმა საჭიროებს დაზუსტებას ნიადაგის მოცულობითი წონის, ზღვრული ტენტევადობისა და დასატენიანებელი ფენის ტენშემცველობის მიხედვით. სარწყავი ნორმის გამოსაანგარიშებლად შემდეგი ფორმულა გამოიყენება:

$$M = 100 \times H \times K (\Pi_1 - \Pi_0)$$

სადაც M-არის სარწყავი ნორმა მ³-ობით ჰა-ზე;

H-დასატენიანებელი ფენის სიღრმე მ-ობით;

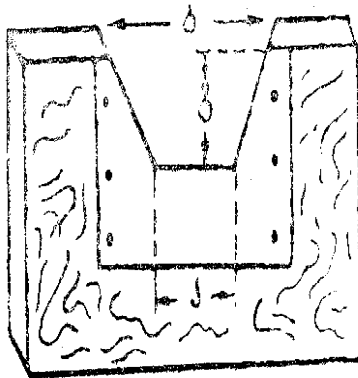
K-ნიადაგის მოცულობითი წონა;

Π_1 -მინდვრული ტენტევადობის პროცენტი მოცულობითი წონის მიმართ; Π_0 -დასატენიანებელი ფენის ტენიანობის პროცენტი მორწყვის წინ.

მაგალითი. ვაწარმოებთ საშემოდგომო ხორბლის მორწყვას დასატენიანებელი აქტიური ფენა (H) 0,6 მ-ია, ნიადაგის მოცულობით წონა 1,25, მინდვრული ტევადობა (Π_1) 33%, ხოლო ნიადაგის ტენიანობა (Π_0) 19%, მორწყვის ნორმა იქნება:

$$M = 100 \cdot 0,6 \cdot 1,25 (33 - 19) = 1050 \text{ მ}^3.$$

მორწყვის ნორმის დაზუსტების შემდეგ საჭიროა ზუსტად დავიცვათ გაანგარიშებული ნორმა და აღვრიცხოთ მოსარწყავად



სურ.19.ტრაპეციოიდური წყალსაშვი

გამოყენებული წყლის ხარჯი. ასეთი აღრიცხვები წარმოებს სხვადასხვა ტიპის წყალსაშვის გამოყენებით. ყველაზე მეტად იყენებენ ტრაპეციოიდურ (ჩიპოლიეტის) წყალსაშვს, რომელიც მზადდება ხისგან ან ლითონისაგან (სურ.19) და სიფონურ წყალშომს.

ტრაპეციოიდური წყალსაშვის ზომების, მიხედვით ცვალებადობს წყლის ხარჯი.

ტრაპეციოიდური წყალსაშვის ზომების მიხედვით ცვალებადობს წყლის ხარჯი.

წყლის ხარჯვის ცვალებადობა ცხრ. 4

ზღურბლის (ა) ზომა სმ–ობით	ზედა ხაზის (ბ)ზომა სმ– ობით	გვერდების სიმაღლე (გ) სმ–ობით	წყლის ხარჯი (ლ) წუთში
30	37,5	15	29–18
50	61,0	22	10–64
100	120,0	40	43–360

მაგალითი 1. გამოიანგარიშეთ 150 მ² ზომის დანაყოფზე შესატანი მინერალური სასუქის რაოდენობა. თუ გვაქვს ამონიუმის გვარჯილა (33%), სუპერფოსფატი (18%) და საჰექტარო ნორმა მოქმედი საწყისის მიხედვით საჭიროა N -60 P₂ O₃- 45 კგ.

მაგალითი 2. რამდენი კგ ნაკელი დაგვჭირდება 200 მ²-ზე შესატანად თუ ერთ ჰექტარზე შეგვაქვს 35 ტონა.

მაგალითი 3. გამოიანგარიშეთ ერთი ძირი მსხლისათვის ძირის ირგვლივ გასანოციერებელი სასუქის ნორმა, თუ გასანოციერებელი ფართობის რადიუსი 2,5 მეტრია და საჰექტარო ნორმა შემდეგია: N 90 P₂O₃- 80, K₂O-60 კგ. ამონიუმის გვარჯილა (33%); სუპერფოსფატი (18%); კალიუმის მარილი (40%).

მაგალითი 4. გამოიანგარიშეთ სამემოდგომო ხორბლის თესვის ნორმა ჰექტარზე, თუ 1000 მარცვლის მასა უდრის 35 გრ–ს, სამეურნეო ვარგისიანობა 95 %-ია და ჰექტარზე უნდა გვქონდეს 5,5 მილიონი მცენარე.

მაგალითი 5. რამდენი კგ ქერი დაგვჭირდება 200, 250 და 500 მ² დანაყოფების დასათესად, თუ 1000 მარცვლის მასა უდრის 38 გ–სამეურნეო ვარგისიანობა 95 %-ს და 1 ჰა–ზე უნდა გვქონდეს 4 მილიონი მცენარე.

მაგალითი 6. გამოიანგარიშეთ მწკრივად ნათესი სიმინდისათვის თესვის ნორმა, როდესაც მწკრივთაშორის მანძილი 60 სმ–ია. მცენარეთაშორის მანძილი გამოხშირვის შემდეგ 40 სმ, 1000 მარცვლის მასა–250 გ და სამეურნეო ვარგისიანობა 95 %.

მაგალითი 7. დაადგინეთ მორწყვის ნორმა შაქრის ჭარხლისათვის, როდესაც ნიადაგის მოცულობითი მასა უდრის

1,12, მინდვრული ტენტევადობა–31,8 %, აქტიური ფენა–0,60 და რწყვის წინ ნიადაგის ტენიანობა 18 %-ია.

8. მოსავლის აღება და აღრიცხვა

მოსავლის აღება და აღრიცხვა მეტად საპასუხისმგებლო მომენტია ცდის ჩატარების დროს. რამდენადაც ზუსტად იქნება მოსავალი აღრიცხული, იმდენად უტყუარი იქნება ცდის შედეგებიდან გამოტანილი დასკვნები. მოსავლის აღება უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება შემჭიდროებულ ვადაში. მთელ ვადაში ერთი და იგივე წესით და უდანაკარგოდ. დანაყოფზე უმნიშვნელო დანაკარგიც კი მოსავლის ერთ ჰექტარზე გადაანგარიების დროს საკმაოდ დიდ ცდომილებას იძლევა. ამიტომ მინდვრის ვადაში მოსავლის აღების დაწყებამდე საჭიროა გულდასმით ჩავატაროთ საჭირო მოსამზადებელი სამუშაო და მხოლოდ ამის შემდეგ შევუდგეთ ძირითად სამუშაოს– მოსავლის აღებას და აღრიცხვას.

მოსამზადებელ სამუშაოებში შედის როგორც ცდის შემოწმება და მომზადება მოსავლის აღებისათვის, ისე ყველა საჭირო საზომი და საწონი ხელსაწყოების შემოწმება. მოსავლის აღებაზე მომუშავე პერსონალის მომზადება და მანქანა იარაღების წესრიგში მოყვანა.

საცდელი ნაკვეთის მომზადება მოსავლის აღებისათვის. მოსავლის აღების დაწყებამდე საჭიროა საცდელი დანაყოფებიდან ზუსტად გამოიყოს სააღრიცხვო ფართობები. აღებულ იქნას სასინჯი მნები ან მცენარეები და თუ საჭიროა სააღრიცხვო ფართობზე ჩატარდეს დანაყოფებისათვის არატიპიური ადგილების გამორიცხვა.

სააღრიცხვო ფართობის გამოყოფა. იმ მიზნით, რომ დანაყოფიდან მიღებული იქნას რეალური, ე.ი. განხორციელებული ღონისძიებების შესატყვისი მოსავალი. რომელიც მეზობლად მდებარე დანაყოფებზე ჩატარებული ღონისძიებების გავლენით არ არის დამახინჯებული მოსაზღვრე დანაყოფებს შორის ყოველთვის გვაქვს დამცველი ზოლები, დამცველი ზოლები გვაქვს აგრეთვე თითოეული დანაყოფის ორივე ბოლოში მოსავლის აღების წინ, ჯერ დამცველი ზოლები და გამორიცხული ადგილები, თუ კი ასეთები გვაქვს, უნდა ავიღოთ და დავტოვოთ მხოლოდ სააღრიცხვო ფართობი.

ხშირ შემთხვევაში, როცა ეს მოსახერხებელია, სააღრიცხვო ფართობი მოსავლის მომწიფებამდეა გამოყოფილი და დამცველ

ზოლებსა და სააღრიცხვო ფართობის ასეთი წესით გამოყოფა მიზანშეწონილია განსაკუთრებით მთლიან ნათეს კულტურებში, რადგანაც უკვე მომწიფებულ მცენარეში სააღრიცხვო ფართობი წინასწარ არ არის გამოყოფილი, მისი გამოყოფა მოსავლის აღების წინ წარმოებს.

სიზუსტის დაცვის მიზნით სააღრიცხვო ფართობი ორჯერ იზომება და მოინიშნება პალოებით. მთლიანად მოსათესი კულტურებისათვის სააღრიცხვო ფართობის გამოსაყოფად გამოიყენება ლარი, რომელიც უნდა გადაიჭიმოს დამცველი ზოლისა და სააღრიცხვო ფართობის საზღვარზე ისე რომ მწკრივში ყველა მცენარე მოყვეს ლარის ერთ მხარეზე. საფარი ზოლის მხრიდან ლარის გასწვრივ 20–25 სმ-ის სიგანეზე მცენარეები უნდა, მოვჭრათ. ასეთივე წესით გამოვყოფთ ბოლოების დამცველ ზოლებს. ჩვეულებრივ ფართო მწკრივებად ნათეს კულტურებში ლარი მხოლოდ ბოლოების დამცველი ზოლების გამოსაყოფად გამოიყენება. კვადრატულ–ბუდობრივ ნათესში კი საჭირო არ არის.

დამცველი ზოლებიდან და გამორიცხული ადგილებიდან აღებული მოსავალი არ აღირიცხება.

სასინჯი ძნებისა და მცენარეების აღება. ლაბორატორიული ანალიზის, ბიოლოგიური მოსავლის განსაზღვრის, მოსავლის სტრუქტურის დასადგენად და სხვ. დანაყოფებიდან იღებენ სასინჯი ძნებს კონებს (მთლიანსათესი კულტურებისათვის) და სასინჯ მცენარეებს (სათოხნებისათვის).

სასინჯი ნიმუშების აღების ტექნიკა განსხვავდება კულტურების თავისებურებების მიხედვით.

თავთავიან კულტურებში მცენარეთა სიხშირის განსაზღვრისათვის სასინჯი მოედნები ცდის დასაწყისშივე გამოიყოფა. თუ ისინი დამახასიათებელია დანაყოფისათვის, სასინჯი ძნა აიღება ამ ფართობიდან. იმ შემთხვევაში, როდესაც ფიქსირებულ სასინჯ ფართობზე მცენარეებიც არატიპიურნი არიან, შეირჩევა სხვა მოედნები. სასინჯი ფართობი გამოიყოფა დანაყოფის 4–5 ადგილას: თითოეული ზომით–0,5 მ² – ია. სასინჯი ფართობებიდან მცენარეებს ფესვებიანად ვთხრით და ვაერთებთ ერთ სანიმუშო ძნად. მაგალითად, ხორბლისათვის ამ ძნის საშუალებით განისაზღვრება: მცენარეთა დგომის სიხშირე, საერთო და პროდუქტიული ბარტყობა, მთავარი ღეროს სიმაღლე, თავთავის

სიგრძე, თავთავში თავთუნების და მარცვლის რაოდენობა, მათი მასა, გუდაფშუტით დაავადებების ხარისხი და სხვა.

სამარცვლე პარკოსან კულტურებში სანიმუშო ძნის აღება იმავე წესით ხდება. როგორც თავთავიან პურეულში. სანიმუშო ძნის მიხედვით ვადგენთ ჯიშობრივი სიწმინდის პროცენტს. მცენარეთა სიმაღლეს, ერთ მცენარეზე პარკების საშუალო რაოდენობას. პარკების შეცვლის შემდეგ კი ტარდება მოსავლის სტრუქტურის ანალიზი.

სიძინდის ნათესში მოსავლის აღების წინ ორი არამეზობელი განმეორების ცალკეულ დანაყოფებზე გამოიყოფა 50–50 მცენარე. სასინჯ მცენარეებს ვიღებთ დანაყოფის ორ შუა მწკრივში. ერთ მწკრივში 25 მცენარეს ბოლო დამცველი ზოლიდან 5 მეტრის დაშორებით, მეორე მწკრივშიც 25 მცენარეს, ხოლო ბოლო დამცველი ზოლიდან 10 მეტრის დაშორებით. ასეთი წესით გამოყოფილი სასინჯი მცენარეები მთელი დანაყოფისათვის დამახასიათებელი იქნება. აღებული მცენარეების მიხედვით შეისწავლება: მცენარეთა საშუალო სიმაღლე, პირველი ტაროს მიმაგრების ადგილი, ჩაწოლილ მცენარეთა პროცენტი, ტაროების საშუალო რაოდენობა ერთ მცენარეზე, შემდეგ ტარდება ტაროს ლაბორატორიული ანალიზი. განისაზღვრება ტაროს სიგრძე, დიამეტრი, ტაროს საშუალო მასა, მარცვლის მასა ტაროზე და ერთი ტაროს მარცვლის გამოსავალი.

გამორიცხვები. აღრიცხული მოსავალი უნდა წარმოადგენდეს საცდელი დანაყოფის ნორმალურ მოსავალს. ხშირ შემთხვევაში დანაყოფისათვის დამახასიათებელი მცენარეთა ნორმალური განვითარება ალაგ–ალაგ დარღვეულია რაიმე შემთხვევითი მიზეზით. ასეთებია ნიაღვრისაგან წალეკვა. რელიეფის უსწორმასწორობის გამო მეტ–ნაკლები ტენიანობა, კერძოდ, დადაბლებულ ადგილებში ჭარბი წყლის ჩადგომა. წინა წლებში სასუქების არათანაბარი მოზნევა–განაწილება, მავნებლებით, ქარით სეტყვით გამოწვეული ზიანი და სხვ. ასეთი მოვლენები დიდ სიჭრელეს ქმნის დანაყოფზე. შემთხვევითი მიზეზებით არანორმალურად განვითარებული მცენარეები აღსარიცხ მოსავალში არ უნდა შევიდეს, რის გამოც საჭიროა მოსავლის აღების წინ დანაყოფის არატიპიური ადგილების გამორიცხვა.

არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც მთელი დანაყოფია გამოსარიცხი. მაგრამ ყველა შემთხვევაში გამორიცხვის ჩატარებამდე საჭიროა მიზეზის დადგენა, თუ რამ გამოიწვია ასეთი მდგომარეობა.

შესაძლებელია სიმეჩხერე გამოწვეული იყოს გამოსაცდელი ღონისძიებების გავლენით. მიზეზის დასადგენად გულდასმით დათვალთვლება ყველა განმეორების თანამოსახელე ვარიანტები. თუ იქაც ანალოგიური მდგომარეობაა. გამორიცხვას არ ჩავატარებთ.

როდესაც დანაყოფზე გამოსარიცხი ფართობი 25%-ს აღემატება. ასეთ შემთხვევაში დანაყოფი მთლიანად გამოირიცხება და შედგება წუნდების აქტი.

გამოსარიცხ ფართობს სიმარტივისა და სიზუსტისათვის ეძლევა კვადრატის ან სწორკუთხედის ფორმა, მთლიანსათეს კულტურებში ძირითადად გამოსარიცხ ფართობს ორივე მხრიდან ემატება ნორმალური ნათესის 20–25 სმ სიგანის ზოლი, რადგანაც ეს მცენარეები არ იმყოფებიან დანაყოფის სხვა ადგილებისათვის დამახასიათებელ პირობებში.

მწკრივად ნათეს კულტურებში, სადაც მწკრივთა შორის მანძილები დიდი არ არის, გამოსარიცხი ფართობის დასადგენად საჭირო მწკრივების რაოდენობა გავამრავლოთ მწკრივებს შორის მანძილზე და გამოსარიცხი მწკრივების სიგრძეზე.

მაგალითი. გვაქვს ჩვეულებრივი მწკრივად ნათესი ხორბალი, მწკრივთაშორისი უდრის 15 სმ-ს. დანაყოფის ორი ადგილი გამოსარიცხია ერთგან 4 მწკრივი 2 მეტრის სიგრძეზე. მეორეგან 6 მწკრივი 3 მეტრის სიგრძეზე სააღრიცხვო ფართობი 100 მ^2 – ია. პირველი გამოსარიცხი ფართობი იქნება $4.15=0,6 \text{ მ. } 0,6 \text{ მ} \times 2 \text{ მ}=1,2 \text{ მ}^2$.

მეორე გამოსარიცხი ფართობი იქნება $6.15=0,9 \text{ მ, } 0,9 \text{ მ} \times 3=2,7 \text{ მ}^2$. მთლიანად გამორიცხული ფართობი $1,2 \text{ მ}^2 + 2,7 \text{ მ}^2 = 3,9 \text{ მ}^2$ – ია.

ამრიგად, ნაცვლად 100 მ^2 მოსავალი აღირიცხება $100-3,9 \text{ მ}^2=96,1 \text{ მ}^2$ –ზე. გამორიცხულ ადგილებზე კი მოსავალი წინასწარ აიღება და გამოიტანება საცდელი ნაკვეთიდან.

სათოხნ კულტურებში გამოირიცხვები იმ შემთხვევაში ტარდება, როდესაც მწკრივში ერთმანეთის მიყოლებით აკლია 3 და მეტი მცენარე. ამასთანავე უნდა გამოირიცხოს კიდური მცენარეები და მეზობელი მწკრივის მცენარეები თუ ისინი სხვებთან შედარებით უკეთესად არიან განვითარებულნი. ასეთი მცენარეების გამორიცხვა განსაკუთრებით საჭიროა იმ შემთხვევაში, როდესაც სიმეჩხერეს ადგილი აქვს მცენარის განვითარების ადრეულ პერიოდში და დარჩენილ მეზობელ მცენარეებს თავიდანვე განვითარების არადამახასიათებელი პირობები ექნებათ.

თუ მწკრივი მეჩხერია და ერთი მცენარე ორი-სამი მცენარის ადგილს იკავებს, ასეთი მწკრივები მთლიანად გამოირიცხება.

სათოხნ კულტურებში გამოსარიცხი ფართობების გამოანგარიშება მარტივია. გამოსარიცხი მწკრივის სიგრძეს ვამრავლებთ მწკრივთაშორის მანძილზე. როდესაც გამოსარიცხია სხვადასხვა მწკრივის მცენარეთა ჯგუფი, ყველა გამოსარიცხი ადგილის სიგრძეებს ვაჯავებთ და ვამრავლებთ მწკრივთაშორისებზე.

მაგალითი. გვაქვს სიმინდის ნათესი. მწკრივთაშორისი მანძილი 70 სმ-ია. ერთ მწკრივში გამოსარიცხია 1,7 მ, მეორეში 2,5 მ, მესამეში 2,8 მ) X 0,7 მ=4,9 მ²,

თუ ცდა ტარდება სარგავ კულტურებზე (თამბაქო, კომბოსტო, პომიდორი და სხვა) და დარგვა ჩატარებულია კვების არის დაცვით, გამოსარიცხი ფართობის დასადგენად საჭიროა გამორიცხული მცენარეების რაოდენობა გავამრავლოთ ერთი მცენარის კვების არეზე.

მაგალითი. დანაყოფის სხვადასხვა ადგილზე გამოსარიცხია კომბოსტოს 10 მცენარე. მწკრივთაშორის მანძილი 0,8 მ-ია, მწკრივში მცენარეთა შორის-0,5 მ-ია. ამ შემთხვევაში ერთი მცენარის კვების არე 0,8 მ X 0,5 მ = 0,4 მ²-ია. გამორიცხულ მცენარეთა ნამრავლი კვების არეზე მოგვცემს გამორიცხულ ფართობს 10 X 0,4 მ²=4 მ².

ასეთივე წესით გამოიანგარიშება მრავალწლოვან ნარგავებში ცალკეული ძირების გამოსარიცხი ფართობებიც.

გამორიცხული ფართობების გაანგარიშება იწერება ჟურნალში და სქემატურ გეგმაზე შემოიხაზება.

გამორიცხული ადგილები უნდა აღინიშნოს პალოებით, მცენარეები (მოსავალი) მათზე აიღება დამცველი ზოლების მოსავალთან ერთად და გაიტანება საცდელი ნაკვეთიდან.

9. სხვადასხვა კულტურის მოსავლის აღრიცხვის მეთოდები

ცდამი მოსავლის აღრიცხვის შემდეგი ძირითადი მეთოდები გამოიყენება: 1) მთლიან დანაყოფებზე მოსავლის აღრიცხვა,

2) აღრიცხვა სანიმუშო ძნებით ან კონებით და

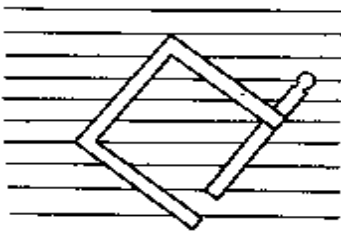
3) სანიმუშო ფართობებით, კერძოდ, კვადრატული მეტრებით, მთლიანი აღრიცხვა ნიშნავს იმას, რომ ცდის დანაყოფებზე ცალ-ცალკე აღრიცხება უშუალოდ მოსავლის ის ნაწილი, რომელიც კულტურის მიზანს წარმოადგენს, ე.ი.

მარცვლეულისათვის - მარცვალი, სუფრის ჭარხლისათვის ძირები, ხეხილისათვის ნაყოფი და ა.შ. მთლიანი აღრიცხვა შეიძლება ჩავატაროთ ერთბაშად დანაყოფების მთელ ფართობზე ან პირობრივად ისეთ კულტურებში, სადაც მცენარეები განცალკევებულია, ერთიმეორისაგან დიდად დაშორებული (ხეხილი, საფოთლე თუთა). გარდა ამისა კულტურის თავისებურების მიედვით აღრიცხვა შეიძლება იყოს მთლიანი და ერთჯერადი, როცა მოსავალი მთლიანად ერთ ვადაში აიღება, ხორბალი, ჭარხალი, კარტოფილი და სხვ.) და მრავალჯერადი, როცა მოსავალი აიღება რამდენჯერმე მოწვევის მიხედვით (ჩაის პლანტაცია, პომიდორი, თამბაქო და სხვ.).

სანიმუშო ძნით ან სანიმუშო კონით აღრიცხვის მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ დანაყოფებზე მოსავლის გეგმური ნაწილი უშუალოდ არ აღირიცხება, არამედ გადაანგარიშებით მიიღება, მოსავლის მთელი მასა კი ალების დროს აუცილებლად აღირიცხება ცალ-ცალკე ყველა დანაყოფზე, მაგალითად, ძნების მასა მარცვლეულში, მწვანე ბალახის მასა ბალახებში და სხვ.

სანიმუშო მოედნებით მოსავლის აღრიცხვის დროს ცალკეული დანაყოფის მთლიანი ფართობის ნაცვლად იგი აღირიცხება მხოლოდ მის ნაწილზე. ასეთი აღრიცხვა დასაშვებია მხოლოდ დიდ დანაყოფებიან ცდების დროს და ისიც მექანიზებული წესით (კომბაინით დასხვ.) ალების შემთხვევაში. კვადრატული მეტრობით მოსავლის აღრიცხვის მეთოდი, მიუღებელია, იგი დასაშვებია მხოლოდ ნიმუშების ასაღებად სხვადასხვა გამოკვლევისათვის.

დანაყოფზე მთლიანი მოსავლის აღება შეიძლება ხელით და მანქანებითაც 100–დან 200 მ² დანაყოფზე, მთლიან სათესი კულტურები (თავთავიანი, მრავალწლოვანი და ერთწლოვანი ბალახები) ხელით ან სამკალი მანქანებით იღება. უფრო დიდი



სურ.20. ნიმუშების აღება კვადრატული მეტრობით

ზომის დანაყოფებზე კი თვითმავალი კომბაინით. მთლიან დანაყოფზე მოსავლის აღება მთელ რიგ სიმწელებთან არის დაკავშირებული, მაგრამ იგი ყველაზე ზუსტ მეთოდად ითვლება.

სანიმუშო ძნებით მოსავლის აღრიცხვა მთლიან სათეს

კულტურებში გამოიყენება დანაყოფის საერთო მოსავალთან ერთად გამოშრობის შემდეგ გაილეწება. სანიმუშო ძნიდან მიღებული მარცვლის წონით შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ დანაყოფის მოსავალი.

კვადრატული მეტრობით მოსავლის აღრიცხვა ძირითადად გამოიყენება საწარმოო ნათესის ბიოლოგიური მოსავლის განსაზღვრისათვის ან სხვადასხვა ბიომეტრიული გამოკვლევებისათვის. ამ წესით მოსავალი აღრიცხება 1 მ² ფართობის ხის ან რკინის ჩარჩოთი. აღნიშნული ჩარჩო თავსდება დანაყოფზე და მოიჭრება ჩარჩოს შიგნით მოქცეული მცენარეები. ერთ დანაყოფზე საჭიროა არანაკლებ 10 ნიმუშის აღება.

ასეთივე წესით აღრიცხება სანიმუშო ფართობების გამოყოფის დროს. მოსავლის აღრიცხვა წარმოებს 1-5 მ² ფართობებზე ან გრძივ მეტრებზე. მაგრამ ეს წესიც საკმაოდ შრომატევადია, რადგან მრავალი ნიმუშის აღებას საჭიროებს.

განვიხილოთ სხვადასხვა კულტურის მოსავლის აღების თავისებურებანი.

თავთავიანი პურეული. ცდაში თავთავიანი პურეულის დანაყოფზე მთლიანი მოსავლის აღრიცხვის დროს წინასწარ უნდა მომზადდეს საჭირო ტექნიკა და ინვენტარი. საჭირო რაოდენობით უნდა გვყავდეს აგრეთვე წინასწარ ინსტრუქტირებული მუშახელიც.

თავთავიანი პურეულის მოსავლის აღება იწყება სრული სიმწიფის დასაწყისში. მაგრამ თუ ცდაში მონაწილეობენ ცვენადი ჯიშები, მაშინ მოსავლის აღება ცვილისებრი სიმწიფის ფაზაში წარმოებს. კომბაინით მოსავლს ვიღებთ სრულ სიმწიფეში, დანაყოფის წესით მოსავლის აღების დროს კი ცვილისებურ სიმწიფის ფაზაში.

საფარი ზოლების და გამორიცხულ ფართობებზე მოსავლის აღების შემდეგ მცენარეები უნდა მოიმკას მთელ სააღრიცხვო დანაყოფზე. თუ მოსავლის აღება ხელით ტარდება თითოეულ დანაყოფზე მუშაობს ორი-სამი მუშა, რომლებიც მომკიან ერთი განმეორების ყველა დანაყოფს. იმ ვარაუდით, რომ ჯერ იმუშავენ ერთ დანაყოფში, რომლის დამთავრების შემდეგ გადადიან მომდევნო დანაყოფზე. ასეთი წესი თავიდან აგვაცილებს მკის არათანაბრობის გავლენას.

უკეთესია მთელ ცდაში მოსავლის აღება ერთ დღეში დამთავრდეს. თუ რაიმე მიზეზის გამო ეს მოუხერხებელია, მაშინ

აუცილებელია განმეორების ყველა დანაყოფზე მოსავალი ერთ დღეს იქნას აღებული, დარჩენილი განმეორებები მეორე დღეს აიღება და აღირიცხება.

მომკილი მოსავალი შეიკვრება კანაფით. თითოეულ მნას უკეთდება ეტიკეტი, ცდის ნომრის, ვარიანტის, განმეორების, თარიღის ჩვენებით და დაეწყოება სამეულეზად გამოსაშროზად. დანაყოფების მნების ერთმანეთში არევის თავიდან აცილების მიზნით მნებს ვაწყობთ დანაყოფის ბოლოებში ერთმანეთის მოწინააღმდეგე მხარეზე, წყვილი ნომრის მქონე დანაყოფიდან ერთ მხარეზე, კენტიდან კი მეორე მხარეზე (სურ. 21).

მნების მუდმივ წონამდე გამოშრობისთანავე იწყება ლეწვა მინდვრად ანდა გასალეწ ფარდულებში. სალექ მანქანამდე მნების მიტანა დიდ სიფრთხილეს საჭიროებს, რათა ადგილი არ ქონდეს მარცვლის დანაკარგს. თითოეული დანაყოფის მოსავალი აიწონება 50-100 გ სიზუსტით და პირდაპირ გადაიტანება გასალეწად. ყოველი ახალი დანაყოფის მოსავლის გალექვის წინ გამომლეწი მანქანა იწმინდება და 5-10 წუთს უქმ სვლაზე უნდა იმუშაოს. გალექილი მარცვალი განიავდება დ აიწონება წინასწარ გამზადებულ ტომრებში. აწონვის შემდეგ საჭიროა 100-150 გ სინჯის აღება ტენიანობის გამოსარკვევად.

1	2	3	4
X		X	
		X	X

სურ.21 მნების განლაგება დანაყოფზე

სანიმუშო მნებით მოსავლის აღრიცხვის დროს სააღრიცხვო დანაყოფზე მოსავალი მოიმკება ჩვეულებრივი წესით ხელით ან სამკელი მანქანით. მოსავლის მნებად შეკვრამდე საჭიროა ერთი ანუ მჯობესია ორი სანიმუშო მნის აღება, თითოეული 5-8 კგ წონისა, საერთოდ სანიმუშო მნა დანაყოფის 1-1,5% უნდა იყოს. სანიმუშო მნაში წარმოდგენილი უნდა იყოს ყოველგვარი განვითარების მცენარეები, რათა მნამ ზუსტად ასახოს დანაყოფის თავისებურება რამდენადაც მეტ ადგილზე იქნება სინჯი, აღებული სანიმუშო მნისათვის, იმდენად ზუსტი იქნება შედეგიც. მნის შესადგენად

აღებული სინჯების შეგროვება მოსახერხებელია ტომრებში ან სპეციალურ ორხელეურზე¹.

სანიმუშო ძნას უკეთდება ეტიკეტი და თავთავებით ძირს თავსდება წინასწარ აწონილ ტომარაში. დანარჩენი მოსავალი დანაყოფების მიხედვით აიწონება 50 გ სიზუსტით. მასთან ერთად იწონება სანიმუშო ძნაც 10 გ სიზუსტით.

