



საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი
1922 წლიდან

ფერიდე ლორთქიფანიძე

საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია
მცენარე ტოპინამბურის საველე კვლევების განხორციელებით
ალაზნის მლაშე ნიადაგების მაგალითზე

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა აგროინჟინერია

შიფრი - 0719

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი თბილისი, 0160, საქართველო

2023 წ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ფაკულტეტი _აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით **ფერიდე ლორთქიფანიძის** მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: **საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია მცენარე ტოპინამზურის საველე კვლევების განხორციელებით ალაზნის მლაშე ნიადაგების მაგალითზე** და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო-ტექნოლოგიური და საბუნებისმეტყველო საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

-----, ----- 2023 წელი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **გივი გავარდაშვილი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა

მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორი,

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის

აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

რეცენზენტი: **თამაზ ოდილავაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების

ინჟინერინგის ფაკულტეტის ასოცირებული

პროფესორი,

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი

რეცენზენტი: **კონსტანტინე ბზიავა**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი,

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2023 წ

ავტორი: ფერიდე ლორთქიფანიძე

დასახელება: საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია
მცენარე ტოპინამბურის საველე კვლევების განხორციელებით ალაზნის მლაშე
ნიადაგების მაგალითზე

სადოქტორო პროგრამა: აგროინჟინერია

მისანიჭებელი კვალიფიკაცია : აგროინჟინერიის დოქტორი

სხდომა ჩატარდა _____

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა _____

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით სოფლის მეურნეობა აღიარებულია ერთ-ერთ მთავარ პრიორიტეტად. სოფლის მეურნეობა კი სამელიორაციო სისტემების გამართული ფუნქციონირების გარეშე წრმოუდგენელია.

საქართველოს ბუნებრივი პირობები განსაზღვრავენ სოფლის მეურნეობის განვითარებაში წყალსამეურნეო მელიორაციის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას.

ქვეყნის სახელმწიფო პროგრამების გთვალისწინებით ყურადსაღებია დეგრადირებული ნიადაგების გამოკვლევა და ამ ნიადაგების ნაყოფიერების აღდგენა.

საკვლევ ტერიტორიაზე, რომელიც წარმოდგენილია კახეთის რეგიონის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის და ქვემო ქართლის რეგიონის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვებით, რწყვის საჭიროების მიხედვით დადგენილია ნიადაგების ჰიდრო-ფიზიკური მაჩვენებლები, შესწავლილია აგრო-კლიმატური კომპონენტების რეჟიმები და განსაზღვრულია მცენარე ტოპინამბურის ჯამური წყალმოთხოვნილება (ევაპოტრანსპირაცია) ფაო 56 მიერ რეკომენდებული მონაცემების მიხედვით; ფენოლოგიური დაკვირვების მიხედვით გამარჯვების სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებთან შედარებით ხორნაბუჯის სამეცნიერო ნაკვეთზე, როდესაც მცენარის ზრდის მაქსიმალური სიმაღლე 2,5 მ-დეა, სამეცნიერო პოლიგონებზე 3,18 მ-ია, რაც აისახა მაქსიმალური მოსავლის მიღებაში, როგორც მწვანე მასის, ისე ტუბერების. ექსპერიმენტით დგინდება რომ ტოპინამბური შეიძლება განთავსდეს: დეგრადირებულ საშუალოდ ძლიერ დამლაშებულზე - 0,6÷0,8%-ს, დეგრადირებულ საშუალოდ დამლაშებულზე - 0,4÷0,6%-ს, დეგრადირებულ მცირედ დამლაშებულ ნიადაგებზე 0,1-0,4%-მდე. ასევე საკამოდ ძლიერ დამლაშებულ ნიადაგებზე, რომელშიდაც ადვილად ხსნადი მარილები 0,8÷1,0 %-ია.

უმნიშვნელოდ დამლაშებულ ნიადაგებზე ტოპინამბური საუკეთესო მოსავალს იძლევა. საკვლევ ტერიტორიაზე მცენარე ტოპინამბურის განთავსებით შემცირდა დამლაშებული მელიორირებული ნიადაგების ათვისების ხანგრძლივობა, რის შედეგადაც გაიზარდა დეგრადირებული ნიადაგების ეფექტური ნაყოფიერება.

ნაშრომში საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია მცენარე ტოპინამბურის სავლევ კვლევების განხორციელებით ალაზნის მლაშე ნიადაგებითაა დაწყებული.

ძნელია მცენარეებს შორის საუკეთესო სამკურალო თვისებების მქონე შეარჩიო, თუმცა შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ყველაზე სასარგებლო საკვები პროდუქტების რეესტრს სათავეში ტოპინამბური უდგას. ამიტომ ალაზნის ველის დეგრადირებული მლაშე ნიადაგების რეაბილიტაცია ტოპინამბურის პლანტაციების გაშენებითაა დაწყებული. მნიშვნელოვანია ზღვრული წყალტევადობის სხვადასხვა პირობების გავლენა ტოპინამბურის მოსავლიანობაზე, ასევე ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიურ და წყალმართავ თვისებებზე.

ტოპინამბურის კულტივირებული პლანტაციების შექმნა დეგრადირებულ ნიადაგებზე ხელს შეუწყობს ეკოლოგიურად სუფთა, იაფი, ადგილობრივი მაღალი კვებითი ღირებულების და ინჰულინის მაღალი შემცველობის მქონე საკვები კულტურის წარმოებას.

საქართველოში ინტროდუცირებული ჯიშის შესწავლას და მისი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების კვლევას დეგრადირებულ ნიადაგებზე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს.

ნაშრომში გათვალისწინებულია, საქართველოში დეგრადირებულ ნიადაგებზე მიწავაშლას პირველი სამრეწველო-საცდელი პლანტაციის გაშენება ეკოლოგიურად სუფთა მეურნეობის ფარგლებში. მიღებული პროდუქციისათვის საბაზრო-სასაქონლო სახის მიცემა ნედლი და მშრალი სახით ადგილობრივ ბაზარზე მიწოდება. მომავალში კი მსოფლიო ბაზარზე გატანა.

ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგად კარგადაა გამოსახული დეგრადირებული ნიადაგის ფიზიკური თვისებების ცვალებადობა ათვისებისა და გაკულტურების ხასიათის მიხედვით.

დეგრადირებული ნიადაგის პროფილში ადვილად ხსნადი მარილების მიგრაციას აქვს ადგილი გრუნტის წყლის დონის სეზონურ მერყეობასთან და სიმლაშესთან დაკავშირებით.

ალაზნის ველის დეგრადირებული ნიადაგები მელიორაციული თვალსაზრისით, მძიმე ობიექტს წარმოადგენს, სადაც განსაზღვრულია ნიადაგში არსებული მარილების ხსნარის გამოსადევნად საჭირო წყლის მოცულობები, შეფასებულია ვერტიკალურ პროფილში ადვილად ხსნად მარილთა მიგრაცია. დადგენილია, რომ ორივე საკვლევ პოლიგონზე ნიადაგი დამლაშებულია.

ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის ცდის შედეგად ირკვევა რომ (ნიადაგების მონოლითების ჩარეცხვით) აღნიშნულ ნიადაგებში გამომლაშების შედეგად ბიცობიანობის პროცესი მკვეთრად არის გამოხატული. ნიადაგების ორგანული, მინერალური, კოლოიდური ნაწილი ძლიერ დისპერსიული და მოძრავი ხდება იმ ჰორიზონტებში რომლებიც ნაწილობრივ ატარებენ წყალს, ქლორიდების გამორეცხვა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს. გამომლაშების დაწყებისთანავე საერთო ტუტიანობა მკვეთრად იზრდება.

საპილოტე ტერიტორიაზე განსაზღვრულია ერთი წლის განმავლობაში სარწყავი ნორმით შეტანილი წყლის მარილით ნიადაგის დამლაშების პროცენტული მაჩვენებელი და ასევე მოსალოდნელი ათი წლის განმავლობაში დამლაშების პროცენტული მაჩვენებელი.

საპილოტე ტერიტორიაზე განსაზღვრულია ზღვრულ წყალტევადობამდე ნიადაგის გაჟღენთვის შედეგად რა რაოდენობის მარილების გახსნა არის შესაძლებელი, (ექსპერიმენტით მიღებული ნიადაგის მოცულობითი მასის, ზღვრული წყალტევადობის, აქტიური ფენის სიდიდის, მარილების ხსნადობის პროცენტული მაჩვენებლის მიხედვით).

განსაზღვრულია საპილოტე დეგრადირებულ ტერიტორიაზე, როდესაც გრუნტის წყალი ნიადაგის ზედაპირთან ახლოსაა ჩარეცხვა განხორციელდა უდრენაჟოდ ისე რომ გრუნტის წყლის დონის აწევით არ გაუარესდა საპილოტე ტერიტორიის ჰიდროლოგიური რეჟიმი ჩარეცხვის ნორმა გაანგარიშებულია შესაბამისი დამოკიდებულების მიხედვით.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის და გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების საპილოტე ტერიტორიაზე დადგენილია (r) გრუნტის წყლის დონის აწევის ფარდობა (H-h) წყლის იმ ფენის სისქესთან, რომელიც საჭიროა გრუნტის წყლის დონის ასაწევად, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის მიღებულია - 6,7, საშუალოსათვის - 7,1, მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის - 8,3.

Resume

According to the decision of the Government of Georgia, agriculture is recognized as one of the country's main priorities. Agriculture is not sustainable without the proper functioning of the improvement systems.

The natural conditions of Georgia determine the special importance of water melioration in the development of agriculture.

Considering the state programs of the country, special attention is paid to the research of degraded soils and development of scientifically based measures for the restoration and improvement of their fertility.

In the pilot areas, which are represented by the village Khornabuji of Sighnaghi municipality of Kakheti region and Gamarjvevi village of Gardabani municipality of Kvemo Kartli region, according to the need for watering degraded soils, the hydro-physical parameters of soils are determined, the regimes of agro-climatic components are studied and the Total Water Requirement of Topinambur (Jerusalem artichoke) is determined according to the data recommended by the FAO56. According to phenological observations, compared to the agricultural plots of the village Marjarvi, in the scientific plot of the village Khornabuji, when the maximum height of plant growth is up to 2.5 m, it was 3.18 m on the scientific polygons, which was reflected in the maximum yield in both the green mass and the development of tubers. Experiment established that it is possible to grow Jerusalem artichoke on degraded moderately highly saline soils - 0.6÷0.8%, on degraded moderately saline soils - 0.4÷0.6%, on degraded slightly saline soils - up to 0.1-0.4%. Also on the highly saline soils, where the amount of readily soluble salts reaches 0.8÷1.0%.

Jerusalem artichoke gives the best yield on slightly saline soils. By placing Jerusalem artichoke plant in the research area, the duration of utilization of salinized improved soils was reduced, as a result, the effective fertility of degraded soils increased.

In the presented research, the rehabilitation of degraded soils of Georgia is started with the implementation of field research of the Jerusalem artichoke plant in the brackish soils of Alazni Valley.

It is difficult to choose among the plants with the best medicinal properties, but it can be safely said that Jerusalem artichoke tops the list of the most useful food products. Therefore, the rehabilitation of the degraded brackish soils of the Alazni Valley has started with the cultivation of Jerusalem artichoke plantations. The effect of different conditions of marginal water capacity on Jerusalem artichoke yield, physical-chemical and water management properties of soils is also important.

The study of the species introduced in Georgia and the study of its biologically active compounds on degraded soils are of great importance.

The paper envisages the cultivation of the first industrial-trial Jerusalem artichoke plantation on degraded soils in Georgia within the framework of Eco-Friendly Farming; to assign a market-commodity type to the received products, to deliver it to the local market in raw and dry form, and in the future to export it to the global market.

As a result of the experimental research, the variation of the physical properties of the degraded soil according to the character of utilization and cultivation is well depicted.

Migration of readily soluble salts in the degraded soil profile occurs in relation to seasonal fluctuations in groundwater levels and salinity.

As a result of the conducted experimental research, it is clear that (by washing the soil monoliths) due to the leaching in the mentioned soils, the process of coarsening is strongly expressed. The organic, mineral, and colloidal part of the soil becomes highly dispersed and mobile. In those horizons that partially carry water, leaching of chlorides takes place at a rapid rate. As soon as the salts are expelled, the total alkalinity increases sharply.

In the pilot area, the percentage rate of soil salinization with the water added to the irrigation norm during one year and also the percentage rate of salinization expected in ten years are determined.

In the pilot area, the amount of salts that can be dissolved as a result of soaking the soil up to the maximum water capacity is determined (according to the volumetric mass of the soil, maximum water capacity, size of the active layer, and the percentage of the solubility of the salts obtained by the experiment).

It is determined that in the degraded pilot area, when the ground water is close to the soil surface, flushing was carried out without drainage so that the hydrological regime of the pilot area was not worsened by the rise of the ground water level. The washout rate is calculated according to the appropriate equation.

In the pilot area located in the village Khornabuji of Sighnaghi municipality and Gamarjvevi village of Gardabani municipality, the ratio of (r) the rise of the ground water level ($H-h$) to the thickness of the layer of water that causes this rise is determined; for soils with light mechanical composition - $r=6,7$, for soils with medium mechanical composition – $7,1$, for soils with heavy mechanical composition – $8,3$.