აწონის დამთავრების შემდეგ დანაყოფის საერთო მოსავალი მიაქვთ როგორც სამეურნეო მოსავალი. დანაყოფის მარცვლის მოსავლის გამოანგარიშება სანიმუშო ძნის მიხედვით წარმოებს. სანიმუშო ძნა ინახება საშრობ ფარდულში გამოსაშრობად. როდესაც ძნა მიაღწევს მუდმივ წონას, იგი გაილეწება პატარა (სასელექციო) სალეწზე. სანიმუშო ძნიდან გამოლეწილი მარცვლის მასა გავამრავლოთ დანაყოფის ძნების საერთო მასაზე და გავყოთ სანიმუშო ძნის წონაზე. ეს შეგვიძლია გამოვსახოთ ტოლობით:

$$y = \frac{a \cdot b}{c},$$

სადაც Y- არის დანაყოფზე მიღებული მარცვლის მასა კგ-ობით;

a-სანიმუშო ძნიდან გამოლეწილი მარცვლის მასა;

b- დანაყოფის მოსავალი სანიმუშო ძნასთან ერთად და

c- სანიმუშო ძნის მასა.

უკანასკნელ წლებში ფართოდ გავრცელდა თვითმავალი კომბაინით მოსავლის აღება. ეს წესი უკეთეს შედეგს იძლევა მაშინ როცა დანაყოფს აქვს წაგრძელებული წსორკუთხედის ფორმა. კომბაინით აღება დანაყოფის შუა ზოლი, აიწონება საბუნკერო მოსავალი და სუფთა მარცვლის მასა განისაზღვრება მარცვლის კომბაინი უქმ სვლაზე უნდა ვამუშაოთ.

საკვები ბალახები. საკვები ბალახების თივის მოსავლის აღრიცხვა შეიძლება როგორც მოსავლის მთლიანი აღრიცხვის წესით, ისე სანიმუშო კონის მეთოდით. პირველ შემთხვევაში მოთიბული ბალახი შრება დანაყოფზე და შემდეგ იწონება თივა. უკეთესია

¹ ორხელირი შედგება ორი მსუბუქი ლარტყისაგან, რომელზედაც გაჭიმულია ტილო იმ ზომისა, რომ მასზე თავისუფლად მოთავსდეს ყველაზე კარგად განვითარებული ღეროები

ბალახების მოსავლის აღრიცხვა სანიმუშო კონით, რადგანაც მთლიანი აღრიცხვის დროს ადგილი აქვს დანაკარგებს, განსაკუთრებით წვიმიანი ამინდის შემთხვევაში. სანიმუშო კონით აღრიცხვისათვის დანაყოფის 30-50 ადგილას აიღება სინჯები და შედგება არანაკლებ ორი სანიმუშო კონა წონით 5-7 კგ. აიწონება დანაყოფის მთელი მოსავლის ნედლი მასაც. ბოტანიკური ანალიზის ჩატარების შემდეგ სანიმუშო კონას ამრობენ კარგად განიავებულ ფარდულში და იგებენ მის მშრალ წონას. თივის მოსავლს გაიანგარიშებენ სტანდარტულ 16 % ტენიანობაზე.

დანაყოფის მოსავლის გასაანგარიშებლად საჭიროა სანიმუშო კონიდან მიღებული წმინდა კულტურის წონა გამრავლდეს დანაყოფის საერთო მოსავალზე და გაიყოს სანიმუშო კონის ნედლ წონაზე.

როდესაც ცდამი ნარევი ბალახებია (სამყურა და კოინდარი, იონჯა-კაპუეტა და სხვ.), მაშინ საჭიროა თითოეული კომპონენტის პროცენტული ოდენობის დადგენა, რისთვისაც ნიმუში უნდა დაიყოს ფრაქციებად და თითოეული ფრაქცია აიწონოს ცალკე. თითოეული კომპონენტის განსაზღვრა წარმოებს თითოეული კომპონენტის 100%-ზე გამრავლებით და სანიმუშო კონიდან მიღებული წმინდა კულტურის წონაზე გაყოფით.

მოგვეყვას მაგალითი (ი. ბახტაძის მიხედვით):

დანაყოფის მთლიანი მოსავლის წონა	350
სანიმუშო ძნის ნედლი წონა	5 კგ
სანიმუშო ძნის ცალკე ფრაქციების წონა:	
სარეველა ბალახები	0,5 კგ
ტიმოთელა	1,0 კგ
სამყურა	3,5 კგ
სულ წმინდა კულტურა	4,5 კგ
სანიმუშო ძნის ცალკე კომპონენტების მშრალი წონა:	
ტიმოთელა	0,5 კგ
სამყურა	0,9 კგ

აქედან შეიძლება გამოვიანგარიშოთ:

1. დანაყოფზე წმინდა კულტურის მოსავალის ნედლი წონა:

$$\frac{4,5 \times 350}{5} = 315 \text{ კპ}$$

2. სამყურას ხვედრითი წონა ნედლი წონის მიხედვით:

$$\frac{3,5 \times 100}{4,5} = 77,8\%$$

3. სამყურას მოსავალი დანაყოფზე ნედლი წონის მიხედვით:

$$\frac{77,8 \times 315}{100} = 245,1 \text{ კპ}$$

4. ტიმოთელას ხვედრითი წონა ნედლ მოსავალში:

$$\frac{1,0 \times 100}{4,5} = 22,2\%$$

5. ტიმოთელას ნედლი მოსავალი დანაყოფზე:

$$\frac{22,2 \times 315}{100} = 69,9 \text{ ან } 315 - 215,1 = 69,9 \text{ კპ}$$

6. სამყურას თივის გამოსავალი:

$$\frac{0,9 \times 100}{3,5} = 25,7\%$$

7. სამყურას თივის მოსავალი დანაყოფზე:

$$\frac{25,7 \times 245,1}{100} = 63 \text{ კპ}$$

8. ტიმოთელას თივის გამოსავალი:

$$\frac{0,5 \times 100}{100} = 50\%$$

9. ტიმოთელას თივის მოსავალი დანაყოფზე:

$$\frac{50 \times 69,9}{100} = 35 \text{ კპ}$$

10. მშრალი თივის მოსავალი დანაყოფზე:

$$63 + 35 = 98 \text{ კპ}$$

11. საერთოდ თივის მოსავალი:

$$\frac{98 \times 100}{315} = 31,1\%$$

ნიმუშში წმინდა კულტურის %-ისა და თივის გამოსავლის %-ის გაანგარიშება შეიძლება იმ ცხრილის მიხედვითაც, რომელიც მოცემულია დანართში.

სათოხნი კულტურები. სათოხნი კულტურების მოსავლის აღრიცხვა ხდება მოსავლის მთლიანი ალების წესით. აღრიცხება როგორც ძირები, ტუბერები (ძირხვეწებსა და კარტოფილში). ისე მარცვალი (სიმინდი, მხესუმზირა) და ამასთანავე ჩალის მოსავალიც.

ძირხვენა და ტუბერიან მცენარეში, თუ მოსავალი დანაგვიანებულია მიწით, თითოეულ დანაყოფზე უნდა ავიღოთ 20-20 კგ, რათა დავადგინოთ მათი სუფთა წონა (აღებული ნიმუში ირეცხება, გაშრება და შემდეგ აიწონება). ეს ნიმუშები შეიძლება გამოვიყენოთ პროდუქციის ხარისხის განსაზღვრისათვის, მაგალითად, კარტოფილი უნდა დახარისხდეს წვრილ, საშუალო და მსხვილ ტუბერებად და გაირკვეს მათი პროცენტული ოდენობა. საერთო მოსავალში, ირკვევა სახამებლიანობა, დავადებები და სხვ. ძირხვეწებისათვის ვსაზღვრავთ ძირის საშუალო წონას, შაქრიანობას.

როდესაც სათოხნი კულტურებზე ცდა ძალიან დიდ დანაყოფებზეა დაყენებული და საშუალება არა გვაქვს დროულად ავიღოთ მოსავალი მიმართავენ სანიმუშო ფართობებით მოსავლის აღრიცხვას. ამისათვის საჭიროა არანაკლებ 20 მცენარის აღება ანდა 2-3 ტიპიური სანიმუშო ფართობის გამოყოფა.

ბოსტნეული კულტურები. მართალია, ბოსტნეული კულტურების უმეტესობა სათოხნი მცენარეთა ჯგუფს ეკუთვნის, მაგრამ მათი მოსავლის ალების წესების გაერთიანება სხვა სათოხნებთან არ შეიძლება იმის გამო, რომ, ბოსტნეული კულტურები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან სიცოცხლის ხანგრძლივობით, გამოსაყენებელი ორგანოების (ნაყოფი, ფოთოლი, ბოლქვი და სხვ.) თავისებურებებით, ალების შემდეგ ტექნიკურ სიმწიფეში შესვლით, პროდუქციის არაერთდროული მოცემით და სხვა ნიშნებით.

ისეთ ბოსტნეულს, რომელიც ერთდროულად იძლევა მოსავალს მიეკუთვნება ძირხვეწების ძირითადი ნაწილი, კომბოსტო, ხახვი და სხვა.

კომბოსტო. მოსავლის ალების დაწყებამდე საჭიროა დანაყოფზე დაითვისოს მცენარეთა რაოდენობა. თითოეული მცენარე იჭრება და

სუფთავდება სასაქონლო კონდიციამდე. ყველა დანაყოფზე კომბოსტო ერთ სიმაღლეზე უნდა მოიჭრას. აღებული თავები ხარისხდება 1 და 2 სტანდარტულ ხარისხად და ცალკე გამოიყოფა არასტანდარტული მცენარეები. თითოეული ჯგუფი იწონება ცალ-ცალკე და ამის მიხედვით იანგარიშება ერთი თავის საშუალო წონა.

ხახვი. მოსავალი აიღება სრული სიმიფის პერიოდში მთლიან დანაყოფზე აღების წესით. აღებული მოსავალი უნდა დავტოვოთ დანაყოფზე გასაშრობად 7-10 დღეს. ცუდი ამინდების შემთხვევაში კი მიაქვთ ფარდულეებში. ფარდულეში გადატანა ხდება დიდი სიფრთხილით, რომ დანაყოფების მოსავალი ერთმანეთში არ აორიოს, ამისათვის ცალკეულ დანაყოფის მოსავალს ათავსებენ ცალკეულ კალათებში ან ყუთებში. მათ უკეთდება თავისი ეტიკეტი და ინომრება, გამოშრობის შემდეგ აჭრიან ფოჩებს, ახარისხებენ სტანდარტის მიხედვით და თითოეულ პარტიას წონიან ცალ-ცალკე. მიღებული მოსავალი, როგორც წესი გადაიანგარიშება ერთ ჰა ფართობზე.

სასუფრე ძირხვენები (ჭარხალი, სტავილო), აღნიშნულ მცენარეთა მოსავალი აიღება ორჯერ-ერთი გამეჩხერების დროს, ხოლო მეორე სრულ სიმიფეში გაჩერების დროს აღებული მოსავალი ოკონება თითოეულში 10 მცენარის რაოდენობით და იწონება.

საბოლოოდ მოსავლის აღება წარმოებს ტექნიკურ სიმწიფეში, ყველა მცენარე ამოითხრება, გასუფთავდება მიწისაგან და წაეჭრება ფოთლები, იმ ვარაუდით, რომ ყველა ძირზე აჭრა მოხდეს თანაბარ სიმაღლეზე. გასუფთავებული ძირები დახარისხდება და აიწონება ცალ-ცალკე.

ბოსტნეულს, რომელიც ერთდროულად არ შედის სიმწიფეში (პომიდორი, ბადრიჯანი, წიწაკა, კიტრი და სხვ), მოსავალის აღრიცხვის დროს სულ სხვადასხვაგვარად უნდა მივუდგეთ. უპირველესყოვლისა აღსანიშნავია, რომ მოსავლის ყოველი აღების წინ თუ საჭიროა ტარდება გამორიცხვები, რის შემდეგ ხელახლა იზომება სააღრიცხვო ფართობი და შეიტანება მინდვრის ჟურნალში. მოსავლის პირველი აღრიცხვა წარმოებს იმ მომენტიდან, როდესაც სიმწიფეში შევა ერთეული მცენარეები, დანარჩენი მოსავალი კი აიღება თანაბარი შუალედების გამოტოვებით ყველა ვარიანტზე. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ყველა დანაყოფზე აღებული იქნეს ერთნაირი სიმწიფის ნაყოფები.

აღებული მოსავალი ხარისხდება, აიწონება ცალ-ცალკე ყოველი აღების შემდეგ. საერთო მოსავლიანობას დავადგენთ ცალკეული აღრიცხვების შემდეგ. საერთო მოსავლიანობას დავადგენთ ცალკეული აღრიცხვების ჰექტარზე გადაყვანით და მათი შეჯამებით.

მრავალწლოვანი ნარგავები. მრავალწლოვანი ნარგავებში გამოიყენება მთლიანი აღრიცხვის მეთოდი, მაგრამ აქაც გვაქვს ისეთი კულტურები, რომლებიც ერთდროულად არ გვამღვეს მოსავალს. მაგალითად, ჩაის კულტურაში აღრიცხება თითოეული კრეფის მოსავალი, გადაიანგარიშება ჰექტარზე და ყველა კრეფა შეჯამდება. რადგანაც კრეფის ხარისხი დამოკიდებულია თითოეულ მკრეფავზე, ამიტომ საჭიროა მკრეფავთა ჯგუფმა მოკრიფოს ჯერ ერთი დანაყოფი, შემდეგ მეორე და ა.შ. ანდა ყველა კრეფის დროს თითოეულ მკრეფავს დანაყოფი მიეცეთ კენჭის ყრის წესით.

ხეხილის ბაღებსა და ვენახებში წინასწარ წარმოებს ცალკეული მცენარეების დათვალიერება: დაზიანების შემთხვევაში ვატარებთ გამორიცხვებს და მხოლოდ ამის შემდეგ ვიწყებთ დანაყოფის მოსავლის აღრიცხვას. უკეთესია, თუ ხეხილში ცალკე ძირის მოსავალს ავწონით ხარისხების მიხედვით. თუ ეს ტექნიკურად არ ხერხდება მაშინ დანაყოფის ყველა მცენარის მოსავალი ერთდება, ხარისხდება და იწონება, აღრიცხება აგრეთვე მოსავლის აღებამდე ჩამოცვენილი ზრდადაუსრულებელი და ზრდადასრულებული ნაყოფები.

II ნაწილი

ვარიაციული სტატისტიკის საფუძვლები

1. ცვალებადობის სტატისტიკური კანონზომიერება

ბიოლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო მოვლენების გამოკვლევის დროს სათანადო დაკვირვების ან ექსპერიმენტის საფუძველზე მოვლენის მდგომარეობას და განვითარებას მკვლევარი აფასებს მისი საშუალო გამოსახულების მიხედვით. მოვლენის ასეთი „გასაშუალების“ აუცილებლობა გამოწვეულია შემდეგი ორი ძირითადი მიზეზით:

1) ერთჯერადი დაკვირვების ან ერთჯერადი ექსპერიმენტის სიზუსტის დადგენის საშუალება არ არსებობს, ამიტომ არ შეიძლება დარწმუნებული ვიყოთ, რომ ისინი შესაფერისი სიზუსტით ასახავენ

სინამდვილეს, ჭეშმარიტებას. თანაც ჩვენთვის ცნობილია, რომ ყოველგვარ დაკვირვებას და ექსპერიმენტს თან ახლავს სხვადასხვა მიზეზით გამოწვეული მეტ-ნაკლები ცდომილება; ამიტომ ცდა და დაკვირვება უნდა იყოს მრავალჯერ განმეორებული, ასე რომ ერთსა და იმავე საგნის ან მოვლენის შესაფასებლად გვექნება რამდენიმე მაჩვენებელი (ოდენობა). აქედან, ცხადია, საშუალო უნდა გამოვიანგარიშოთ;

2) დაკვირვება და ექსპერიმენტი ყოველთვის მოიცავს შესასწავლი ობიექტის მხოლოდ გარკვეულ ნაწილს, ანუ როგორც იტყვიან, გენერალური ერთობლიობიდან ამა თუ იმ სიდიდის ამონაკრებს. მაგალითად, ყანის გარკვეულ ფართობზე მცენარეთა სიმადლე, ან ბარტყობა რომ დავადგინოთ, ყველა მცენარეს ვერ გამოვიკვლევთ არამედ მხოლოდ ნაწილს: ასევე ნიადაგის ქიმიური თვისებების დასადგენად მთელი ფართობის ნიადაგს ვერ გაუუკეთებთ ანალიზს, არამედ მხოლოდ საამისოდ აღებულ ნიადაგის ნიმუშებს. ამიტომ, ჯერ ერთი, წინასწარ უნდა განისაზღვროს რა მოცულობის უნდა იყოს ამონაკრები, ე.ი. რა სიდიდის ნიმუში უნდა ავიღოთ (წონით, ცალობით) და რამდენი განმეორებით, რათა დავიცვათ გამოკვლევის დასახული სიზუსტე. ამ ნიმუშების ანალიზით მივიღებთ შესატყვისი რაოდენობის ციფრებს, რომლიდანაც გამოიყვანება საშუალო. ეს საშუალო, რასაკვირველია, ზუსტად არ გამოსახავს არამცთუ გენერალურ ერთობლიობას, არამედ აქედან ამოღებული ამონაკრებსაც კი, რადგან მას ყოველთვის გარკვეული ცდომილება ექნება. ეს ცდომილება გამოწვეულია ჯერ ერთი იმით, რომ ჩვენ ვახასიათებთ არა მთელს (გენერალურ ერთობლიობას) არამედ ნაწილს (ამონაკრების) მიხედვით, და მეორეც, ამ უკანასკნელის დასახასიათებლად მივმართავთ საშუალოს, რომელიც მხოლოდ ამა თუ იმ მიახლოებით წარმოადგენს მას.

ცვალებადობას აქვს გარკვეული კანონზომიერება, რომლის დადგენის საფუძველია ალბათობის თეორია. ეს თეორია ვრცელდება სასოფლო-სამეურნეო და ბიოლოგიური მოვლენების ისეთ ცვალებადობაზე, რომელსაც შემთხვევითი მიზეზი იწვევს. ცვალებადობის ხასიათის შესასწავლად ჩვენ ვადგენთ მის ფარგლებს, საშუალოს, ამონაკრების ცდომილებას, არსებითს და არაარსებით ცვალებადობას და ა.შ.

ცვალებადობის ხასიათის შესწავლა გვჭირდება, მაგალითად იმისათვის, რომ დავადგინოთ, რამდენად ერთგვაროვანია ნიადაგი ნაკვეთზე, რომელიც ცდისათვის გვაქვს შერჩეული, რამდენად თანაბარია სარგავი მასალა, არსებული ნარგაობა და სხვ.

გარდა ამისა, ცდისა და გამოკვლევის წარმოების დროს საჭიროა ვიცოდეთ, რამდენად შესწავლილი ობიექტის, მაგალითად, მოსავლიანობის ცვალებადობა გამოწვეულია ამა თუ იმ ცდის ამოცანის შესაბამისი ხელოვნური ზემოქმედებით - განსხვავებული განოყიერებით, ან მოვლით, ან თესვის წესით და სხვ. და რა ნაწილში მისი მიზეზია შემთხვევითი, უცნობი ფაქტორები, სხვანაირად რომ ვთქვათ, საჭიროა კანონზომიერი სარწმუნო განსხვავება გავარჩიოთ შემთხვევით განსხვავებისგან.

ორ სრულიად თანაბარი ზომის და ერთგვაროვან ნაკვეთზე ერთგვარ პირობებში დათესილი და მოვლილი რომელიმე კულტურის მოსავალი თითქმის არასდროს ერთნაირი არ არის ამის მიზეზი? მიზეზი ბევრია, მაგრამ არსებითად ორნაირია: 1) ნიადაგის განსხვავებული ნაყოფიერება, რომელიც არამც თუ თვალად შეიმჩნევა, არამედ ხშირად ძალიან ზუსტი ანალიზებითაც არ მჟღავნდება და 2) ის თუნდაც უმნიშვნელო განსხვავებანი, რომელნიც ჩვენდა უნებურად თან ახლავს ყოველგვარ სამუშაოს, რაც სრულდება ამ ორ ნაკვეთზე.

ამ მიზეზების გამო გამოკვლევებს, ცდებს ყოველთვის გარკვეული ცდომილება აქვთ. მცდელის ამოცანაა ეს ცდომილება მინიმუმამდე შეამციროს და ამით გაზარდოს გამოკვლევის, ცდის სიზუსტე. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ორი ძირითადი გზა არსებობს: 1) შევარჩიოთ ცდისათვის რაც შეიძლება ერთგვაროვანი ობიექტი: თესლი, ნერგი, ნაკვეთი და სხვ, 2) ცდის წარმოებისას გამოვიყენოთ რაც შეიძლება მაღალი სიზუსტის მეთოდები, მაქსიმალურად გავზარდოთ ყოველგვარი მუშაობის ხარისხი და ერთგვაროვნება, დასახული ამოცანის შესაბამისად, ანუ, როგორც იტყვიან მინიმუმამდე შევამციროთ **ექსპერიმენტული ცდომილებანი**.

ვთქვათ, კარგად შერჩეული და ერთნაირად დამუშავებული ნაკვეთი ექვს თანაბარ ნაწილად დაყავით და თითოეულზე დავრგეთ შამპანური რენტის ოც-ოცი თანაბარი განვითარების ნერგი, სამ დანაყოფზე არავითარი სასუქი არ შეგვიტანია, დანარჩენი სამიდან კი ერთი აგრეთვე არ გავვინოყიერებია, მეორეზე

შევიტანეთ ნახევარგადამწვარი ნაკელი, ხოლო მესამეზე ნაკელის გარდა სრული მინერალური სასუქიც (NPK). წლების მანძილზე საცდელ ნაკვეთს რაც შეიძლება ერთნაირად ვუვლიდით და, როცა ხეებმა ნაყოფი მოიხსა, აღვრიცხეთ მოსავალი ცალ-ცალკე დანაყოფზე, ძირობრივად. ექვსივე დანაყოფზე ვაშლის მოსავალი სხვადასხვა აღმოჩნდა, მათ შორის იმ დანაყოფებზე რომლებზედაც მცენარეები ერთნაირად განოყიერებული იზრდებოდნენ, რომ განოყიერებული დანაყოფების მოსავალი გაუნოყიერებლისგან განსხვავდება, ეს გასაკვირი არაა: განსხვავება სასუქის გავლენით აიხსნება, მაგრამ რადგან გაუნოყიერებელი ხეების მოსავლიანობაც არ არის ერთნაირი, ეს გვაფიქრებინებს, რომ გაუნოყიერებელსა და განოყიერებულს შორის გამოვლენილი განსხვავება მხოლოდ ნაწილობრივ ეკუთვნის სასუქის მოქმედებას. ამიტომ, ცდის შედეგის სარწმუნოების თვალსაზრისით აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ, სახელდობრ, რამდენია მოსავლის მატება სასუქისაგან და განსხვავების რა ნაწილია გამოწვეული შემთხვევითი მიზეზებით, ე.ი. ცდომილებით. შეიძლება აქვე დავძინოთ, რომ განსხვავება მით უფრო სარწმუნო იქნება რაც უფრო მეტია იგი და ნაკლებია მისი ცდომილება.

განვიხილოთ სამი წყება ციფრებისა, რომლებიც გამოსახავენ გაუნოყიერებელი ვაშლის ხეების მოსავლიანობას. ისინი წარმოადგენენ რაოდენობრივი ცვალებადობის მაგალითს.

ოდენობათა წყებას, რომელიც გამოსახავს ხარისხობრივად ერთგვაროვანი საგნების ცვალებადობას, **ვარიაციული მწკრივი** ეწოდება. ხარისხობრივად ერთგვაროვანს ვამბობთ იმიტომ, რომ ცვალებადობის ესა თუ ის რაოდენობრივი მაჩვენებელი უნდა ეხებოდეს შესადარის საგნებს: თუ ვაშლის ნაყოფია - განვითარების ერთნაირ ფაზაში მყოფ ერთსა და იმავე ჯიშის ნაყოფს, თუ მარცვლის აბსოლუტური წონაა - ასევე ერთი სახეობის და ჯიშის თანაბარი ტენიანობის მარცვლებს და ა.შ. ცხადია, რომ ამის გამო არ შეიძლება ერთ ვარიაციულ მწკრივში მოვათავსოთ რუხი რენეტის და ბელფლიორის ვაშლის ჯიშების ნაყოფთა წონა. ჭვავისა და ხორბლის თავთავის სიგრძე, ერთლივიანი და რამდენიმე ლივიანი შაქრის ჭარხლის თესლის აბსოლუტური წონა და სხვ.

დავუბრუნდეთ ზემოთ მოტანილ მაგალითს, ჩამოთვლილი 3 წყება ციფრებისა, რომელიც 60 ძირი ხის მოსავლიანობას გამოსახავს, არის მთელი ბაღის ხეების ნაწილი, მთელ ბაღში კი,

ვთქვათ, 5000 ძირი დგას. ამიტომ 60 ძირი არის მხოლოდ, როგორც იტყვიან შერჩევითი ერთობლიობა, ამონაკრები მთელი რაოდენობიდან ანუ გენერალური ერთობლიობიდან. ამგვარადვე ყოველგვარი ნიმუში საერთოდ ყოველგვარი გამოკვლევა შესახებ, ტარდება შესწავლილი ობიექტის არა მთელ რაოდენობაზე, არამედ მეტნაკლები სიდიდის ამონაკრებზე. მცირე იქნება ამონაკრები, თუ 20-30-ზე მეტია. რადგან ამონაკრების მიხედვით უნდა შევიქმნათ გარკვეული წარმოდგენა მთელის, გენერალური ერთობლიობის შესახებ, ცხადი ხდება, რომ რაც უფრო მეტია რიცხოზრივად ამონაკრები, ანუ რაც მეტია განმეორება (n) , მით უფრო სწორად დაახასიათებს იგი ერთობლიობას, ე.ი. მით ნაკლები იქნება **ამონაკრების ცდომილება.**

ვარიაციულ რიგზე მოცემულ ოდენობათა მიხედვით, მით უფრო როცა იგი მრავალრიცხოვანია, ძალიან ძნელია შესწავლილი ობიექტის ცვალებადობის ნათლად აღქმა. ამისათვის ეს ცვალებადობა უნდა შევავასოთ გარკვეული მაჩვენებლებით.

ერთ-ერთი ასეთი მაჩვენებელია **საშუალო არითმეტიკული**, რომელიც, როგორც ჩეულებრივად, იანგარიშება ცალკეულ ოდენობათა შეკრებით

ვარიაციული რიგი ოც-ოცი მსხლის ხის მოსავლიანობა კვ-ობით, ძირიზრივად სამ სხვადასხვა დანაყოფზე.ცხრილი 5

დანაყოფი I		დანაყოფი II		დანაყოფი III	
ხის N	მოსავალი კვ-ობით	ხის N	მოსავალი კვ-ობით	ხის N	მოსავალი კვ-ობით
1	20,2	21	17,4	41	23,1
2	23,4	22	16,1	42	24,8
3	19,1	23	20,9	43	20,2
4	18,9	24	20,2	44	15,1
5	24,2	25	25,1	45	18,7
6	17,8	26	20,5	46	22,2
7	20,5	27	18,4	47	21,4
8	22,6	28	18,7	48	21,4
9	21,3	29	19,2	49	20,6
10	18,4	30	20,9	50	16,5
11	19,8	31	17,6	51	17,2
12	21,5	32	22,3	52	19,4

13	21,8	33	20,6	53	20,3
14	17,3	34	19,1	54	19,1
15	24,6	35	17,8	55	18,8
16	22,3	36	18,1	56	17,4
17	19,8	37	20,1	57	19,7
18	20,1	38	24,2	58	20,1
19	18,8	39	19,6	59	18,2
20	23,8	40	23,4	60	22,4
Σ-ჯამი	415,2		400,2		392,1

M-საშუალო არითმეტიკული 20,8; 20,0 და 19,6

$\sum v$. ან $\sum (X - \bar{x}) = 0$ ით და ჯამის გაყოფით განმეორების რიცხვზე ($\frac{\sum v}{n}$). საშუალო არითმეტიკული აღინიშნება M-ით (ან X,

ან x). თუ იგი სწორია, მისგან ცალკეულ ჩვენებათა გადახრების ალგებრული ჯამი ნულს უდრის: $\sum (X - \bar{x}) = 0$, რადგან დადებითი და უარყოფითი გადახრები საშუალო არითმეტიკულიდან ყოველთვის თანაბლია. ზოგ შემთხვევაში შესაძლებელია მათ შორის იყოს მცირე განსხვავება, გამოწვეული ციფრების დამრგვალებით.

ზემოთ მოტანილი 3 ვარიაციული მწკრივის საშუალო არითმეტიკულის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ყველაზე უფრო მეტი სიხშირით შეგვხვდება ხეები, რომელთა მოსავალი პირველ დანაყოფზე უახლოვდება 20,8 კგ, მეორეზე 20,1 კგ და მესამეზე- 19,6 კგ-ს.

ვარიაციული მწკრივის ყველა სხვა მახასიათებელი დამოკიდებულია იმაზე თუ რამდენად განსხვავდება მისი ცალკეული ვარიანტი, ჩვენებანი საშუალო არითმეტიკულისაგან. რაც უფრო მცირეა გადახრები (განსხვავებები), მით უფრო ერთგვაროვანია ვარიაციული მწკრივი და, პირიქით, რაც უფრო დიდია გადახრები, მით უფრო არაერთგვაროვანია იგი. მაგრამ ეს გადახრები ბევრია - იმდენი, რამდენი ოდენობისაგანაც შედგება ვარიაციული მწკრივი. ამიტომ ერთთავად გადახრების სიდიდის მიხედვით მთელი მწკრივის შეფასება მეტად ძნელია. ცხადია, აქაც საჭიროა მივმართოთ რაღაც საშუალოს. მაგრამ, როგორც ვიცით, გადახრების საშუალოს გამოანგარიშება არ შეიძლება იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ მათი ჯამი ნულს უდრის და, მაშასადამე, საშუალოც ნული იქნება. ამიტომ ვარიაციულ სტატისტიკაში

საშუალოს სიზუსტის ყოველგვარი გამოანგარიშება ემყარება არა უბრალო გადახრებს საშუალო არითმეტიკულიდან, არამედ მათ კვადრატებს. ასეა ჩვენს შემთხვევაშიც.

ამის შესაბამისად ვარიაციული მწკრივის მეორე ძირითადი მახასიათებელი არის **დისპერსია**, ე.ი. საშუალო, გამოანგარიშებული გადახრების კვადრატების ჯამის საფუძველზე. იგი აღინიშნება სიმბოლო - პატარა სიგმას კვადრატით (σ^2) და უდრის გადახრების კვადრატების ჯამს $\sum(x - \bar{x})^2$, ან უბრალოდ $\epsilon \alpha^2$ გაყოფილს განმეორების რიცხვზე (n) ერთის გამოკლებით ანუ თავისუფლების ხარისხზე:

$$\sigma^2 = \pm \frac{\sum x - \bar{X})^2}{n-1}$$

დისპერსია ანუ განზნევა გამოხატავს ვარიაციული მწკრივის ჩვენებათა ყველაზე დიდ გაზნევას, ე.ი. იმას თუ როგორია მათი უდიდესი დაშორება საშუალო არითმეტიკულიდან.

მესამე მახასიათებელი ვარიაციული მრიგისა არის **საშუალო კვადრატული გადახრა** - პატარა სიგმა σ , რომელიც უდრის დისპერსიის კვადრატულ ფესვს.

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma^2} = \pm \sqrt{\frac{(x - \bar{X})^2}{n-1}}$$

როგორც დირსპერსია, ისე საშუალო კვადრატული გადახრა სახელობითი ოდენობებია და გამოსახულია იმავე საზომით, რომელშიც ვარიაციული მწკრივი, თანაც მათ \pm ნიშანი აქვთ, ე.ი. გვიჩვენებენ საშუალო არითმეტიკულის მიმართ როგორც დადებით, ისე უარყოფით გადახრებს. პროცენტულად საშუალო კვადრატული გადახრა (σ) მოიცავს ჩვენებათა 68,3%-ს, ე.ი. საშუალო არითმეტიკული $M \pm \sigma$ ვრცელდება ვარიაციული მწკრივის ყველა ჩვენების 68,3%-ზე. $M \pm 2\sigma$ -95,5%, ხოლო $M \pm 3\sigma$ -99,7%-ზე; სხვანაირად რომ ვთქვათ, ვარიაციული რიგის საშუალო არითმეტიკულს σ , ან გაორკეცებული და გასამკეცებული სიგმა რომ მივუმატოთ ან გამოვაკლოთ, მიღებული ციფრების ფარგლებში მოექცევა შესაბამისად ყველა ჩვენების 68,3, 95,5 და 99,77%.

ვარიაციული რიგი, რაც მთავარია, უნდა შეფასდეს **ვარიაციის კოეფიციენტის** მიხედვით, რომელსაც აღნიშნავენ ლათინური

პატარა v („ვე“) ან დიდი C („ცე“) სიმბოლოებით, იგი ფარდობითი ოდენობაა, პროცენტობით გამოსახული, და წარმოადგენს საშუალო კვადრატულ გადახრას- n , შეფარდებულს საშუალო არითმეტიკულთან. მართლაც, თუ საშუალო არითმეტიკულს 100 პროცენტად მივიღებთ, სიგმა პროცენტობით იმდენჯერ ნაკლები იქნება საშუალო არითმეტიკულზე რამდენჯერაც $X(v)$ ნაკლებია 100-ზე: $\sigma: M=X:100$ აქედან .

$$v = \frac{\sigma \cdot 100}{M}$$

ვარიაციის კოეფიციენტი ცვალებადობის მთავარი მაჩვენებელია, რაც მეტია იგი, მით უფრო არაერთგვაროვანია ვარიაციული მწკრივი. ე.ი. მით უფრო ჭრელია გამოკვლეული ობიექტი. როცა ვარიაციული რიგი ცდისათვის შერჩეული ნაკვეთის ნიადაგის ნაყოფიერებას ეხება, ან ცდაში გამოსაყენებელ რაიმე მასალას, იგი 10-20%-ს არ უნდა აღემატებოდეს, რადგან მისი ასეთი სიდიდისას ვარიანტების შესაფერისი განმეორებით ჩვენ კიდევ შგვიძლია მივაღწიოთ საკმაოდ მაღალ სიზუსტეს, მაგრამ თუ იგი მითითებულ ფარგლებს სცდება, მაშინ ამისათვის იმდენად დიდი განმეორება დაგვჭირდება, რომ პრაქტიკულად ცდის ჩატარება შეუძლებელი იქნებოდა. მართლაც ვსარგებლობთ, რა ფორმულით

$$n = \frac{v^2}{m\% ^2}$$

სადაც n განმეორებათა რიცხვია, v ვარიაციის კოეფიციენტი, ხოლო m ცდის გათვალისწინებული სიზუსტე, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში, ვთქვათ, გვინდა 5% იყოს, 10, 20, 30, 40 და 50 %-ის სიდიდის ვარიაციის კოეფიციენტისათვის დაგვჭირდება შესაბამისად: 4, 8, 36, 64 და 100 განმეორება. ოთხი და რვაჯერადი განმეორებით ცდის ჩატარება სავსებით შესაძლებელია, მაგრამ უფრო მეტი განმეორება ტექნიკურად ძალიან რთული და მიზანშეუწონელია.

დაბოლოს უნდა დადგინდეს გამოკვლევისათვის აღებული ამონაკრების **საშუალო არითმეტიკული ცდომილება**, რომელსაც აღვნიშნავთ ლათინური m („ემ“) პატარა) სიმბოლოთი, მის სიდიდეს განსაზღვრავს საშუალო კვადრატული გადახრა, შეფარდებული

$$\text{განმეორებათა რიცხვიდან კვადრატულ ფესვთან. } m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

მაგრამ n , როგორც უკვე ვიცით უდრის

$$\pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n-1}}$$

ცხრილი 6

პირველი რიგი		მეორე რიგი		მესამე რიგი	
გადახრები M-დან	გადახრების კვადრატები a^2	გადახრები M-დან	გადახრების კვადრატები a^2	გადახრები M-დან	გადახრების კვადრატები a^2
-0,6	0,36	-2,6	6,76	+3,5	12,25
+2,6	6,76	-3,9	15,21	+5,2	27,04
-1,7	2,89	+0,9	0,81	+0,6	0,36
-1,9	3,61	+0,2	0,04	-4,5	20,25
+3,4	11,56	+5,1	26,01	-0,9	0,81
-3,0	9,0	+0,5	0,25	+2,6	6,76
-0,3	0,09	-1,6	2,56	-1,8	3,24
+1,8	3,24	-1,1	1,69	+1,0	1,0
+0,5	0,25	-0,8	0,64	-3,1	9,61
-2,4	5,76	+0,9	0,81	-2,4	5,76
-1,0	1,0	-2,4	5,76	-0,2	0,04
+0,7	0,49	+2,3	5,29	+0,7	0,49
+1,0	1,0	+0,6	0,36	-0,5	0,25
-3,5	12,25	-1,1	1,21	-0,8	0,64
+3,8	14,44	-2,2	4,84	-2,2	4,84
+1,5	2,25	-1,9	3,61	+0,1	0,01
-1,0	1,0	+0,1	0,01	+0,5	0,25
-0,7	0,49	+4,2	17,64	-2,7	7,29
-2,0	4,0	-0,4	0,16	-1,4	1,96
+3,0	9,0	-3,4	11,56	+2,8	7,84
+18,3	$\sum a^2$ 89,44	+18,2	$\sum a^2$ 105,22	+18,8	$\sum a^2$
-18,1		-18,7		-18,7	-92,69

აქედან:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n(n-1)}}, \text{ ხოლო } m \% = \frac{m \cdot 100}{M},$$

ამნაირად, საშუალო არითმეტიკულის ცდომილება m უკუპროპორციულია განმეორებათა რიცხვის კვადრატული ფესვისა.

გამოვიანგარიშოთ ზემოთ განხილული ფორმულებით ცხრილში მოცემული სამივე ვარიაციული მწკრივის საშუალო არითმეტიკული M, საშუალო კვადრატული გადახრა n, ვარიაციის კოეფიციენტი v, საშუალო არითმეტიკულის ცდომილება m და m % ამრიგად, პირველი ვარიაციული მწკრივისათვის:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{89,44}{19}} = \pm \sqrt{4,71} = \pm 2,17 \text{ კგ};$$

$$v = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{M} = \pm \frac{2,17 \cdot 100}{20,8} = \pm 10,4 \%$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,17}{4,47} = \pm 0,48 \text{ კგ};$$

$$m \% (\text{ანუ } P) = \pm \frac{m \cdot 100}{M} = \pm \frac{0,48 \cdot 100}{20,8} = \pm 2,3 \%$$

მეორე ვარიაციული რიგისათვის:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{105,22}{19}} = \pm \sqrt{5,54} = \pm 2,33 \text{ კგ};$$

$$v = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{M} = \pm \frac{2,33 \cdot 100}{20,0} = \pm 11,6 \%;$$

$$m = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{n} = \pm \frac{2,33}{4,47} = \pm 0,52 \text{ კგ};$$

$$m \% = \pm \frac{m \cdot 100}{M} = \pm \frac{0,52 \cdot 100}{20,8} = \pm 2,6 \%$$

მესამე ვარიაციული მწკრივისათვის:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{92,69}{19}} = \pm \sqrt{4,89} = \pm 2,2 \text{ კგ};$$

$$v = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{M} = \frac{2,2 \cdot 100}{19,6} = \pm 11,2 \text{ \%};$$

$$m = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{n} = \pm \frac{2,2}{4,47} = \pm 0,49 \text{ კგ};$$

$$m \% = \pm \frac{m \cdot 100}{M} = \pm \frac{0,49 \cdot 100}{19,6} = \pm 2,5 \text{ \%}$$

მაშასადამე, ჩენ შეგვიძლია შემდეგნაირად დავწეროთ სამივე ვარიაციული მწკრივის საშუალო თავისი ცდომილებებით:

$$M \pm m - 20,8 \pm 0,48 ; 20,0 \pm 0,52 \text{ და } 19,6 \pm 0,49$$

მრავალრიცხოვანი დიდი ამონაკრებისათვის ვარიაციული რიგის ზემოთ მითითებული წესით დამუშავებამდე საჭიროა მისი ერთგვარი გამარტივება, რაც გამოსახება ვარიანტების კლასებად დაჯგუფებასა და მათი სიხშირის ანუ მოცულობის განსაზღვრაში. ვარიაციული რიგის რიცხობრიობის მიხედვით გამოყოფენ 5-10 კლასს, საზღვრავენ ინტერვალს კლასებს შორის, რისთვისაც ადგენენ განსხვავებას უკიდურეს მაქსიმალურ და მინიმალურ ვარიანტებს შორის და ყოფენ განსხვავებას კლასების დაწესებულ რიცხვზე. როცა ვარიანტების რიცხვი 20-ზე ნაკლებია, მაშინ კლასებად დაყოფა მიზანშეწონილი არ არის.

ვთქვათ, სხვადასხვა ადგილიდან აღებულია ხორბლის „ბეზოსტაია 1“-ის 100 ნიმუში და განისაზღვრა 1000 მარცვლის მასა. აღმოჩნდა, რომ იგი მერყეობს 30,2 გრამიდან 45,0 გრამამდე. მერყეობის ამპლიტუდა, როგორც ვხედავთ, არის 15,8 გ, დამრგვალებით 16 გ. მთელი 100 ნიმუშის აბსოლუტური წონები 8 კლასად რომ დავყოთ, ინტერვალს კლასებს შორის იქნება 16:8=2 გ.

რაოდენობრივი ცვალებადობა თვალსაჩინოდ გამოისახება ვარიაციული მრუდის მეშვეობით, რომლის მოხაზულობა დამოკიდებულია ცვალებადობის ძირითად მახასიათებლებზე- ვარიანტების (კლასების) სიდიდეზე, რასაც აღნიშნავენ წერტილებით შესაბამის ვერტიკალურ ხაზზე, ე.ი კორდინატების ღერძზე, სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარე ამ წერტილების

საფუძველზე შეიძლება ავაგოთ დიაგრამა ერთიმეორეზე მიტყუპებული სვეტების სახით რომელთა განი შეესაბამება

ცხრ. 7. კლასებად დაყოფილი ვარიაციული მწკრივის დამუშავების მაგალითი

კლასის ვარიანტი (1000 მარცვლის მასა გ-ობით)		კლასის მოცულობა f	f.x	გადახრა (X- \bar{X})	f(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	F(x- \bar{x}) ²
30-32	31	3	93	-5,7	-17,1	32,49	97,5
32-34	33	6	198	-4,6	-27,6	21,16	127,2
34-36	35	11	385	-2,6	-28,6	6,76	74,4
36-38	37	45	1665	-0,6	-27,0	0,036	1,8
38-40	39	16	624	+1,4	22,4	1,96	21,5
40-42	41	12	492	+3,4	40,8	11,56	139,2
42-44	43	5	215	+5,4	27,0	29,16	146,0
44-48	45	2	90	+7,4	14,8	54,76	109,6
	Σ	100	3762 $\bar{X} = 37,6$	-	-100,3 +105, 0	156,89	717,2

ცვალებადობის ინტერვალს, ხოლო სიმაღლე სიხშირეს: დიდ სიხშირეებს უფრო მაღალი სვეტები, მცირეს-უფრო დაბალი, ასეთ დიაგრამას ჰისტოგრამა ეწოდება.

$$\text{აქედან: } \sigma^2 = \frac{\sum f(x - \bar{x}_1)^2}{n - 1} = \frac{717,2}{99} = 7,2;$$

$$\sigma = \sqrt{c^2} = \sqrt{7,2} = 2,7;$$

$$v = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{x} = \frac{2,7 \cdot 100}{37,6} = \frac{270}{37,6} = 7,2$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,7}{\sqrt{100}} = \frac{2,7}{10} = 0,27$$

$$m\% = \frac{m \cdot 100}{37,6} = \frac{0,27 \cdot 100}{37,6} = 0,72$$

$$\text{აქედან: } \sigma^2 = \frac{\sum f(x - \bar{x}_1)^2}{n - 1} = \frac{717,2}{99} = 7,2;$$

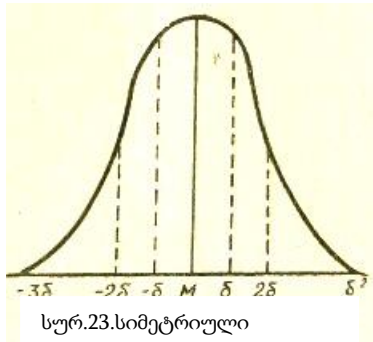
$$\sigma = \sqrt{c^2} = \sqrt{7,2} = 2,7;$$

$$v = \pm \frac{\sigma \cdot 100}{x} = \frac{2,7 \cdot 100}{37,6} = \frac{270}{37,6} = 7,2 \%$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,7}{\sqrt{100}} = \frac{2,7}{10} = 0,27$$

$$m\% = \frac{m \cdot 100}{37,6} = \frac{0,27 \cdot 100}{37,6} = 0,72$$

ჩვენ შეგვიძლია აგრეთვე ვერტიკალური, ვარიანტების სიხშირის აღმნიშვნელი წერტილები შევაერთოთ ერთმანეთთან მთლიანი ხაზით და ამნაირად მივიღოთ **ვარიაციული მრუდი**. რაც უფრო მეტია ცვალებადობის გამომსახველი წერტილები, ე.ი. რაც უფრო

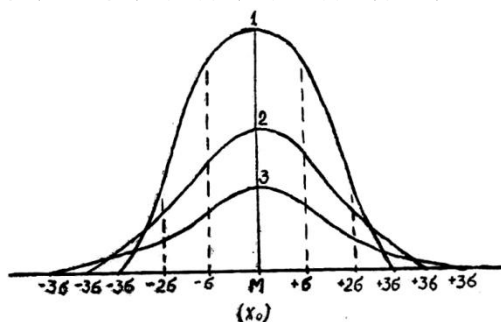


მრავალხარისხოვანია ვარიაციული მწკრივი, მით უფრო ზუსტად მოიხაზება მრუდი და უფრო ჭკმმართად გამოსახავს იგი სინამდვილეს.

ცვალებადობის ხასიათისა და მიზეზების მიხედვით ვარიაციული მრუდი შეიძლება იყოს **სიმეტრიული** ან **მეტ-ნაკლებად ასიმეტრიული**. პირველ შემთხვევაში მრუდის მიერ

შემოფარგლული ფართობი აბსცისების ღერძის შუა წერტილიდან აწეული ვერტიკალური ხაზით ზუსტად ორ თანაბარ ნაწილად იყოფა, ხოლო მეორე შემთხვევაში ეს ორი ნაწილი არათანაბარია. როცა რაოდენობრივი ცვალებადობა ეხება ხარისხით ერთგვაროვან, ერთი წყების ობიექტებს, რომელთა ცვალებადობას სხვადასხვა შემთხვევითი მიზეზი იწვევს, მაშინ ვარიაციული მრუდი სიმეტრიულია. მრუდის ასიმეტრიულობა ნიშნავს, რომ გარკვეულ ობიექტს შორის არის ხარისხით განსხვავებული, სხვადასხვა თანრიგის ეგზემპლარები და, მაშასადამე, ობიექტის ცვალებადობა შემთხვევითი მიზეზების გარდა დამოკიდებულია რაღაც სისტემურ მიზეზზეც.

სიმეტრიული მრუდი ყოველთვის ცვალებადობის სიხშირის



სურ.25.ნორმალური განაწილების სხვადასხვა ფორმის მეუღები

ნორმალურ განაწილებაზე მიუთითებს. მას აქვს თავისი პარამეტრები, რომელნიც სიმეტრიულობის ფარგლებში, განსაზღვრავენ მის ამა თუ იმ მოხაზულობას. ეს პარამეტრებია:

1. საშუალო არითმეტიკული, 2) დისპერსია ანუ საშუალო კვადრატული გადახრის კვადრატი - სიგმა კვადრატში (σ^2) და 3) საშუალო კვადრატული გადახრა, ანუ სტანდარტული ანუ ცენტრალური გადახრა-სიგმა(σ),

საშუალო არითმეტიკული ვარიაციული მწკრივის ოდენობათა მაქსიმალური სიხშირეს შეესაბამება და აბსცისების ღერძზე სათანადო წერტილიდან აღმართული ვერტიკალური ხაზის ბოლოს-ვარიაციული მრუდის მწვერვალს წარმოადგენს. საშუალო არითმეტიკული არის ვარიაციული მრუდის **მედია**ნა, ანუ **მოდა**, ე.ი. მრუდით შემოფარგლული ფართს შუაზე კვეთს. აქედან ორივე მხარეზე - მარჯვნივ და მარცხნივ მრუდი მეტ-ნაკლები სისწრაფით ეშვება ქვევით. ვარიანტების ნაწილი საშუალო არითმეტიკულზე

მეტია. ეს დადებითი გადახრებია. ისინი ვარიაციული მრუდის მარჯვენა მხარეზე ლაგდებიან; მოწინააღმდეგე მხარეზე განლაგებულია უარყოფითი გადახრები (-), ე.ი. საშუალოზე ნაკლები ოდენობანი, როგორც უკვე ვიცით დადებითი და უარყოფითი გადახრები და მათი ალგებრული ჯამი ნულს უდრის, ნორმალური განაწილების ვარიაციული მრუდის სიმეტრიულობა სწორედ ამით აიხსნება.

ნორმალური ვარიაციული მრუდის მოხაზულობას განაპირობებს აგრეთვე საშუალოს გარშემო დადებითი და უარყოფითი გადახრების შეჯგუფულობა.

როცა შესწავლილი ობიექტის ცვალებადობის ხარისხი მცირეა, მაშინ მცირე იქნება ცალკეულ ოდენობათა გადახრები საშუალოდან, რაც საშუალო კვადრატული გადახრის (σ) სიდიდით გამოისახება. სხვანაირად რომ ვთქვათ, საშუალოსგან მცირედ განსხვავებული, ეგზემპლარების სიხშირე მაღალია და ისინი საშუალო არითმეტიკულთან ახლოს არიან შეჯგუფებულნი. ამ შემთხვევაში ვარიაციული მრუდის ფორმა ნებისმიერს უახლოვდება, პირიქით, რაც უფრო მეტად არაერთგვაროვანია შესწავლილი ობიექტი, მით უფრო განსხვავებულია ცალკეული მათგანი საშუალოსგან, მამასადამე მაღალი იქნება კვადრატული გადახრა საშუალოსგან, მამასადამე მაღალი იქნება კვადრატული გადახრა (σ) და მრუდის მოხაზულობა - დაბალმწვერვალიანი და განიერფართობიანი.

საშუალო არითმეტიკულს რომ საშუალო კვადრატული გადახრა მივუმატოთ ან გამოვაკლოთ ($t \sigma$), მიღებული ციფრი მოიცავს ყველა გამოკვლეული შემთხვევის 68,3%-ს. აქედან 34,16 იქნება საშუალო არითმეტიკულზე მეტი ერთი სიგმას სიდიდით და 34,16 %- იმავე სიდიდით ნაკლები. გაორკეცებული სიგმას (2σ) ფარგლებში მოთავსდება სულ 95,48 % (დამრგვალებით 95,5%) ყველა შემთხვევისა, მათგან შემთხვევებისა მოექცევა 47,74 % მეტი და ამდენივე ნაკლები, და და/ბოლოს 99,7 % შემთხვევებისა მოექცევა $\pm \sigma$ ფარგლებში, აქედან 49,35 საშუალოზე სამი სიგმით მეტი და 49,35 % ამდენითვე ნაკლები.

საშუალო არითმეტიკულს რომ გასამკეცებელი სიგმა მივუმატოთ ან გამოვაკლოთ, მიღებული ციფრის ფარგლებში პრაქტიკულად ნორმალური ვარიაციული რიგის ყველა ოდენობა მოთავსდება. 1000-დან მხოლოდ სამ შემთხვევაში შეიძლება

გამოერიოს ისეთი ეგზემპლარი, რომლის სიდიდე საშუალო არითმეტიკულიდან განსხვავდებოდეს-მეტი ან ნაკლები იყოს გასამკვეცბული სიგმის ოდენობით.

2. ამონაკრების ანუ შერჩევის მოცულობა

აგრონომიული გამოკვლევების დროს ყოველთვის გვიხდება საგნებისა და მოვლენების შეფასება მათი ამა თუ იმ ნაწილის მიხედვით, ანუ, როგორც იტყვიან, გენერალური ერთობლიობის შესახებ მსჯელობა მისგან აღებული ამა თუ იმ სიდიდის ამონაკრების საფუძველზე. ასე, მაგალითად, სათესლე მასალის ხარისხის შესამოწმებლად ვიღებთ თესლის მოცემული პარტიდან დაწესებული წონის ნიმუშს, ნიადაგის თვისებების შესასწავლად საანალიზოდ - ნიადაგის ნიმუშს, შაქრის ჭარხლის ძირების შაქრიანობის დასადგენად ძირების გარკვეულ რაოდენობას.

ასეთ ნიმუშებს საშუალო ეწოდება. მათი გამოკვლევის საფუძველზე დასკვნა სწორი რომ იყოს, ამისათვის საშუალო ნიმუშის მოცულობა, (ცალობით, წონით, ზომით) გარკვეულ მინიმუმზე ნაკლები არ უნდა იყოს. რაც უფრო მეტად ცვალებადია გამოსაკვლევი საგანი, მით მეტი მოცულობის უნდა იყოს მის დასახასიათებლად აღებული ნიმუში. როგორც ყოველგვარი გამოკვლევის დროს, აქაც საანალიზო ნიმუშების მოცულობას განსაზღვრავს აგრეთვე სარწმუნოების დასახული დონე ნდობის ხარისხი, რომლითაც შეიძლება დავეყვაროფილდეთ. ჩვეულებრივად საკმარისია 1 ან 5 %-იანი, ე.ი. გამოკვლევის შედეგი 100 შემთხვევიდან შესაბამისად ერთ ან 5 შემთხვევაში შეიძლება მცდარი იყოს 99 და 95 შემთხვევაში კი სწორი. აქედან გამომდინარე, გამოკვლევა რომ სარწმუნოდ ჩავთვალოთ (სარწმუნოების კოეფიციენტი t) საშუალო შესაბამისად 2 და 3-ჯერ უნდა აღემატებოდეს მის ცდომილებას- m- ს.

გამოსაკვლევი ობიექტის ნიმუშის აღების სამი ძირითადი წესი არსებობს: მექანიკური, შემთხვევითი და ტიპობრივი. მექანიკური წესით ნიმუშები აიღება გარკვეული ინტერვალით, მაგალითად, ვთქვათ, ყოველი მეათე, მეოცე და ა.შ. ეგზემპლარი მოცემული გროვიდან, ფოთლებიდან; შემთხვევითი - რაც მოგვხვდება, შეურჩევლად, ხოლო ტიპობრივი, როცა ასაღებ ნიმუშს წინასწარ ვაფასებთ, რამდენად იგი დამახასიათებელია საგნების მოცემული

კრებულისათვის. გარკვეულ პირობებში სამივე მეთოდი გამოსადეგია. მაგალითად, ვაშლის ნაყოფების გროვიდან საანალიზოდ 100 ვაშლს ვიღებთ გროვის სხვადასხვა ადგილიდან, რაც ხელში მოგვხვდება, აურჩევლად; სიმინდის ნათესში მცენარეების სიმაღლის დასადგენად შეიძლება რამდენიმე მწკრივში გავზომოთ ყოველი მეხუთე ან მეათე მცენარე; ფესვთა სისტემის შესასწავლად შეარჩევნ ე.წ. მოდელოზ მცენარეს, რომელიც ნიშნების გარკვეული კომპლექსით დამახასიათებელია მოცემული ნარგავის ან ნათესი მცენარეებისათვის.

ნიმუშის მოცულობა (შერჩევითი ერთობლიობის რიცხვი) (n)

გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით: $n = \frac{\sigma^2}{2}$, რომელიც ნაწარმა

ცნობილი ძირითადი ფორმულისა $m = \frac{\sigma^2}{\sqrt{n}}$, სადაც $n = \frac{\sigma^2}{m^2}$.

ვთქვათ გვინდა დავადგინოთ, სიმინდის რამდენი მცენარის სიმაღლე უნდა გავზომოთ (ნიმუშის მოცულობა), თუ ნათესში ამ სიმაღლის ცვალებადობის საშუალო კვადრატული გადახრა $\sigma=10$ სმ-ს და გამოკვლევის სარწმუნობის დონე p, რომლითაც გვინდა დავეკყოფილდეთ არის 0,95 %, ანუ საშუალო ცდომილება $m = 5\%$. ამ შემთხვევაში სარწმუნობის კოეფიციენტი ანუ სტიუდენტის კრიტერიუმი $t=2$ და ფორმულის საბოლოო სახე, რომლითაც უნდა გამოვიანგარიშოთ ნიმუშის მოცულობა, იქნება:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma}{m^2},$$

ამნაირად მივიღებთ

$$n = \frac{2^2 \cdot 10^2}{5^2} = \frac{4 \cdot 100}{25} = 16,$$

ე.ი. ნიმუში უნდა იყოს და გაიზომოს სიმაღლე 16 მცენარისა.

სავარჯიშო მაგალითები

მაგალითი 1. რამდენი ცალი ვაშლის ნაყოფი უნდა იყოს ნიმუშში თუ გვინდა 5%-იანი სარწმუნობის დონით დავადგინოთ ერთი ვაშლის საშუალო წონა, რომლის ცვალებადობა გროვაში (საშუალო კვადრატული გადახრა (σ) უდრის 52 გ-ს.

მაგალითი 2. რამდენი ტომარა ხორბლის მარცვალი უნდა ავწონოთ, თუ 1 %-ით სარწმუნოების დონით გვინდა დავადგინოთ

მათი საშუალო წონა, რომლის ცვალებადობის გამომსახველი საშუალო კვადრატული გადახრა 1,2 კგ-ია.

მაგალითი 3. ნიდაგის რამდენ ნიმუშში უნდა განვსაზღვროთ აგრეგატულობა 5 %-იანი სარწმუნოების დონით, როცა აგრეგატულობის ცვალებადობის საშუალო კვადრატული გადახრა 15 %-ია.

3. თვისობრივი ანუ ალტერნატიულ ცვალებადობა

როგორც ცნობილია, ცვალებადობა ორგვარია,- რაოდენობრივი და თვისობრივი. ამ უკანასკნელის ყველაზე მარტივი შემთხვევა ალტერნატიული ცვალებადობაა, რომელიც გამოხატავს გამოკვლეული საგნის დაჯგუფებას რომელიმე ერთი თვისობრივი ნიშნის მიხედვით. ასეთი იქნება, მაგალითად, ფხიანი და უფხო თავთავები, ჭიანი და სალი ნაყოფები, სტანდარტული და არასტანდარტული პროდუქტი, მკვდარი და ცოცხალი მწერები და სხვა.

გამოკვლეული ობიექტის მთელი მოცულობა (რიცხოზობრიობა) დაჯგუფდება ორ კლასად: რამდენი ცალია მოცემული თვისების მქონე და რამდენი არა; შემდეგ ვანგარიშობთ ამ თვისების არსებობის ალბათობას, შემდეგ - საშუალო კვადრატულ გადახრას და ბოლოს საშუალო ცდომილებას.

გამოანგარიშების მიმდინარეობას ნათლად დავინახავთ შემდეგ კონკრეტულ მაგალითზე: ვთქვათ, ჰერბიციდ 2,4 დ ამინის მარილია შესასწავლად ვატარებთ ცდას ხორბლის ნათესში და გამოვიკვლიეთ მისი ტოქსიკურობა სარეველა თეთრ ნარზე, რასაც ვადგენთ დაზიანებულ და დაუზიანებულ მცენარეთა რაოდენობის მიხედვით. ცდის ერთ-ერთ დანაყოფზე. ამ მიზნით შევამოწმოთ ნარის 1000 მცენარე, აქედან დაზიანებული აღმოჩნდა 900 და დაუზიანებელი 100 მცენარე, აქედან დაზიანებული ნარის მთელ რაოდენობას $n - (1000)$ ვაჯგუფებთ ორ კლასად :

თვისობრივი ნიშანი	სიხშირე ცალობით	სიხშირე %-ობით	სიხშირე მთელის მიმართ
1.დაზიანებული (P)	900	90	0,9
2.დაუზიანებელი (q)	100	10	0,1

სულ	1000	100	1,0
-----	------	-----	-----

ამრიგად, 2,4 დ ამინის მარილის მოქმედებით წარის დაზიანების ალბათობა (P) უდრის 90 %-ს, ანუ 0,90, ხოლო გადარჩენილი, დაუზიანებელი (q)- 10%-ს, ანუ 0,10.