შინაარსი

რეზიუმე _____	4
მადლიერება _____	14
შესავალი _____	15
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა _____	20
1.1. საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა, ანალიზი და განზოგადება _____	20
1.2. ბიცი ნიადაგების მელიორაცია _____	28
1.3. ბიცობი ნიადაგების მელიორაცია _____	31
1.4. ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების გავრცელების ზონის მოკლე დახასიათება _____	35
1.5. ტოპინამბურის გავრცელება საქართველოში. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) (<i>Helianthus tuberosus</i>) მოკლე ბოტანიკურ დახასიათება, ბიოლოგიური თავისებურებანი და სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა _____	42
1.5.1. ტოპინამბურის გავრცელება _____	42
1.5.2. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) (<i>Helianthus tuberosus</i>) მოკლე ბოტანიკური დახასიათება, ბიოლოგიური თავისებურებანი _____	45
1.5.3. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა _____	50
1.5.4. ტოპინამბურის სამკურნალო თვისებები _____	52
თავი 2. კვლევის ობიექტის ბუნებრივ კლიმატური პირობები. _____	54
2.1. კახეთის მხარის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ზოგადი დახასიათება _____	54
2.2. ქვემო ქართლის რეგიონის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ზოგადი დახასიათება _____	54
თავი 3. საპილოტე ტერიტორიების (ხორნაბუჯი, გამარჯვება) ევაპოტრანსპირაციისა და ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა _____	57
3.1. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ჯამური წყალმოთხოვნილების განსაზღვრა FAO-56 პროგრამით _____	57
3.1.1. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შეფასება _____	59
3.1.2. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის რწყვის ვადების განსაზღვრა წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით _____	59

3.1.3 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები	60
3.2. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ჯამური წყალმოთხოვნილების განსაზღვრა FAO-56 პროგრამით	63
3.2.1. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შეფასება	64
3. 2.2 გარდაბნის მუნიციპალიტეტის რწყვის ვადების განსაზღვრა წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით	65
3.2.3 გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების დახასიათება	66
3.2. საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული “სუპერ პროდუქტი” ტოპინამბურის (მიწავაშლა) ფენოლოგიური კვლევა და აგროტექნიკა	90
3.3. ტოპინამბურის კულტურის ქიმიური შემადგენლობა და აგროტექნოლოგია	93
3.4. ექსპერიმენტის მიმდინარეობა სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მათი განსჯა	103
3.4.1 ექსპერიმენტის მიმდინარეობა	103
3.4.2 სამეცნიერო კვლევის შედეგები და განსჯა	105
3.5. ეკონომიკური ეფექტიანობა	114
დასკვნა	116
ციტირებული ლიტერატურის ნუსხა	118
დანართი	127

ცხრილების ნუსხა

1.1	საქართველოში მიწის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებლები	19
1.2	ალაზნის ველის მარილების რაოდენობა %-ებში	23
1.3	ნორმატივების მიხედვით ჩასარეცხი ფენის საანგარიშო სისქე	28
3.1	სიღნაღის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლები	55
	სიღნაღის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური ჯამური	
3.2	წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) ანგარიში FAO-56 პროგრამით	56
3.3	ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური - მაჩვენებლები	59
3.4	გარდაბნის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლები	61
	გარდაბნის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური ჯამური	
3.5	წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) ანგარიში FAO-56 პროგრამით	62
3.6	სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები	64
3.7	საპილოტე ტერიტორიის ხორნაბუჯის ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა	68
3.8	ხორნაბუჯის ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები	71
3.9	ექსპერიმენტის პირველი წლის მცენარის ზრდის დინამიკა	72
3.10	ექსპერიმენტის მეორე წლის მცენარის ზრდის დინამიკა	74
3.11	ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები	77
3.12	ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის მლაშობი და ბიცობიანი ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა და შთანთქმული ფუძეები	83
3.13	დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში	84
3.14	სოფელ ხორნაბუჯის და სოფელ გამარჯვების ქიმიური ანალიზის შედეგები	88
3.15	ტოპინამბურის ქიმიური შემადგენლობა %	92
3.16	საკვებ ნივთიერებათა გამოტანა 1 ტონა მოსავლით	93
3.17	ნაკელის გავლენა ტოპინამბურის მოსავალზე	95
3.18	ტოპინამბურის დგომის სიხშირის დიფერენციაცია ნიადაგში წყლის საგაზაფხულო მარაგის მიხედვით	96
3.19	ტოპინამბურის მოსავლიანობა (ტ/ჰა) მწკრივთაშორისების სიგანის მიხედვით	97
3.20	ტოპინამბურის მოსავლიანობა (ტ/ჰა) მწკრივთაშორისების სიგანის და განოყიერების მიხედვით	97
3.21	ტოპინამბურის დგომის სიხშირის დიფერენციაცია ნიადაგში წყლის საგაზაფხულო მარაგის მიხედვით	98
3.22	ცდის სქემა	103
3.23	სოფელ ხორნაბუჯის ქიმიური ანალიზის შედეგები	104
3.24	სოფელ გამარჯვების ქიმიური ანალიზის შედეგები	106

ნახაზების ნუსხა

1.1	საქართველოში მიწის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებელი	19
1.2	ნორმატივების მიხედვით ჩასარეცხი ფენის სისქე	28
1.3	100 გრამ წყალში ზოგიერთი მარილების ხსნადობა გრამებში	30
1.4	სისწრაფე მარილთა გამოლექვის	31
1.5	ალაზნის ველის ტემპერატურული მახასიათებლები	37
1.6	ალაზნის ველის ტენის წლიური მახასიათებლები	38
1.7	ქარის სიჩქარის წლიური სვლა მ/წმ	38
1.8	ტოპინამბურის მიწავაშლას დარგვის სქემა	47
	სიღნაღის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური კლიმატური	
3.1	მახასიათებლების და ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) გრაფიკები	56
3.2	ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები	59
	გარდაბნის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური კლიმატური	
3.3	მახასიათებლების და ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) გრაფიკები	62
3.4	სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები	65
3.5	ხორნაბუჯის ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა პროცენტობით	69
3.6	ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა	73
3.7	ამონაყარის რაოდენობა	73
3.8	ამონაყარი პირველი რიგი	75
3.9	ამონაყარი მეორე რიგი	75
3.10	სიმაღლეები პირველი რიგი	76
3.11	სიმაღლე მეორე რიგი	76
3.12	გაზაფხულზე დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში	86
3.13	ზაფხულზე დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში	86
3.14	შემოდგომაზე დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში	87
3.15	ტოპინამბურის ქიმიური შემადგენილობა %	93
3.16	საკვებ ნივთიერებათა გამოტანა 1 ტონა მოსავლით	94
3.17	ნაკელის გავლენა ტოპინამბურის მოსავალზე	95
3.18	სოფელ ხორნაბუჯის ქიმიური ანალიზის შედეგები	105
3.19	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგები	106
3.20	საპილოტე ტერიტორიის რეაბილიტაციის ეკონომიკური ეფექტიანობა	113

სურათების ნუსხა

1.1 საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები	21
1.2 ტარიბანას ველის დამლაშებული ნიადაგი	22
1.3 გარდაბნის ველის დამლაშებული ნიადაგი	22
1.4 ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგი	23
1.5 ალაზნის ველი სიღნაღის მიდამოები	25
1.6 ალაზნის ველი მლაშე ნიადაგით	26
1.7 ბიცი ნიადაგის ჩასარეცხად მომზადებული საპილოტე ფართობი	27
1.8 თეთრი ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ბოლქვები	44
1.9 ყვითელ ბოლქვიანი ტოპინამბური (მიწავაშლა)	44
1.10 წითელი ბოლქვიანი ტოპინამბური (მიწავაშლა)	44
1.11 თეთრ ბოლქვიანი, ტოპინამბური (მიწავაშლა)	44
1.12 ტოპინამბურის ყვავილი	45
1.13 ტოპინამბურის ბოლქვები	45
1.14 საცდელ ნაკვეთზე განთავსებული ტოპინამბური	45
1.15 მცენარე ტოპინამბურის ყვავილედ	46
1.16 ტოპინამბურის ბოლქვები საპილოტე ტერიტორიაზე	46
1.17 ტოპინამბური (მიწავაშლა) საპილოტე ტერიტორიაზე	47
3.1 მოსავალი ტოპინამბურის ხორნაბუჯში	60
3.2 მოსავალი ტოპინამბურის გამარჯვებაში	60
3.3 საკვლევი ობიექტის რუკა სიღნაღის მუნიციპალიტეტში	66
3.4 მდინარე ალაზანი	68
3.5 საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა და ნიმუშის აღება	69
3.6 ნიადაგიდან ნიმუშის აღების მომენტი	70
3.7 ნაკვეთის აგეგმვის, ბოლქვების შერჩევის და დათესვის პროცესი	71
3.8 ნიადაგის ტენის განსაზღვრა	78
3.9 ნიადაგის მაქსიმალურ მოლეკულური ტენის განსაზღვრა	78
3.10 ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპიულობის განსაზღვრა	79
3.11 ნიადაგის კუთრი წონის განსაზღვრა	79
3.12 მოცულობითი მასის და ფილტრაციის განსაზღვრა	80
3.13 ალაზნის ველზე ნიადაგ - გრუნტის ჭრილები ნახ. ჭრილი #1. ჭრილი2. ჭრილი #3.	80-81
3.14 გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის პიროფოსფატის ხსნარის მომზადება	85
3.15 ნიადაგის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა	85
3.16 ქიმიური ანალიზის მსვლელობა	89
3.17 ტოპინამბურის, (მიწავაშლას) საპილოტე ტერიტორიებზე (ხორნაბუჯში, გამარჯვებაში) მიღებული მოსავალი	90
3.18 სარეველებისგან განთავისუფლება და ფენოლოგიური დაკვირვება	91
3.19 ტოპინამბური (მიწავაშლა) საპილოტე ტერიტორიაზე	91
3.20 ტოპინამბური (მიწავაშლა) ბოლქვები	99
3.21 საპილოტე ტერიტორიაზე ტოპინამბურის ფესვთა სისტემა	100
3.22 ფენოლოგიური კვლევა	100
3.22 საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული ტოპინამბური	100

3.23	ტოპინამბურის ზრის დინამიკა და გაზომვის პროცესი	101
3.24	საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული ტოპინამბური	102
3.25	ჩარეცხვის ნორმის გაანგარიშება მონოლითის ჩარეცხვით	112

დანართები

1	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის კუთრი წონის განსაზღვრა	126
2	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრა	126
3	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ფაქტიური ტენის განსაზღვრა	127
4	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა	128
5	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მაქსიმალური მოლეკულური ტენის განსაზღვრა	129
6	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის განსაზღვრა	130
7	სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ფორიანობის განსაზღვრა სოფელ გამარჯვების	130
8	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის კუთრი წონის განსაზღვრა	131
9	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრა	131
10	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ფაქტიური ტენის განსაზღვრა	132
11	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა	132
12	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მაქსიმალური მოლეკულური ტენის განსაზღვრა	133
13	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის განსაზღვრა	134
14	სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ფორიანობის განსაზღვრა	134

მადლიერება

გულითადი მადლობა მინდა გადავუხადო ჩემი სადისერტაციო ნაშრომის სამეცნიერო ხელმძღვანელს, სტუ-ს ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის დირექტორს, აკადემიკოს გივი გავარდაშვილს, შემოთავაზებული თემისათვის, სამეცნიერო კვლევებში გამოჩენილი ყურადღებისა და დახმარებისათვის.

აგრეთვე, მადლიერი ვარ ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილის, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის, ქალბატონ ინგა ირემაშვილის, ინსტიტუტისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის დეპარტამენტის თანამშრომლების: ასოცირებული პროფესორის, ქალბატონ ოლღა ხარაიშვილის, აკადემიური დოქტორის, ქალბატონ მაია კიკაბიძეს თანადგომისათვის.

ასევე მადლობა მინდა გადავუხადო ყველა ჩემს თანამშრომელს, რომლებიც ჩემს მიმართ თავისი თანადგომითა და ყურადღებით გამოირჩეოდნენ და მამლიერებდნენ დისერტაციის მომზადების რთულ პერიოდში.

შესავალი

თემის აქტუალურობა. ნიადაგის დეგრადაცია, ანუ მათი ნაყოფიერების დაქვეითება თანამედროვეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა. მისი მნიშვნელობა იმაში გამოიხატება, რომ იგი უქმნის საფრთხეს დედამიწის მოსახლეობის საკვებით უზრუნველყოფას და გარემოს ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას.

საქართველოში ნიადაგების დეგრადაციის პროცესი საკმაოდ ინტენსივობით მიმდინარეობს, რაც სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის ერთ-ერთი ძირითადი ხელისშემშლელი ფაქტორია. ამის გამო აუცილებელია დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია, მათი პროდუქტიულობის ამაღლება, თანაც ისე, რომ სხვადასხვა ქიმიური პრეპარატებით გარემო არ დაზიანდეს, ანუ უნდა გამოვიყენოთ ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესების თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდები, რაც თავის მხრივ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდის ძირითადი და საიმედო საშუალებაა.

საქართველოს რეგიონების, მუნიციპალიტეტების განვითარების ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება.

საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით სოფლის მეურნეობა აღიარებულია ერთ-ერთ მთავარ პრიორიტეტად. სოფლის მეურნეობა კი სამელიორაციო სისტემების გამართული ფუნქციონირების გარეშე წარმოუდგენელია.

საქართველოს ბუნებრივი პირობები განსაზღვრავენ სოფლის მეურნეობის განვითარებაში წყალსამეურნეო მელიორაციის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას.

ნიადაგის დაცვის ზოგიერთი მეთოდის სათავე უნდა ვეძიოთ უძველესი დროიდან კაცობრიობის გარემოსთან ურთიერთობის ჩამოყალიბების პროცესში, როდესაც ადამიანი მლაშე ნიადაგების, მდინარეთა და წყალსატევების ნაპირების გარეცხვის, ნიადაგის ეროზიასთან ბრძოლის წინამდებარე მარტივ მეთოდებს პოულობდა. დღემდე შემორჩენილია მლაშე ნიადაგებთან ბრძოლის მარტივი მეთოდები, რომელიც კავკასიის ძველ მოსახლეთა მიერ იქნა განხორციელებული.

საქართველოში ყოველწლიურად ბრუნვიდან გამოდის სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ასიათასობით ფართობი, რომლის მიზეზი

არის დეგრადაციის გამომწვევი ფაქტორები. დეგრადაციის შედეგად ნიადაგი კარგავს ჰუმუსს, რაც აისახება ნიადაგის ნაყოფიერების კლებაში.

ყოველწლიურად ბრუნვიდან გამოდის სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ასიათასობით ფართობი.

ნიადაგის დეგრადაცია (ფიზიკური, ბიოლოგიური, ქიმიური) უარყოფითი პროცესია, რომლის შედეგად ნიადაგი კარგავს ადრე დაგროვებულ ორგანულ ნივთიერებებს. ჰუმუსს, რაც იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების კლებას 55-65%-ით და შესაბამისად მისი ეკონომიკური ღირებულების შემცირებას.

მაღალი მოსავლის მისაღებად ნიადაგი უნდა იყოს მცენარისათვის აუცილებელი ელემენტების უდიდესი და უნივერსალური საცავი, მაგრამ ხშირ შემთხვევაში ეს პირობა დარღვეულია და ნიადაგი დამლაშებულია, განიცდის წყლის დეფიციტს. ასეთ შემთხვევაში მცენარე ვერ მიიღებს საკვებს და წყალს.

ალაზნის ველის სამხრეთ აღმოსავლეთი ნაწილი არის დამლაშებული რაც გამოწვეულია აორთქლების ინტენსივობით, გრუნტის წყლის სიახლოვით ნიადაგის ზედაპირთან.

დღესდღეობით მნიშვნელოვანი ყურადღება აქვს დათმობილი ალაზნის ველის დეგრადირებული ნიადაგების მეცნიერულ კვლევას. ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების მთლიანად ათვისება ერთ-ერთ ამოცანას წარმოადგენს საქართველოს სოფლის მეურნეობისათვის.

ამ მხრივ საქართველოში დამლაშებული ნიადაგების შესახებ კვლევას აწარმოებს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, აკადემიკოსის ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორის ბატონი გივი გავარდაშვილის ხელმძღვანელობით.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანსა და ამოცანებს წარმოადგენს, ალაზნის მლაშე ნიადაგების ჰიდრო-ფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით, მცენარე ტოპინამბურის საუკეთესო ეკოლოგიურად სუფთა მოსავლის მიღება, ზღვრული ტენტევადობის (წყალტევადობის) სხვადასხვა პირობებში.

ჰიდროფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით ორივე საკვლევ პოლიგონზე (ხორნაბუჯი, გამარჯვება) გამოკვლეული, გაანგარიშებული და დადგენილი იქნეს ნიადაგის ირიგაციული (ჰიდროფიზიკური) მაჩვენებლები;

ნიადაგში არსებული მარილების გახსნისათვის საჭირო წყლის რაოდენობა; მიღებული ხსნარის გამოსადევნად საჭირო წყლის მოცულობა.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. პირველად საქართველოში დადგენილი იქნა ორ განსხვავებულ მლაშე ნიადაგობრივ -კლიმატურ პირობებში მლაშე ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები, მორწყვის ნორმები, რომლებიც საგრძნობლად განსხვავდებიან არსებულისაგან; დეგრადირებულ ნიადაგებზე ნიადაგის ზღვრული ტენტევადობის სხვადასხვა პირობებში, ორგანული სასუქების გამოყენებით, ტოპინამბურის მწვანე მასის მოსავლიანობამ (64,97 ტ/ჰა.) და ტუბერის მოსავლიანობამ (1 ჰა-ზე 1 ტ) აჩვენა, რაც რეკორდული მაჩვენებელია.

დასაბუთებულია, რომ ტოპინამბურის განთავსებით დეგრადირებული ფართობები დაცულია დამლაშებისაგან. მიღებული კვლევითი შედეგების მიხედვით დეგრადირებულ ნიადაგებზე ძლიერ განლაგებულ მარილის ფენებს ტოპინამბური კარგად ეგუება და როგორც ბოლქვების (გორგლების), ისე მწვანე მასისთვისაც საუკეთესო მოსავალს იძლევა.

ნიადაგის მოცულობითი მასის, აქტიური ფენის სიდიდის მიხედვით, შესაფასებელია სარწყავი წყლით შეტანილი მარილების რაოდენობა და ნიადაგის დამლაშების პროცენტული მაჩვენებლები მთელი წლის განმავლობაში.

კვლევის ობიექტი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ალაზნის ველის ხორნაბუჯის საცდელ სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტი და გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელი გამარჯვების საცდელ-სამელიორაციო ეკოლოგიური პუნქტი.

კვლევის მეთოდი. არსებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების ანალიზი.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა: კვლევით მიღებული შედეგები საშუალებას მოგვცეს ტოპინამბური განთავსდეს დამლაშებულ ნიადაგებზე, სადაც მარილების რაოდენობა $0,1 \pm 0,4\%$ -მდე მერყეობს. ტოპინამბური უმნიშვნელოდ დამლაშებულ ნიადაგებზე, საუკეთესო მოსავალს იძლევა. მეცნიერული კვლევის შედეგები დაეხმარება ფერმერებს, სოფლის მეურნეობის მუშაკებს ტოპინამბურის კულტურის წარმოებაში მისი გამოყენების შესახებ, რადგან იგი წარმოადგენს საკვებ კულტურას და გამოირჩევა მეტად სასარგებლო სასურსათო თვისებებით.

მაღალი მოსავლიანობის და ადვილად შეგუებულობის გამო, მისი გამოყენების ძირითადი მიმართულებებია სოფლის მეურნეობის საწარმოები და ფარმაკოქიმიის კვლევითი ცენტრები. აქედან გამომდინარე უნდა აღენიშნოს რომ:

- ტოპინამბურის ბოლქვები პრაქტიკულად არ აგროვებენ ნიტრატებს, რომლებიც იწვევენ უჯრედის მუტაციას და შესაბამისად, ონკოლოგიური პროცესების განვითარებას;
- ტოპინამბური შეიცავს სამჯერ ნაკლებ ნიტრატებს, ვიდრე კარტოფილი და 10-15-ჯერ ნაკლებს, ვიდრე თაღამი;
- ტოპინამბური თავისი უნიკალური ქიმიური შემადგენლობით ნიტრატებს გარდაქმნის უვნებელ შემადგენლობად და იყენებს აუცილებელი ამინომჟავების სინთეზისათვის;
- მძიმე ლითონების რაოდენობა ტოპინამბურის ბოლქვებში პრაქტიკულად არ იზრდება
- ტოპინამბურის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს მისი ბალანსირება მიკრო და მაკროელემენტების შემადგენლობით, კერძოდ, ტოპინამბურის ბოლქვები შეიცავენ დიდი რაოდენობით რკინას, სილიციუმს, თუთიას, მაგნიუმს, კალიუმს, მანგანუმს, რომელთა დეფიციტი მნიშვნელოვნად აქვეითებს ორგანიზმის იმუნური, ენდოკრინული და ნერვული სისტემის ფუნქციუნალურ აქტივობას, აუარესებს სისხლის მაჩვენებლებს და შესაბამისად, შეუძლია გამოიწვიოს პათოლოგია ნებისმიერ ორგანოსა და სისტემაში.
- ტოპინამბურის ბოლქვები შეიცავენ ბუნებრივ ინსულინს.

კვლევის შედეგების საიმედოობა დადასტურებულია ჩატარებული მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო კვლევითი ანალიზების მრავალჯერადი განმეორებით.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები ყოველწლიურად იხილებოდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტისა და აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომებზე, ამავე საბჭოზე პირველ, მეორე და მესამე კოლოქვიუმის სახით;

საქართველოსა და საზღვარგარეთის საერთაშორისო კონფერენციებზე. მოხსენებულია კვლევის შედეგები, სადაც იქნა გამოქვეყნებული:

პუბლიკაცია - სულ 35 სამეცნიერო შრომა, მათ შორის დისერტაციის თემის გარშემო 5 სტატია დისერტაციის ძირითად შედეგებზე.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია შემდეგი სახით: ანოტაცია, შესავალი, ნაშრომის ზოგადი დახასიათება, ლიტერატურული მიმოხილვა, ექსპერიმენტული ნაწილი, დასკვნები და დანართი. დისერტაცია შედგება 134 გვერდისაგან, რომელიც შეიცავს 28 ცხრილს, 28 დიაგრამას, 42 სურათს და გამოყენებული ლიტერატურის სიას, 99 ერთეულის დასახელებით.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა, ანალიზი და განზოგადება

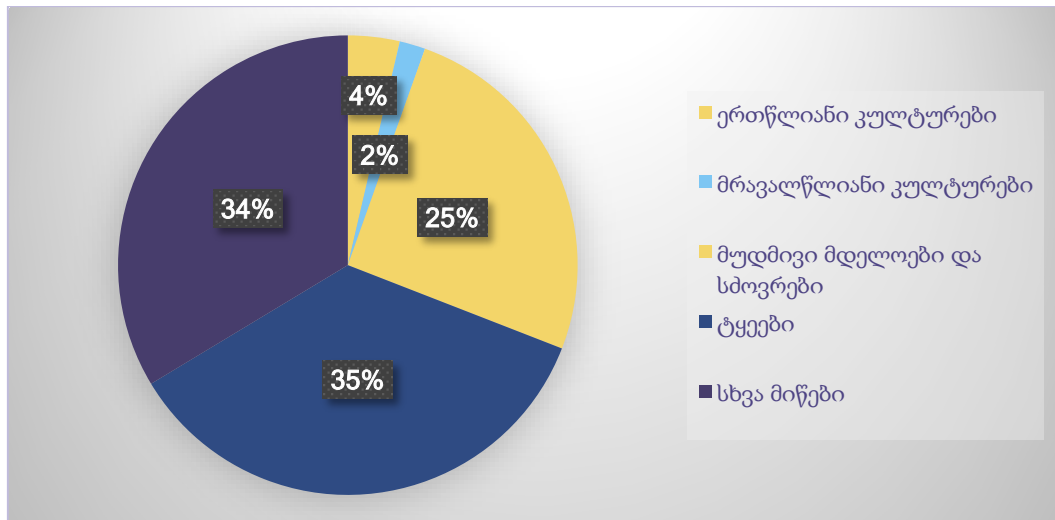
საქართველოში და არამარტო საქართველოში, მთელს მსოფლიოში დღეს აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია, ნაყოფიერების აღდგენა და შემდგომი დაცვა. დეგრადირებული ნიადაგების ბიოლოგიური თვისებები მთლიანად გაუარესებულია სხვადასხვა არახელსაყრელ ფაქტორთა ზემოქმედების შედეგად, ეკონომიკური მაჩვენებლები დაცემულია, რაც მნიშვნელოვან პრობლემას უქმნის გარემოს ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას და დედამიწის მოსახლეობის საკვებით უზრუნველყოფას. უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ სურსათზე მოთხოვნილების უდიდეს ნაწილს დღესდღეობით საქართველო იმპორტირებული საკვები პროდუქტების ხარჯზე იკმაყოფილებს.

საქართველოში ნიადაგების დეგრადაციის პროცესი საკმაოდ ინტენსივობით მიმდინარეობს, რაც სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის ერთ-ერთი ძირითადი ხელისშემშლელი ფაქტორია. ამის გამო აუცილებელია დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია, მათი პროდუქტიულობის ამაღლება, თანაც ისე, რომ სხვადასხვა ქიმიური პრეპარატებით გარემო არ დაზიანდეს, ანუ გამოყენებულია ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესების თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდები, რაც თავის მხრივ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდის ძირითადი და საიმედო საშუალებაა.

საქართველოს მიწის 43 % ვარგისია დამუშავებისათვის, მაგრამ დიდი ნაწილი არის დეგრადირებული, რომელიც სოფლის მეურნეობისათვის გამოუყენებელია. (მ. მარგველაშვილი; მ. ინაშვილი; ა. მაღალაშვილი; პ. ჯანელიძე; გ. მუხიგულაშვილი; გ. ლაზრივი; ა. სიხარულიძე; მ. შვანგირაძე; მ. ელაშვილი, 2016) მდინარეების: ალაზნის, იორის, მტკვრის დინების შუა და ქვემო ნაწილში, ვხვდებით დამლაშებულ გამოუყენებელ ნიადაგებს (ანჯაფარიძე, 1977).

ცხრილი 1.1. საქართველოში მიწის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებლები

კულტურების დასახელება	მიწის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებელი
ერთწლიანი კულტურები	4%
მრავალწლიანი კულტურები	2%
მუდმივი მდელოები და საძოვრები	28%
ტყეები	39%
სხვა მიწები	37%



დიაგრამა 1.1. საქართველოში მიწის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებელი
 ერთწლიანი კულტურები 4%, მრავალწლიანი კულტურები 3%, მუდმივი მდელოები და საძოვრები 27%, ტყეები 39 % სხვა მიწები 37%.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების სტრატეგიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა სადრენაჟო და საირიგაციო სისტემების გაუმჯობესება, რომელიც უზრუნველყოფს კლიმატური პირობების გათვალისწინებით სასოფლო სამეურნეო წარმოებისათვის საჭირო პირობების შექმნას (ლ. შავლიაშვილი, გ. კორძახია, ლ. ინჭკირველი, ნ. ბუაჩიძე, გ. კუჭავა, ნ. ნასყიდაშვილი, 2006).

დედამიწის ზედაპირის დაახლოებით 25 % მოდის მლაშე ნიადაგებზე. სიტუაციას კიდევ უფრო ამძაფრებს არასწორი მორწყვით გამოწვეული ნიადაგის მეორადი დამლაშება. ამიტომ, ბრძოლა როგორც ბუნებრივად, აგრეთვე ადამიანის

ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად გამოწვეულ დამლაშებასთან, მელიორაციის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს. საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ამოცანას წარმოადგენს საირიგაციო და სადრენაჟო სისტემების მოდერნიზაცია და რეაბილიტაცია. დამლაშებული, ბიცობიანი ნიადაგები საქართველოში 205 000 ჰექტარზე მეტია. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები კახეთის რეგიონის 605 683 ჰექტარია, აქედან 133 000 ჰექტარი დამლაშებულია. რაც მთელი კახეთის სავარგულების ფართობის 22 %ია. ჩვენს საკვლევ მუნიციპალიტეტში სიღნაღში 54 000 ჰექტარია დამლაშებული, ანალოგიური მდგომარეობაა კახეთის რეგიონის სხვა მუნიციპალიტეტებში 48 000 ჰექტარია დედოფლისწყაროში, 23 000 ჰექტარია საგარეჯოში, 8 000 ჰექტარია გურჯაანსა და ლაგოდეხში (გოგობერიძე, 1984), (გავარდაშვილი გ., კუხალაშვილი ე., სუპატაშვილი თ., ქუფარაშვილი ი., ბზიავა კ., ნატროშვილი გ., 2018)

მნიშვნელოვანი ფაქტია ის გარემოება, რომ საქართველოს დამლაშებული ბიცობიანი ნიადაგები აგრონომიულად არახელსაყრელი თვისებებით ხასიათდება: ნატრიუმის დიდი შემცველობით, მშთანთქავ კომპლექსში (ბიცობიანობით) დაწიდულობით, მაღალი ტუტე რეაქციით, მძიმე მექანიკურ (თიხიანობით), ქლორიდულ-სულფატური ტიპის ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობით. ყოველივე კი განაპირობებს ნიადაგის ძლიერ სიმკვრივეს მშრალ მდგომარეობაში, ტენიან მდგომარეობაში კი უსტრუქტურობას, გაჯირჯვებას. ამავე დროს იზრდება დისპერსიულობა, ლამის ფრაქციის რაოდენობა, რის გამოც ნიადაგი ხდება სუსტად წყალგამტარი ან წყალგაუმტარი. მელიორაციის (ქიმიური, მექანიკური, ბიოლოგიური მელიორაცია) გარეშე დაბალ პროდუქტიულ ნიადაგებად ითვლებიან დამლაშებული, ბიცობიანი ნიადაგები (გავარდაშვილი, 1996).

მნიშვნელოვანია გლობალური კლიმატის ცვლილების გავლენა საქართველოში სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. ნიადაგის სახნავი ფენის, პროდუქტიულობის შემცირებას, მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას იწვევენ გვალვები, გახშირებული წყალდიდობები, წყალმოვარდნები.

თანამედროვე კლიმატური ცვლილების მიმართ კახეთის რეგიონი განსაკუთრებით მგრძობიარეა. კახეთის რეგიონის მუნიციპალიტეტებში აღინიშნება მატება ჰაერის საშუალო ტემპერატურის, გახშირებულია გვალვები.

ხსნადი მარილების მაღალი კონცენტრაციის გამო, არამედ არახელსაყრელ პირობებს უქმნის ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს. ნიადაგი განიცდის კომპლექსურ სტრუქტურის კარგვას, ხდება მშრალი და ძალიან მცირედ წყალჭონვადი (Kupreishvili Sh., Kvashilava N., Chakhaia G., Tulukidze L., Lobzhanidze Z., Supatashvili T., Kvirvelia I., Khubulava I., Gogilava S., 2017).

საქართველოში კერძოდ აღმოსავლეთ ნაწილში წარმოშობის მიხედვით პირველადი ან მეორადი დამლაშების ნიადაგებია: ალაზნის, ტარიბანა-ნატბურის ვაკეებზე, გარდაბანში, კრწანისში, ლაკბეში, მარნეულში, ბოლნისში.



სურ 1.2 ტარიბანას ველი



სურ.1.3 გარდაბნის ველი

ქვემო ქართლის, გარე კახეთის, ალაზნის ვაკეზე გავრცელებული ნიადაგები (დედაქანი), ბუნებრივად შეიცავს სხვადასხვა ადვილადხსნად მარილებს, ამ ტერიტორიებზე არასწორმა ანთროპოგენურმა საქმიანობამ ინტენსიურ დამლაშებას ხელი გარკვეულწილად შეუწყო.

საკმაოდ ჭრელი სურათითაა წარმოდგენილი ალაზნის დამლაშებული ველი, რომელიც წარმოდგენილია სხვადასხვა ზომის ფართობებით, რომელებიც ერთმანეთში შეჭრილია (გავარდაშვილი, 2016). ალაზნის ველზე ადვილად ხსნადი მარილების რაოდენობა დიდ ფარგლებში მერყეობს ადგილების და ჰორიზონტების მიხედვით.