რამდენად სარწმუნოა ეს დასკვნა ანუ, სხვანაირად რომ ვთქვათ, რამდენად ვცდებით ასეთი მტკიცების დროს, როდესაც ვანზოგადებთ შედარებით შეზღუდული რაოდენობის მცენარეთა გამოკვლევის შედეგს. ამ კითხვაზე რომ პასუხი გავცეთ, საჭიროა დავადგინოთ ამონაკრების ცდომილების ჩვეულებრივი მახასიათებლები, სახელდობრ, საშუალო კვადრატული გადახრა σ) და საშუალოს ცდომილება (m).

როგორც ვიცით, საშუალო კვადრატული გადახრა წარმოადგენს დისპერსიის კვადრატულ ფესვს. დისპერსიის ოდენობა კი ჩვენ შემთხვევაში დამოკიდებულია კარბინით დაზიანებულ და დაუზიანებელ მცენარეთა შეფარდებაზე, რაც მეტია მოცემული თვისებების მქონე მცენარეთა შეფარდებაზე, რაც მეტია მოცემული თვისებების მქონე მცენარეთა რაოდენობა მით, ცხადია, ნაკლები იქნება ამ თვისების არ მქონე მცენარეები, ნაკლები იქნება დისპერსიაც, როცა ორივე ჯგუფის მცენარეთა რაოდენობა თანატოლია - 50 %-სა. დაზიანებულ მცენარეთა დისპერსიის ოდენობა σ^2 უდრის ასეთი მცენარის ალბათობას, გამრავლებულს დაუზიანებელ ალბათობაზე, ე.ი. $\sigma^2 = pq$, აქედან საშუალო კვადრატული გადახრა დაზიანებული მცენარეებისათვის იქნება $\sigma = \sqrt{pq}$, ე.ი. ჩენ შემთხვევაში $\sqrt{0,9 \cdot 0,1} = \sqrt{0,09} = 0,3$ ანუ 30 %.

ჩვენ შეგვიძლია გამოვსახოთ საშუალო კვადრატული გადახრა აბსოლუტურ მაჩვენებელშიც. დაზიანებული მცენარეებისათვის, მცენარეთა საერთო რაოდენობიდან იგი უდრის

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{1000 \cdot 0,9 \cdot 0,1} = \sqrt{90} = 9,5 \text{ მცენარეს.}$$

დაბოლოს გავიანგარიშოთ დაზიანებულ მცენარეთა ამონაკრების ცდომილება mp. როგორც ცნობილია, საშუალო

მაჩვენებლის ცდომილება $m \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, ხოლო ჩენ შემთხვევაში $\sigma = \sqrt{pq}$,

$$\text{ასე, რომ } mp = \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0,09}{1000}} = \sqrt{0,00009} = 0,003 = 0,3 \%$$

ამრიგად დაზიანებული მცენარეთა რაოდენობა თავისი, ცდომილებით უდრის $p \pm mp = 0,9 \pm 0,003$, ან $90\% \pm 0,3\%$, ასე რომ, როცა გამოკვლევის საფუძველზე ვამტკიცებთ, რომ ჰერბიციდი 2,4 დ ამინის მარილით დაზიანებულია მცენარეთა 90 %, ასეთი ჩვენი მტკიცება შეიძლება მცდარი იყოს ათასში მხოლოდ 3 შემთხვევაში.

$$mp = \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{900 \cdot 100}{1000}} = \sqrt{90} = 9,5 \text{ მცენარე.}$$

ასეთივე სიზუსტის იქნება ჩვენი მტკიცება, რომ გადარჩენილ მცენარეთა პროცენტი 10-ს უდრის, რადგან ასეთი დასკვნის ცდომილება დამოკიდებულია საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდეზე, რომელიც აქ უდრის \sqrt{npq} , ე.ი. იგივეა, რაც p-სთვის. ამიტომ შეგვიძლია დავწეროთ $q \pm mq = 0,1 \pm 0,003$, ან $10\% \pm 0,3\%$, ან

აბსოლუტური რაოდენობით
$$mq = \frac{\sqrt{pq}}{n} = \sqrt{\frac{100 \cdot 900}{1000}} = 9,5$$

მცენარე.

სავარჯიშო მაგალითები

მაგალითი 1. ინსექტიციდის შესხურების შემდეგ აღრიცხულ იქნა მწერის სიკვდილიანობა. 2500 დათვლილი მწერიდან 2000 აღმოჩნდა მკვდარი და 500 ცოცხალი. რას უდრის მკვდარი და ცოცხალი მწერების შეხვედრის ალბათობა, როგორია საშუალო კვადრატული გადახრა და კვლევის ცდომილება დახოცილი და ცოცხალი მწერებისათვის.

მაგალითი 2. სიმინდის ნათესში მოსავლის აღების წინ განსაზღვრეს უტარო მცენარეთა რაოდენობა. 400 დათვლილი მცენარიდან 30 აღმოჩნდა უტარო და დანარჩენი ტაროიანი. როგორია უტარო მცენარეთა შეხვედრის ალბათობა, საშუალო კვადრატული გადახრა და გამოკვლევის ცდომილება.

მაგალითი 3. მოცემულ ადგილას წლის განმავლობაში საშუალოდ 75 დღე ნალექიანია, დანარჩენი უნალექო. როგორია ნალექიანი დღეების ალბათობა, მისი საშუალო კვადრატული გადახრა და დაკვირვების ცდომილება.

4. კორელაცია

აგრონომიული გამოკვლევების დროს ხშირად საჭიროა იმის გარკვევა, მცენარის ზრდა და მოსავლიანობა რამდენადაა დაკავშირებული ამა თუ იმ შინაგან ან გარემო პირობებზე. ასეთი

კავშირის არსებობის წინასწარ დადგენა ზოგჯერ აუცილებელია შესწავლილი ფაქტორის ოპტიმალური შეთანაწყობის დასადგენად მცენარის ზრდისა და მოსავლიანობასთან, რადგან თუ გარკვეულია, რომ კავშირი მათ შორის არ არის, ზედმეტია ამ საკითხის შემდგომი შესწავლა. კავშირს ორ ან რამდენიმე მოვლენის ერთდროულ ცვალებადობას შორის **კ ო რ ე ლ ა ც ი ა**, ანუ კორელაციური დამოკიდებულება ეწოდება.

კორელაციური დამოკიდებულება განსხვავდება ფუნქციონალურისაგან. ფუნქციონალური იქნება კავშირი. მაშინ, როცა ერთი საგნის ან მოვლენის ამა თუ იმ ხარისხით შეცვლა იწვევს მეორის შეცვლას ყოველთვის ერთი გარკვეული სიდიდით, ხოლო კორელაციურია იგი, როცა ერთის გარკვეული სიდიდით შეცვლისას მეორე სხვადასხვა სიდიდით იცვლება, მაგრამ საშუალოდ მათ შორის მაინც შეიმჩნევა პირდაპირი დამოკიდებულება ან უკუკავშირი. ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ განხილულ ოდენობებს შორის არსებობს **პ ი რ დ ა პ ი რ ი ა ნ უ კ უ კ ო რ ე ლ ა ც ი ა**.

ბიოლოგიურ და სასოფლო-სამეურნეო მოვლენებს შორის, უფრო მეტად შეიძლება იყოს კორელაციური კავშირი, ისიც არა ყველგან და არა ყოველთვის. მაგალითად, ნალექების წლიურ რაოდენობასა და მოსავლიანობას შორის შეიძლება არავითარი კავშირი არ იყოს, შეიძლება იგი პირდაპირიც იყოს და პირუკუც. მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ტემპერატურულ რეჟიმზე, მაგრამ არა ყველგან და არა ყოველთვის, ასევე შეიძლება ითქვას ნიადაგში მცენარის საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობასა და მოსავლის სიდიდის შესახებ, მცენარის მიწისზედა და მიწისშიდა მასის, ევაპოტრანსპირაციასა და მეტეოროლოგიური პირობების შესახებ და ა.შ.

კორელაციის არსებობა და მისი ხარისხი გამოისახება კორელაციის კოეფიციენტით, რომელსაც ლათინური ასო r -ით (ერ პატარა) აღნიშნავენ. ეს კოეფიციენტი იცვლება 0-დან ± 1 -მდე. პირდაპირი კორელაცია $+ r$ გვექნება, თუ ერთი განხილული ოდენობის ზრდისას საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით მატულობს მასთან დაკავშირებული მეორე ოდენობაც, ხოლო კლებისას ისიც კლებულობს. უკუკორელაციას $- r$ ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა ერთი ოდენობის მატებისას მეორე კლებულობს, ხოლო კლებისას მატულობს. აქაც მხედველობაში ვიღებთ ორივე დაწყვილებული ოდენობის საშუალო მაჩვენებლებს.

ამის შესაბამისად არჩევენ მარტივი კორელაციის შემდეგ ძირითად სახეებს (სურ 27): სწორხაზოვანი პირდაპირი, როდესაც

$r = 1,0$, ნაწილობრივი პირდაპირი, $r = + 0,8$ და სრული უკუკორელაცია $r = - 1,0$.

სწორხაზოვანი პირდაპირი კორელაციის დროს წყვილის ერთი ოდენობის ზრდისას მეორე ყოველთვის იზრდება, თუმცა შეიძლება არაპროპორციულად. ნაწილობრივი პირდაპირი კორელაციის დროს წყვილის მეორე ოდენობა ყოველთვის არ იზრდება, მაგრამ საშუალოდ პირველთან საკმაოდ მაღალი შესატყვისობით იზრდება. დაბოლოს, როცა კორელაცია არ არის, წყვილის მეორე ოდენობის კლება-მატება ერთი მეორეს აბათილებს. ასეთი ხასიათისაა შეუღლებული კორელაციური ოდენობების ცვალებადობა უკუკორელაციის დროსაც, ოღონდ ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით.

კორელაციის კოეფიციენტის გამოანგარიშების მაგალითი მოტანილია ქვემოთ, აქ აღნიშნავთ მხოლოდ, რომ როცა იგი ერთს უახლოვდება მისი არსებობის ალბათობა მაღალია, ხოლო თუ 0,5-ზე ნაკლებია, ალბათობა ძალზე მცირეა, კორელაციის კოეფიციენტის სარწმუნოების შეფასების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ შედარებულ ოდენობათა ხარისხი გამოიხატება არა $r = 0,5$, ეს იმას ნიშნავს, რომ კორელაციის არსებობა ვრცელდება განხილულ შემთხვევათა არა 50%-ზე, არამედ მხოლოდ 25%-ზე (რადგან $r^2 = 0,25$). ეს იმას ნიშნავს, რომ კორელაციის არსებობა ვრცელდება განხილულ შემთხვევათა არა 50 %-ზე, არამედ მხოლოდ 25 %-ზე (რადგან $r^2 = 0,25$). ასევე კორელაციის კოეფიციენტი 0,7 უდრის, მაშინ იგი მართებულია დაახლოებით 50%-ით (0,7 კვადრატი უდრის უდრის 0,49), ხოლო თუ 0,9 არის, იგი კანონზომიერია 81% შემთხვევაში და თუ $r = 1,0$, მაშინ კორელაცია სწორხაზოვანი, ე.ი. სრულია. მაგრამ კოეფიციენტის სარწმუნოების (ნდობის) განსაზღვრა შეუძლებელია თუ არ ვიცით კორელაციის კოეფიციენტის ცდომილებაც mr , რომელიც დიდი ამონაკრებისათვის, როცა წყვილების რაოდენობა - n 100-ს აღემატება, გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$mr = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}, \text{ ან } mr = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} . \text{ ხოლო მცირე ამონაკრებისათვის,}$$

სადაც წყვილთა რაოდენობა 100-ზე ნაკლებია, ფორმულით :

$$mr = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \text{ უკანასკნელ, შემთხვევაში კოეფიციენტის}$$

ცდომილება უფრო მაღალი იქნება, ვიდრე პირველ შემთხვევაში.

კორელაციის სარწმუნობის კოეფიციენტი tr განისაზღვრება ფორმულით $tr = \frac{r}{mr}$. სადაც r , როგორც ვიცით, კორელაციის კოეფიციენტია, ხოლო mr მისი ცდომილება. კორელაცია სარწმუნოა, როცა ეს შვარდება უდრის ან აღემატება 2-ს (სარწმუნობის 0,95% დონისათვის) ან 3-ს (სარწმუნობის 0,99 % დონისათვის).

როცა გვემით დასახული გვაქვს კორელაციის განსაზღვრა სხვადასხვა გამოსაკვლევი ობიექტისათვის წინასწარ უნდა ვიცოდეთ რა განმეორებით უნდა შევასრულოთ გამოკვლევა, ე.ი. რამდენი წყვილი მონაცემი უნდა გვქონდეს, რომ კორელაცია საკმარისი სიზუსტით დავადგინოთ. ამისათვის ვსარგებლობთ უკვე ცნობილი ფორმულებით:

$$mr = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \text{ -დიდი ამონაკრებისათვის და } \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

მცირე ამონაკრებისათვის, სადაც კორელაციის mr - კორელაციის კოეფიციენტის ცდომილებაა, r -კორელაციის კოეფიციენტი და n - განმეორება (წყვილთა რაოდენობა).

დასახული ამოცანის გადასაწყვეტად უნდა ვიცოდეთ დაახლოებით რას უდრის კორელაციის კოეფიციენტი მსგავს შემთხვევებში (ეს შეიძლება ვიცოდეთ წინათ ჩატარებული ანალოგიური გამოკვლევების საფუძველზე) და კორელაციის კოეფიციენტის გამაზნგარიშებისას სარწმუნოების რა დონით ვკმაყოფილდებით. ვთქვათ, კორელაციის კოეფიციენტი მსგავს შემთხვევებში უდრის დაახლოებით 0,5, ხოლო ნდობის ინტერვალი (სარწმუნოების დონე) $t=3$ (99%-იანი დონისათვის), ე.ი

$$t = \frac{r}{mr} = 3, \text{ აქედან } mr = \frac{r}{t} = \frac{0,5}{3} = 0,17$$

$$\text{თუ პირველი ფორმულით ვისარგებლებთ(} mr = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \text{),}$$

$$n = \frac{(1-r^2)^2}{mr^2} = \frac{(1-0,5^2)^2}{0,17^2} = \frac{0,75^2}{0,0289} = \frac{0,5625}{0,0289} = 19,5,$$

დამრგვალებით 20.

ამრიგად, ხსენებული შემთხვევისათვის კორელაციურ წყვილთა რაოდენობა 20-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, მეორე ფორმულით

$$(mr = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}) \quad n-2 = \frac{1-r^2}{mr^2} = \frac{1-0,25}{0,17^2} = 25,9 ,$$

დამრგვალებით 26, ხოლო $n = 28$, ე.ი. მცირე ამონაკრების დროს უნდა გამოვიკვლიოთ სულ მცირე 28 წევრი.

მაგალითები სავარჯიშოდ

მაგალითი:1. დასახელებთ სასოფლო - სამეურნეო სინამდვილიდან ხუთი მაგალითი მოვლენებისა (ხუთი წევრი), რომლებშიაც შეიძლება მოველოდეთ კორელაციის არსებობას.

მაგალითი 2. გამოიანგარიშეთ კორელაციის კოეფიციენტი (r), მისი ცდომილება (mr) და სარწმუნობა (t) შემდეგ მაგალითზე“ სათბურში პომიდვრის შესაბამისი მოსავალი ც/ჰა-ზე (Y): $x = 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 34, 37, 28, 38, 40, 40, 41, 41, 43, 46, 47, 58, 66$; y (შესაბამისი თანრიგით) = $14, 18, 24, 29, 30, 30, 39, 44, 46, 48, 53, 54, 60, 62, 67, 67, 70, 72, 78, 86, 92, 93$.

მაგალითი 3. გამოიანგარიშეთ ამონაკრების მოცულობის სიდიდე კორელაციისათვის (როგორც მცირე, ისე დიდი ამონაკრებისათვის), თუ კორელაციის კოეფიციენტი უდრის $0,9$, ხოლო სარწმუნოების დონე უნდა იყოს $0,95$ (ანუ 95%), ე.ი. კორელაციის კოეფიციენტი 2 -ჯერ უნდა აღემატებოდეს მის ცდომილებას.

III ნ ა წ ი ლ ი

ცდის რიცხოზრივი მონაცემების მათემატიკური დამუშავება

1. ცდის რიცხოზრივი მონაცემების პირველადი მათემატიკური დამუშავება

ცდის სიზუსტისა და მიღებული შედეგების დამაჯერებლობის დასადგენად აუცილებელია ციფროზრივი მონაცემების მათემატიკური დამუშავება. დამუშავების ამა თუ იმ წესის შერჩევისათვის საჭიროა წინასწარ გვექონდეს ცდის მონაცემთა საერთო სურათი.

იმისათვის, რომ ცდიდან მიღებული მასალა მოვამზადოთ საბოლოო სტატისტიკური დამუშავებისათვის საჭიროა:

ა) დანაყოფის მოსავლის გადაანგარიშება ერთ ჰექტარ ფართობზე, ბ) ზოგიერთი კულტურისათვის (მარცვლეული) მოსავლის დაყვანა სტანდარტულ ტენიანობაზე, გ) საშუალო მოსავლიანობის გაანგარიშება, დ) ცდამი წუნდებული და მეჩხერი დანაყოფების

მოსავლის თეორიული განსაზღვრა და ე) მოსავლიანობის მაჩვენებელი საბოლოო ცხრილის შედგენა.

დანაყოფის მოსავლის გაანგარიშება ჰექტარზე

თუ ცდაში გამორიცხვების ჩატარება მოგვიხდა, ყველა დანაყოფის სააღრიცხვო ფართობი თანაბარი ზომისა აღარ რჩება, ამიტომ აუცილებელია ყველა დანაყოფის მოსავალი გადაანგარიშებულ იქნეს ფართობის ერთეულზე. ჩეულებრივ აწარმოებენ მათ გადაანგარიშებას ჰექტარზე ცენტნერობით. მიკროდანაყოფებიანი ცდებისათვის კი 1-მ²-ზე ან ერთ მცენარეზე გ-ობით.

შედარებით მცირე დანაყოფებიან ცდებში მოსავლიანობის საერთო დონე მაღალია, გამოცდილმა ღონისძიებამ შეიძლება დიდი შედეგი მოგვცეს, რაც გამოწვეულია საცდელი დანაყოფის უკეთესი აგროტექნიკით და საცდელ დანაყოფზე მოსავლის თითქმის უდანაკარგო აღებით, მაგრამ ამავე დროს მცირე დანაყოფებიანი ცდები ვერ ასახავენ საწარმოო პირობების თავისებურებას. მიუხედავად ამისა, მოსავლის ჰექტარზე გადაანგარიშება მისაღებია, რადგან მკვლევარისათვის საინტერესოა შედარებითი მოსავლიანობა, ე.ი. ვარიანტებს შორის განსხვავების დადგენა.

დანაყოფიდან ჰექტარზე მოსავლის გადასაანგარიშებლად საჭიროა ვიცოდეთ სააღრიცხვო ფართობი და მასზე მიღებული მოსავალი კგ-ობით.

მოსავალი ჰექტარზე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$y = \frac{x \cdot 100}{S},$$

სადაც y არის მოსავალი ცენტნერობით ჰექტარზე;

X - დანაყოფის მოსავალი კილოგრამობით,

S - დანაყოფის სააღრიცხვო ფართობი, რომლიდანაც მოსავალი აღირიცხა.

მაგალითი. დანაყოფის სააღრიცხვო ფართობი 200 მ² =ია.

აქედან გამორიცხულია 20 მ² . სააღრიცხვო ფართობზე მიღებულია

ხორბლის მოსავალი 36 კგ. ამ შემთხვევაში მოსავალი ჰექტარზე იქნება:

$$y = \frac{36 \cdot 100}{(200-20)} = \frac{3600}{180} = 20 \text{ ც/ჰა.}$$

აღნიშნული ფორმულა მიღებულია მათემატიკური პროპორციიდან. თუ $180 \text{ მ}^2 =$ ზე მიღებულია $36 \text{ კგ. } 10\,000$ -ზე მიიღება x . აქედან:

$$x = \frac{36 \cdot 10000}{180} = \frac{360000}{180} = 2000 \text{ კგ ანუ } 20 \text{ ც/ჰა.}$$

$10\,000$ -ის ნაცვლად 100 აღებულია იმიტომ, რომ მოსავალი, უკვე გადაყვანილია ცენტნერებში.

მოსავლის ჰექტარზე გადაანგარიშების გასაადვილებლად ხშირად სარგებლობენ გადასაყვანი კოეფიციენტით, რომელიც გვიჩვენებს თუ სააღრიცხვო ფართობი ჰექტარის რა ნაწილია. მაგრამ აღნიშნული მეთოდი მაშინ არის ხელსაყრელი, როდესაც სააღრიცხვო ფართობზე უნაშთოდ იყოფა ჰექტრის ფართობი კვადრატულ მეტრებში. მაგალითად, როდესაც სააღრიცხვო ფართობია 100 მ^2 , 200 მ^2 , 500 მ^2 და ა.შ.

დავუშვათ, რომ სააღრიცხვო ფართობი 200 მ^2 -ია. მოსავლის ჰექტარზე ცენტნერობით გადაანგარიშებული კოეფიციენტი იქნება

$$\frac{10000}{200 \cdot 100} = 0,5. \text{ თუ დანაყოფის მოსავალი უდრის } 36 \text{ კგ-ს,}$$

საჰექტარო მოსავალი იქნება $36 \times 0,5 = 18 \text{ ც/ჰა}$. როდესაც მოსავალი კვადრატული მეტრულობითაა აღრიცხული, მაშინ მ^2 - ზე მიღებული მოსავალი გრამობით უნდა გაიყოს 10 -ზე და მივიღებთ მოსავალს ცენტნერობით ჰექტარზე.

ასე მაგალითად, თუ 1 მ^2 -ზე მივიღებთ 120 გ-ს , ჰექტარზე გვექნება:

$$X = \frac{120 \cdot 10000}{1000 \cdot 100} = \frac{120}{10} = 12 \text{ ც/ჰა.}$$

გრძივ მეტრობით აღრიცხული მოსავალი ჰექტარზე გადაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{b \cdot 10000 \cdot 10000}{a \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 100} = \frac{b \cdot 10}{a},$$

სადაც a არის მწკრივთშორისების მანძილი სანტიმეტრობით;

b მარცვლის წონა გრძივი მეტრიდან გ-ობით.

ერთი გრძივი მეტრიდან მიღებული მოსავალი (b), ეს არის 100 სმ სიგრძისა და მოცემული მწკრივთშორისის ტოლი ფართობის მოსავალი (100. ა). ჰექტარზე გადასაყვანად საჭიროა გრძივი მეტრიდან მიღებული მოსავალი (b) გავყოთ 100-ზე, რითაც მივიღებთ მოსავალს 1 სმ²-ზე, რომლის 10000-ზე გამრავლებით ვღებულობთ მოსავალს 1 მ²-ზე. ხოლო კიდევ 10000 - ზე ნამრავლი გვამღევს მოსავალს ჰექტარზე გრამობით. იმისათვის, რომ გრამები გადავიყვანოთ კილოგრამებში და შემდეგ ცენტნერებში საჭიროა მიღებული ციფრი გავყოთ 1000-ზე და 100-ზე. ყოველივე ეს შეიძლება გამოვსახოთ შემოკლებული ფორმულით: $X = \frac{b \cdot 10}{a}$ მაგალითად, ერთ გრძივ მეტრზე მივიღეთ 30 გ, მწკრივთშორისი მანძილი 15 სანტიმეტრია, მაშინ $X = \frac{30 \cdot 10}{15} = 20$ ც/ჰა.

მოსავლის დაყვანა სტანდარტულ ტენიანობაზე. ცდაში გამოცდილი ღონისძიებებისა და ნიადაგური პირობების გავლენით ცდის სხვადასხვა ვარიანტის პროდუქციის ტენიანობა მოსავლის აღებისა და აღრიცხვის დროს, ხოლო ზოგჯერ ჰაერმშრალ წონამდე მიყვანის შემდეგაც შეიძლება ერთმანეთისგან განსხვავდებოდეს. ამიტომ დაუშვებელია, რომ შედარდეს სხვადასხვა ტენიანობის მქონე მოსავალი, რადგან ტენიანობის ხარჯზე მოსავლის მატებამ შეიძლება შეცდომაში შეგვიყვანოს.

სხვადასხვა კულტურებისათვის დადგენილია ტენიანობის საერთაშორისო სტანდარტი, რომლის მიხედვით ხდება მოსავლის გადაანგარიშება.

სტანდარტულ ტენიანობაზე მოსავლის გადაყვანას შემდეგი ფორმით აწარმოებენ:
$$X = \frac{A(100-B)}{100-C},$$

სადაც X - სტანდარტულ ტენიანობაზე გადაყვანილი მოსავალი;

A - მოსავალი ფაქტიური ტენიანობით;

B - მოსავლის ფაქტიური ტენიანობა პროცენტობით;

C - სტანდარტული ტენიანობა პროცენტობით.

მაგალითი. ხორბლის მარცვლის მოსავალი (A) ფაქტიური ტენიანობით უდრის 21 ც/ჰ, მარცვლის ფაქტიური ტენიანობა (B)

15,4 %-ია, ხორბლისათვის სტანდარტული ტენიანობა 14% სტანდარტულ ტენიანობაზე გადაყვანილი მოსავალი იქნება:

$$X = \frac{21(100-15,4)}{100-14} = 20,66 \text{ ც/ჰა.}$$

კოეფიციენტის საშუალებით მოსავლის სტანდარტულ ტენიანობაზე გადასაყვანი ცხრილი მოცემულია დანართში (იხ. დანართი N1). ამ ცხრილით სარგებლობის წესი შემდეგნაირია: პირველ ვერტიკალურ სვეტში ვპოულობთ ფაქტიური ტენიანობის პროცენტის მთელ რიცხვს, ჰორიზონტალურ სვეტში კი პროცენტის მეთაედებს, მათი გადაკვეთის ადგილზე ჩაწერილი ციფრი სტანდარტულ ტენიანობაზე გადასაყვანი კოეფიციენტია, რომელზედაც უნდა გადავამრავლოთ არასტანდარტული ტენიანობის მქონე მოსავალი.

განვიხილოთ იგივე მაგალითი, როდესაც მოსავლიანობა უდრის 21 ც/ჰა-ზე, ხოლო ტენიანობა 15,4%-ია. პირველ ვერტიკალურ სვეტში ვპოულობთ ციფრს 15-ს, ჰორიზონტალურში კი მეთაედს, ე.ი. 4-ს. სტანდარტულ ტენიანობაზე გადასაყვანი კოეფიციენტი მათი გადაკვეთის ადგილზე 0,98-ია. ამრიგად, თუ გადავამრავლებთ მიღებულ მოსავალს კოეფიციენტზე მივიღებთ ისეთივე მაჩვენებელს, რომელიც გვექონდა ფორმულით გაანგარიშების დროს $21,0 \times 0,984 = 20,66$ ც/ჰა.

საშუალო არითმეტიკულის გამოანგარიშება. როდესაც განსაზღვრულია ყველა დანაყოფის მოსავალი (ან სხვა მაჩვენებელი), შეიძლება გამოვიანგარიშოთ საშუალო არითმეტიკული, რისთვისაც საჭიროა შევაჯამოთ ყველა დაკვირვების ციფრობრივი მონაცემები და გავყოთ მათ რაოდენობაზე. საშუალო არითმეტიკულს შემდეგფორმულით ანგარიშობენ: $M = \frac{\sum V}{n}$,

სადაც, M – არის საშუალო არითმეტიკული;

\sum - შეჯამების ნიშანი;

v-ვარიანტის მოსავალი (ან სხვა მაჩვენებელი);

n- განმეორების რიცხვი.

ამრიგად, საშუალო არითმეტიკული არის ყველა მაჩვენებლის ჯამის განაყოფი მათ რაოდენობაზე.

მაგალითი. ცდა ჩატარდა ოთხ განმეორებად. პირველ ვარიანტში მიღებული იყო ხორბლის მოსავალი განმეორების მიხედვით: 20, 19, 21 და 20 ცენტერი ჰექტარზე. საშუალო არითმეტიკული

$$M = \frac{20+19+21+20}{4} = \frac{80}{4} = 20 \text{ ც/ჰა}$$

წუნდებული დანაყოფების მოსავლის თეორიული გამოანგარიშება. ცდის მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავებისათვის მკვლევარს ხელთ უნდა ქონდეს ყველა ვარიანტისა და ყველა განმეორების ციფრობრივი, ე.ი. თანაბარი რაოდენობის მაჩვენებელი, მაგრამ ზოგჯერ უხდება ცდისათვის არადამახასიათებელი დანაყოფის მთლიანად გამორიცხვა. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია სხვა დანაყოფის მიხედვით მიახლოებით ვიანგარიშით გამორიცხული ვარიანტის მოსავალი. ასეთ გამორიცხვას იშვიათად უნდა მიემართოთ და მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ვიცით მიზეზი, რომელმაც გამოიწვია გამოსარიცხ დანაყოფზე მცენარეთა არანორმალური ზრდა-განვითარება და მოსავლიანობა, გამორიცხვა ხდება დანაყოფზე მოსავლის აღრიცხვამდე. ყოვლად დაუშვებელია ჩატარებული აღრიცხვის შემდეგ ამა თუ იმ დანაყოფის მოსავლის გამორიცხვა იმ მოსაზრებით, რომ მისი მონაცემები არ შეეფერება კვლევის ვარაუდს, გამონაკლის შემთხვევაში ამგვარი გამორიცხვა შეიძლება გამართლებული იყოს მხოლოდ მაშინ, თუ მოსავლის აღრიცხვის დროს დაშვებულია გარკვეული, ჩვენთვის ცნობილი შეცდომა, ცდიდან წუნდებული და გამორიცხული დანაყოფის მოსავალი, როდესაც ერთი დანაყოფია გამორიცხული, იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$A = \frac{l\sum v + n\sum p - Q}{(l-1)(n-1)}$$

სადაც A არის ცდიდან გამორიცხული მოსავალი;

l - ვარიანტთა რაოდენობა;

ΣV - მონაცემთა ჯამი იმ ვარიანტისა, რომელიც გამორიცხულია რომელიმე განმეორებაში;

n - განმეორებათა რაოდენობა;

Σp - იმ განმეორების მონაცემთა ჯამი, რომელშიც გამორიცხულია რომელიმე ვარიანტი;

Q - ცდის ყველა დანაყოფის მოსავლის ჯამი.

მაგალითი: დავუშვათ, რომ ცდაში მესამე განმეორებაში მეორე ვარიანტი გამორიცხულია. მაშინ ცდის მონაცემთა ცხრილი მიიღებს შემდეგ სახეს: ჩენს მაგალითში $l=3$; $n=4$; $\Sigma p=1380$; $\Sigma p=580$ და $Q=4157$; თუ ჩავსვამთ მიღებულ მაჩვენებლებს ფორმულაში მივიღებთ, რომ

ცხრ. 8

ვარიანტი	გ ა ნ მ ე ო რ ე ბ ა				ჯამი ΣV	საშუალო M
	I	II	III	IV		
1	362	311	205	165	1043	260,7
2	550	489	A	341	1380	-
3	562	508	375	289	1734	433,5
ჯამი Σp	1474	1308	580	795	4157=Q	-

$$A = \frac{3 \cdot 1380 + 4 \cdot 580 - 4157}{(3-1)(4-1)} = 383,8 \approx 384;$$

ე.ი. მესამე განმეორების მეორე ვარიანტის მოსავალი თეორიულად უდრის 384-ს, ანუ $A = 384$ -ს, რომელიც შეგვიძლია ჩავსვათ მოსავლიანობის ცხრილში (ცხრ. 8)

როდესაც ცდიდან ერთზე მეტი დანაყოფია გამორიცხული, მათი მოსავლის გამოსაანგარიშებლად სხვა წესი უნდა ვიხმაროთ. ასეთი შემთხვევა განვიხილოთ პირდაპირ მაგალითზე.

მაგალითი. ცდიდან გამორიცხულია სამი დანაყოფის მოსავალი. იმისათვის, რომ გამოვიანგარიშოთ გამორიცხული დანაყოფების მოსავალი, პირველ რიგში საჭიროა შევადგინოთ მთელი ცდის მოსავლიანობის მაჩვენებელი (გამორიცხული დანაყოფების გარეშე) (ცხრ.9)

როგორც ცხრილიდან (N 9) ვხედავთ, ცდიდან გამორიცხულია მე-5 ვარიანტი IV განმეორებაში და მე-7 ვარიანტი III და VII განმეორებებში.

გამორიცხული დანაყოფების მოსავლის თეორიული გაანგარიშებისათვის შევადგენთ დამხმარე ცხრილს, რომელშიც უნდა შევიტანოთ შემდეგი მონაცემები:

ცხრ. 9. ცდის მოსავლიანობის მაჩვენებელი ცხრილი

ვარი ანტი	სიმინდის მოსავალი განმეორებები ც/ჰა							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	30	29	31	32	29	31	32	27
2	34	27	35	31	30	33	32	28
3	33	31	32	30	34	30	31	33
4	32	30	28	30	31	20	28	31
5	31	28	32	-	30	31	32	30
6	33	31	32	30	29	29	34	30
7	28	29	-	23	25	24	-	21
8	26	25	24	24	23	24	24	22

ა) გამორიცხული ვარიანტების მონაცემები დარჩენილ განმეორებებში;

ბ) იმ ვარიანტების მაჩვენებლების ჯამი განმეორებებში, სადაც მონაცემები სრულია და გ) განმეორებების საშუალო.

ჩვენს მაგალითში დამხმარე ცხრილს შემდეგი სახე ექნება (ცხრ.10).

რადგანაც ჩვენს მაგალითში გამორიცხულია მე-5 და მე-7 ვარიანტის მონაცემები, ამიტომ ცხრილში შეგვაქვს ამ ვარიანტების არსებული მაჩვენებლები.

შევაჯამოთ განმეორებების მიხედვით დარჩენილი 6 ვარიანტის მონაცემები (მე-9 ცხრილის მიხედვით), რის შედეგადაც მივიღებთ 188, 173, 182 და ა.შ.

გამოვიანგარიშოთ 6 ვარიანტის საშუალო მოსავლიანობა, რომელიც პირველ განმეორებაში იქნება 31,3 ($188 : 6 = 31,3$); მეორეში - 29 ($173 : 6 = 29$) და ა.შ.

მეხუთე ვარიანტის მონაცემები მხოლოდ შვიდ განმეორებაში გვაქვს. ამ ვარიანტის შვიდი განმეორების საშუალო არითმეტიკული უდრის 30,6 ც, 6 ც/ჰა.

მეშვიდე ვარიანტის მონაცემები კი 6 განმეორებაში გვაქვს, რომლის საშუალოც არის 25,0 ც/ჰა

ცხრილი 10

ვარიანტი	გ ა ნ მ ე ო რ ე ბ ა									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	მე-5 ვარ. საშ	მე-5 ვარ. საშ
5	31	28	32	-	30	31	32	30	30,6	
7	28	29	-	23	25	24	-	21		25.0
ჯამი	188	173	182	176	176	167	181	171	+1,1	-4,3
ნ-ევა- რიანტ. საშუ- ალო	31,3	29	0,3	29,3	29,3	27,8	30,1	28,5	29,5	29,3

მეოთხე განმეორებაში გამორიცხული მეხუთე ვარიანტის მოსავლის გამოსაანგარიშებლად გავიგოთ სხვა დანარჩენი შვიდი განმეორების საშუალო მეოთხე განმეორების საშუალო მაჩვენებლის (29,3) გამოკლებით. ეს საშუალო უდრის 29,5 ც/ჰა. ამრიგად, ვხედავთ, რომ მე-5 ვარიანტის საშუალო მოსავალი-30,6 ც/ჰა უფრო მეტია, ვიდრე სხვა სრული ვარიანტების საშუალო მოსავალი-29,1 ც/ჰა, $30,6-29,5=1,1$ ც/ჰა. მეოთხე განმეორებაში ექვსმა ვარიანტმა საშუალოდ მოგვცა 29,3 ც/ჰა ამიტომ მოსალოდნელია, რომ მე-5

ვარიანტი მოგვეცემა $29,3 + 1,1=30,4$ ც/ჰა. ამრიგად, აღდგენილი მოსავალი მეხუთე ვარიანტისა მეოთხე განმეორებაში იქნება $30,4$ ც/ჰა, რომელიც საეთო ცხრილში ჩაიწერება ფრჩხილებში.

ასევე ვიქცევით მეშვიდე ვარიანტის მიმართ; სახელდობრ, გავიგებთ ამ ვარიანტის საშუალო არითმეტიკულს III და VII განმეორების გამოკლებით, რომელიც უდრის $29,3$ ც/ჰა, გამომდინარე აქედან სხვაობა 6 განმეორების საშუალოს ($25,0$ ც/ჰა) და სრულ ვარიანტების საშუალოს ($29,3$) შორის ტოლია $25,0 - 29,3 = -4,3$. ამიტომ მოსალოდნელი მოსავალი მეშვიდე ვარიანტისა მესამე განმეორებაში იქნება $30,3 - 4,3 = 26,0$ ც/ჰა, ხოლო იგივე ვარიანტის მიახლოებითი მოსავალი VII განმეორებაში იქნება $30,1 - 4,3 = 25,8$;

ეს ორივე მონაცემი ჩაიწერება ფრჩხილებში აღურიცხავი დანაყოფის მოსავლის ადგილას. როდესაც შევსებული გვექნება ცხრილი, ამის შემდეგ შეგვიძლია შევარჩიოთ ცდის მონაცემების მათემატიკურად დამუშავების მეთოდი.

მოსავლიანობის ცხრილის შედგენა. ცდის მონაცემთა პირველადი მათემატიკური დამუშავების დამამთავრებელ ეტაპს წარმოადგენს მოსავლიანობის ცხრილის შედგენა. ცხრილის შედგენის დროს შემდგომი სტატისტიკური ანალიზის გაადვილების მიზნით, საჭიროა დანაყოფის ციფრობრივი მონაცემები დავამრგვალოთ. თუ მოსავალი არ აღემატება ჰექტარზე 100 ცენტნერს, მაშინ საშუალო მოსავალი დამრგვალდეს $0,1$ ცენტნერის სიზუსტით, ხოლო როდესაც მოსავლიანობა რამდენიმე ასეული ცენტნერია, დამრგვალება ხდება 1 ცენტნერის სიზუსტით.

მოსავლიანობის ცხრილში ასახული უნდა იყოს ვარიანტის მოსავლის ჯამი განმეორების მიხედვით ($\Sigma \mu$), ვარიანტის საშუალო (M_v), განმეორების მოსავლის ჯამი (Σp), განმეორების საშუალო (M_p), მთელი ცდის მოსავალი (Q) და ცდის საშუალო არითმეტიკული (M_0).

ცდის მოსავლიანობის ცხრილის შედგენის მაგალითი მოცემულია მე-11 ცხრილში.

**ცხრ. 11. საშემოდგომო ხორბლის თესვის ვადების გავლენა
მოსავლიანობაზე**

ვარიანტი	გ ა ნ მ ე ო რ ე ბ ა				ჯამი (ΣU)	საშუალო (MU),
	I	II	III	IV		
1.თესვა 1.IX	20,3	25,6	23,5	16,8	86,2	21,6
2. თესვა 15.IX	24,4	28,2	22,7	18,7	94,0	23,5
3.თესვა 1.X	21,8	25,1	23,5	19,3	89,7	22,4
4.თესვა 15.X	19,2	20,4	18,8	15,5	73,9	18,5
5.თესვა 1.X	16,4	18,8	16,3	12,1	63,6	15,9
Σp	102,1	118,1	104,8	82,4	$Q=407,4 \quad M_0=20,3$	
Mp	20,4	23,6	21,0	16,5		

მცენარეთა სიმეჩხერეზე შესწორების მეთოდები. ცდის ჩატარების დროს ხშირ შემთხვევაში ადგილი აქვს სხვადასხვა შემთხვევით მიზეზის გამო დანაყოფებზე მცენარეთა გამეჩხერებას, რის გამოც საჭირო ხდება სიმეჩხერეზე შესწორების შეტანა, თუ, რასაკვირველია, ამგვარი სიმეჩხერე თვითონ შესასწავლი ღონისძიებით არაა გამოწვეული.

ყველაზე მარტივი მეთოდი შემდეგია: დანაყოფზე აითვლება ყველა მენარე, აიწონება მოსავალი და მცენარეთა საერთო მოსავლის მცენარეთა რაოდენობაზე გაყოფით მიიღება ერთი მცენარის მოსავალი. ერთი მცენარის მოსავლის გამრავლებით დანაყოფზე მცენარეთა ნორმალურ რაოდენობაზე ვპოულობთ შესწორებულ მოსავალს, მაგრამ ეს წესი არასწორია, რადგანაც აქ მხედველობაში არ არის მიღებული გამეჩხერების შედეგად მცენარეთა სხვადასხვა კვების არე და მამასადამე, განსხვავებული მოსავლიანობა, ასეთი წესი შეიძლება გამოვიყენოთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც გამეჩხერება მოხდა უშუალოდ მოსავლის აღების წინ.

უფრო ზუსტი მეთოდია ზ.ზალესკის მეთოდი, რომლის მიხედვითაც დანაყოფის ნორმალურ მოსავალს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$U_1 = \frac{u+Vn}{2},$$

სადაც; U_1 არის დანაყოფის შესწორებული მოსავალი;

U -დანაყოფის ფაქტობრივი მოსავალი

V -ერთი მცენარის მოსავალი

n მცენარეთა ნორმალური რაოდენობა, რომელიც უნდა გვექონოდა დანაყოფზე.

ამრიგად, ნორმალური მოსავალი ფაქტიური მოსავლისა და ნორმალური სიხშირისათვის გამოანგარიშებული მოსავლის საშუალო არითმეტიკულია.

ზალესკის ფორმულაში შესწორება შეიტანა დერევიცკიმ, რომელმაც ერთი დანაყოფის მცენარეთა ნორმალური სიხშირე შეცვალა ცდის ყველა დანაყოფის ფაქტიური საშუალო სიხშირით და ფორმულამ მიიღო შემდეგი სახე:

$$U_1 = \frac{u+VN}{2},$$

სადაც N არის მცენარეთა საშუალო ფაქტიური რაოდენობა დანაყოფზე მთელი ცდისათვის. დანარჩენი აღინიშნები იგივეა. არსებობს სიმეჩხერეზე შესწორების სხვა წესიც (პროფ. ჭანიშვილი), რომელიც ზრდის ცდის სიზუსტეს. ამ წესით სიმეჩხერეზე შესწორება ხდება მოსავლის აღებამდე. ამისათვის ყველა დანაყოფზე უნდა გამოთანაბრდეს მცენარეთა რაოდენობა იმ უმცირესი რაოდენობის მიხედვით, რომელიც ცდაში გვხვდება. მაგალითად, სიმინდის კვადრატულ-ბუდობრივ ნათესში (70x70 სმ) უნდა გვექონდეს 100 მ² დანაყოფზე 408 მცენარე, მაგრამ, ვთქვათ, ცდაში მცენარეთა რაოდენობა მერყეობს 335-დან 408 მცენარემდე, გამოთანაბრების მიზნით ყველა დანაყოფის მცენარეთა რაოდენობა 335-მდე უნდა დავიყვანოთ, რისთვისაც საჭიროა ზედმეტი მცენარეების მოჭრა (მოჭრა არ უნდა მოხდეს სუბიექტურად), თუ გვაქვს 6 მწკრივი და საჭიროა მოვჭრათ 54 მცენარე, თითო მწკრივში მოვჭრით 8-9 მცენარეს 5 მეტრის შემდეგ თითოს, როგორც კარგს, ისე ცუდს. ეს წესი ცდის აბსოლუტურ მოსავალს ამცირებს, მაგრამ სამაგიეროდ ზრდის ცდის სიზუსტეს.

მიუხედავად იმისა, რომ შესაძლებელია სიმეჩხერეზე შესწორების შეტანა, რა წესითაც არ უნდა შესრულდეს

განგარიშებანი, მაინც ადგილი აქვს ცდომილებას, ამიტომ, თუ დანაყოფი ძლიერ არის გამეჩხერებული (25%-ზე მეტი მცენარე აკლია), საჭიროა მისი მთლიანად გამოთიშვა.

მაგალითები სავარჯიშოდ

1. გამოიანგარიშეთ ხორბლის მოსავალი ჰექტარზე ცენტნერობით, თუ სააღრიცხვო ფართობი 300 მ²-ია და ამ ფართობზე მიღებულია 43 კგ მარცვალი

2. მიღებული მოსავალი დაიყვანეთ სტანდარტულ ტენიანობაზე, როდესაც სიმინდის ფაქტიური ტენიანობა 21,%-ია, მოსავალი-56 ც/ჰა; ხორბლის ფაქტიური ტენიანობა-16%, მოსავალი-32 ც/ჰა. მოსავლის გადანგარიშება შეასრულეთ ფორმულისა და კოეფიციენტების გამოყენებით.

3. თეორიულად გამოიანგარიშეთ გამორიცხული ვარიანტის მოსავალი შემდეგი მონაცემების მიხედვით (ცხრ. 12).

ცხრილი 12

ვარიანტი	გ ა ნ მ ე ო რ ე ბ ა					
	I	II	III	IV	V	VI
1	21,5	22,0	19,8	20,7	21,0	21,8
2	24,8	25,2	24,3	A	25,6	26,0
3	27,5	28,0	26,4	26,9	28,3	27,3
4	20,3	19,8	18,7	21,5	20,0	19,7

ამ მაგალითში აკლია მეოთხე განმეორების მეორე ვარიანტის მოსავალი (A) .

2. ცდის ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდები

ცდის ჩატარების ძირითადი მიზანია მიღებული შედეგების მიხედვით დასმული საკითხის სწორი გადაწყვეტა. არის შემთხვევები, როდესაც ვარიანტების მოსავალს შორის სხვაობა ერთის შეხედვით თითქოს უტყუარია, ფაქტიურად კი ეს განსხვავება გამოწვეულია არა იმ ღონისძიებების გავლენით, რომელიც

ისწავლებოდა ცდაში, არამედ შემთხვევითი მიზეზებით. იმისათვის, რომ დავრწმუნდეთ ცდის შედეგების სისწორეში, საჭიროა ცდის ციფრობრივი მონაცემების მათემატიკური დამუშავება. რა თქმა უნდა, მათემატიკური დამუშავებით ვერ გამოსწორდება ცდის ჩატარების დროს დაშვებული შეცდომები, მაგრამ იგი საშუალებას იძლევა გამოვამჟღავნოთ ეს შეცდომები და საბოლოოდ ვიმსჯელოთ მიღებული ციფრების დამაჯერებლობაზე.

საცდელ საქმეში გამოყენებულია ცდის მონაცემთა მათემატიკური დამუშავების რამდენიმე მეთოდი, მაგრამ ერთი და იგივე მეთოდის გამოყენება ყველა ცდის მიმართ ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს. მკვლევარის პირველი ამოცანაა ცდის მონაცემების მათემატიკური დამუშავების რამდენიმე მეთოდი, მაგრამ ერთი და იგივე მეთოდის გამოყენება ყველა ცდის მიმართ ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს. მკვლევარის პირველი ამოცანაა ცდის მონაცემების მათემატიკურად დამუშავების სწორი მეთოდის შერჩევა.

განვიხილოთ მათემატიკური დამუშავების ყველზე მეტად გავრცელებული მეთოდები.

წილადობრივი მეთოდი. ცდიდან მიღებული ციფრობრივ დამუშავების წილადობრივი მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი არ აქვს ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელით გამოწვეულ სისტემურ ცდომილებას და განმეორებათა რიცხვი სამზე მეტია. ასეთ პირობებში ცდის ცდომილება მხოლოდ შემთხვევითი ხასიათისაა და განმეორებების მიხედვით ვარიანტის მოსავალიც ერთმანეთისაგან ბევრად არ განსხვავდება. ასეთი პირობები იქმნება გულდასმით ჩატარებული სავეგეტაციო ცდებში და ერთგვაროვანი ნაყოფიერების მქონე ნიადაგებზე. წილადობრივი მეთოდით ცდის მონაცემების მათემატიკური დამუშავებისათვის საჭიროა:

1. გამოვიყენოთ თითოეული ვარიანტისათვის საშუალო არითმეტიკული (M);

2. განმეორების მიხედვით ყველა ვარიანტისათვის გავიანგარიშოთ გადახრა (a) საშუალო არითმეტიკულიდან. ვარიანტის მოსავალი შიძლება მეტი ან ნაკლები იყოს საშუალო არითმეტიკულზე. თუ ვარიანტის მოსავალი მეტია საშუალო არითმეტიკულზე, გადახრას ეწერება ნიშანი პლუსი, თუ ნაკლებია- მინუსი;

3. გადახრები ავამაღლოთ კვადრატში (a^2) და ყველა გადახრის კვადრატი შევაჯამოთ ($\sum a^2$);

4. გამოვიანგარიშოთ საშუალო არითმეტიკულის ცდომილება (m) შემდეგი ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n(n-1)}}$$

ამ შემთხვევაში გადახრების კვადრატების ჯამი იყოფა განმეორებათა რაოდენობაზე, გამრავლებული ამავე რაოდენობაზე, ერთის გამოკლებით და ამოიღება კვადრატული ფესვი.

m შეიძლება გამოვიანგარიშოთ საშუალო კვადრატული გადახრის მიხედვითაც შემდეგი ფორმულით: $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

საშუალო არითმეტიკულის ცდომილების (m) გამოანგარიშების შემდეგ ვადგენთ, რამდენად სარწმუნოა განსხვავება ცდის ვარიანტებს შორის. ამისათვის:

ვანგარიშობთ სხვაობას შესადარებელ ვარიანტების საშუალო მოსავლიანობას შორის- D-ს, რომელიც ტოლია $M_1 - M_2$.

ვანგარიშობთ სხვაობის ცდომილებას m_d -ს, რომელიც ტოლია შესადარებელი ვარიანტების საშუალოს ცდომილების კვადრატების ჯამიდან ამოღებული ფესვისა: $m_d = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$

საბოლოოდ დავადგენთ სხვაობის დამაჯერებლობას (t), რომელიც ტოლია მოსავალს შორის სხვაობისა (D), შეფარდებული სხვაობის ცდომილებასთან: $t = \frac{D}{m_d}$.

თუ შესადარებელი ვარიანტების მოსავლებს შორის სხვაობა სამჯერ ან მეტჯერ აჭარბებს თავის ცდომილებას ($t > 3$) ასეთი სხვაობა სარწმუნოა.

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ ასეთი მსჯელობის დროს მხედველობაში არ არის მიღებული ცდის განმეორებათა რაოდენობა. გამოკვლევებით კი დადგენილია, რომ სხვაობის არსებობის დონე დამოკიდებულია განმეორებათა რაოდენობაზე.

განმეორებათა გათვალისწინებით t -ს დამაჯერებლობას მცირე ამონაკრებისათვის, ე.ი. როცა განმეორებათა რიცხვი მცირეა (3-10), ადგენენ სტიუდენტის კრიტერიუმის მიხედვით.

სტიუდენტის ცხრილით სარგებლობისათვის საჭიროა თავისუფლების ხარისხის გამომწარმოება ფორმულით:

სადაც, y (n) არის თავისუფლების ხარისხის მაჩვენებელი;

n_1 -განმეორებათა რაოდენობა M_1 -ის გაანგარიშების დროს;

n_2 -განმეორებათა რაოდენობა M_2 -ის გაანგარიშების დროს, როდესაც $n_1 = n_2$, მაშინ. $Y=2(n-1)$

t - სტანდარტული მნიშვნელობის დასადგენად სტიუდენტის ცხრილის პირველ სვეტში (თავისუფლების ხარისხის რიცხვი y) ვპოულობთ თავისუფლების ხარისხის მაჩვენებელ რიცხვს, მის გასწვრივ ჩაწერილი რიცხვი იქნება t -ს მაჩვენებელი $p=0,95\%$ ალბათობის შესაძლებლობის ფარგლებში. ეს კი ნიშნავს იმას, რომ 100 შემთხვევიდან შეცდომით დასკვნის ალბათობა მხოლოდ 5-ია. ზემოთ განხილული თანმიმდევრობით ციფრობრივ მონაცემთა დამუშავების შედეგად მივიღეთ, რომ ვარიანტის საშუალო

ართიმეტიკულის ცდომილება ტოლია:

$$1) M_1 = 19,1 \pm 0,55 \text{ ც/ჰა}, \quad 2) M_2 = 23,5 \pm 0,51 \text{ ც/ჰა},$$

$$2) M_3 = 24,9 \pm 0,74 \text{ ც/ჰა}, \quad 4) M_4 = 25,0 \pm 0,89 \text{ ც/ჰა},$$

ცხრ. 13. მაგალითი. ქიმიური მარგვლის გავლენა საშ. ხორბლის მოსავალზე

N	ვარიანტის დასახელება	განმეორება	მოსავალი ც/ჰა	საშ. მოსავალი M	გადახრა საშ. a	გადახრის კვადრატი	საშუალოს ცდომილება ± m _d	სხვაობა მოსავალში	სხვაობა ცდომილება მოსავალში	დამაჯერებლობის
	გაუმარგლავი საკონტროლო	I II III IV	17,9 19,6 20,4 18,6	M ₁ =19,1	-1,2 +0,5 +1,3 -0,5	1,440,2 51,69 0,25	M ₁ =0,55			
	ორჯერ ხელით გამარგვლა	I II III IV	23,3 24,4 23,0 4,3	M ₂ =23,5	-1,2 +0,9 -0,9 -0,5 +0,8	1,44 0,81 0,25 0,64	M ₂ =0,51	M ₁ -M ₂ =4,4	0,75	4,4 : 0,75 = 5,8
	პირველად 2,4-დ 1 კგ/ჰა მეორედ ხელით გამარგვლა	I II III IV	26,4 23,3 24,3 25,9	M ₂ =24,9	+1,5 -1,6 -0,8 +1,0	2,25 2,56 0,64 1,00	M ₂ =0,74	M ₁ -M ₂ =5,8	0,92	5,8 : 0,92 = 6,3
	ორჯერ 2,4-დ 1 კგ/ჰა	II III IV	26,8 24,0 23,1 26,3	25,0	+1,8 -1,0 -1,9 +1,3	3,24 1,00 3,61 1,69	M ₂ =0,89	M ₁ -M ₂ =5,9	1,04	5,9 : 1,04 = 5,8

რადგანაც მოცემულ ცდაში პირველი ვარიანტი საკონტროლოა, ამიტომ ყველა ვარიანტის საშუალო მოსავლიანობაცალ-ცალკე უნდა შევადაროთ პირველ ვარიანტს და დავადგინოთ მიღებული სხვაობის უცილობლობა.

სამივე ვარიანტის მოსავლიანობის მატება საკონტროლოსთან შედარებით უტყუარია, რადგანაც სამივე შემთხვევაში t-მეტია 3-ზე.

თუ გამოვიყენებთ სტიუდენტის ცხრილს, ცხრილში ეპოულობთ კრიტერიუმ t-ს მნიშვნელობას, რომელიც თავისუფლების ხარისხი ($V=2(n-1)=2(4-1)=6$) და $P=95$ ალბათობის დონეზე ტოლია 2,4. ამრიგად, ცდის მონაცემები დამაჯერებელია. უფრო მეტიც, ისინი სარწმუნოა სამივე მოხსენებული ვარიანტისათვის და არა მარტო 0,95 სიზუსტის, არამედ უფრო

მაღალი სიზუსტის დონისთვისაც, როგორცაა 0,99-იანი სიზუსტე-მეორე და მეოთხე ვარიანტისათვის კიდევ უფრო მაღალი სიზუსტის დონისთვისაც. როგორცაა 0,99-იანი სიზუსტე-მეორე და მეოთხე ვარიანტისათვის. ეს იმას ნიშნავს, რომ მეორე და მეოთხე ვარიანტების მონაცემთა საფუძველზე გაკეთებული დასკვნა სარწმუნოა 100 შემთხვევიდან 99 შემთხვევაში ($P=99$), ხოლო მესამე ვარიანტისა 1000 -დან 999 შემთხვევაში.

განზოგადებული მეთოდი.

ცდის მონაცემთა მათემატიკური დამუშავების განზოგადებული მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როდესაც ცდაში ვარიანტთა რაოდენობა მცირეა და ამავე დროს განმეორებების მოსავლიანობა თანაბარზომიერია, ხოლო განმეორებათა რიცხვი ორი მაინც არის. შედარებით წილადობრივ მეთოდთან ეს მეთოდი უფრო გამარტივებულია, რადგან საჭირო არ არის ცალკეული ვარიანტის საშუალოს ცდომილების გაანგარიშება; საშუალოს ცდომილება იანგარიშება მთელი ცდისათვის.

განზოგადებული მეთოდით ცდის მონაცემთა მათემატიკური დამუშავება ხდება შემდეგი მეთოდით:

1) როგორც ყველა მეთოდის დროს, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა მოსავლიანობის ცხრილის შედგენა განმეორებებისა და ვარიანტების მიხედვით.

2) ვარიანტისათვის გაიანგარიშება საშუალო არითმეტიკული (M).

3) გამოიანგარიშება განმეორებების მიხედვით ვარიანტის მოსავლის გადახრა საშუალო არითმეტიკულიდან (a) და გადახრები აიყვანება კვადრატში (a^2).

4) შეჯამდება ყველა გადახრის კვადრატი ($\sum a^2$) ჯერ ვარიანტების მიხედვით, შემდეგ კი ცდის ყველა დანაყოფისათვის $\sum(\sum a^2)$

5) მთელი ცდისთვის ერთი განზოგადებული ცდომილება (m) გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum(\sum a^2)}{N(n-1)}}$$

სადაც: a - არის გადახრა საშუალო არითმეტიკულიდან;

n - განმეორებათა რაოდენობა;

N- ცდის ყველა დანაყოფის რაოდენობა, რომელიც ტოლია ln- ისა, ე.ი. ვარიანტთა (l) და განმეორებათა (n) ნამრავლისა.

შესადარებელი ვარიანტთა შორის სხვაობის ცდომილებას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$m_d = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2},$$

სადაც m_1 და m_2 არის შესადარებელი ვარიანტების საშუალო ცდომილება, მაგრამ რადგან ის განზოგადებული ცდომილებაა და ყველა ვარიანტისათვის ერთსა და იმავე რიცხვს უდრის, ამიტომ ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$m_d = \pm \sqrt{m^2 + m^2} = \pm \sqrt{2m^2} = \pm m\sqrt{2} = \pm 1,41m$$

(ორიდან ამოღებული ფესვი უდრის 1,41).

ამრიგად, სხვაობის ცდომილება ყველა ერთმანეთთან შედარებული წყვილი ვარიანტებისა უდრის განზოგადებულ ცდომილებას, გამრავლებულს 1,41-ზე.

საბოლოოდ გამოიანგარიშება შესადარებელი ვარიანტების მოსავლიანობას შორის სხვაობის დამაჯერებლობა (t):

$$t = \frac{D}{m_d}$$

მიღებული შედეგები დამაჯერებელია, თუ საკონტროლოსა და შესადარებელ ვარიანტებს შორის მოსავლიანობის სხვაობა 3-ჯერ, ან მეტჯერ აღემატება სხვაობის ცდომილებას. თუ გამოვიყენებთ სტიუდენტის ცხრილს თავისუფლების ხარისხის მიხედვით, მაშინ მოსავლიანობის სხვაობა ტოლი უნდა იყოს t-სი ან აღემატებოდეს t-ს სტანდარტულ მნიშვნელობას.

მაგალითი. ჰერბიციდებისა და მინერალური სასუქების ნარევის გამოცდა სიმინდის ნათესში. ცდის მათემატიკური

დამუშავება იწყება ზემოთ განმარტებული თანმიმდევრობით. ამგვარად, ჯერ ვადგენთ მოსავლიანობის გამომხატველ ცხრილს ვანგარიშობთ თითოეული ვარიანტისათვის საშუალო არითმეტიკულს, გადახრებს საშუალო არითმეტიკულიდან და მათ კვადრატებს.

ვარიანტებში გამოცდილი იყო შემდეგი ღონისძიებები: 1) ნათესი 70X70 (საკონტროლო). ბუდნაში 2 მცენარე: ორი კულტივაცია და ბუდნების თოხნა, 2) იგივე, თოხნის გარეშე + 4 კვ/ჰა პრიმექსტრა თესვის დროს. 3) იგივე, რაც მეორეში +2,4-დ ნატრიუმის მარილი I კულტივაციის დროს. 4) იგივე + 5 კვ/ჰა ცხ.14. ცდის მათემატიკური დამუშავება განზოგადებული მეთოდი.