სურ. 1.4. ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგი

ალაზნის ველის დამლაშების ინტენსივობა წარმოდგენილია ცხრილის სახით, სადაც ნათლად ჩანს სხვაობა მარილების რაოდენობასა და მარილების შემადგენლობას შორის (გავარდაშვილი, 2016).

ცხრილი.1.2. მარილების რაოდენობა %-ებში

ჭრილი	ჰორიზონტი	მკვრივი ნაშთი	HCO ₃	Na ₂ CO ₃	Cl	SO ₄	CaO	Mgo	CaSo ₄
1	0-10								
	10-20	2,9192	-	0,5680	0,3798	1,2040	0,0977		0,2372
	20-40	4,6429	-	0,6720	0,4498	2,0482	0,3052		5,7410
	40-60	5,0690	-	0,7043	0,4709	2,2865	0,2195		0,5329
	60-80	5,4960	-	0,7675	0,5132	1,3723	0,2680		0,6507
	80-100	6,3503	-	0,8667	0,5795	2,8659	0,3646		0,8852
	100-120	5,2782	-	0,7044	0,4710	2,3767	0,3619		0,8787
	120-140	3,3372	-	0,3039	0,2032	1,6601	0,3480		0,8449
		2,2398	-	0,0909	0,0608	1,1984	0,3419		0,8301
2	0-25	0,203	0,072	არა	0.035	0,041	0,004	0,002	-
	25-59	2,204	0,032	არა	0,284	1,184	0,171	0,101	-
	59-79	2,698	0,032	არა	0,264	1,542	0,371	0,122	-
	79-104	2,616	0,034	არა	0,272	1,459	0,377	0,117	-
	04÷140	1,891	0,037	არა	0.372	0,884	0,056	0,016	-

ცხრილი გვიჩვენებს, თუ რა საგრძნობი სხვაობაა არა მარტო მარილების რაოდენობის, არამედ მარილების შედგენილობის მიხედვითაც. ეს ორი ჭრილი, დაახლოებით 250 მ-ით დაშორებული ერთმანეთისგან, დიდად განსხვავდება ნატრიუმის კარბონატის შემცველობით, რაც მეტად ამცირებს ნიადაგის

ღირებულებას. დამახასიათებელია აგრეთვე SO_3 -ის და მასთან დაკავშირებით, $CaSO_4$ -ის (თაბაშირის) საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რაც აუცილებლად დადებით მხარედ უნდა ჩაითვალოს.

ალაზნის ველის მლაშე დეგრადირებული ნიადაგების მთლიანად ათვისება ჩვენს ერთ-ერთ მორიგ ამოცანას შეადგენს, საქართველოს სოფლის მეურნეობისათვის (გავარდაშვილი, 2016).

ნიადაგის დამლაშების მიზეზები სარწყავი მეურნეობის პირობებში დამლაშებულია ნიადაგები, რომლებიც შეიცავს მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის ხელისშემშლელ მინერალურ მარილებს. საპილოტე ტერიტორიის სარწყავი მეურნეობის პირობებში ნიადაგების დამლაშების მიზეზებად მნიშვნელოვანია სარწყავ წყალში მარილების არსებობა და ნიადაგში, გრუნტის წყალში, ადვილად ხსნადი მარილების არსებობა. დამლაშებული ნიადაგები ხასიათდებიან ადვილად ხსნადი მარილების მაღალი კონცენტრაციით ($NaCl$, Na_2CO_3 , Na_2SO_4 და სხვ.). საქართველოში ასეთი ნიადაგებია ალაზნის, ტარიბანა-ნატბურის ვაკეებზე, გარდაბნის, კრწანისის, ლაკბეს, მარნეულის მიწებზე. წარმოშობის მიხედვით დამლაშებული ნიადაგები პირველადი ან მეორადი დამლაშებისა (ლაპიაშვილი, 2013), (გავარდაშვილი, 1999).

საქართველოში წარმოშობის მიხედვით დამლაშებული ნიადაგები შეიძლება იყოს პირველადი ან მეორადი დამლაშების.

პირველადი დამლაშების ნიადაგები. ბუნებრივი პროცესების გავლენით მიმდინარეობს პირველადი დამლაშება, როდესაც ნიადაგში სისტემატურად ხდება მარილების დაგროვება, გრუნტის წყლები შეიცავს მარილებს, კაპილარების საშუალებით გრუნტის წყლის ამოსვლა ხდება ნიადაგის ზედაპირზე, წყალი ორთქლდება, მარილები ნიადაგის ზედა ფენაში რჩება. როდესაც გრუნტის წყალი მიწის ზედაპირიდან 1-3 მ სიღრმეზეა მიმდინარეობს დამლაშება. ხოლო თუ გრუნტის წყალი უფრო ღრმადაა, მარილები კაპილარების საშუალებით ზედაპირამდე ვერ აღწევს, ნიადაგის დამლაშებას ადგილი არა აქვს (ჯაფარიძე, 1952), (Будрюнене, 1998).

მეორადი დამლაშება ვითარდება მიწების გასარწყავების პირობებში, რომელიც განპირობებულია გრუნტის წყლის დონეების აწევით და გადიდებულია მორწყვის ნორმებით.

სარწყავი მიწების რელიეფზე, ლითოლოგიაზე, ადგილმდებარეობაზე, წყალგამტარობის უნარზე, წყლის მოდინებისა და გასავლის ბალანსზე დამოკიდებული მარილების მოძრაობა, დაგროვება გრუნტის წყლებში და ნიადაგებში.

წყალგამტარი შრე, სარწყავ ფართობს თუ სიღრმეში აქვს, ამ შემთხვევაში დრენირებული იქნება ამ წყალგამტარი შრის მეშვეობით ზედმეტი წყალი. ე.ი აღარ იარსებებს საშიშროება გრუნტის წყლის აწევისა და ნიადაგის დამლაშების.

დამლაშება თავიდან რომ იქნეს აცილებული, აუცილებელია ერთი მხრივ აღიკვეთოს ზედმეტი წყლის მიშვება ფართობზე, მეორე მხრივ აუცილებელია ფართობს მოვაცილოთ ზედმეტი წყალი დრენაჟის მოწყობით (ა. გოგატიშვილი, ნ. იაშვილი, 1984).

როდესაც ადგილმდებარეობას არა აქვს ბუნებრივი დრენირების საშუალება, მაშინ წყლის დანაკარგების შედეგად გრუნტის წყლების დონე თანდათანობით იწევს მაღლა, გზადაგზა წყალი მდიდრდება მარილებით და ასე აღწევს კრიტიკულ სიღრმეს. აქედან წყალი კაპილარებით მიწის ზედაპირამდე ამოდის და ბალანსი აორთქლებით რეგულირდება. ამიტომ წყალს არ უნდა მიეცეს საშუალება შეუერთდეს გრუნტის წყლებს, ასწიოს მათი დონე და ამით ნიადაგის დამლაშების საშიშროება შექმნას.



სურ. 1.5. ალაზნის ველი, სიღნაღის მიდამოები

1.2. ბიცი ნიადაგების მელიორაცია

ბიცი ნიადაგი როგორც ზედაპირზე, ისე შეიძლება მხოლოდ ქვედა ფენებში შეიცავდეს ადვილად ხსნადი მარილების დიდ რაოდენობას. მლაშობი ნიადაგების ათვისების მიზნით შესაძლებელია გამოვიყენოთ, მლაშობი ნიადაგების წინააღმდეგ ბრძოლის ჰიდრომელიორაციული, მექანიკური, ბიოლოგიური მეთოდები.



სურ. 1.6 . ალაზნის ველი მლაშე ნიადაგით

ბიოლოგიური მელიორაცია - ბიოლოგიური მეთოდის დროს გამოყენებულია მარილგამძლე კულტურების თესვა. ბიოლოგიური მეთოდი ხანგრძლივ პერიოდს მოითხოვს და ხანმოკლე პერიოდში პრაქტიკულად არაეფექტურია. ჩვენს საპილოტე ტერიტორიებზე ძირითადად გამოყენებული იქნა ტოპინამბური (მიწავაშლა), რომელიც ადვილად ადაპტირდა ორივე მუნიციპალიტეტში.

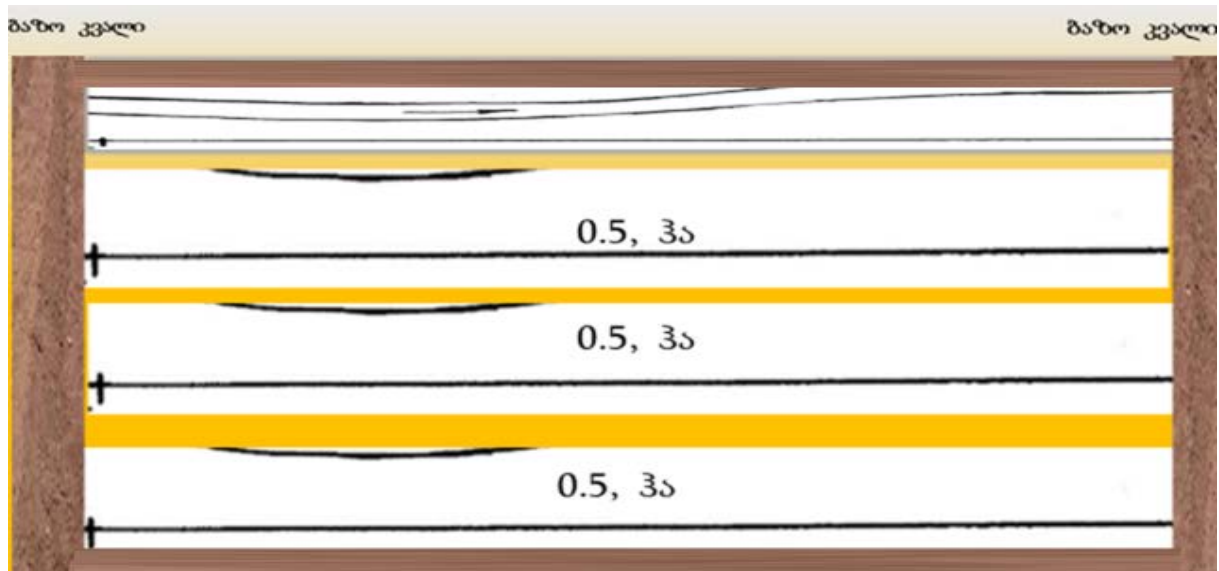
მექანიკური მელიორაცია - ნიადაგის ზედაპირზე არსებული მარილების შეგროვება და გატანა. ეს ხერხი იძლევა გარკვეულ შედეგს მცირე ფართობებზე, როდესაც მარილების ძირითადი მასა გროვდება ნიადაგის ზედაპირზე და ქვედა არ არის დამლაშებული. იგი მოითხოვს სისტემატურ განმეორებას, რაც ზღუდავს მის გამოყენებას დიდ ფართობზე. მექანიკური მეთოდის დროს კი ხდება ნიადაგის ზედაპირზე არსებული მარილების შეგროვება, გატანა. მექანიკური მეთოდი კარგ შედეგს იძლევა მცირე ფართობებზე, სადაც მარილების განსაზღვრული რაოდენობა გროვდება ნიადაგის ზედაპირზე და ამ დროს ქვედა შრე არ არის დამლაშებული. მექანიკური მეთოდის გამოყენება მოითხოვს სისტემატურ განმეორებას, რის გამოც იზღუდება მისი გამოყენება დიდ ფართობებზე.

ჰიდრომელიორაციული მეთოდი - ამ დროს ხდება ნადაგში არსებული მარილების გახსნა და გამორეცხვა, რომელიც ფართოდ გამოიყენება როგორც ბიც ისე ბიცობ ნიადაგებზე, სადაც დამლაშება ნიადაგის პროფილში მაქსიმალურადაა გამოსახული. ჰიდრომელიორაციული მეთოდი ძირითადად სასურველია ჩატარდეს ზამთარში, რადგან აორთქლება მცირეა და გამორეცხვა უფრო ინტენსიურია. გადატვირთული არ არის წყალმოხმარების გრაფიკი. 100 000 ჰა-მდეა ასეთი ფართობები საქართველოში.

ბიცი ნიადაგების გამორეცხვის დროს ფართობი უნდა იყოს უზრუნველყოფილი სრულწყალტევადობამდე (ნიადაგში არსებული წყლის მარაგის მხედველობაში მიღებით). მარილების გახსნის შემდეგ (ხუთი დღის) ხდება ნიადაგში 3-ჯერ წყლის ნაწილ-ნაწილ მიწოდება გათვალისწინებული ნორმით (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2018).

მინდვრის წინასწარი მომზადებაა საჭირო ბიცი ნიადაგების გამორეცხვის დროს, უნდა მოხდეს ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების შენარჩუნება, კაპიტალური მოშანდაკება , 70-80 სმ-მდე ღრმა გაფხვიერება შესაძლებელია ქიმიურ რეაგენტის ბუნებრივი გაჯის გამოყენება.

ჩასარეცხი ფართობი იყოფა ტოლ ნაკვეთებად, რომლებსაც უკეთდება 60-70 სმ სიმაღლის ბაზოები. გამორეცხვა ხორციელდება ნაკვეთებში წყლის დატბორვით.



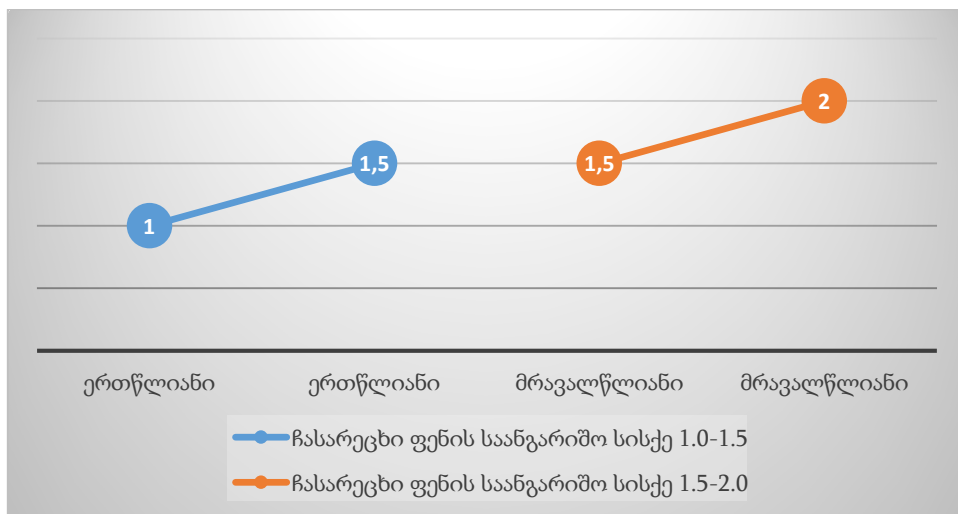
სურ.1.7. ბიცი ნიადაგის ჩასარეცხად მომზადებული საპილოტე ფართობი

ფართობს გამორეცხვის დროს ეძლევა წყალი იმ რაოდენობით, რომ იგი აღემატება იმ ფენის წყალტევადობას რომლის გამომლაშეობაცაა საჭირო, წყლის ძლიერი დაღმავალი ნაკადი იქმნება ამ დროს, ხსნის მარილებს და ჩააქვს ქვედა ფენებში და ხდება გამორეცხვა. ყურადღება უნდა მიექცეს გამორეცხვის ნორმას. გამორეცხვის ნორმა ისე უნდა შეირჩეს, რომ ადვილად ხსნადი მარილები მთლიანად არ გამოირეცხოს, რადგან მას შეიძლება მოჰყვეს ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუარესება. მლაშე ნიადაგების გამორეცხვა აუცილებლად საჭიროებს ნიადაგში ჩასული (გადამუშავებული) წყლის ფართობიდან გაყვანას და მეორადი დამლაშების საწინააღმდეგო ღონისძიებებს (დანელია, 1999), (დიმო, 1944).