ამონიუმის სულფატის ნარევი 2,4-დ 1 კვ/ჰა-თან. 5) იგივე+2,4-დ 1 კვ/ჰა შერეული 2 კვ პრიმექსტრასთან , 6) იგივე 2,4-დ 1 კვ/ჰა შერეული 1 კვ/ჰა პრიმექსტრასთან და 5 კვ/ჰა ამონიუმის სულფატთან, 7) იგივე, +2,4-დ 1 კვ/ჰა შერეული 1 კვ/ჰა პრიმექსტრასთან და 2,4-დ 1 კვ/ჰა II კულტივაციის დროს. 8) თესვის წესი იგივე + კულტივაცია, I კულტივაციის დროს თოხნა, II კულტივაციის დროს 2,4-დ 1 კვ/ჰა.

ფორმულაში ჩასასმელად ჩვენ გვჭირდება ყველა დანაყოფის გადახრის კვადრატების ჯამი $\left[\sum(\sum a^2) \right]$; ჩვენი მაგალითისათვის

$$\sum(\sum a^2)=42,99+18,74+24,0+23,17+55,89+5,12+27,62+23,7=221,23,$$

ხოლო $N=\ln$ ანუ $N= 8X3=24$, ამრიგად,

$$m = \pm \sqrt{\frac{221,23}{24(3-1)}} = \pm \sqrt{\frac{221,23}{48}} = \sqrt{4,6} = \pm 2,2 \text{ ც/ჰა,}$$

$$\text{სხვაობის ცდომილება } md = \pm 1,4m = 1,4X 2,2 = \pm 3,1.$$

ცხრილი 14

ვარიანტი	განმეორება	მარცვლის მოსავალი ც/ჰა	სამულო მოსავლიანობა M ც/ჰა	გადხრის სამულოდან ც/ჰა a	გადხრის კვადრატე a^2	გადხრის კვადრატეზის ჯამი $\Sigma (a^2)$
1		3	4	5	6	7
1 საკონტროლო	I	40,1	$M_1 = 42,4$	-2,3	5,29	42,99
	II	39,3		-3,1	9,61	
	III	47,7		+5,3	28,09	
2	I	39,0	$M_2 = 35,4$	+3,6	12,96	18,74
	II	33,7		-1,7	2,89	
	III	33,7		-1,7	2,89	
3	I	34,7	$M_3 = 38,7$	-4,0	16,00	24,00
	II	40,7		+2,0	4,00	
	III	40,7		+2,0	4,00	
4	I	41,7	$M_4 = 39,00$	+2,7	7,29	23,17
	II	40,2		+1,2	1,44	
	III	35,2		-3,8	14,44	
5	I	46,5	$M_5 = 40,8$	+5,7	32,49	55,89
	II	40,2		-0,6	0,36	
	III	36,0		-4,8	23,04	
6	I	37,35,6	$M_6 = 35,6$	+1,6	2,56	55,12
	II			-1,6	2,56	
	III			0	0,0	
7	I	38,9	$M_7 = 35,4$	-3,5	12,25	27,62
	II	35,8		+0,4	0,16	
	III	31,5		-3,9	15,21	
8	I	341,7	$M_8 = 39,0$	-3,8	14,44	23,7
	II	40,2		+2,7	7,29	
	III			+1,2	1,44	
$\Sigma(\Sigma a^2)$						221,23

ცდის შედეგების დამაჯერებლობის დასადგენად ყველა ვარიანტის მოსავალი შევადაროთ საკონტროლო ვარიანტის მოსავალს თითოეულისათვის დავადგინოთ t .

$$1 \text{ და } 2 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 35,4}{3,1} = 2,3$$

$$1 \text{ და } 3 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 38,7}{3,1} = 1,2$$

$$1 \text{ და } 4 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 39,0}{3,1} = 1,1$$

$$1 \text{ და } 5 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 40,8}{3,1} = 0,5$$

$$1 \text{ და } 6 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 35,6}{3,1} = 2,2$$

$$1 \text{ და } 7 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 35,4}{3,1} = 2,3$$

$$1 \text{ და } 8 \text{ ვარიანტისათვის } t = \frac{42,4 - 39,0}{3,1} = 1,1$$

მიღებული შედეგების მიხედვით მოსავლიანობის სხვაობა საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით არადადამაჯერებელია, რადგანაც t არც ერთ შემთხვევაში არ აღემატება 3-ს.

სხვაობის მეთოდი. ცდის ჩატარების დროს არის შემთხვევები, როდესაც ერთი ან რამდენიმე განმეორებაში მოსავალი საკმაოდ განსხვავებულია სხვა განმეორებების მოსავლისაგან, თუმცა ვარიანტებს შორის მოსავლიანობის თანაფარდობა ყველა განმეორებაში დაახლოებით ერთნაირია. ასეთ მდგომარეობას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც ცდის განმეორებები მოხვედრილი არიან ნიადაგის არათანაბარი ნაყოფიერების პირობებში. ეს კი იწვევს ცდის სისტემურ ცდომილებას, ე.ი. ცდომილების დროს ცდის ციფრობრივი მონაცემების წილადობრივი ან განზოგადებული მეთოდებით დამუშავება არ მოგვცემს სასურველ შედეგს, რადგანაც საშუალო არითმეტიკულის ცდომილება საკმაოდ დიდი გამოდის და ვარიანტთა შორის მოსავლიანობის სხვაობაც არადადამაჯერებელი ხდება.

როდესაც ცდაში გვაქვს სისტემური ცდომილებები, მაშინ ციფრობრივი მასალა სხვაობის მეთოდით უნდა დავამუშაოთ.

სხვაობის მეთოდის არსი ისაა, რომ განისაზღვრება არა საშუალო არითმეტიკულებს შორის სხვაობის ცდომილება, არამედ-საშუალო სხვაობის ცდომილება.

სხვაობის მეთოდით მათემატიკური დამუშავება წარმოებს წყვილ-წყვილად აღებული შესადარებელი ვარიანტების მიხედვით შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) გაიანგარიშება შესადარებელი ვარიანტების მოსავლიანობას შორის სხვაობა განმეორებების მიხედვით.

2) გამოიანგარიშება საშუალო სხვაობა, რისთვისაც უნდა შეჯამდეს ყველა სხვაობა და გაიყოს განმეორებათა რაოდენობაზე.

3) გავიგებთ თითოეული განმეორების ფარგლებში ვარიანტის მოსავლის სხვაობის გადახრას საშუალო სხვაობიდან (a^2) და შევაჯამებთ ($\sum a^2$).

4) ვანგარიშობთ საშუალო არითმეტიკულის ცდომილებას ჩვეულებრივი ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n(n-1)}}$$

რადგან წინასწარ მიღებული გვაქვს მოსავლებს შორის სხვაობა, m იქნება სხვაობის ცდომილება ე.ი. $m=md$;

5) გავიანგარიშოთ ვარიანტების საშუალო მოსავალი და საშუალო მოსავლებს შორის სხვაობას ($D = M_1 - M_2$)

6) დავადგინოთ დამაჯერებლობის კოეფიციენტს $t = \frac{D}{m_d}$

(აქ m არის იგივე m_d).

მაგალითი. „კვადრატულ-ბუდბრივი წესით ნათესი სიმინდის მოვლის აგროტექნიკური და ქიმიური ღონისძიებების გავლენა სიმინდის მოსავალზე.

საკონტროლო ვარიანტს ცალ-ცალკე შევუწყვილოთ და შევადაროთ გამოსაცდელი ვარიანტების მოსავალი ზემოთ განხილული თანმიმდევრობით (ცხრ 16).

	ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა		
		I	II	III
1	საკონტროლო (აგროწესებით)	49,0	59,4	61,2
2	ორი ჯვარედინი კულტივაცია თოხის გარეშე	39,0	29,0	34,0
3	იგივე, პირველი კულტივაციის დროს 2,4-დ 0,8 კგ/ჰა, მეორედ ხელით თოხნა	45,4	54,0	49,0
4	იგივე, რაც მეორეში მხოლოდ პირველი კულტივაციის დროს თოხნა, მეორე-2,4-დ 0,8 კგ/ჰა	46,4	54,6	54,4
5	ორჯერ კულტივაცია, ორჯერ 2,4-დ 0,8 კგ/ჰა ხელით თოხნის ნაცვლად	40,4	50,0	44,4

სხვაობის მეთოდით დამუშავება გვიჩვენებს, რომ აგროწესებით გათვალისწინებული სიმინდის ნათესის მოვლა (ორჯერ ჯვარედინი კულტივაცია, ორჯერ გათოხნა) უფრო მეტ მოსავალს იძლევა, ვიდრე 2,4-დ ნატრიუმის მარილის 0,8 კგ/ჰექტარზე, ან მხოლოდ კულტივაცია. სხვა ვარიანტების ჩამორჩენა საკონტროლო

ვარიანტი	ვარიანტის მოსავალი ც/ჰა		მოსავლის სხვაობა ც/ჰა	გადახრა საშუალო სხვაობიდან	გადახრის კვადრატი	სხვაობის ცდომილება	დმაჯერებლობის კოეფიციენტი
1	2	3	4	5	6	7	8
I	49,0	39,0	10,0	-12,5	156,25	-	-
II	59,4	29,0	30,42	+7,9	62,41	-	-
III	61,2	34,0	7,2	+4,7	22,09	-	-
ჯამი საშუალო	169,6 56,5	102 34,0	67,6 22,5	0,1 -	240,75 -	- 6,4	- 3,5
1	2	3	4	5	6	7	8
I	49,0	45,4	-3,6	-3,4	11,56	-	-
II	59,4	54,0	+5,4	-1,6	2,56	-	-
III	61,2	49,0	+12,2	+5,2	27,04	-	-
ჯამი საშუალო	169,6 56,5	151,4 49,5	21,2 7,0	0,2 -	41,16 -	2,6	2,7

1	2	3	4	5	6	7	8
I	49,0	46,4	2,6	-2,1	4,41	-	-
II	59,4	54,6	4,8	+0,1	0,01	-	-
III	61,2	54,4	6,9	+2,1	4,41	-	-
ჯამი	169,6	155,4	14,2	-	8,83	1,2	3,9
საშუალო	56,5	51,8	4,7	0,1	-		
1	2	3	4	5	6	7	8
I	49,0	40,4	8,6	-3,0	9,00	-	-
II	59,4	50,0	9,4	-2,2	4,84	-	-
III	61,2	44,4	16,8	+5,2	27,04	-	-
ჯამი	169,6	134,8	34,8	0	40,84	-	
საშუალო	56,5	44,9	11,6	-		2,6	4,5

ვარიანტისაგან უტყუარია, რადგან $0,95$ ალბათობის ფარგლებში სტიუდენტის ცხრილით $t=2,8$. ჩვენს მაგალითში ყველგან t აღემატება სტიუდენტის კრიტერიუმს გარდა მესამისა (1 და 2 ვარიანტისათვის $t = 3,5$, 1 და 3 ვარიანტისათვის $t=2,7$, ხოლო 1 და 4 ვარიანტისათვის $t=3,9$ და 1 და 5 ვარიანტისათვის $t=4,5$).

ცხრ.17.იგივე ცდის მონაცემების წილადობრივი მეთოდით დამუშავება

ვარიანტი	განმეორება	მოსავალი ცვა	M	a	a ²	±m	D	±m _d	t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	49,0			-7,5	56,25	$m_1 =$ $=3,8$	-	-	-
II	59,4			+2,9	8,41				
III	61,2	56,5		+4,7	22,09				
I	39,0	34,0		+5,0	25,00	$m_2 =$ $=2,9$	22,5	4,8	4,7
II	29,0			-5,0	25,00				
III	34,0			0,0	0,0				
I	45,4	49,5		-4,1	16,81	$m_3 =$ $=2,5$	7,6	4,5	1,6
II	54,0			+4,5	20,25				
III	49,0			-0,5	0,25				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I	46,4	51,6	-5,2	27,04	$m_4 =$	4,9	4,8	1,0
	II	54,6		+3,0	9,00	$=2,7$			
	III	54,4		+2,8	7,84				
	I	40,4	44,9	-4,5	20,25	$m_5 =$	11,6	4,7	2,2
	II	50,0		+5,1	26,01	$=2,8$			
	III	44,4		-0,5	0,25				

ჩვენ რომ იგივე მაგალითი დავამუშაოთ წილადობრივი მეთოდით, სასურველ შედეგს ვერ მივიღებთ, რადგანაც განმეორებების მოსავალი საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, ეს კი ზრდის ცდომილების მაჩვენებელს, პირველი განმეორების საშუალო მოსავალი 43,9 ცენტნერია 1 ჰექტარზე, მეორე და მესამე განმეორებაში კი 49,4 და 48,6 ცენტნერი. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ პირველი განმეორება მოხვედრილია შედარებით დაბალი ნაყოფიერების ნიადაგურ პირობებში და ცდაში ადგილი აქვს სისტემურ ცდომილებას.

მართლაც, თუ გადავხედავთ იგივე ცდის მონაცემების წილადობრივად დამუშავების შედეგებს (იხ. ცხრილი 17) დამაჯერებლად შეიძლება ჩავთვალოთ მხოლოდ პირველი და მეორე ვარიანტებს შორის მოსავლიანობის სხვაობა, დანარჩენი ვარიანტების განსხვავებული მოსავალი საკონტროლოსთან შედარებით კი ცდომილების ფარგლებშია, ფაქტიურად კი სწორად შერჩეული მეთოდი მის უტყუარობას ადასტურებს.

დისპერსიული მეთოდი. ცდის მონაცემთა მათემატიკური დამუშავების ამჟამად არსებული მეთოდებიდან ფართოდ გამოიყენება დისპერსიული ანალიზის მეთოდი.

დისპერსიული ანალიზით შეიძლება შევაფასოთ ცდაში შესწავლილ ღონისძიებებზე მოქმედი ფაქტორები როგორც ცალ-ცალკე, ისე ერთობლივად.

ცდის შედეგების ცვალებადობა დამოკიდებულია ვარიანტებისა და განმეორებების ცვალებადობაზე და აგრეთვე შემთხვევითი ხასიათის მიზეზებზე. დისპერსიული მეთოდი გამოიყენება როგორც

ერთფაქტორიანი, ისე მრავალფაქტორიანი ცდების ციფრობრივი მასალის დასამუშავებლად.

დისპერსიული მეთოდი ყველაზე უფრო რთული მეთოდია. უფრო ნათელი რომ იყოს დისპერსიული მეთოდით ციფრების დამუშავების თანმიმდევრობა, ამ მეთოდის არსი განვიხილოთ ცდის მაგალითზე. მოგვყავს საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის მიწათმოქმედების კათედრაზე დამუშავებული ექსპერიმენტის მონაცემები, რომელიც ჩატარებულია მუხრანის სასწავლო-საცდელ მეურნეობაში.

როგორც ყოველი მათემატიკური დამუშავების დროს, პირველრიგში საჭიროა შედგეს მოსავლიანობის (ან სხვა მაჩვენებლების) ცხრილი ვარიანტებისა და განმეორებების მიხედვით.

მაგალითი.

ჰერბიციდებისა და მინერალური სასუქების ნარევის გამოყენება სიმინდის ნათესში ამისათვის შევადგინოთ ცხრილი 18.

ცდის მონაცემების დამუშავებას ვიწყებთ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1) გამოვიანგარიშებთ ცდის თითოეული ვარიანტის (ან ჯიშის) საშუალო არითმეტიკულს (M) ჩვეულებრივი წესით. ვარიანტების საშუალო მოცემულია მე-18 ცხრილის მე-7 სვეტში.

2)ვაჯამებთ ყველა ვარიანტის საშუალო მოსავალს და ჯამის ვარიანტთა რაოდენობაზე (1-6) გაყოფით ვანგარიშობთ ცდის საერთო საშუალო (M_0 საერთო), რომელიც ჩვენს ცდაში უდრის 51,7, ანდა დამრგვალებით 51-ს.

3) ვადგენთ მეორე (მე-19) ცხრილს, სადაც შეიტანება თითოეული დანაყოფის მოსავლის გადახრა „ნებისმიერი საწყისიდან“. ნებისმიერ საწყისად შიძლება ავიღოთ ცდის საშუალო მოსავალი, ანდა ცდაში უმცირესი და უდიდესი მოსავლის საშუალო არითმეტიკული. M საერთო გვაქვს 50,7, ანუ დამრგვალებით 51.

ამრიგად „ნებისმიერ საწყისად“ მივიჩნით 51 და გავიგოთ თითოეული დანაყოფის მოსავლის გადახრა ამ საწყისიდან.

ვარიანტი	განმეორებები					M საშუალო
	I	II	III	ჯამი		
1	2	3	4	5	6	7
1	2 კულტივაცია, ორი თოხნა	49,2	46,5	45,0	141,2	47,1
2	იგივე, როგორც I ვარიანტი, ოღონდ + I კულტ. დროს + პრიმექსტრა 4 კ/გ/ჰა-ზე	50,0	51,6	51,8	153,4	51,1
3	ორი კულტ.+ I კულტ. დროს +2,4-დ ამინის მარილი 1 კგ/ჰა-ზე +NPK 9 კგ/ჰა.	42,7	47,8	44,3	134,8	44,9
4	2 კულტ. I I კულტ. დროს + პრიმექსტრა 4 კ/გ/ჰა-ზე	54,0	53,5	51,9	159,4	53,1
5	2 კულტივაცია +1 კულტ. დროს პრიმექსტრა 2 კ/გ/ჰა	49,0	48,5	48,8	146,3	48,8
6	2 კულტ. +1 -ი კულტ. დროს + პრიმექსტრა 2 კ/გ/ჰა-ზე და 2,4-დ ამინის მარილი 1 კგ/ჰა-ზე+ I I - ე კულტ. დროს პრიმექსტრა 2 კ/გ/ჰა+ NPK 9 კგ/ჰა..	58,5	60,2	59,0	177,7	59,2
1 ჯამი		303,0	308,1	300,8	912,8	M=51,0

დანაყოფის მოსავლის გადახრა ნებისმიერი საწყისიდან

ცხრ. 19

ვარიანტი	განმეორება			S
	I	II	III	
1	-1,3	-4,5	-6,0	-11,8
2	-1,0	+0,6	+0,7	+0,4
3	-8,3	-3,2	-6,7	-18,2
4	+3,0	+2,5	+0,9	+6,4
5	-2,0	-2,5	-2,2	-6,7
6	+7,5	+9,2	+8,0	+24,7
P	-2,1	+2,1	-5,2	Q = -5,2 Q ² =27,04

შენიშვნა: დამრგვალებას ამ შემთხვევაში მიემართავთ განაგარიშების გასაადვილებლად. საერთოდ კი ციფრების დამუშავების დროს უნდა დავიცვათ დამრგვალების არსებული წესი).

4) ვარიანტების მიხედვით გამოვიანგარიშებთ გადახრების ჯამს (S), რომლის დროსაც მხედველობაში ვღებულობთ მიმატებისა და გამოკლების ნიშანს, მაგ., მეორე ვარიანტისათვის = $-1,0+0,6+0,8=+0,4$.

5) ვაჯამებთ ყველა ვარიანტის გადახრის ჯამს (S) და მივიღებთ საერთო გადახრას $Q = -5,2$. თუ ჩვენი გაანგარიშებანი სწორია, P ჯამმაც უნდა მოგვცეს $-5,2$. ფაქტიურად ასეც არის :
 $-2,1 + 2,1 - 5,2 = -5,2$.

6) შემდგომი გაანგარიშების დაწყებამდე საჭიროა შემოწმდეს ნებისმიერი საწყისიდან გამოანგარიშებული გადახრების სისწორე, რისთვისაც ნებისმიერი საწყისი (51) უნდა გამრავლდეს ცდის დანაყოფთა საერთო რაოდენობაზე ($ln=18$) და მიემატოს $Q = -5,2$. უნდა მივიღოთ მთელი ცდის დანაყოფთა მოსავლის საერთო ჯამი- $912,8$, $(51 \times 18) + (-5,2) = 912,8$, ამით დავრწმუნდით, რომ გადახრები სწორად არის გაანგარიშებული.

თუ არ გვექნება ასეთი დამთხვევა საჭიროა შეცდომა ვეძებოთ ცალკეული ვარიანტების მიხედვით. ამასთან ნებისმიერი საწყისი (51) მრავლდება გამეორეობათა რაოდენობაზე (3) და ემატება

გადახრის კვადრატები ცხრ. 20.

ვარიანტი	მოსავალი				
	I	II	III	ჯამი ($\sum Y^2$) ვარიანტის მიხედვით	S
1	1,69	90,95	36,00	57,94	132,24
2	1,00	0,36	0,64	2,00	0,16
3	68,89	10,24	44,89	124,02	331,24
4	9,00	6,25	0,81	16,06	40,96
5	4,00	6,25	4,84	15,09	44,89
6	56,25	84,64	64,00	204,9	610,09
ჯამი ($\sum Y^2$) განმეორების მიხედვით	140,83	127,99	151,18	420,00	\sum_{s^2} 1166,58
P ²	4,41	4,41	27,04	-	-

გადახრების ჯამი (S). მიღებული ციფრი თუ ემთხვევა ვარიანტის მოსავლის ჯამს სამივე განმეორებაში (141,2), ამ ვარიანტში შეცდომა არ გვაქვს გაანგარიშებაში. მაგალითად, პირველი ვარიანტისათვის: $(51 \times 3) + (-11,8) = 153 - 11,8 = 141,2$, ე.ი. გაანგარიშება სწორია. თუ დამთხვევა არ მოხდა ხელახლა უნდა ვიანგარიშოთ ამ ვარიანტის გადახრები.

7) ავიყვანოთ კვადრატში $Q = -5,2$ ე.ი. $Q^2 = 27,04$. ამასთანავე აგვყავს კვადრატში ყველა დანაყოფის გადახრები ნებისმიერი საწყისიდან და შეგვაქვს მე-20 (მესამე) ცხრილში.

8) ვანგარიშობთ განმეორებების გადახრების კვადრატების ჯამს

$$\sum p^2 = 4,41 + 4,41 + 27,04 = 35,86$$

9) ვანგარიშობთ გადახრების კვადრატების ჯამს

$$\sum S^2 = 139,24 + 0,16 + 331,24 + 40,96 + 44,89 + 610,09 = 1166,58$$

10. ვარირების განსაზღვრისათვის მიღებულ მონაცემებს ვალაგებთ შემდეგი თანმიმდევრობით:

M საერთო =51,0	$\sum Q^2 = 27,04$
l.n=18	$\sum y^2 = 420,0$
n=3	$\sum p^2 = 35,86$
l=6	$\sum S^2 = 1166,58$

11) გამოვიანგარიშოთ ვარირება:

$$\text{საერთო } \sum Y^2 - (Q^2 : \ln) = 420,0 - (27,04 : 18) = 418,05$$

განმეორების:

$$[\sum p^2 - (Q^2 : n)] : l = [35,86 - (27,04 : 3)] : 6 = 4,47$$

ვარიანტის

$$[\sum S^2 - (Q^2 - l)] : n = [1166,58 - (27,04 : 6)] : 3 = 387,36.$$

12) შვადგინოთ დისპერსიული ანალიზის ცხრილი (N 21), სადაც მოცემულია კვადრატების ჯამები: საერთო, განმეორების, ვარიანტების და ნაშთი. ნაშთი გამოიანგარიშება განმეორებების და ვარიანტების კვადრატების ჯამის, საერთო კვადრატების ჯამიდან გამოკლებით (თავისუფლების ხარისხი ერთის გამოკლებით იანგარიშება).

ცხრ. 21. დისპერსიული ანალიზის ცხრილი

განზნევა	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების ჯამი	საშუალო კვადრატული გადახრის კვადრატი (a^2)
საერთო	17	418,50	-
განმეორების ვარიანტების	2	4,47	-
ნაშთი	10	26,67	$a^2 = 2,6670$

a^2 განისაზღვრება კვადრატის ნაშთის გაყოფით თავისუფლების ხარისხის ნაშთზე ე.ი. $26,67:10=2,66$

13) ვანგარიშობთ ცდის საშუალო არითმეტიკულების საშუალო ცდომილებას E-ფორმულით $E = \frac{\sqrt{a^2}}{\sqrt{n}}$

სადაც a^2 - არის საშუალო კვადრატული გადახრის კვადრატი, n- განმეორებათა რაოდენობა.

$$E = \frac{\sqrt{a^2}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{2,6670}}{\sqrt{3}} = \frac{1,64}{1,74} = 0,9 \text{ ც/ჰა.}$$

თუ შესადარებელი ვარიანტების მოსავალს შორის სხვაობა აღმატება $3E=0,9 \times 3=2,7$ ც/ჰა, მიღებული შედეგები სარწმუნოა.

ჩვენს მაგალითში დამაჯერებლად ჩაითვლება საკონტროლოსთან შედარებით, მოსავლის მატება მე-2, მე-4 და მე-6

ვარიანტებში, რადგან საკონტროლოსა და ამ ვარიანტების მოსავალს შორის სხვაობა $3E$ -ს აღემატება.

14) ვანგარიშობთ ცდის საშუალო სიზუსტეს პროცენტობით:

$$p = \frac{100XE}{M_0} = \frac{100 \times 0,9}{51} = \frac{90}{51} = 1,76\%$$

ცდის სიზუსტე საკმაოდ აკმაოფილებს აგროტექნიკური ცდების მოთხოვნილებას.

დისპერსიული ანალიზის დროს იყენებენ რიგ სტატისტიკურ ხერხებს, რომელიც საშუალებას იძლევა გაანგარიშების გამარტივებისას.

დისპერსიული მეთოდით დამუშავების ერთ-ერთი სახეა **მაკორექტირებელი ფაქტორის გამოყენება**. ამ დროს შეიძლება ნებისმიერ საწყისად ავილოთ ნული და გადახრების ნაცვლად პირდაპირ მოსავალი აგვყავს კვადრატში.

მაკორექტირებელი ფაქტორის გამოყენებით განისაზღვრება ვარირების ყველა სახე. ეს ფაქტორი აღინიშნება C ასოთი, სადაც

$$C = \frac{(\Sigma X)^2}{ln},$$

აქ ΣX -ცდის საერთო მოსავალია, l - ვარიანტთა რაოდენობა, n - განმეორებათა რაოდენობა.

საერთო, განმეორებების, ვარიანტებისა და ნარჩენი ვარირება განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

$$\text{საერთო ვარირება } C_y = \Sigma X^2 - C;$$

$$\text{განმეორების ვარირება } C_p = \frac{\Sigma(\Sigma p)^2}{l} - C;$$

$$\text{ვარიანტების ვარირება } C_v = \frac{\Sigma(\Sigma v)^2}{n} - C;$$

$$\text{შემთხვევითი ვარირება (ნაშთი) } C_z = C_y - (C_p + C_v).$$

აღნიშნული მეთოდით ჩვენ შეგვიძლია დავადგინოთ თუ რომელ მოქმედ ფაქტორზე რა ნაწილი მოდის პროცენტულად საერთო ვარიაციიდან. რისთვისაც ვიყენებთ ფორმულას:

$$\text{ვარიაციის გავლენა } \frac{C_v}{C_y}, \text{ განმეორების გავლენა } \frac{C_p}{C_y},$$

$$\text{შემთხვევითი ფაქტორების გავლენა } \frac{C_z}{C_y}$$

მაკორექტირებელი ფაქტორით ცდის მონაცემების ცხრილი 22

	განმეორების მოსავალი (X)			$\sum v$	მოსავლის კვადრატები			$\sum v^2$
	I	II	III		I	II	III	
1	49,7	46,5	45,0	141,2	2470,09	2162,25	2025,00	19937,44
2	50,0	51,6	51,8	153,4	2500,00	2662,56	2683,24	23531,56
3	42,7	47,8	44,3	134,8	1823,29	2284,84	1962,49	18141,04
4	54,0	53,5	51,9	159,4	2916,00	2862,25	2693,61	25408,36
5	49,0	48,5	48,8	146,3	2401,00	2352,25	2381,44	21403,69
6	58,5	60,2	59,0	177,7	3422,25	3624,04	3481,00	31577,29
Σ	303,9	308,1	300,8	912,8	92355,2	94924,6	90480,64	833203,84

დამუშავების ნათელსაყოფად განვიხილოთ იგივე მონაცემების დამუშავების თანმიმდევრობა.

1. შევადგინოთ მოსავლიანობის ცხრილი, რომელშიც მარცხენა მხარეზე გვექნება მოსავალი ვარიანტებისა და განმეორებების მიხედვით, ხოლო მარჯვნივ მათი კვადრატები.

2. ვერტიკალურ სვეტებში შევაჯამოთ ყველა მაჩვენებელი და გავიგოთ $\sum p$, ჰორიზონტალური მიმართულებით ციფრების შეჯამებით კი ვარიანტების მოსავლის ჯამი განმეორებების მიხედვით - $\sum v$.

3. ავიყვანოთ კვადრატში თითოეული დანაყოფის მოსავალი (X^2): განმეორებების მოსავალი $(\sum p)^2$, ვარიანტების მოსავლის ჯამი $\sum (v)^2$ და მთელი ცდის მოსავალი $(\sum x)^2$.

4. დავადგინოთ დაკვირვებათა საერთო რაოდენობა
 $ln=6X3=18$

5. გამოვიანგარიშოთ მაკორექტირებელი ფაქტორი

$$C = \frac{(\sum x)^2}{ln}, \text{ რომელიც ჩვენს მაგალითში იქნება}$$

$$C = \frac{912,8^2}{18} = \frac{833203,84}{18} = 46289,1$$

6. გამოვიანგარიშოთ საერთო და სხვა ფაქტორებით გამოწვეული ვარირება.

ა) საერთო ვარირება

$$C_y = \sum x^2 - C = (2470,09 + 2500 + 1823,29 + \dots + 3481,00) - 46289,1 = 418,51$$

ბ) განმეორებების ვარირება

$$C_p = \sum (\sum p)^2 : l - C = (92355,21 + 94924,61 + 90480,64) : 6 - 46289,1 = 4,31$$

გ) ვარიანტების ვარირება

$$C_v = \sum (\sum v)^2 : n - C = (19937,44 + 23531,56 + \dots + 31577,29) : 3 - 46289,1 = 377,34$$

დ) შემთხვევითი ვარირება

$$C_z = C_y - (C_p + C_v) = 418,51 - (4,31 + 377,34) = 36,85$$

7. შვედგინოთ დისპერსიული ანალიზის ცხრილი

ცხრილი 23

დისპერსიული ანალიზის ცხრილი

განზნევა	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების ჯამი	საშუალო კვადრატული გადახრის კვადრატი (a^2)
საერთო განმეორების ვარიანტების ნაშთი	17	418,51	-
	2	4,31	-
	5	377,34	75,47
	10	36,85	3,68

8. გავიანგარიშოთ საშუალოს ცდომილება

$$m = \sqrt{\frac{a^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,68}{3}} = 1,1 \text{ ც}$$

9. დავადგინოთ ცდის სიზუსტე

$$m\% = \frac{m \cdot 100}{M_0} = \frac{1,1 \cdot 100}{51} = 2,1\%$$

10. გავიგოთ სხვაობის ცდომილება

$$m_d = 1,41m = 1,41 \cdot 1,1 = 1,55 \text{ ც;}$$

11. განვსაზღვროთ უმცირესი არსებითი სხვაობა (უას). ნაშთის თავისუფლების ხარისხი გვაქვს 10. ასეთი შემთხვევისათვის სტიუდენტის კრიტერიუმით $t_{0,95} = 2,2$

$$\text{უას}_{0,95} = t_{0,95} \cdot m_d = 2,2 \cdot 1,55 = 3,41$$

ამრიგად დამაჯერებელია ის სხვაობა, რომელიც აღემატება 3,41 ც.

ამ წესით გაანგარიშებამაც გვიჩვენა, რომ საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით მოსავლის სხვაობა დამაჯერებელია მეორე, მეოთხე და მეექვსე ვარიანტებში, ისევე როგორც დისპერსიული ანალიზის პირველი სტატისტიკური მეთოდით განხილვისას.

3. მრავალწლოვანი მონაცემების დამუშავების მეთოდი

როგორც ცნობილია, მინდვრის ცდის შედეგებზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას, რომელთაგანაც უმეტეს შემთხვევაში ცდის შედეგი დამოკიდებულია ამინდის პირობებზე. ამასთანავე სტაციონარულ ცდებში ისეთი აგროტექნიკური ღონისძიებები, როგორცაა სასუქების სისტემატიური გამოყენება, გაკირიანება, ნიადაგის ღრმად დამუშავება და სხვა, ხანგრძლივი შემდგომი მოქმედებით ხასიათდებიან და ცხადია, რომ მიწათმოქმედების ამა თუ იმ საკითხის შესწავლა დამაჯერებელ შედეგებს ვერ მოგვცემს ხანმოკლე და მითუმეტეს ერთწლიან ცდებში.

შესასწავლი აგროტექნიკური ღონისძიებების ან ჯიშის აკვარგიანობის დასადგენად საჭიროა მრავალწლოვანი ცდების ჩატარება.

მრავალწლოვანი ცდის ციფრობრივი მონაცემები ყოველწლიურად მუშავდება ვარიაციული სტატისტიკის ამა თუ იმ მეთოდით, მაგრამ ცალკეულ წლებში მიღებული შედეგებით ვერ ვიმსჯელებთ გამოცდილი ღონისძიებების ან შესასწავლი ჯიშის ეფექტურობაზე, რადგან შესაძლებელია სხვადასხვა წლის პირობებმა გავლენა მოახდინოს ცდაზე და, მიღებული შედეგებიც ეჭვის ქვეშ დააყენოს.

ამიტომ მრავალწლიური მონაცემების უცილობლობის დასადგენად ცდის შედეგების ცალკეული წლების მიხედვით მონაცემების დამუშავების გარდა, საჭიროა მრავალწლიური მონაცემების მათემატიკური დამუშავება. მრავალწლიური მონაცემები მუშავდება როგორც სხვაობის, ისე დისპერსიული მეთოდით.

სხვაობის მეთოდით დამუშავებისას ვიყენებთ შემდეგ

ფორმულას:
$$m_d = \pm \sqrt{\left(\frac{\sum d^2}{n} - D^2\right) : n - 1};$$
 სადაც,

m_d - არის შესადარებელ ორ ვარიანტს შორის მრავალწლიური საშუალოს სხვაობის ცდომილება;

d -სხვაობა მათ შორის ცალკეული წლების მიხედვით;

n -წლების რაოდენობა.

ცდის მრავალწლიური ციფრობრივი მონაცემების მათემატიკური დამუშავება შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოებს:

1) ვარიანტების შედარება ხდება წყვილ-წყვილად. პირველრიგში საჭიროა გამოვიყვანოთ საკონტროლო და მასთან შესადარებელ ვარიანტის მრავალწლიური საშუალო მოსავლი;

2) გავიანგარიშოთ სხვაობა მრავალწლიურ საშუალო მოსავლებს შორის (D);

3) გავიანგარიშოთ შესადარებელ ვარიანტებს შორის მოსავლის სხვაობა ცალკეული წლების მიხედვით (d);

4) ავამაღლოთ კვადრატში ცალკეული წლების მოსავლიანობის სხვაობა (d^2)

5) ავამაღლოთ კვადრატში მრავალწლიურ საშუალო მოსავლებს შორის სხვაობა (D^2)

6) შევაჯამოთ ყველა d^2 , რომლის დროსაც ყურადღება ექცევა მათემატიკურ ნიშანს ($\sum d^2$);

7) მიღებული ციფრები ჩავსვათ ფორმულაში .

ვარიანტებს შორის მიღებული სხვაობა დამაჯერებელია მაშინ, როდესაც ეს სხვაობა 2-3 -ჯერ მაინც აღემატება თავის ცდომილებას

$$\text{ე.ი. } \frac{D}{m_d} \geq 2 \text{ ან } 3.$$

მაგალითი. მრავალწლიური ცდის მონაცემები აზოტის დოზების ეფექტურობაზე ჩაის პლანტაციაში .

აღნიშნულ ცდაში პირველი ვარიანტი საკონტროლოა, რომელსაც უნდა შევადაროთ ცალ-ცალკე დანარჩენი ექვსი ვარიანტი. ჯერ შევადაროთ პირველი (საკონტროლო) და მეორე ვარიანტი. ციფრობრივ მონაცემებს მივცეთ ცხრილის სახე (ცხრ.25).

წლები	უსასუქო (საკონტროლო)	P ₂ O ₅ -120 კგ/ჰა	PK+N 50 კგ/ჰა	PK+N 100 კგ/ჰა	PK+N 150 კგ/ჰა	PK+N 200 კგ/ჰა	PK+N 300 კგ/ჰა
1981	1429	1150	2247	3214	3701	4413	4201
1982	771	774	1271	2055	2382	3401	3593
1983	771	692	916	1282	1574	2449	2971
1984	1153	1068	1073	1299	1588	2568	2863
1985	350	266	473	925	1311	2029	2195
1986	230	167	291	734	1054	1595	1862
1987	212	193	288	486	690	1325	1555
1988	332	338	559	919	1371	1900	2123
1989	499	565	672	1015	1230	1350	1315
1980	773	800	1780	3144	3495	3703	4119

წლები	მოსავლიანობა კგ/ჰა		მოსავლიანობის სხვაობა კგ/ჰა(d)	d ²
	უსასუქო	ფონი PK		
1981	1429	1150	+279	77841
1982	771	774	-3	9
1983	771	692	+79	6241
1984	1153	1068	+85	7225
1985	350	266	+84	7056
1986	230	167	+63	3969
1987	212	193	+19	361
1988	332	338	-6	36
1989	499	565	-66	4356
1990	773	800	-27	729
ჯამი საშ.	6520 652	6013 601,3	- D=50,7 D ² =2570,49	$\sum d^2 = 107823$

უსასუქო ვარიანტის მრავალწლიური საშუალო უდრის 652კგ/ჰა, ხოლო შესადარებელი ვარიანტისა კი 601,3 კგ/ჰა. მათ შორის სხვაობა ტოლია 50,7 კგ/ჰა, მისი კვადრეტი $D^2 = 2570.49$ და ცალკე წლების მიხედვით ვარიანტებს შორის გადახრების კვადრატების ჯამი

$\sum d^2 = 107,823$. თუ ჩავსვავთ მიღებულ ციფრებს ფორმულაში

გვექნება:

$$m_d = \sqrt{\left(\frac{107823}{10} - 2570,49\right) : 10 - 1} = \pm\sqrt{912,42} = \pm 30,2$$

დამაჯერებლობის დასადგენად შევაფარდოთ ვარიანტებს

შორის სხვაობა სხვაობის ცდომილებასთან: $\frac{50,7}{30,2} = 1,7$ ასე, რომ

უსასუქო და PK-ს ფონზე მიღებული მოსავლიანობის სხვაობა არ არის სარწმუნო და ცდის ცდომილების ფარგლებშია.

$$m_d = \pm\sqrt{\frac{(2066628 - 93025) : 10 - 1}{10}} = \pm\sqrt{12627} = \pm 112 \text{ კგ/ჰა}$$

$$\frac{D}{m_d} = \frac{305}{112} = 2,7.$$

შევადართოთ საკონტროლო ვარიანტის ცდის მესამე ვარიანტი

ცხრილი. 26

წლები	მოსავლიანობა კგ/ჰა		მოსავლიანობის სხვაობა კგ/ჰა(d)	d^2
	უსასუქო	ფონი PK+ +N 50 ც/ჰა		
1981	1429	2247	-818	669124
1982	771	1271	-500	250 000
1983	771	916	145	21 025
1984	1153	1073	+80	6 400
1985	350	473	-123	15 129
1986	230	291	-61	3 721
1987	212	288	-76	5 776
1988	332	559	-227	51 529
1989	499	672	-173	29 929
1990	773	1780	-1007	1014 049
ჯამი	6520	9570	D=305	$\sum d^2 = 2066682$
საშუალო	652	957	$D^2 = 93025$	

ჩვენ მიერ განხილულ მაგალითში დამუშავებულია პირველი სამი ვარიანტის ციფრობრივი მაჩვენებლები. ასეთივე თანამიმდევრობით

უნდა შევადაროთ საკონტროლოს სხვა ვარიანტების მონაცემებიც. მაგრამ, როგორც ვხედავთ, ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს გაანგარიშების ტექნიკურ სიძნელებთან. გაანგარიშების გამარტივების მიზნით გამოიყენება მრავალწლიური მონაცემების დამუშავება დისპერსიული ანალიზით.

განვიხილოთ დისპერსიული მეთოდით მრავალწლიანი მონაცემების დამუშავების მაგალითი

ცხრილი 27

კარტოფილის მოსავალი ხანგრძლივი მონოკულტურის დროს

ვარიანტი	წლები						$\sum v$	M
	1955	1959+6	1957	1958	1959	1960		
უსასუქო	41	103	113	80	61	62	460	76,7
NP	33	174	121	90	76	84	578	96,4
NK	31	208	138	187	127	72	763	127,1
PK	57	336	201	173	123	85	975	162,5
NPK	54	307	237	219	138	84	1039	173,0
ნაკელი	69	326	214	176	138	92	1015	169,2
ნაკელი+ +NPK	73	330	207	242	150	96	1098	183,0
$\sum P$	358	1781	1231	1167	813	575	$\sum X$	$M_0 =$
M_p	51,1	254,9	174,4	166,1	116,1	82,1	=5928	=141,0

მრავალწლიანი მონაცემების დისპერსიული მეთოდით დამუშავებისათვის საჭიროა:

1. შეადგინოთ მოსავლიანობის ცხრილი ვარიანტებისა და წლების მიხედვით.

2. გამოვიანგარიშოთ წლების მიხედვით ცალკეული ვარიანტის მოსავლის ჯამი ($\sum v$), ვარიანტის მრავალწლიური საშუალო (Mv), ყველა ვარიანტის მოსავლის ჯამი ცალკე წლებში ($\sum P$), წლის საშუალო მოსავალი ცდაში (M_p), მრავალწლიური ცდის მოსავლის ჯამი ($\sum X$) და ცდის საერთო საშუალო მოსავალი (M_0).

3. გავიგოთ დაკვირვებათა საერთო რაოდენობა \ln (სადაც l ვარიანტთა რაოდენობაა, n -წლების რაოდენობა). $\ln=7.6=42$.

4. გამოვიანგარიშოთ მაკორექტირებელი ფაქტორი (C).

$$c = \frac{\sum(x)^2}{\ln} = \frac{5928^2}{42} = \frac{35141184}{42} = 836695.$$

5. დავადგინოთ ა) საერთო ვარირება ;

$$c_y = \sum x^2 - c = (41^2 + 103^2 + \dots + 96^2) - 836695 = 287707.$$

ბ) ვარირება წლების მიხედვით -

$$C_p = \sum(\sum p)^2 : l - C = (358^2 + 1784^2 + \dots + 575^2) : 7 - 836695 = 189164;$$

გ) ვარიანტების ვარირება

$$C_v = \sum(\sum v)^2 : n - C = (460^2 + 578^2 + \dots + 1098^2) : 6 - 836695 = 69783.$$

დ) შემთხვევითი ვარირება

$$C_z = C_y - (C_p + C_v) = 287707 - (189164 + 69783) = 28760$$

6. შვადგენთ დისპერსიული ანალიზის ცხრილს.

დისპერსიული ანალიზის ცხრილი N 28.

განზნვის სახე	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების ჯამი	საშუალო კვადრატი	დისპერსიის შვადგენა	
				ფაქტიური	ტაბულის ($p=0,99$)
საერთო	41	287707			
წლების	5	189164	37833	39,5	3,7
ვარიანტის	6	69783	11631	12.1	3,5
ნაშთი (შემთხვევითი ფაქტორები)	30	28760	959	-	

F კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ცხრილში $P=0,99$ ალბათობის ფარგლებში, ამიტომ მრავალწლიური

საშუალო მოსავლებს შორის სხვაობა ვარიანტების მიხედვით სავსებით დამაჯერებელია.

(კრიტერიუმ F-ის ფაქტიურ მნიშვნელობას ვპოულობთ წლებს ან ვარიანტების საშუალო კვადრატის გაყოფით ნაშთის საშუალო კვადრატზე (მაგ., 11631 : 959 = 12,1).

7. ცდის სიზუსტეს და დამაჯერებლობას ვადგენთ ისეთივე წესით რომელიც გამოყენებულია ერთი წლის მონაცემების დამუშავების დროს.

ა) მრავალწლიური საშუალოს ცდომილება

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} = \sqrt{\frac{959}{6}} = 12,6 \text{ ც.}$$

ბ) ცდის ზუსტე $m\% = \frac{m \cdot 100}{M_0} = \frac{12,6 \cdot 100}{141} = 8,9\%$

გ) სხვაობის ცდომილება $m_d = 1,41 \cdot m = 1,41 \cdot 12,26 = 17,8 \text{ ც.}$

დ) უმცირესი არსებითი სხვაობა (უას) 0,95 ალბათობის ფარგლებში, როდესაც ჩვენი მაგალითით ნაშთის თავისუფლების ხარისხი უდრის 30-ს, ცხრილის მიხედვით t ტოლია 2-ისა. ამრიგად, უას 0,95 = t 0,95 X m_d = 2,0 X 17,8 = 35,6.

ამრიგად, ჩენს მაგალითში ვარიანტების მოსავლის მრავალწლიურ საშუალოებში სხვაობა სარწმუნოა მაშინ, როდესაც ეს სხვაობა -35,6 ც.

სავარჯიშო მაგალითები

1) დაამუშავეთ წილადობრივი მეთოდით ცდის შემდეგი ციფრობრივი მონაცემები.

ვარიანტი	ხორბლის მოსავალი ც/ჰა განმეორების მიხედვით			
	I	II	III	IV
1.(საკონტროლო)	25,3	27,0	26,5	25,0
2.	33,5	31,7	32,5	32,5
3.	29,7	31,8	30,3	28,4
4	32,7	34,5	31,4	31,8
5.	30,8	29,6	28,8	32,4

2) იგივე მონაცემები, რომელიც ნაჩვენებია პირველი მაგალითში, დაამუშავეთ სხვაობის მეთოდით და შეადარეთ ერთმანეთს.

3) დაამუშავეთ განზოგადებული მეთოდით შემდეგი მონაცემები:

ვარიანტი	სიმინდის მოსავალი ც/ჰა განმეორების მიხედვით			
	I	II	III	IV
1.(საკონტროლო)	45,5	38,5	39,3	46,7
2.	46,7	49,5	41,3	48,5
3.	51,5	55,3	50,4	56,5
4	59,5	57,3	52,5	54,6

4) დაამუშავეთ დისპერსიული მეთოდით შემდეგი მონაცემები:

ვარიანტი	ქერის მოსავალი ც/ჰა განმეორების მიხედვით			
	I	II	III	IV
1.(საკონტროლო)	18,9	18,4	18,8	19,9
2.	29,6	19,0	18,2	18,7
3.	20,7	18,3	21,2	16,4
4.	28,9	33,1	20,1	20,7
5.	19,9	20,4	18,6	19,9
6.	22,6	26,7	22,4	24,2

5) დაამუშავეთ მრავალწლიური მონაცემები სხვაობისა და დისპერსიული მეთოდებით. შეადარეთ ამ ორი მეთოდის სიზუსტე და ტექნიკური მოხერხებულობა

ვარიანტი	ყურძნის სამ. მოსავალი ც/ჰა წლების მიხედვით				
	1982	1983	1984	1985	1986
1.(საკონ)	35,8	40,5	38,5	26,5	40,3
2.	40,5	48,0	45,0	32,3	50,6
3.	48,0	52,0	49,6	38,6	59,8
4.	56,5	60,5	55,0	40,5	69,5
5.	25,0	38,0	30,3	18,6	39,0

4. პრობიტ ანალიზი

როცა ჩატარებული ცდის ციფრობრივი მონაცემები გამოსახავს რომელიმე ბიოლოგიურად აქტიური ფაქტორის რაოდენობას-დოზირების, ხსნარის კონცენტრაციის და სხვ. გავლენას ბიოლოგიურ ობიექტებზე - მცენარეებზე, მწერებზე, მიკრო ორგანიზმებზე, ამ მონაცემთა ინტერპოლაციის დროს მიმართავენ ინტერპოლაციის სპეციალურ სტატისტიკურ ხერხს, რომელსაც პრობიტ-ანალიზი ეწოდება. ეს მეთოდი გამოიყენება ჰერბიციდების, ინსექტიციდების, ფუნგიციდების, დასხივების ეფექტის დასადგენად მოქმედი ნივთიერების დოზების კვალობაზე (ეფექტი-დოზა).

ამგვარ ცდებში ჩვეულებრივად ისწავლება მოქმედი ფაქტორის დოზების შედარებით მცირე რაოდენობა-5-10, მაგრამ დასახული მიზნისათვის დამაკმაყოფილებელი ეფექტი უმეტეს შემთხვევაში ზუსტად არცერთ გამოცდილ დოზას არ ემთხვევა. ამიტომ მის დასადგენად მიმართავენ მიახლოებითი გამოანგარიშების მეთოდს-ინტერპოლაციას მიღებული ფაქტობრივი მონაცემების საფუძველზე.

სიტყვა პრობიტ-ანალიზი ინგლისურად ნიშნავს ალბათობის ერთეულებს (probability unit). ასეთი ანალიზისათვის უპირველეს ყოვლისა საჭიროა საზომი ერთეულის დაწესება, რომელიც შეესაბამება სასურველი ეფექტის მისაღებ დოზას. ჩვეულებრივად ასეთ საზომად მიიჩნევენ ლეტალურ, ე.ი. სასიკვდილო დოზა-CD ან სდ, რომელიც იწვევს საცდელი ობიექტის-მცენარის, მწერის 50%-იან სიკვდილიანობას. ცდის მონაცემების მიხედვით სათანადო გამოანგარიშებით შეიძლება დავადგინოთ ნებისმიერი სხვა დოზაც, რომელიც იწვევს შესაბამისი პროცენტის სიკვდილიანობას- სდ 75, სდ 90 და ა.შ.

ცდაში გამოყენებული ამა თუ იმ დაზიანებული ფაქტორის დოზასა და მიღებულ ეფექტს შორის პროპორციული დამოკიდებულება არ არის. ამიტომ გრაფიკულად იგი სწორი ხაზით არ გამოისახება. დოზის ზრდის კვალობაზე ეფექტი ჯერ ნელა

მატულობს, მერე უფრო სწრაფად, შემდეგ ისევ მცირდება, მაგრამ არა იმგვარად, როგორც თავდაპირველად. ასეთი რთული მრუდის საფუძველზე ინტერპოლაციით დოზების გამოანგარიშება მეტად ძნელია. ამიტომ ფაქტორი S - მაგვარი მრუდი სწორხაზოვნად უნდა გადავაკეთოთ, მაშინ ადვილი იქნება ნებისმიერი ეფექტ-დოზის გამოანგარიშება ამის ერთ-ერთი უმარტივესი წესი ასეთია.

პრობიტ-ანალიზისათვის საჭიროა: 1) პრობიტების ცხრილი (იხ. ცხრილი 29), რომლის საშუალებით საცდელი ობიექტის სიკვდილიანობის პროცენტს გადავიყვანთ შესატყვის პირობით ერთეულში-პრობიტებში, 2) ლოგარითმული სახაზავი ან ათობითი ლოგარითმების ცხრილი და 3) მილიმეტრიანი ქაღალდი.

ცდის ციფრობრივი მონაცემები გადაგვაქვს ცხრილში, რომელშიაც ჩაიწერება შესწავლილი ფაქტორის დოზები ან საცდელი ობიექტის დაღუპვის საშუალო პროცენტი (ლეტალურობა), რომელიც მიიღება განმეორებებიდან საშუალოს გამოანგარიშებით. ანგარიშობენ და ამავე ცხრილში შეაქვთ დოზების ლოგარითმები და ლეტალობის შესატყვისი საშუალო პროცენტების პრობიტები (აქვე დართული ცხრილის მიხედვით).

ამ მონაცემების საფუძველზე ინტერპოლაციისათვის უნდა ავაგოთ გრაფიკი, რისთვისაც აბცისთა ღერძზე აღინიშნება ნივთიერების დოზების (კონცენტრაციის) ლოგარითმები, ხოლო ორდინატების ღერძზე-სიკვდილიანობის პროცენტის პრობიტი. ამის მიხედვით ფაქტობრივი, მონაცემების გამომსახველი წერტილები აღინიშნება სათანადო ადგილებზე. რამდენიც დოზაა გამოცდილი იმდენი ასეთი წერტილი გვექნება, რაც მეტია მით უკეთესი.

პრობიტების გამომსახველი წერტილების მიხედვით, მათთან მაქსიმალურ შესაძლებელ სიახლეებზე, გაიყვანება სწორი ხაზი, რომლის საშუალებით ადვილად ვიპოვით გამოცდილი ნივთიერების ნებისმიერ დოზას, რომელიც გვამცდევს დაღუპვის სასურველ პროცენტს სდ 50, სდ 95 და სხ. ამისათვის ორდინატების ხაზის იმ წერტილებიდან, რომელიც აღნიშნავს სასურველი

დალუპვის პროცენტის პრობიტებში გადასაყვანი ცხრილი
ცხრილი 29.

დალუპვის %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,55	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,48	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

სიკვდილიანობის პრობიტს (სდ 50-თვის იგი უდრის 5-ს, სდ 95-თვის 6,64, სდ 99-თვის 33 და ა.შ.). გაიყვანება ჰორიზონტალური ხაზები, რომელთა გადაკვეთაზე ემპირიული წერტილების მიხედვით გავლებულ სწორ ხაზთან ვპოულობთ წერტილებს, საიდანაც შვეული ხაზის გადაკვეთა აბცისთა ღერძზე მიგვითითებს შესატყვისი დოზის ლოგარითმს, ხოლო აქედან სათანადო ანტილოგარითმი გვაძლევს მოქმედი ნივთიერების სხვ.)

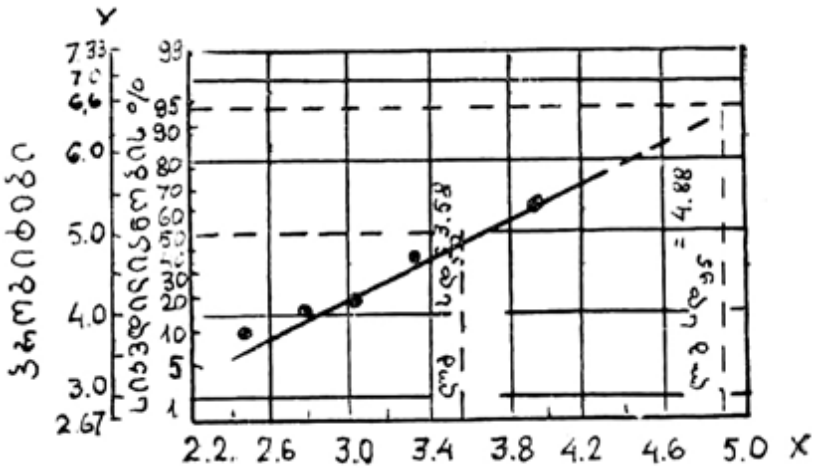
მოგვყავს მაგალითი პრობიტ-ანალიზისა კ.ა. გარის¹ მიხედვით. ისწავლებოდა პრობიტ ქლორინდანის ტოქსიკური მოქმედება ბუზზე, რისთვისაც აღებული იყო ინსექტიციდის ხსნარის 5 კონცენტრაცია, რომლითაც მოქმედებდნენ 9 ჯგუფად დაყოფილ მწერებზე, თითოეულში იყო 20-25 ბუზი, ე.ი. ვარიანტების განმეორება ცდაში უდრიდა 9-ს. ცდის შედეგები მწერების ცალკეული ჯგუფისათვის მოცემულია ცხრილში (ცხრ.30).

ამ მონაცემების მიხედვით ვაგებთ გრაფიკს, რომელზედაც აბცისთა ღერძზე აღვნიშნავთ პრეპარატის დოზების ლოგარითმს, ხოლო ორდინატების ღერძზე მწერის ფაქტიურ, ცდით დადგენილ სიკვდილიანობის პრობიტებს. შემდეგ მოვნიშნავთ სიკვდილიანობის შესატყვის 5 წერტილს და მათი მიხედვით ვატარებთ სწორ ხაზს, რომელიც ცდის შედეგის ინტერპოლაციის

ბუზების სიკვდილიანობა ქლორინდანის მოქმედებით

ცხრილი 30.

პრეპარატის დოზა (D) (მგ-ობით 1 ლიტრზე)	სიკვდილიანობის %	გარდაქმნილი მონაცემები	
		IgD	სიკვდილიანობის პრობიტი
250	13	2,398	3,87
500	15	2,699	3,96
1000	22	3,000	4,23
2000	39	3,301	4,72
8000	66	3,903	5,41



დოზის ლოგარითმი
 სურ 28. ინსექტიციდის გამოცდის შედეგების დამუშავება
 პრობიტ ანალიზის მეთოდით

საფუძველია. აბსცისთა ღერძიდან აღმართული ვერტიკალური ხაზისა და ორდინატების შესაფერის წერტილიდან გავლებულ ჰორიზონტალური ხაზის გაკვეთაზე ვპოულობთ პრეპარატის დოზის ლოგარითმს, რომელიც ვაძლევს საძიებელ სიკვდილიანობას, მაგალითად ად 50-ს. ამ შემთხვევაში ეს ლოგარითი უდრის 3,58-ს. მისი ანტილოგარითმი კი, რომელსაც ცხრილში (ან ლოგარითმულ სახაზავზე) ადვილად ვპოულობთ, უდრის 3800 მგ-ს 1 ლიტრზე. ასეთივე წესით მოიძებნება ნებისმიერი სხვა, ამა თუ იმ სიკვდილიანობის გამომწვევი დოზა პრეპარატისა.

მაგალითი. ჰერბიციდის მოქმედება სარეველებზე.

ჰერბიციდის მოქმედება სარეველებზე

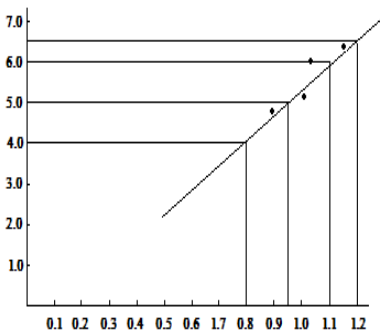
ცხრილი 31

ჰერბიციდის დასახელება	ნორმა აქტიური საწყისისა კგ/ჰა	ნორმის შესატყვისი ლოგარითმი	დასარეველიანების შემცირება	
			%	პრობიტი
პრიმექსტრა	6,1	0,7853	45	4,87
	8,9	0,9030	54	5,10
	10,4	1,0170	82	5,92
	13,5	1,1303	92	6,48

ცდის მონაცემების მიხედვით აიგება გრაფიკი (იხ სურ 29) და იანგარიშება სიმაზინის დოზები ლეტალურობის სხვადასხვა დონისათვის:

ამრიგად, ცდს მონაცემებით, პრიმექსტრას დოზა, რომელიც შეესაბამება სდ 50, ე.ი. იწვევს სარეველების 50 %-ის დაღუპვას, უდრის 7,42 კგ/ჰა-ზე.

საერთოდ პრობიტ-ანალიზის მეთოდი მეტად სასარგებლოა ისეთი ცდების ციფრობრივ მონაცემთა დასამუშავებლად, რომლებითაც ისწავლება ბიოლოგიური ობიექტების სხვადასხვა დამაზიანებელი ფაქტორი, რომლის დოზირება შეიძლება, მაგრამ მის საფუძველზე გაკეთებული დასკვნები მიახლოებითია, სიზუსტის დონის დადგენის საშუალებას კი მეთოდი არ გვაძლევს, თუმცა მუშაობა ამ მიმართულებით წარმოებს. ამ მეთოდში ზოგი რამ პირობით ხასიათისაა, მაგ. თავისთავად ემპირიული მრუდის სწორხაზოვნა გარდაქმნა მით უფრო შედარებით მცირე რაოდენობის წერტილების მიხედვით, აგრეთვე თვითონ საზომი ერთეული სდ 50. თუ მწერების სიკვდილიანობის შეფასებათვის იგი კიდევ საკმარისად დამაჯერებელია. სარეველების დაღუპვის შეფასებისათვის პრობიტ-ანალიზის მეთოდი შემდგომ შესწავლასა და დაზუსტებას საჭიროებს.