მარილების რაოდენობასა და ნიადაგის თვისებებზეა დამოკიდებული გამორეცხვის ნორმა, აგრეთვე დამოკიდებულია იმ ფენის სისქეზე, რომლის გამომლაშეობაცაა საჭირო. 3 000 - 4 000 მ³/ჰა-ს შეადგენს ერთჯერადი ჩარეცხვის ნორმა საშუალოდ. ერთწლიანი კულტურებისათვის მიღებულია - 1.0-1.5 მ, მრავალწლიანი ბალახებისათვის - 1.5 - 2.0 მ, რომელიც წარმოდგენილია დიაგრამა 1-ის მიხედვით.

ცხრილი 1.3 ნორმატივების მიხედვით ჩასარეცხი ფენის საანგარიშო სისქე

კულტურის დასახელება	ჩასარეცხი ფენის საანგარიშო სისქე მ
ერთწლიანი კულტურები	1.0-1.5
მრავალწლიანი ბალახებისათვის	1.5-2.0



დიაგრამა 1. 2. ნორმატივების მიხედვით ჩასარეცხი ფენის სისქე

თუ გარეცხვის დროს ღრმად ჩასული წყალი ფართობიდან ბუნებრივი დრენაჟით არ გადის, აუცილებლად მოსალოდნელია ფართობის ხელმეორედ დამლაშება. ამიტომ, მლაშე ნიადაგების გამორეცხვის პარალელურად ღრმა ფენაში ჩასული წყლის მოსაშორებლად საჭიროა ხელოვნური დრენაჟის მოწყობა (ო. ხარაიშვილი, ი. კეჩხოშვილი, 2020).

აღმოსავლეთ საქართველოში მძიმე თიხნარი ნიადაგების ქლორიდულ-სულფატური დამლაშების შემთხვევაში რეკომენდებულია ჩარეცხვის ფენის საანგარიშო სისქე 1.0 მ.

40-60 სმ-დან საშუალოდ დამლაშებულ ნიადაგებზე როდესაც პირველი მარილიანი ჰორიზონტი იწყება, მისი ათვისება შესაძლებელია კაპიტალური გამორეცხვის გარეშე მრავალწლიანი ბალახების, სიდერატების თესვით, თაბაშირის შეტანით, რწყვის რეჟიმის დაცვით. 550-600 მ³/ჰა-ზე ხელოვნური დაწვიმების დროს, 800-1000 მ³/ჰა-ზე თვითდინებითი მორწყვის დროს. მიღებული ღონისძიებების გატარებით იწყება განმარილების პროცესი. რწყვის რეჟიმისა და მოსული ნალექების ხარჯზე უზრუნველყოფილია გამომრეცხი რეჟიმი, რომელიც ნოემბერ-მარტზე მოდის (ჯაფარიძე, 1978), (ჯაფარიძე, 1952).

1.3. ბიცობი ნიადაგების მელიორაცია

ბიცობი ნიადაგი ბიცი ნიადაგისაგან განსხვავებულია შთანთქმულ ნატრიუმის შემცველობით. ბიცობ ნიადაგის ზედა ფენაში მცირე რაოდენობითაა ადვილად ხსნადი მარილები. ბიცობს ახასიათებს მაღალი ტენიანობა, დისპერსიულობა, რისი შედეგიცაა ნიადაგის ფიზიკურ თვისებათა გაუარესება.

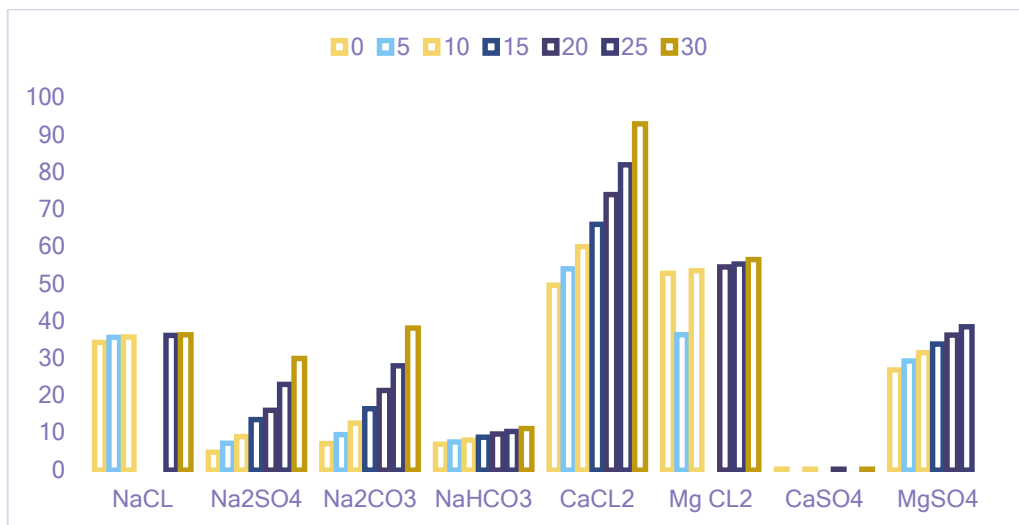
ბიცობი ნიადაგების მელიორაციის ძირითადი მიზანია შთანთქმული ნატრიუმის განდევნა, ჩანაცვლება ნიადაგ-შთანთქმულ კომპლექსში, ბიცობიანი ჰორიზონტის დაშლა გაფხვიერება, ტუტიანობის ნეიტრალიზაცია.

ქიმიური მელიორაცია - ქიმიური მელიორაციის დროს ხდება ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების შეტანა: კირის, კალციუმის ქლორიდის, გოგირდის და სხვ. მოთაბაშირებას საჭიროებს იმ შემთხვევაში, როდესაც შთანთქმულ ნატრიუმს შთანთქმის მოცულობის 10%-ზე მეტი უკავია (12. კ. მინდელი, ლ. გუნთაიშვილი, ნ. მაჭავარიანი, დ. კირვალიძე, ხ. მინდელი, ლ. გამსახურდია, 2011).

სასოფლო-სამეურნეო ფართობების ბრუნვიდან ამოღება ხდება როდესაც ჩნდება სოდის ბიცობების ლაქები დამლაშებული ნიადაგების ათვისების დროს, თაბაშირის გამოყენება ხანგრძლივი პროცესია. ამ დროს ეფექტური მელიორანტია კალციუმის გვარჯილა. ნიადაგების სრული გაჯანსაღება შესაძლებელი ერთ სეზონზე 7-15 ტ/ჰა კალციუმის გვარჯილის შეტანით. ორგანული სასუქების შეტანა, მრავალწლიანი ბალახების თესვა აუცილებელია თაბაშირის შეტანის შემდეგ.

ნიადაგის ღრმა ხვნას, სიდერაციას, მრ. ბალახების თესვას, ორგანული მინერალური სასუქების შეტანას, გამორეცხვის რეჟიმის გამოყენებას მოიცავს აგრობიოლოგიურ ღონისძიებათა სისტემა.

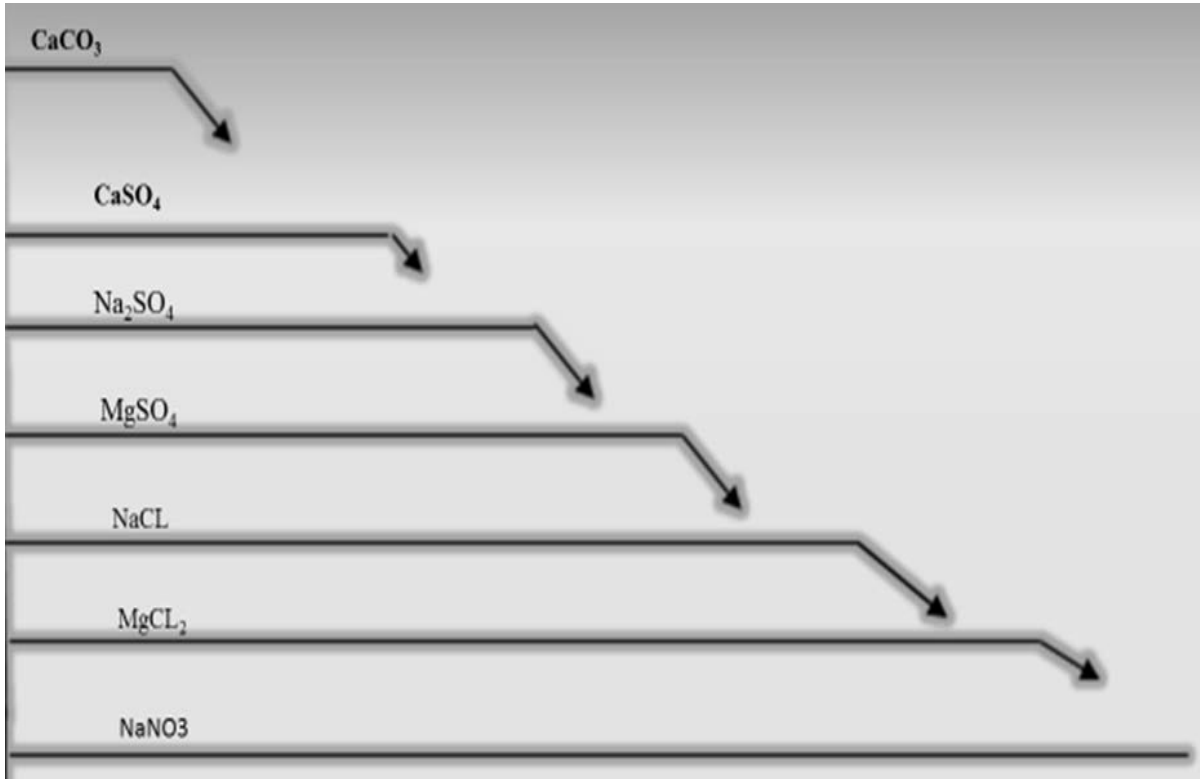
პირველი და მეორე ჯგუფის ელემენტებისგან წარმოქმნილი მარილები იწვევენ ნიადაგის დამლაშებას. ელემენტთა მოძრაობის ხარისხზეა დამოკიდებული ნიადაგის დამლაშება. 100 გრამ წყალში ზოგიერთი მარილების ხსნადობა გრამებში წარმოდგენილია დიაგრამის სახით.



დიაგრამა 1.3. 100 გრამ წყალში ზოგიერთი მარილების ხსნადობა გრამებში პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ტემპერატურასთან ბუნებრივი მარილების ხსნადობა რაც ნათლად ასახულია ცხრილში (ლ. შავლიაშვილი, გ. კორმახია, ე. ელიზბარაშვილი, გ. კუჭავა, ნ. ტულუში, 2014).

გამდინარე წყლებით ხდება დედამიწაზე მარილთა ტრანსპორტირება, სწორედ ამიტომამა გამდინარე წყლის რეჟიმზე დამოკიდებული მარილთა გატანა-დაგროვების პროცესის სისწრაფე (ლ. შავლიაშვილი, გ. კორმახია, ე. ელიზბარაშვილი, გ. კუჭავა, ნ. ტულუში, 2014).

ხსნადი მარილების დიდი ნაწილი ტენიანი კლიმატის პირობებში წყალს ზღვებში ჩააქვს. გამდინარე წყალი მშრალ, მცირენალექიან რაიონებში გზაში ორთქლდება, რომლის დროსაც კონცენტრაცია იზრდება, რის გამოც მარილები მათი ხსნადობის შესაბამისად ილექება გზადაგზა.



დიაგრამა 1.4. სისწრაფე მარილთა გამოლექვის

კალციუმის კარბონატი ყველაზე ადრე გამოილექება, ყველაზე გვიან კი ქლორიდები, ნიტრიტები. მარილთა შემადგენლობის რაოდენობის მხრივ ნიადაგები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან (ლ. შავლიაშვილი, გ. კორძახია, ლ. ინწკირველი, ნ. ბუაჩიძე, გ. კუჭავა, ნ. ნასყიდაშვილი, 2006). ვულკანების ამოფრქვევის დროს ხდება ხსნადი მარილების წარმოქმნა (G. Gavardashvili, J. Pawlowicz, 2022).

მცენარეულ საფარს განსაკუთრებული როლი ენიჭებანიადაგის ზედაპირზე მარილების დაგროვებაში. ადვილად ხსნადი მარილები გროვდება მცენარეული ნარჩენების (აერობული) დაშლის დროს. (გ. გავარდაშვილი, ი. იორდანიშვილი, ი. ირემაშვილი, კ. იორდანიშვილი, 2022).

მლაშე ტბებიდან ხმელეთზე მარილების გადატანაში მნიშვნელოვანია ქარი. ქარის საშუალებით ხდება ტბიდან მარილ შემცველი წყლის წვეთების გადატანა, ხმელეთზე ყოველწლიურად დაახლოებით 2-20 ტონას

აღწევს .(ი.გოგობერიძე, მ.მძელური, 1981).

გრუნტის წყალი აორთქლებისას ხსნადი მარილების დიდ რაოდენობას ნიადაგის ზედაპირზე ტოვებს. მაგალითად 2 მ ნიადაგის ფენაში ერთი წლის განმავლობაში შეიძლება დაგროვდეს 1 ჰა-ზე ხუთასიდან -ათასამდე ტონა მარილი (B., 1966).

ფერდობებიდან ჩამონადენი მლაშე წყლებითაც ხდება ნიადაგის დამლაშება. კლიმატზე, მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, ნიადაგის ფილტრაციულ თვისებებზე, აორთქლებული წყლის რაოდენობაზე, ნიადაგ წარმომქმნელ ქანსა და მარილების ხსნადობაზეა დამოკიდებული ნიადაგში მარილების დაგროვების, გადატანის ინტენსიურობა.

ნიადაგში მარილების შემცველობა 0,3 %-ს როდესაც არ აღემატება პრაქტიკულად დაუმლაშებელ ნიადაგებად ითვლება. მლაშობებში 0,5-დან 3 და მეტ პროცენტამდე შეიძლება შეადგენდეს. (ჩხიკვიშვილი, 1960) (ი.გოგობერიძე, მ.მძელური, 1981).

ძირითად მელიორაციულ ღონისძიებად ამ ნიადაგებისათვის ითვლება მოთაბაშირება, ღრმა გაფხვიერება და ერთჯერადი ჩარეცხვა. აღნიშნული მასივების მეტ ნაწილზე ბუნებრივი დრენირების არსებობა გამორეცხვის შესაძლებლობას იძლევა დრენაჟის მოწყობის გარეშე.

მინდვრების მომზადება მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: ნაკვეთების მოსწორებას, შემოდგომაზე თაბაშირის შეტანას და ჩახვნას, ღრმა გაფხვიერებას და მოედნების მოწყობას.

კალციუმით, გოგირდით ნიადაგის უზრუნველყოფისათვის სოფლის მეურნეობაში გამოყენებულია თაბაშირი. თაბაშირი ასევე გამოიყენება ბიცობი ნიადაგების ქიმიური მელიორაციისთვის, რომლის დროსაც მშთანთქავ კომპლექსში არსებულ ნატრიუმს ჩაენაცვლება კალციუმის იონები, რომელიც უზრუნველყოფს სტრუქტურის და ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას, მცენარისათვის სასურველ ოპტიმალურ რეაქციას, რის შედეგადაც უმჯობესდება ნიადაგის ნაყოფიერება და იზრდება სასოფლო სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობა. მოთაბაშირების მოქმედების ვადა ექვსი წელია. თაბაშირის შეტანის ნორმა მშთანთქავ კომპლექსში ნატრიუმის რაოდენობაზეა დამოკიდებული.

თაბაშირის შეტანის შემდეგ სასურველია ნიადაგზე შეტანილ იქნას

ორგანული სასუქები და დაითესოს მრავალწლიანი ბალახები.

მომზადებულ ფართობზე ტარდება ტენდამაგროვებელი მორწყვა, რის შედეგადაც წარმოიშობა მეორადი მავნე ადვილად ხსნადი ნატრიუმის და მაგნიუმის სულფატები და ქლორიდები. ნიადაგის პროფილიდან ამ მარილების გასატანად ტარდება ერთჯერადი გამორეცხვა ნორმით 5000 მ³/ჰა-ზე. განხორციელებულ ღონისძიებათა ფონზე რეკომენდებულია მრავალწლიანი ბალახების თესვა, ორგანული და მინერალური სასუქების გადიდებული დოზებით შეტანა, მორწყვის ჩამრეცხი რეჟიმის დაცვა. ყოველივე ეს ხელს უწყობს ნაყოფიერების გაზრდას და მიწების შემდგომ მელიორაციულ გაუმჯობესებას.

ბიცობი ნიადაგების მელიორაციის ეფექტი იზრდება აღნიშნული მეთოდების ერთობლივი გამოყენებით.

1.4. ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების გავრცელების ზონის მოკლე დახასიათება

კახეთის რეგიონი ძირითადად ვაკე და ნაწილობრივ მთიან რელიეფურ პირობებში იმყოფება. იგი ზღვის დონიდან 300-1900 მ და მეტ სიმაღლეზე მდებარეობს. ჩრდილოეთით აკრავს კავკასიონის ქედი, ჩრდილო-დასავლეთით მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი, სამხრეთ-დასავლეთით ქვემო ქართლის რეგიონი, აღმოსავლეთით და სამხრეთით ესაზღვრება აზერბაიჯანი. საქართველოსათვის კახეთი უაღრესად მნიშვნელოვანი რეგიონია სოფლის მეურნეობის მრავალი დარგის პროდუქციის წარმოებიდან გამომდინარე. ხელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური პირობების გამო, აქ შესაძლებელია მარცვლეული კულტურების მაღალი მოსავლის მიღება, კერძოდ, საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, სიმინდი და სხვა. წარმატებით მოყავთ ვაზის სხვადასხვა ჯიშები, ქართულმა ღვინომ მსოფლიო აღიარება მოიპოვა. რეგიონის ზოგიერთ რაიონებში კლიმატური პირობები ხელს უწყობს ეთერზეთოვანი და ზეთოვანი ტექნიკური კულტურების წარმატებით განვითარებას (გერანი, ჟასმინი, კაზანლიყის ვარდი, მზესუმზირა, თამბაქო და სხვა). ასევე, კარგი პირობებია მეხილეობის, მებოსტნეობის, ბაღჩეულის, აგრეთვე მეცხოველეობის, მეფრინველეობის, მეაბრეშუმეობის

დარგების განვითარებისათვის (ებანოიძე, 1961), (კორახაშვილი, 1989), (ჭანკვეტაძე, 2003).

კახეთის რეგიონში გავრცელებული ნაყოფიერი ნიადაგები (შავმიწისებრი, შავმიწები, ყავისფერი და სხვა) ხელს უწყობს სოფლის მეურნეობის კერძოდ, ფერმერული მეურნეობების განვითარებას. კახეთის ტერიტორიის მეტი ნაწილი განიცდის ტენის დეფიციტს. ალაზნის ველის მარჯვენა ნაწილში გავრცელებულია დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები, რომელთა უმეტესი ნაწილი გამოუყენებელია, ან მცირე ყუათიან საძოვრებადაა გამოყენებული. თანამედროვე პირობებში უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამ ნიადაგების ხელახალი შესწავლის საქმეს, რათა მოხდეს მათი ნაყოფიერების ამაღლება სხვადასხვა შემარბილებელი ღონისძიებების გატარებით, კერძოდ, ამ ნიადაგების კვლევის საფუძველზე შემუშავებული რეკომენდაციებისა და საადაპტაციო ღონისძიებების გატარებით, რაც საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ ამ ნიადაგების გამოყენების მასშტაბები. აღმოსავლეთ საქართველოში დამლაშებული ნიადაგები ფართოდ არის გავრცელებული დაბლობ სარწყავ და მთისპირა ზონებში. დამლაშება-ბიცობიანობის პროცესის გამომწვევი მიზეზები რთულია და მრავალმხრივი, რომელთაგანაც თვალსაჩინო როლი ეკუთვნის ისტორიულ-სოციალურ და სამეურნეო პირობებს. მაგრამ დამლაშება-ბიცობიანობის უმთავრესი მიზეზებია არახელსაყრელი გეომორფოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, ნიადაგური და კლიმატური პირობები, როგორცაა აქ გავრცელებული დაბლობებისა და დეპრესიების ბუნებრივი უწრეტობა, მლაშე გრუნტის წყლების მაღალი კრიტიკული დონე, ნიადაგებისა და გრუნტების უსტრუქტურობა, მათი მცირე ფილტრაციული და მაღალი კაპილარული თვისებები, ჰაერის მაღალი ტემპერატურა და სიმშრალე. ამ ფაქტორთა კომპლექსური მოქმედება იწვევს გრუნტის წყლების ინტენსიურ აორთქლებას და მარილების ჭარბად დაგროვებას ნიადაგის ზედა ფენებში (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018).

დამლაშებული ნიადაგები ფართოდ არის გავრცელებული მდ. ალაზნის, იორისა და მტკვრის დინების შუა და ქვემო ნაწილში, ე.ი. კახეთისა და ქვემო ქართლის რაიონებში. მდ. ალაზნისა და მტკვრის შუამდებარე მიდამო მდ. იორით ორ ნაწილად იყოფა - აღმოსავლეთ და დასავლეთ მხარეებად. პირველი მათგანი იორ-ალაზნის შუა და ქვემო დინების მიდამოებს მოიცავს, ხოლო მეორე - იორი-მტკვრისას. ამ

წყალგამყოფ მიდამოს შორის გავრცელებულ დაბლობსა და ვაკეთა შორის ყველაზე დიდია ალაზნის ველი (ა. ვოზნესენსკი, პ. სმირნოვა, 1955), (საბაშვილი, 1934).

ალაზნის ველი მდებარეობს საქართველოს უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში. ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება კახეთის კავკასიონი, სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან გომბორის ქედი და მისი გაგრძელება შირაქის ზეგანი, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან აზერბაიჯანის ტერიტორია. ალაზნის ველი აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ ზონაში შედის, რომელიც ზღვის დონიდან 200-470 მ სიმაღლეზე მდებარეობს. ალაზნის ველი გადაჭიმულია 80 კმ მანძილზე - ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით. მას მთელ სიგრძეზე კვეთს მდ. ალაზანი. მდ. ალაზანი აღნიშნული ვაკის ძირზე მიედინება, ჰყოფს მას ორ ნაწილად და წარმოქმნის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროს (გავარდაშვილი, 2021)

მცენარეული და ნიადაგური საფარი ალაზნის ვაკის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროზე საკმაოდ განსხვავებულია. ეს აიხსნება მარცხენა მხარის უფრო უხვი დატენიანებით ჰაერის იმ მასების მიერ, რომლებიც კავკასიონს ეჯახებიან და იძულებული ხდებიან მაღლა ავიდნენ. ველის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი შემადგენელ ზონას წარმოადგენს. ის ღრმად დასერილია ხევ-ხეობებით, ოლეებით, ღარტაფებით და სხვა ბუნებრივი საწრეტი ქსელითა და სადინარებით, უმეტეს შემთხვევაში მდ. ალაზნამდე აღწევს. ამის გამო ველის ეს ნაწილი დაფარულია დაუმლაშებელი ნიადაგებით. ასეთივე დაუმლაშებელი ნიადაგებით მოცულია ველის გასწვრივ მდებარე დამრეცი ზოლი, სადაც განვითარებულია უმთავრესად შავმიწისებრი და შავმიწა ნიადაგები (ქუფარაშვილი, 2017).

დაბლობისპირა ზოლში ეს ნიადაგები ბიცობიანობით და სუსტი დამლაშებით ხასიათდება. მარჯვენა ნაწილი უფრო მშრალია, რაც ძლიერდება სამხრეთ-აღმოსავლეთით, სადაც ვაკეს სამხრეთ დასავლეთიდან მხოლოდ ივრის ზეგანის დაბალი კიდე და გომბორის ქედის დადაბლებული ბოლო ესაზღვრება. ეს ზონა, ე.ი. ალაზნის ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთით და მისი დასავლეთი ნაწილის ცენტრალური ზოლი, გეომორფოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობების მიხედვით, დაცემულ უწრეტ დაბლობს წარმოადგენს. შუაგულში ის ოდნავ ჩაზნექილია, ხოლო პერიფერიულ ნაწილში - ამოზნექილი. ამის გამო დაბლობში

გრუნტის წყლის მძლავრ შემდინარებას აქვს ადგილი, ხოლო მისი გამდინარება კი ძლიერ მცირეა. ველის ამ ნაწილში გრუნტის წყლის რეჟიმის რეგულირება უმთავრესად მისი უშუალო აორთქლებით ხდება. ეს კი იწვევს ნიადაგისა და გრუნტის წყლის ინტენსიურ დამლაშებას. ასეთივე ბუნებრივი პირობებით ხასიათდება ლაკებს დაბლობი. აქაც მლაშე გრუნტის წყლები თავის კრიტიკულ დონეზე მაღლა დგას და უშუალო აორთქლების გამო, იწვევს ნიადაგური ფენების ძლიერ დამლაშებას. ამის გამო ლაკებს დაბლობიც ბუნებრივად უწრეტ დაბლობთა კატეგორიას განეკუთვნება. დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების ყველაზე დიდი მასივები გვხვდება ალაზნის ველზე (მარჯვენა მხარე, ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილზე), გარე კახეთში, განსაკუთრებით სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში (ტარიბანა, ჩათმა), ელდარის ველზე. ამ ნიადაგებს მეტ-ნაკლები გავრცელება აქვს შუა და ქვემო ქართლის დეპრესიაშიც (ი. ქუფარაშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე, მ. მღებრიშვილი, 2019).

რელიეფი - ალაზნის ველის ბიცობიანი ნიადაგები ძირითადად განვითარებულია დეპრესიულ რელიეფის ელემენტებზე, შედარებით ძველ-შემადღებულ პირობებში.

საქართველოში ნიადაგების სარტყელი, განვითარების თანამედროვე საფეხურზე, დესტრუქციული დანაწევრების სტადიაზეა. (Babenyshev S.P., Mamai D.S. , 2011).

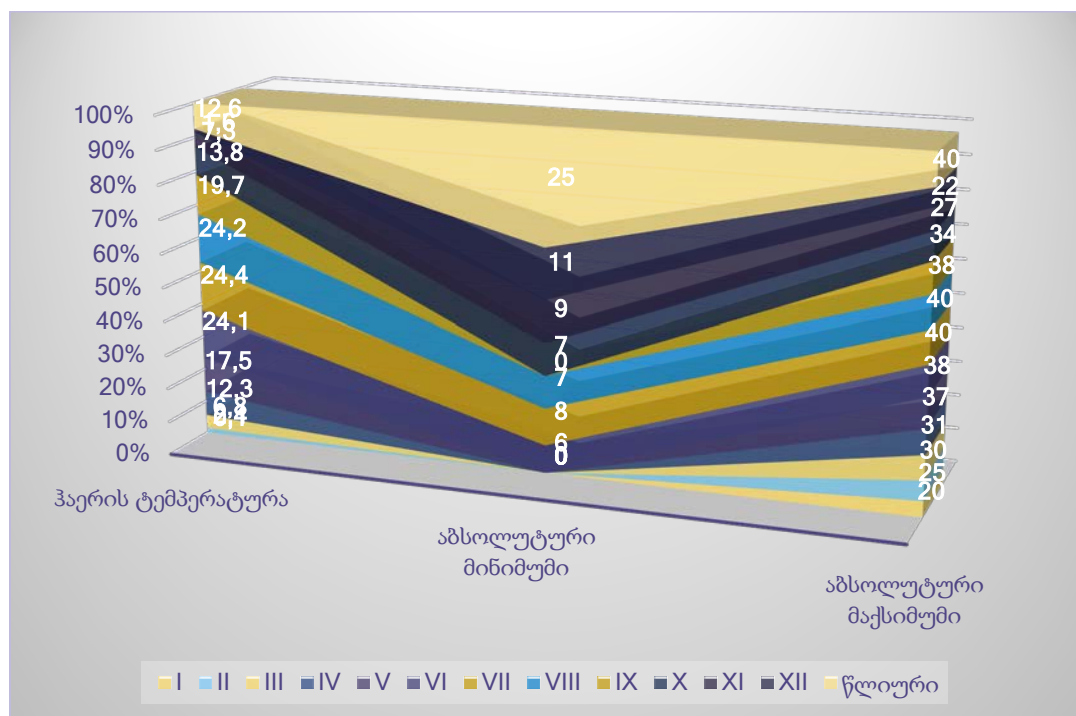
ალაზნის ველის ნიადაგებზე გრუნტის წყლის კრიტიკულ დონეზე მაღლა დგომა, დამლაშებას იწვევს, კრიტიკულ დონეზე დაბლა დგომა განმლაშებას. (ჩხიკვიშვილი, 1960), (ი. ქუფარაშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე, მ. მღებრიშვილი, 2019).

ქანები ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგები წარმოდგენილია პლიოცენის ნალექი ქანებით. მაგმურ ქანებზე განვითარებული დამლაშებული ნიადაგები არ გვხვდება საქართველოში (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018), (Qufarashvili, 2017).

კლიმატი - ვ.კოვდას მიხედვით მლაშე ნიადაგები ხასიათდება შემდეგი კლიმატური მაჩვენებლებით:

- უდაბნოს (დიდი, ქვიშიანი უდაბნოს გარდა) სტეპში ტემპერატურა წლიური შეადგენს საშუალოდ 16-19 C°, ივლისში 27-30 C°, ნალექები 90-210 მმ ფარდობითი ტენიანობა 20% აორთქლება წლის განმავლობაში 2000-2500;
- მშრალ სტეპში ტემპერატურა წლიური შეადგენს საშუალოდ 10-13 C°, ივლისში 23-25 C°, ნალექები 200-300 მმ ფარდობითი ტენიანობა 75% აორთქლება წლის განმავლობაში 1000-1500; (Ковда, 1973).