დოზის ლოგარითმი	ანტილოგარითმები მ.ნ.დოზა კგ/ზე
სდ 90-1,2	15,9
სდ 84-1,1	12,6
სდ 50-0,87	7,12
სდ -0,61	4,08

სურ.29. ჰერბიციდის ნორმის ლოგარითმი

ცხრილი . სტიუდენტის კოეფიციენტები tan (გაგრძელება) n	α						
	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	0.99	0.999
2	2.0	3.1	6.3	12.7	31.8	63.7	636.6
3	1.3	1.9	2.9	4.3	7.0	9.9	31.6
4	1.3	1.6	2.4	4.3	4.5	5.8	12.9
5	1.2	1.5	2.1	4.3	3.7	4.6	3.6
6	1.2	1.5	2.0	2.6	3.4	4.0	6.9
7	1.1	1.4	1.9	2.4	3.1	3.7	6.0
8	1.1	1.4	1.9	2.4	3.0	3.5	5.4
9	1.1	1.4	1.9	2.3	2.9	3.4	5.0
10	1.1	1.4	1.8	2.3	2.8	3.3	4.9
11	1.1	1.4	1.8	2.2	2.8	3.2	4.6
12	1.1	1.4	1.8	2.2	2.7	3.1	4.5
13	1.1	1.4	1.8	2.2	2.7	3.1	4.3
14	1.1	1.4	1.8	2.2	2.7	3.0	4.2
15	1.1	1.3	1.8	2.1	2.6	3.0	4.1
16	1.1	1.3	1.8	2.1	2.6	2.9	4.0
17	1.1	1.3	1.7	2.1	2.6	2.9	4.0
18	1.1	1.3	1.7	2.1	2.6	2.9	4.0
19	1.1	1.3	1.7	2.1	2.6	2.9	3.9
20	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.9	3.9
21	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.8
22	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.8
23	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.8
24	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.8
25	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.7
26	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.7
27	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	3.7
28	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	2.8	3.7
29	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	2.8	3.7
30	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	2.8	3.7
40	1.1	1.3	1.7	2.0	2.4	2.7	3.6
60	1.0	1.3	1.7	2.0	2.4	2.7	3.5
120	1.0	1.3	1.7	2.0	2.4	2.6	3.4
უსასრ.	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	3.3

სხვადასხვა ტენიანობის მარცვლის წონის (ან 1000 მარცვლის წონის) 14 % ტენიანობის წონაზე გადასაყვანი
კოეფიციენტები

(კულტურები: ხორბალი, ქერი, ჭვავი, სიმინდი, შვრია, სორგო, ბრინჯი,
წიწიბურა, ბარდა, სოია, ლობიო, ცერცველა, ცულისპირა)

დანართი 2

ტენიანობის მთელი პროცენტი		ტენიანობის მეათედი პროცენტი								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	1,105	1,104	1,102	1,101	1,100	1,099	1,098	1,097	1,095	1,094
6	1,093	1,092	1,091	1,090	1,088	1,087	1,086	1,085	1,084	1,083
7	1,081	1,080	1,079	1,078	1,077	1,076	1,074	1,073	1,072	1,071
8	1,070	1,069	1,067	1,066	1,065	1,064	1,063	1,062	1,060	1,059
9	1,058	1,057	1,056	1,055	1,053	1,052	1,051	1,050	1,049	1,048
10	1,047	1,045	1,044	1,043	1,042	1,041	1,040	1,038	1,037	1,036
11	1,036	1,034	1,033	1,031	1,030	1,029	1,028	1,027	1,026	1,024
12	1,023	1,022	1,021	1,020	1,019	1,017	1,016	1,015	1,014	1,013
13	1,012	1,010	1,009	1,008	1,007	1,006	1,005	1,003	1,002	1,001
14	1,000	1,999	1,998	1,997	1,995	1,994	1,993	1,992	1,991	1,990

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,981	0,980	0,979	0,978
16	0,977	0,976	0,974	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,967	0,966
17	0,965	0,964	0,963	0,962	0,960	0,959	0,958	0,957	0,956	0,955
18	0,953	0,952	0,951	0,950	0,949	0,948	0,947	0,945	0,944	0,943
19	0,942	0,941	0,940	0,938	0,937	0,936	0,935	0,934	0,933	0,931
20	0,930	0,929	0,928	0,927	0,926	0,924	0,923	0,922	0,921	0,920
21	0,919	0,917	0,916	0,915	0,914	0,913	0,912	0,910	0,909	0,908
22	0,907	0,906	0,905	0,903	0,902	0,901	0,900	0,899	0,898	0,896
23	0,895	0,894	0,893	0,892	0,891	0,890	0,888	0,887	0,886	0,885
24	0,884	0,882	0,881	0,880	0,879	0,878	0,877	0,876	0,874	0,873
25	0,872	0,871	0,870	0,869	0,867	0,866	0,865	0,864	0,863	0,862
26	0,860	0,859	0,858	0,857	0,856	0,855	0,853	0,852	0,851	0,850
27	0,849	0,848	0,847	0,845	0,844	0,843	0,842	0,841	0,840	0,838
28	0,837	0,836	0,835	0,833	0,832	0,831	0,830	0,829	0,828	0,827
29	0,826	0,824	0,823	0,822	0,821	0,820	0,819	0,817	0,816	0,815

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30	0,814	0,813	0,812	0,810	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803
31	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,797	0,795	0,794	0,793	0,792
32	0,791	0,790	0,788	0,787	0,786	0,785	0,784	0,783	0,781	0,780
33	0,779	0,778	0,777	0,776	0,774	0,773	0,772	0,771	0,770	0,769
34	0,767	0,766	0,765	0,764	0,763	0,762	0,760	0,759	0,758	0,577
35	0,756	0,755	0,753	0,752	0,751	0,750	0,749	0,748	0,747	0,745
36	0,744	0,743	0,742	0,741	0,740	0,738	0,737	0,736	0,735	0,734
37	0,733	0,731	0,730	0,729	0,728	0,727	0,726	0,724	0,723	0,722
38	0,721	0,720	0,719	0,717	0,716	0,715	0,714	0,713	0,712	0,710
39	0,709	0,708	0,707	0,706	0,705	0,703	0,702	0,701	0,700	0,699
40	0,698	0,697	0,695	0,694	0,693	0,692	0,691	0,690	0,688	0,687

ცხრილის გამოყენების წესი: მარცვლის მოსავლის, 1000 მარცვლის წონის 14%, საჭიროა მოსავლის გადაყვანა 14% ტენიანობაზე. ცხრილის პირველ ვერტიკალურ სვეტში უნდა მოინახოს მთელი პროცენტი-15, პირველ ჰორიზონტალურ სვეტში კი-მეათედი პროცენტი 5. მათი გადაკვეთის ადგილზე მყოფ რიცხვს, რომელიც ჩვენს მაგალითში 0,983-ია ვამრავლებთ ფაქტიურ მოსავალზე. (30 . 0983 = 29,49 ც/ჰა) და მივიღებთ მოსავლის რაოდენობას 14% ტენიანობაზე.

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი -, „საცდელი საქმის მეთოდის გამოყენებაში“

ტრაპეციოიდული წყალსაშვის გამოყენებისას 1 ჰა მორწყვის
ხანგრძლივობა (საათობით) რწყვის ნორმისა და წყლის წნევაზე
დამოკიდებულებით

წყლის წნევა (სმ- ობით)	სარწყავი ნორმები						
	წყლის ხარჯი (ლ/წთ)	600	800	1000	1200	1400	1500
1	2	3	4	5	6	7	8
5,0	8,34	19,9	26,6	33,3	40,0	46,6	49,9
5,2	8,84	18,8	25,1	31,4	37,7	44,0	47,1
5,4	9,36	17,8	23,7	29,7	35,6	41,5	44,2
5,6	9,88	16,7	22,3	27,9	33,5	39,1	41,9
5,8	10,42	15,9	21,1	26,8	31,5	36,7	39,6
6,0	10,96	15,2	20,2	25,2	30,2	35,2	37,7
6,2	11,51	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	36,0
6,4	12,08	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	34,5
6,6	12,65	13,1	17,5	21,9	26,3	30,7	32,9
6,8	13,23	12,6	16,8	21,0	25,2	29,4	31,5
7,0	13,81	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	30,0
7,2	14,41	11,5	15,3	19,1	22,9	26,7	28,6
8,6	18,81	8,9	11,8	14,7	17,6	20,6	22,0
8,8	19,47	8,5	11,4	14,3	17,2	20,0	21,4
9,0	20,14	8,7	11,0	13,8	16,6	19,4	20,8
9,2	20,82	8,0	10,6	13,2	15,8	18,4	19,7
9,4	21,50	7,7	10,3	12,9	15,5	18,1	19,4
9,6	12,19	7,5	10,1	12,7	15,3	17,9	19,2
9,8	22,89	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,0
10,0	23,59	7,0	9,4	11,8	14,2	16,6	17,8
10,2	24,30	6,8	9,0	11,2	13,4	15,6	16,7
10,4	25,02	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	16,5
10,6	25,74	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	16,4
10,8	26,48	6,2	8,2	10,2	12,2	14,2	15,2

1	2	3	4	5	6	7	8
11.0	27.52	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	15.0
11.2	27.96	5.9	7.9	9.9	11.9	13.9	14.9
11.4	28.71	5.8	7.8	9.8	11.8	13.8	14.8
11.6	29.47	5.6	7.5	9.4	11.3	13.2	14.1
11.8	30.24	5.5	7.3	9.1	11.0	12.8	13.7
12.0	31.01	5.4	7.1	8.9	10.7	12.5	13.4
12.2	31.79	5.2	7.0	8.7	10.4	12.3	13.1
12.4	32.57	5.0	6.7	8.5	10.2	11.9	12.8
12.6	33.36	4.9	6.6	8.3	9.9	11.6	12.4
12.8	34.16	4.8	6.5	8.1	9.7	11.3	12.1
13.0	34.97	4.7	6.3	7.9	9.5	11.0	11.9

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში“

სხვადასხვა კულტურაზე ფენოლოგიური დაკვირვების ცხრილების ნიმუშები

1. სასემოდგომო თავთავიანი კულტურები

ვარიანტის დასახელება	განმეორება	თესვის დრო	აღმოცენება		ბარტყობის დასაწყისი	საშემოდგომო . ვეგეტაციის შეწყვეტა	დათავთავება		საგაზაფხულო ვეგეტაც.განახლება	სიმწიფე			მოსავლის აღება	სავეგეტაციო პერიოდის აღრიცხვა		
			დასაწყისი 10 %	სრული 75 %			დასაწყისი 10 %	სრული 75 %		რძისებრი	ცვილისებრი	სრული		სრულ დათავთავებამდე	ცვილისებრ სიმწიფემდე	სრულ სიმწიფემდე

შენიშვნა: საგაზაფხულო პურეულზეც ფენოლოგიური დაკვირვებისცხრილი ამავე წესით შედგება. მხოლოდ არ გვექნება საშემოდგომო ვეგეტაციის შეწყვეტისა და საგაზაფხულო ვეგეტაციის განახლების გრაფები.

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდისკა მემცენარეობაში“

2. სიმინდი

დანართი 4-ის გაგრძელება

ვარიანტის დასახელება	განმეორება	თესვის დრო	აღმოცენება		დაფოთლება	ქოჩოჩის ამოტანა		ტაროს ამოტანა		სიმწიფე			მოსავლის აღება	სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა
			დასაწყისი 10 %	სრული 75 %		დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	რძისებრი	ცვილისებრი	სრული		

3. წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდის გაუმჯობესება“

4. კარტოფილი

დანართი 4-ის გაგრძელება

ვარიანტის დასახელება	განმეორება	თესვის დრო	აღმოცენება		ყვავილობა		ტუბერების გამონასკვის დასაწყისი	ფოჩის ჭკნობა		მოსავლის აღბა
			დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %		დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდიკა მემცენარეობაში“

4.მზესუმზირა

დანართი 4-ის გაგრძელება

ვარიანტის დასახელება	განმეორება	თევზის დრო	აღმოცენება		დაკოვრება		ყვავილობა		სიმწიფე		მოსავლის აღბა
			დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	რძისებრი	ცვილისებრი	

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში“

7. თამბაქო

დანართი 4-ის გაგრძელება

სათბურში თესვა	სათბურში აღმოცენება		ჩითილის ღია გრუნტში გათარბობა	პირველი და მესამე ნამდვილი ფოთლის განვითარება		ყვავილედის განვითარება		ყვავილობა		თავების წაწვეცა	ფოთლის შეტეხვა				ვეგეტაციის დამთავრება
	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %		დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %		1	2	3		

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში“

8. პომიდორი

დანართი 4-ის გაგრძელება

სათბურში თესვა	სათბურში აღმოცენება		ჩითილის გრუნტში გადარგვა	ყვავილობის დასაწყისი	ნაყოფის განვითარების დასაწყისი	ტექნიკური სიმწიფე და კრეფა					უკანასკნელი კრეფა	
	დასაწყისი 10 %	სრული 75 %				1 კრეფა	11 კრეფა	111 კრეფა				

შენიშვნა: თუ პომიდორი უშუალოდ გრუნტში ითესება მაშინ ზრდა განვითარების ფაზების აღრიცხვა იწყება: თესლით აღმოცენება და ა.შ.

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში“

ჩანაწერის ნიმუში სიმინდის მოსავლის აღებისას

გამეორება	ვარიანტის N	ვარიანტების დასახელება	სადრიცხოვო ფართობი მ ²	ჰექტარზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი	ნედლი მოსავალი დანაყოფიდან (კგ-ობით)			ნედლი ტარების ნიმუშების წონა კგ-ობით	ტარების ნიმუშების ჰაერმშრალი წონა კგ-ობით	მარცვლის გამოსავალი სანიმუშო ტარებიდან კგ- ობით	მარცვლის მოსავალი დანაყოფზე კგ-ობით	მოსავალი ც/ჰა	
					მთელი მასა	ნედლი ტარო	ნედლი ჩალა					ხმელი მარცვალი	ნედლი ჩალა

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ. მთვარელიშვილი; - „საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში“

დანართი 5 (გაგრძელება)

სანიმუშო ძნით მოსავლის აღრიცხვის დროს ჩანაწერებისა და გადაანგარიშების ნიმუში

ცდის ვარიანტი	განმეორება	სააღრიცხვო ფართობი (მ ²)	დანაყოფის საერთო ნედლი მოსავლის წონა	სანიმუშო ძნის N	სანიმუშო ძნის ნედლი წონა კგ	სანიმუშო ძნის ჰაერმშრალი წონა გალუწვის დროს კგ			სანიმუშო ძნიდან დანაყოფზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი
						საერთო მასა	მარცვალი	ჩალა	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	500	396	1	5,42	4,01	1,61	2,40	73,2
				2	6,15	4,36	1,75	2,61	64,4

დანართი 5 (გაგრძელება)

დანაყოფის ჰაერმშრალი მოსავალი კგ-ობით			დანაყოფიდან მოსავლის 1-ჰაზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი	მოსავალი ც/ჰა			მარცვლის ტენიანობა %-ობით	მარცვლის მოსავალი 14% ტენიანობაზე	საშუალო მოსავალი ც/ჰა-ზე
მარცვალი	საერთო მასა	ჩალა		საერთო მასა	მარცვალი	ჩალა			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
293	118	175	0,2	58,7	23,6	35,1	15,1	34,6	33,8
281	113	168		56,2	22,6	33,6		33,1	

შენიშვნა: სანიმუშო ძნიდან დანაყოფზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტის გამოსანგარიშებლად საჭიროა დანაყოფის მოსავლის საერთო ნედლი წონა გავყოთ სანიმუშო ძნის ნედლ წონაზე.
 2.სანიმუშო მოსავლიანობის გრაფა ივსება მაშინ, როდესაც დანაყოფზე აღებულია ორი სანიმუშო ძნა.
 3.ამ მაგალითში არის ორი სანიმუშო ძნა, პირველი ძნის მონაცემები წილადის ხაზს ზევითაა, მეორესი ქვევით.
წყარო:მ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი -,საცდელი საქმის მეთოდისკა მემცენარეობაში“

დანართი 5 (გაგრძელება)

ვარიანტი N	განმეორება	სააღრიცხვო ფართობი (მ ²)	დანაყოფის მოსავალი კვ-ობით			დანაყოფიდან მოსავლის 1-ჰაზე გადასაწარმოებელი	მოსავალი ც/ჰა			მარცვლის ტენიანობა %-ობით	მარცვლის მოსავალი სტანდარტულ (14%) ტენიანობაზე ც/ჰა
			საერთო მასა	მარცვალი	ჩალა		საერთო მასა	მარცვალი	ჩალა		
II	II	200	190	76,2	113,8	0,5	95,0	38,1	56,9	18,2	36,2

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში“

მცენარეთა სამეურნეო-ბიოლოგიური ნიშნების აღრიცხვა
(სიმინდი)

ვარიანტი	გამეორება	მცენარის N	მცენარეთა რაოდენობა დანაყოფზე	უტარო მცენარეები		მცენარის სიმაღლე სმ- ობით	ტაროს მიმაგრების სიმაღლე სმ-ობით	ტაროს სიგრძე სმ-ობით	ტაროს დიამეტრი სმ- ობით	მწკრივთა რაოდენობა ტაროზე	ტაროს წონა გრამო-ბით	მარცვლის წონა გრამობით	ნაქუჩის წონა გრამო-ბით	1000 მარცვლის წონა
				რაოდენობა	პროცენტი									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

შენიშვნა: მე-4, 5, 6, და 8 გრაფას პასუხები მთლიანი დანაყოფისათვის, დანარჩენი კი ცალკეული დაკვირვების მიხედვით 50 ტაროზე.

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდიკა მემცენარეობაში“

მცენარეთა სამეურნეო-ბიოლოგიური ნიშნების აღრიცხვა
(თავთავიანი პურეული)

ვარიანტი	გამეორება	მცენარეთა რაოდენობა 1 მ ²	ღეროების რაოდენობა 1 მ ²	ბარტყობა		მცენარის საშუალო სიმაღლე სმ-ობით	თავთავის სიგრძე სმ-ობით	თავთულების თავთავში	თავთავის სიმკვრივე	მარცვლის თავთავში	ერთი თავთავის მარცვლის წონა გრ-ობით	1000 მარცვლის წონა
				სრული	პროდუქტიული							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

შენიშვნა: მე-3, 4, 5, 6, 7 და 13 გრაფას პასუხები გვექნება მთელი დანაყოფისათვის, დანარჩენი ცალკეულ თავთავების მიხედვით.

წყარო: შ.ჭანიშვილი, შ.მთვარელიშვილი - „საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში“

წყლის შემცველობა ძირითად სასოფლო-სამეურნეო კულტურების
 თესვებში და მოთხოვნილება წყალზე გაღივებისას
 (%-ობით. ჰაერმშრალი მდგომარეობის მასის მიმართ)

კულტურა	წყლის შემცველობა თესვში შენახვის დროს	მოთხოვნილება წყალზე გაღივებისას
ხორბალი	14,0	64,78
ქერი	13,8	57,4
შვრია	13,5	76,85
სიმინდი	14,1	37,50
ფეტვი	13,7	25,33
ბარდა	10,2	114
ცერცველა	14,2	75
მზესუმზირა	5,3	-
შაქრის ჭარხალი	5,4	120
წითელი ამყურა	9,9	145
იონჯა	13,0	-

წყარო: ვ. ქეცხიშვილი-მიწათმოქმედების პროდუქტთა
 წარმოების ტექნოლოგია ,გვ. 491; 1998 წ

თელის გაღივებისა და აღმოცენების მინიმალური ტემპერატურა (ც⁰) და სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დღეებში

კულტურა	მინიმალური ტემპერატურა		სავეგეტაციო პერიოდი
	გაღივების	აღმოცენების	
საშემოდგ. ხორბალი	1-2	4-5	260-280
საშემოდგ. ქერი	1-2	4-5	210-250
ჭვავი	1-2	4-5	300-320
საგაზაფხულო ხორბალი:			
რბილი	1-2	4-5	90-115
მაგარი	3-4	4-5	110-125
შვრია	1-2	4-5	90-110
ფეტვი	8-10	10-11	80-100
სიმინდი	8-10	10-11	85-140
შაქრის ჭარხალი	3-4	6-8	140-180
ბარდა	1-2	4-5	80-120
ლობიო	10-12	12-13	80-120
მზესუმზირა	4-5	6-8	95-120
სოია	8-10	10-11	90-150
საგაზ. ცერცველა	1-2	4-5	85-120
კარტოფილი	5-6	8-10	60-120
იონჯა სათესლედი	5-6	8-10	-
ესპარცეტი	5-6	8-10	-

წყარო: ვ. ქეცხიშვილი-მიწათმოქმედების პროდუქტთა წარმოების ტექნოლოგია, გვ. 491; 1998 წ

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაახლოებითი გამძლეობა
 ყინვების მიმართ (ც⁰) განვითარების სხვადასხვა ფაზაში

კულტურა	ძველარე ბი ზიანდებ იან და ნაწილობ რივ ილუპები			ილუპება მცენარე ბის უმეტესო ბა		
	აღმონაცენი	ყვავილობა	რძისებური სიმწიფე	აღმონაცენი	ყვავილობა	რძისებური სიმწიფე
საგაზ.ხორბალი	9-10	1-2	2-4	10-12	2	4
შვრია	8-9	1-2	2-4	8-10	2	4
ქერი	7-8	1-2	2-4	8-10	2	4
ბარდა	7-8	3	3-4	8	3-4	4
საგაზ.ცერცველა	6-7	3	2-4	8	3-4	4
მზესუმზირა	5-7	1-2	-	8	3	-
ჭარხალი შაქრის და საკვები	6-7	-	-	8	-	-
სტაფილო	6-7	-	-	4	-	-
სოია	3-4	2	2-3	3	2	3
სიმინდი	2-3	1-2	2-3	3	2	3
ფეტვი	2-3	1-2	2-3	3	2	3
სუდანის ბალახი	2-3	1-2	2-3	2-3	2	3
კარტოფილი	2	2	1	1-1,5	2-3	3
ლობიო	1-1,5	0,5-1	2		1	2

წყარო: ვ. ქევხიშვილი-მიწათმოქმედების პროდუქტთა
 წარმოების ტექნოლოგია, გვ. 492; 1998 წ

მეტრული და ძველი რუსული ზომების შედარებითი ცხრილი

მეტრული ზომები
სიგრძის საზომი ერთეულები:
კილომეტრი (კმ)= 1000 მ
მეტრი (მ)= 10 დეციმეტრს (დმ) 100 სანტიმეტრს (სმ)
დეციმეტრი (დმ) =0,1 მ-10 (სმ)
სანტიმეტრი (სმ=0,01 მ, =10 მილიმეტრ (მმ),
მილიმეტრი (მმ) -0,001 მ
ფართობის საზომი ერთეულები:
კვადრატული მეტრი (კვ.მ ან მ ²)
კვადრატული კილომეტრი (კვ.კმ ან კმ ²) 1000000 მ ²
არი (ა) -100მ ²
კვადრატული დეციმეტრი (კვ.დმ ან დმ ²)-0,01 მ ²
კვადრატული სმ (კვ. სმ ან სმ ²) = 0,0001 მ ²
კვადრატული მილიმეტრი (კვ.მმ ან მმ ²) 0,000001 მ ²
მოცულობის საზომი ერთეულები:
კუბური მეტრი (კუბ. მ. ან მ ³)
კუბური დეციმეტრი (კუბ. დმ ან დმ ³)= 0,001 მ ³
კუბური სანტიმეტრი (კუბ. სმ ან სმ ³)0,000001 მ ³
წონის საზომი ერთეულები:
კილოგრამი (კგ) 1000 გრ
ტონა (ტ) 1000 კგ
ცენტნერი (ც) 100 კგ
გრამი (გ) 0,001 კგ
ფხვიერი და თხიერი ნივთიერებების მოცულობის საზომი ერთეულები:
ლიტრი (ლ) 1000 მლ
ჰექტოლიტრი (ჰლ=100 ლ
კილოლიტრი (კლ) 1000 ლ
დეკალიტრი (დლ) 10 ლ

წყარო:ვ. ქევიშივილი-მიწათმოქმედების პროდუქტთა წარმოების ტექნოლოგია ,გვ. 472; 1998 წ

გამოყენებული ლიტერატურა

1. შ.ჭანიშვილი-საცდელი საქმის მეთოდის საფუძვლები-1963
2. შ.ჭანიშვილი-საცდელი საქმის მეთოდის საფუძვლები-1973
3. შ.ჭანიშვილი, შ. მთვარელიშვილი-საცდელი საქმის მეთოდის მემცენარეობაში -1973
4. ზ.ტყეზუჩავა, ი.ფერაძე, ა.გათენაძე-მეცნიერული კვლევის საფუძვლები 1993 წ.
5. ი.ფერაძე-მინდვრის ცდა 1980 წ
6. მ.ოქროსაშვილი-მეცნიერული კვლევის საფუძვლები 2009წ.
7. ქეთო ლ. თურაბიანი დავით კიზირია -სახელმძღვანელო რეფერატების, თეზისების და დისერტაციების ავტორებისათვის” "ჩიკაგოს სტილი" სტუდენტებისა და მკვლევარებისათვის -2012 წ.
8. ნ. ოთხოზორია, ი.ლ. ტოკაძე, ვ. ოთხოზორია-სტატისტიკური ინფორმაციის დამუშავების პროგრამული უზღუნველყოფა-2009წ.
9. ვ. ქევიციანი-მიწათმოქმედების პროდუქტთა წარმოების ტექნოლოგია 1998 წ
10. „მიწის ნაკვეთის საკადასტრო აგეგმვითი/აზომვითი სამუშაოს შესრულებისა დოკუმენტირების წესი“ საქართველოს მთავრობის დადგენილება #388, 08 აგვისტო 2016წ.
11. В.В.Ещенко, и др -Основы опытного дела в растениеводствеМ.: «Колос»,2009.268с
12. Б.Д.Киришин, Р.Р.Усманов, И.П.Васильев.- Основы научных исследований в агрономии: учебник, М.:“ Колос“2009,
13. С.С. Литвинов. Методика полевого опыта овощеводстве М.:“ Колос“2011
14. М.Н.Худенко, и др. -Основы научных исследований в агрономии: Саратов, 2003
15. В.В.Глуховцев, В.Г.Кириченко, С.Н.Зудилин- Практикум по основам научных исследований в агрономии, М.: «Колос»,2006
16. Б. А. Доспехов Учебник. Методика полевого опыта..., 1985 г
17. internet resurs: google.ge; google.ru. google. com

სარჩევი

შესავალი	3
კვლევის თანამედროვე მეთოდები აგრონომიაში	5
მინდვრის ცდის სქემის შედგენა	6
სარეკოგნოსცირო სადაზვერვო აღრიცხვა	16
მინდვრის ცდის მეთოდება	22
განმეორებათა რაოდენობა.	24
ვარიანტებისა განმეორებათა განლაგება.	25
მინდვრის ცდის ერთობლივი გამოკვლევები	31
ფენოლოგიური დაკვირვებები.	31
ნიადაგის ტენტევალობა	33
ნიადაგის ფიზიკური თვისებების შესწავლა	34
მეტეოროლოგიური დაკვირვებანი	34
ბიომეტრიული გამოკვლევები.	35
საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა	36
ცდის საზღვრების ფიქსირება	40
საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა და საზღვრების ფიქსირება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით	42
მინდვრის ცდის აგროტექნიკის თავისებურებანი	51
სხვადასხვა კულტურის მოსავლის აღრიცხვის მეთოდები	66
ვარიაციული სტატისტიკის საფუძვლები	75
ცვლადობის სტატისტიკური კანონზომიერება	
ამონაკრების მოცულობა ანუ შერჩევის მოცულობა	90
თვისობრივი ანუ ალტერნატიული ცვალებადობა	92
კორელაცია	95
ცდის ციფრობრივი მონაცემების პირველადი მათემატიკური დამუშავება	98
დანაყოფის მოსავლის გაანგარიშება ჰექტარზე	99
მოსავლის დაყვანა სტანდარტულ ტენიანობაზე.	101
საშუალო არითმეტიკულის გამოანგარიშება.	102
წუნდებული დანაყოფების მოსავლის თეორიული გამოანგარიშება.	103
მცენარეთა სიმეჩხერეზე შესწორების მეთოდები	108
ცდის ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდები	111
წილადობრივი მეთოდი.	111
განზოგადებული მეთოდი.	115
სხვაობის მეთოდი	119
დისპერსიული ანალიზის მეთოდი.	123
მრავალწლოვანი მონაცემების დამუშავების მეთოდი	133
პრობიტ ანალიზი	141
დანართები	148-168

ნაშრომი ეძღვნება **შალვა თომას ძე ჭანიშვილის** ხსოვნას.



ცნობილი მეცნიერი, პედაგოგი და საზოგადო მოღვაწე, ახალგაზრდა სპეციალისტთა და მეცნიერთა მრავალი თაობის აღმზრდელი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ კორესპოდენტი, საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი შალვა თომას ძე ჭანიშვილი, დაიბადა ქ. ქუთაისში, 1900 წლის 20 მარტს, გარდაიცვალა 1986 წლის 13 აგვისტოს, თბილისში. ქართველი აგრონომი, ბატონი შალვა ჭანიშვილი, მრავალი საერთაშორისო სამეცნიერო ნაშრომების და სახელმძღვანელოს ავტორი და თანაავტორია, მან 1923 წელს დაამთავრა მილანის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი, 1923-1926 წლებში მუშაობდა აგრონომად საფრანგეთში, 1926-1942 წლებში საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო პროფილის სამეცნიერო დაწესებულებებში სხვადასხვა თანამდებობებზე იყო და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას ეწეოდა. 1942-1952 წლებში იყო მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა განყოფილების სწავლული მდივანი. 1952-1958 წლებში მუშაობდა საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის აგროქიმიის განყოფილების გამგედ. ხოლო 1958 წლიდან საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრის პროფესორია. პროფესორ შალვა ჭანიშვილმა შეისწავლა საქართველოს მინდვრის კულტურების აგროტექნიკის საკითხები, დაამუშავა სანაწვერალო კულტურების თესვა-მოყვანის მეცნიერული საფუძვლები, გამოიკვლია თესლბრუნვისა და ნიადაგის დამუშავების საკითხები.

პროფ. შალვა თომას ძე ჭანიშვილი, დაჯილდოებული იყო მთავრობის მრავალი ჯილდოთი, ყველაზე დიდი ჯილდო იმ ახალგაზრდა თაობების სიყვარულია, რომელსაც, უანგაროდ, გულწფელად იმსახურებდა. თავისი ერთგული და დაუღალავი შრომით, ბატონი შალვას არასოდეს დაივიწყებს საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო დარგში მოღვაწე მეცნიერები, მისი აღზრდილი სტუდენტები.

პროფ. შალვა ჭანიშვილმა მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ჩვენი ქვეყნის აგრარული მეცნიერების განვითარებაში, სამეცნიერო კადრების აღზრდაში და კვალიფიციური სპეციალისტების მომზადებაში. მისი კვალი სამუდამოდ დარჩება საქართველოს ისტორიაში.