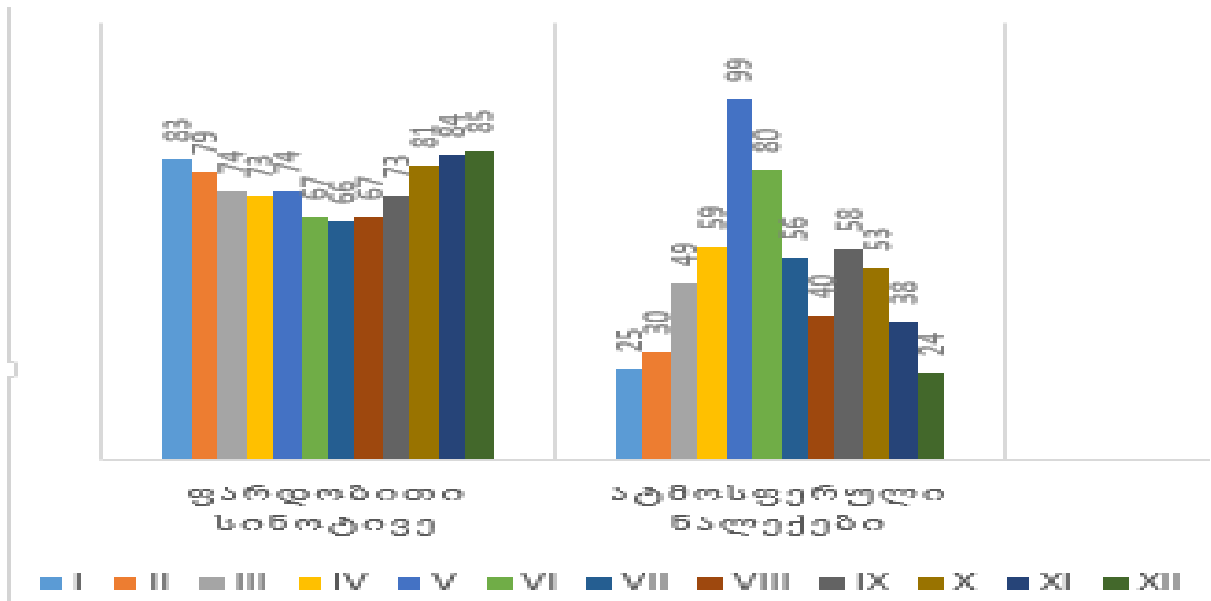
ჰაერის ტემპერატურა - კახეთის მიმდებარე ტერიტორიაზე ჰაერის მაღალ ტემპერატურულ რეჟიმს განაპირობებს რადიაციული მახასიათებლები. მდინარე ალაზნის ველის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 14°C-ს აღემატება (გ. მელაძე, მ. მელაძე, 2019), (გ. მელაძე, მ. მელაძე, 2012). გაზაფხულსა და შემოდგომაზე ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 40°C –ს აღწევს. აბსოლუტური მინიმუმი შეადგენს - 25°C . ალაზნის ველის წლიური ტემპერატურული მახასიათებლები ასახულია სქემაზე.



დიაგრამა 1.5 ალაზნის ველის წლიური ტემპერატურული მახასიათებლები
ტენის რეჟიმი შიგნით კახეთის ბარში ატმოსფერული ნალექები არ მოდის ბევრი. საკვლევ ტერიტორიაზე ნალექების წლიური ჯამები შეადგენს 600–700 მმ–ს, ხოლო ალაზნის შუა წელში მატულობს 800 მმ–მდე.

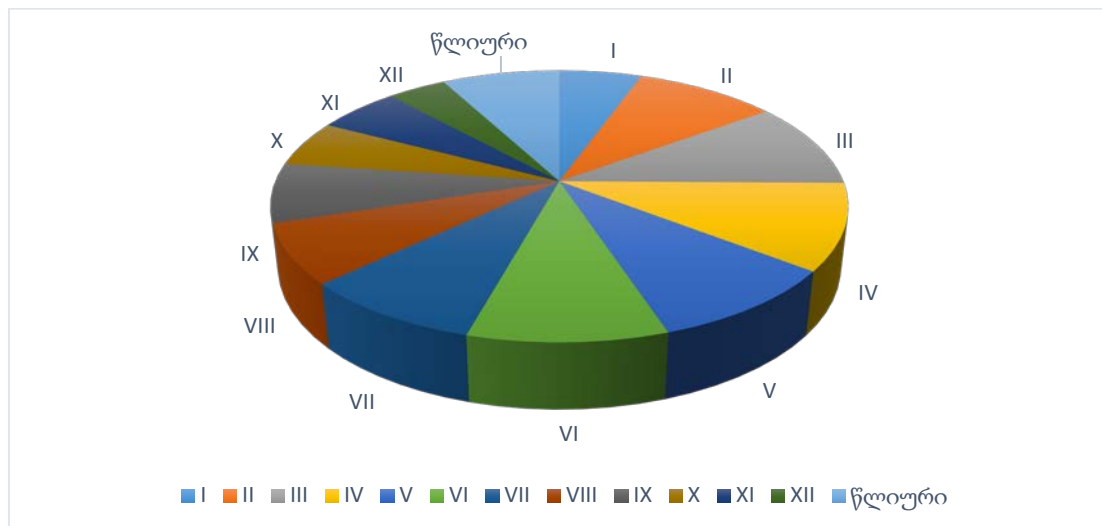
წლის განმავლობაში ნალექების უდიდესი საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობა (დაკვირვება მაისის თვეში) შეადგენს 99 მმ–ს. ივნისში ნალექების საშუალო

მრავალწლიური მნიშვნელობა არის 80 მმ, აპრილში და ივლისში – 56–59 მმ, ხოლო უმცირესი ნალექები მოდის დეკემბერსა და იანვარში - 21-25 მმ.



დიაგრამა 1.6 ალაზნის ველის ტენის წლიური მახასიათებლები

ქარის რეჟიმი - ალაზნის ველზე ზაფხულის პერიოდში ქარის სიხშირე მატულობს, წლიური სიჩქარე 2 მ/წმ-ს არ აღემატება. ველზე ქარის სიჩქარე როდესაც შეადგენს 1.2–1.3 მ/წმ-ს შედარებით ძლიერდება. ქარის სიჩქარის ცვლილება წლის განმავლობაში მ/წმ.



დიაგრამა 1.7 ქარის სიჩქარის წლიური სვლა მ/წმ

გრუნტის წყლები - ალაზნის ველის გრუნტის წყლები საშუალოდ ან ძლიერ დამლაშებულია, რომელიც კრიტიკულ ზღვარზე მაღლაა და მუდმივ კავშირშია ნიადაგის ფენებთან. გრუნტის წყლის მინერალიზაცია ცვალებადია.

ნიადაგური საფარი - ალაზნის ველის ნიადაგური საფარი მრავალფეროვანია და შესაბამისობაშია ვერტიკალურ ზონალობასთან. ველის ყავისფერი ნიადაგები დაბალ სარტყელში გადადის მდელოს-ყავისფერ ნიადაგებში. შავმიწისებრი და მდელოს დაწიდული ნიადაგები ლაქების სახით არის წარმოდგენილი (საბაშვილი, 1996), (ვ. სიმონოვი, ჭ. მურვანიძე, 1982), (სიჭინავა, 1983).

გარდაბნის ვაკის ტერიტორია ხასიათდება რუხი ყავისფერი ნიადაგებით. (ტალახაძე, 1964) (დ. გედევანიშვილი, გ. ტალახაძე, 1981), (გ. ტალახაძე, ი. ანჯაფარიძე, 1984). საპილოტე ტერიტორიის ზედა ფენა ქვედა ფენასთან შედარებით ხასიათდება ჭარბი რაოდენობის ხსნადი მარილებით.

დამლაშებული ნიადაგები ქიმიური შედგენილობის მიხედვით იყოფა ქლორიდულ, სულფატურ, კარბონატულ ნიადაგებად რომელთაც ახასიათებს მცენარეების მიმართ ტოქსიკური მოქმედება, ამიტომ ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ქიმიური შედგენილობის სწორად განსაზღვრას (Шургая В., Закаидзе И., Кекелишвили Л., 2012), (გ. ტალახაძე, ი. ანჯაფარიძე, 1977), (გ. ტალახაძე, ვ. მინდელი, 1976).

ნიადაგური საფარი ალაზნის ველზე ერთგვარ მიკროზონალურ ხასიათს ატარებს. ველის გასწვრივ იორ-ალაზნის წყალგამყოფი ქედის დახრილი კალთების დელუვიურ-პროლუვიურ კარბონატულ ნაფენებზე და გამოტანის კონუსებზე განვითარებულია მუქი ყავისფერი და მუქი რუხი ფერის ტყის ნიადაგები (შ. კუპრეიშვილი, გ. დოხნაძე, ნ. ელიზბარაშვილი, 2012).

- ფერდობის მოვაკებულ შლეიფზე განვითარებულია მუქი რუხი ფერის ტყის ტიპის შავმიწისებური ნიადაგები ან მისი კულტურული სახესხვაობები;
- ველის ცენტრალურ ნაწილში მლაშობი და ბიცობიანი ნიადაგებია;
- მდ. ალაზნის გასწვრივ ჭალის ტიპის ნიადაგებია, შედარებით ახალ ალუვიურ ნაფენებზე განვითარებული.

მელიორაციის საჭიროების დადგენა მლაშობი ნიადაგებისათვის დაკავშირებულია რაიონის ბუნებრივ პირობებთან და წყლის რეჟიმთან.

1.5. ტოპინამბურის გავრცელება საქართველოში. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) (*Helianthus tuberosus*) მოკლე ბოტანიკურ დახასიათება, ბიოლოგიური თავისებურებანი და სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა

1.5.1. ტოპინამბურის გავრცელება

ტოპინამბური (მიწავაშლა) საქართველოსათვის ერთ-ერთი ინტროდუქცირებული სახეობაა. ტოპინამბური მაღალმოსავლიანი საკვები კულტურაა. ტოპინამბურის ტუბერები, ფოჩი მნიშვნელოვანია მაღალყუათიანი სასილოსე მასალის მისაღებად. ტოპინამბური საუკეთესო მოსავალს იძლევა როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოს პირობებში. საქართველოში სასოფლო სამეურნეო სავარგულების 70%-მდე ფართობი სათიბებს, სამოვრებს უჭირავს, რაც საკვებწარმოების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს ყოველივეს მიუხედავად მეცხოველეობა განიცდის ხარისხიანი საკვების დეფიციტს რაც განპირობებულია არასწორი აგროწესებით.

საქართველოში ფერმერთა და სოფლის მეურნეობის მუშაკთა ინტერესი ტოპინამბურის მიმართ სწრაფად იზრდება სწორედ რომ ჩვენს მიზანს შეადგენს ფერმერთა და სოფლის მეურნეობის მუშაკთა მიმართ გაზრდილი ინტერესის დაკმაყოფილება.

ტოპინამბური, რომელსაც საქართველოში მიწავაშლას სახელითაა ცნობილი, ამერიკული წარმოშობისაა. მცენარის სახელწოდება მოდის ბრაზილიური ინდიელთა ტომის ტოპინამბოს სახელიდან.

ჩრდილო ამერიკა ტოპინამბურის სამშობლოდაა მიჩნეული. ნიუ-იორკიდან მისისისპამდე, სამხრეთ ჯორჯიიდან არკანზასამდე, აღნიშნულ მხარეებში ყველგან ველური ფორმით გვხვდება **ტოპინამბური** (მიწავაშლა), ინდიელთა მიწათმოქმედებაში მიწავაშლა პირველ ათასწლეულში შევიდა. ამერიკაში ინდიელ ტომებს მოჰყავდათ მიწავაშლა და საკვებად იყენებდნენ ევროპელების გამოჩენამდე.

ტოპინამბური (მიწავაშლა) მიწათმოქმედთათვის ცნობილია საუკუნეების მანძილზე. ამერიკიდან მე-17 საუკუნეში შემოიტანეს ევროპაში, მე-18 საუკუნეში გავრცელდა რუსეთში, შემდეგ საქართველოში (ა. კორახაშვილი, ნ. ჭანკვეტაძე, ი. ვეფხვაძე, 2008).

ტოპინამბური (მიწავაშლა) 1612 წელს შემოტანილი იქნა საფრანგეთში. ინგლისში 1616 წელს, შემდგომ გერმანიაში, გერმანიიდან კი ევროპის ყველა ქვეყანაში, ფართოდ გახდა ცნობილი ევროპის ყველა ქვეყანაში (კორახაშვილი, 2020).

დღეს-დღეობით ფართოდაა გავრცელებული ტოპინამბური (მიწავაშლა) მთელ მსოფლიოს ისეთ ქვეყნებში, როგორცაა: ახალი ზელანდია, ავსტრალია, ინდოეთი, ავღანეთი, ისლანდია, ჩინეთი, ეგვიპტე, სამხრეთ აფრიკა, არგენტინა, ჩილე. მნიშვნელოვანი ფაქტია ის გარემოება, რომ ტოპინამბურს ადამიანის საკვებად-სასურსათოდ ძირითადად გამოიყენებენ აშშ, ალიასკაზე (Babenyshev S.P., Mamai D.S. , 2011), (Kochnev N.K., M.V. Kalinichev, 2002).

მიწავაშლამ საფრანგეთში ყველაზე დიდი გავრცელება ჰპოვა. 1929 წელს მთელი ნათესი ფართობის 0,6 %-ი შეადგინა მიწავაშლას მიერ დაკავებულმა ფართობმა. მიწავაშლას აქ ძირითადად იყენებდნენ საკვებად, სასურსათოდ. ბოლო პერიოდში დაიწყო დამზადება ინსულინის, ფრუქტოზის, სპირტის. კრისტალური შაქარი ამერიკის შეერთებულ შტატებში პირველად იქნა მიღებული მიწავაშლასაგან (I.I., 1979).

ამერიკაში, ტოპინამბურის (მიწავაშლას), სამშობლოში სამეურნეო კომერციულ ნათესებს შორის, ტოპინამბურს (მიწავაშლა) უკანასკნელ დრომდე არ ეჭირა მნიშვნელოვანი ადგილი. მცენარეთა ბუდეების გაფანტულობის გამო, ძნელდებოდა ბოლქვების ამოღება. ნათესები ძირითადად მეღორეობის, მეცხოველეობის ფერმებთან იყო განთავსებული. ბოლქვებს არ იღებდნენ ნიადაგიდან, ტოვებდნენ მინდორში გერმანიაში რეინის დაბლობის სამხრეთით, შუა ვადეში, ჰვალცში, ქვემო ელხასში გვხვდება ტოპინამბურის (მიწავაშლა) ძირითადი ფართობები.

მცირე რაოდენობითაა გერმანიის ჩრდილოეთით-გრაუნშიში, გრეის-მორნეოში, რეინის ზეგანზე, შლეხვიგში, საქსონიაში.

ერვინ გაუერის ნაშრომების მიხედვით აღმოსავლეთ გერმანიაში ოთხი-ხუთი წლის განმავლობაში ფართოდ გავრცელდა ტოპინამბური (მიწავაშლა), როგორც ერთ-ერთი საუკეთესო საკვები მცენარე (Hala S. Ahmed, Mohamed E. Ragab, Mamdoh M. Arafa and Sabry I. Shahin, 2020).

კალერის შრომებში აღნიშნულია რომ ტოპინამბური (მიწავაშლა), როგორც ტექნიკური კულტურა სპირტის, შაქრის საწარმოებად იქნეს გამოყენებული გერმანიაში.

მეთვრამეტე საუკუნის ბოლოს ტოპინამბური (მიწავაშლა) შემოტანილი იქნა რუსეთში და გავრცელდა ევროპულ ცენტრალურ ნაწილში - ჩრდილო კავკასიაში, უკრაინის სამხრეთ დასავლეთ რაიონებში. მოსახლეობას მოჰყავდათ საკუთარ ბოსტნებში, იყენებდნენ ბავშვებისთვის როგორც ტკბილეულს.

ტოპინამბური (მიწავაშლა) 1850-55 წლებში შეფერ ბოგდანმა შემოიტანა ჩრდილო კავკასიაში - მიხაილოვსკში გერმანულ კოლონიებში. არსებობს ინფორმაცია იმის შესახებ, რომ ტოპინამბური (მიწავაშლა) რუსეთში მოჰყავდათ კარტოფილამდე.

რუსეთში ტოპინამბური (მიწავაშლა) მიმართ ინტერესი შემცირდა, კარტოფილის გამოჩენის შემდეგ, რაც დაკავშირებული იყო პირველ რიგში მცენარის უარყოფით თვისებებთან. მაგალითად გვიანი მოსავალი, რის გამოც არ გახდა სელექციის საგანი და მოყვანა მნიშვნელოვნად შემცირდა.

საქართველოში მცენარის სამკურნალოდ შემოტანის და გაშენების ისტორია იწყება 1880-1900 წლებიდან. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში შეიქმნა სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის წარმოების, დამზადების და გადამუშავების მყარი ბაზა, რაშიც სამკურნალო მცენარეთა ამიერკავკასიის ზონალურმა საცდელმა სადგურმა გადამწყვეტი როლი შეასრულა (შაქარაშვილი, 1998), (Ворошилов, 1941), (Б. Басаев, А. Кимжа, Б. Цугкиев, 1999).

საქართველოში მიწავაშლა მოდის ყველგან. კარტოფილთან შედარებით უკეთ იტანს როგორც მაღალ, ისე დაბალ ტემპერატურას. მისი ტუბერი მიწაში 20 - 21°C ტემპერატურას უძლებს. მისთვის საუკეთესო პირობებია ზაფხულის მეორე ნახევრის და შემოდგომის ნალექების პერიოდი. ნიადაგის მიმართ ნაკლებად მომთხოვნია, ეგუება ყველა ტიპის სასოფლო სამეურნეო სავარგულს. მოკლე დღის მცენარეა. გვალვაგამძლეა, მაგრამ წყლით უზრუნველყოფისას ის იძლევა მეტ

მოსავალს, ჭარბი ტენი კი უარყოფითად მოქმედებს მასზე და ტუბერები ძნელად ვითარდება (გ. ტალახაძე, ი. ანჯაფარიძე, 1983), (ა. კორახაშვილი, ნ. ჭანკვეტაძე, ი. ვეფხვაძე, 2008).

ალაზნის ველის დეგრადირებულ ნიადაგებზე ტოპინამბურის (მიწავაშლას) მთლიანი მასიდან (ბიომასა ტუბერები) შესაძლებელია, ფრუქტოზის და სპირტის წარმოება (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023).

ტოპინამბური (მიწავაშლა) კლიმატური პირობების მიმართ ნაკლებ მომთხოვნია. 30°C-მდე ყინვას იტანს ამოუთხრელი ტუბერი, ნიადაგში იზამთრებს, ინარჩუნებს საკვებ თვისებებს, სიცოცხლისუნარიანობას, იგი შეიძლება ძალიან, მცირეთოვლიან ზამთარში გაიყინოს. ნიადაგში გამოზამთრებული ტუბერები გამოყენებულია ღორების გამოსაკვებად. ტოპინამბური (მიწავაშლა) გამოირჩევა გვალვამტანობით, ყინვაგამძლეობის უნართან ერთად (ჩუბინიძე, 1979), (Шпетков, 1982).

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ფესვთა სისტემას აქვს უნარი საკვები ამოიღოს ნიადაგის ღრმა ფენებიდან. ამიტომაც რომ იგი კარგად ეგუება მსუბუქ, მძიმე, საშუალო მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს. მიწავაშლა იმ ნიადაგებზე რომელებიც ღარიბია საკვები ნივთიერებებით კარგად არის შეგუებული, იზრდება ფერდობებზე, უდაბურ მიწებზე. მისთვის გამოუსადეგარია ჭაობიანი.

1.5.2. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) (*Helianthus tuberosus*) მოკლე ბოტანიკური დახასიათება, ბიოლოგიური თავისებურებანი

ტოპინამბურით (მიწავაშლათ) XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაინტერესდნენ. ტოპინამბურის 100-მდე სახეობიდან მხოლოდ *Helianthus tuberosus*-ია სამკურნალო.

ტოპინამბური, მრავალწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა. რთულყვავილოვანთა ოჯახიდან. ლათინური სახელწოდება - *Helianthus tuberosus* L. ინგლისური სახელწოდება - Jerusalem Artichoke, ევროპაში ცნობილია ასევე Topinambur-ის სახელით, რუსული სახელწოდება - земляная груша, ქართული სახელწოდება - მიწავაშლა.

მრავალი ბოტანიკოსი ტოპინამბურს მიაკუთვნებს მრავალწლიან მცენარეს რადგან წლების განმავლობაში მოყვანა შესაძლებელია ერთიდაიგივე ადგილას.



სურ. 1.8. თეთრი ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ბოლქვები

საუკუნეების მანძილზეა ცნობილი მიწათმოქმედთათვის ტოპინამბური, მიწავაშლა, რომელსაც ფესვებზე აქვს ტუბერები (თეთრი, ყვითელი, იისფერი ან წითელი).



სურ.1.9.ყვითელბოლქვიანი;სურ.1.10.წითელიბოლქვიანი;სურ.1.11.თეთრბოლქვიანი



სურ 1.12 ტოპინამბურის ყვავილი
 ტოპინამბური (მიწავაშლა) სწორმდგომი მცენარეა, დატოტვილია. ადვილად
 ფესვიანდება წყალში.

სურ.1.13. ტოპინამბურის ბოლქვები



სურ. 1.14. საცდელ ნაკვეთზე განთავსებული ტოპინამბური

ტოპინამბურის ფოთოლი ყუნწიანია, დაკბილულია, ფოთლები მოპირდაპირედ არიან განლაგებულნი. ყვავილი ჰგავს მზესუმზირის ყვავილს, ყვითელია, აქვს საუკეთესო სუნი.



სურ.1.15 . მცენარე ტოპინამბურის ყვავილედ

ტოპინამბური არის როგორც ჯვარედინ დამტვერვი, ისე თვითდამტვერვი მცენარე.



სურ. 1.16. ტოპინამბურის ბოლქვები საპილოტე ტერიტორიაზე

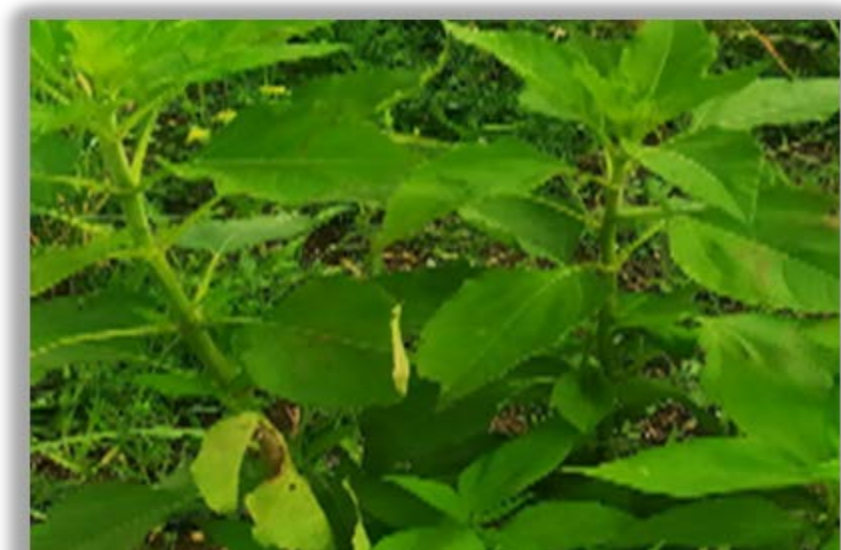
ნაყოფზე გარედან აღენიშნება, ნაცრისფერი წინწკლები. საქართველოში მიწავაშლა მოდის ყველგან კარტოფილთან შედარებით (გ. გავარდაშვილი, ე. კუხალაშვილი, ჟ მამასახლისი, პ. ტულუში, 1999), (ჭანკვეტაძე, 2003).

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) აგროტექნიკა - ნათესის მოვლა გულისხმობს აგროტექნიკური ღონისძიებების თავის დროზე შესრულებას. ტოპინამბური (მიწავაშლა) საუკეთესო მოსავალს იძლევა ორგანული სასუქის ნაკელის შეტანის დროს. მინერალური სასუქების შეტანა შეიძლება დოზით (N₆₀-P₆₀-K₃₀). რომელიც ჩვენს საპილოტე ტერიტორიაზე არ გამოგვიყენებია. ტოპინამბურის (მიწავაშლა) დასარგავად ნიადაგი ღრმად მოიხნა 25-27 სმ სიღრმეზე ფრეზერით. დარგვა განხორციელდა შემოდგომით (Roberfroid, 2005).

1.8 ტოპინამბურის მიწავაშლას დარგვის სქემა



ტოპინამბურის (მიწავაშლას) პირველი კულტივაცია 10-15 სმ სიღრმეზე განხორციელდა, მეორე კულტივაცია კი 40-50 სმ სიღრმეზე. მეორე კულტივაციის შემდეგ ტოპინამბურმა მთლიანად დაფარა ნიადაგის ზედაპირი და შემდგომი დამუშავება საჭირო აღარ ყოფილა (V. Zelenkov, N. Kochnev, T. Shelkova, 1993).



სურ. 1. 17. ტოპინამბური (მიწავაშლა) საპილოტე ტერიტორიაზე

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ღეროების აღება ხდება ყინვების დაწყებამდე, სწორედ რომ ამ პერიოდში ვითარდება ტუბერები. ტუბერები მხოლოდ ზრდას აჩერებენ ყინვის დასაწყისში. შემოდგომით როგორც კი მოხდება ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ტუბერების ამოღება გაზაფხულზე უნდა განხორციელდეს დაფარვა (აროშიძე, 2013).

ტოპინამბურის ფართობებზე მიმართავენ ნაკელის უშუალოდ შეტანას ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე, მზრალად ხვნის წინ, ნაკელს ფართობზე ანაწილებენ და შემდეგ სრულ სიღრმეზე ხნავენ. ტოპინამბურის ბუდნებში ხდება

300-400 გრამი ნაკელის შეტანა. ერთ ჰა-ზე, 15-20 ტ ნაკელია საჭირო. ნაკელის შეტანა ხდება მცენარის ფესვთა სისტემის არეში.

1.5.3. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა

საქართველოში ინტროდუქცირებული ჯიშის შესწავლას და მისი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების კვლევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს.

ტოპინამბური (მიწავაშლა) წარმოადგენს სასარგებლო საკვებ კულტურას, გამოირჩევა მრავალმხრივი გამოყენებით. ტოპინამბურისაგან (მიწავაშლასაგან) სილოს ამზადებენ, მაღალი ყუათიანობით გამოირჩევა ყვავილობის ფაზაში. შეიცავს შაქრებს, 16-20% ინულინს. 100 კგ შეიცავს 14,7 ენერგეტიკულ საკვებ ერთეულს 1,4 კგ პროტეინს. ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ტუბერი 100 გრამის მასა შეიცავს B ვიტამინს 0,76 მგ ; ვიტამინ C-ს -0,66 მასში საკმაო რაოდენობითაა ფოსფორი 6%, რკინა 5%.

ტოპინამბური (მიწავაშლა) მეტად მნიშვნელოვანია ღორების კვებაში, ტოპინამბური (მიწავაშლა) ქიმიური შედგენილობით საგრძნობლად (20-25%) ამცირებს კოლტის ძოვების პერიოდში კონცენტრული საკვების ხარჯვას.

მცენარე ყოველწლიურად ტუბერით გამრავლება-დარგვას არ საჭიროებს. ძოვების შემდეგ ნიადაგში დარჩენილი ტუბერი აღმოცენდება მთლიანად გაზაფხულზე. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთ მდგომარეობაში დარჩენილი მცენარე ძალიან მცირე მოსავალს იძლევა. ამიტომ უნდა მოხდეს განახლება ორ-სამ წელიწადში ერთხელ. ადვილად ეგუება გარემოს პირობებს და იძლევა მაღალ მოსავალს. მისი გამოყენების სფეროს წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის საწარმოები (ანდრეევი, 1962), (ებანოიძე, 1961).

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში - რუსეთი, ჰოლანდია, ბელგია, გერმანია, აშშ, იაპონია, უნგრეთი, კანადა - ტოპინამბურის (მიწავაშლას) თვისებების შესწავლის შემდეგ ექიმებმა გამოიჩინეს ამ კულტურისადმი ინტერესი.

რუსეთში 10 წლის განმავლობაში ტოპინამბურის (მიწავაშლის) სამკურნალო თვისებებს იკვლევდა 33 სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი, კლინიკა და დაადგინეს:

- ნიტრატებს ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ბოლქვები პრაქტიკულად არ აგროვებენ, რომლებიც იწვევენ ონკოლოგიური პროცესების განვითარებას;

- სამჯერ ნაკლებ ნიტრატებს შეიცავს ტოპინამბური (მიწავაშლა), ვიდრე კარტოფილი, თაღამი;
- ტოპინამბური (მიწავაშლა) ნიტრატებს გარდაქმნის უვნებელ შემადგენლობად თავისი უნიკალური ქიმიური შემადგენლობით შემდეგ კი იყენებს აუცილებელი ამინომჟავების სინთეზისათვის;
- ტოპინამბურის ბოლქვებში პრაქტიკულად არ იზრდება მძიმე ლითონების რაოდენობა, თვით ხელოვნურად მომატებული ნიკელის, თუთიის, ტყვიის, კობალტის, (10-15-ჯერ) შემცველობისას.

რადიაქტიური ელემენტების შეთვისების თვალსაზრისით ტოპინამბურის ბოლქვებში სტრონციუმის და ცენზიუმის შემცველობა იზრდება მხოლოდ ხელოვნურად შეწამვლისას 0,1-0,3-ჯერ (კორახაშვილი, 2020).

ტოქსიკური და ალერგიული მოქმედება ტოპინამბურს (მიწავაშლას) საერთოდ არ გააჩნია, რის გამოც დიეტოლოგები მიიჩნევენ ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტად, გარემომცველი გარემოს დაბინძურებულ მდგომარეობაზე მისი ხარისხი პრაქტიკულად არაა დამოკიდებული.

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) თავისებურებას წარმოადგენს ბალანსირება მიკრო, მაკროელემენტების შემადგენლობით.

ორგანიზმის იმუნური, ენდოკრინული, ნერვული სისტემის ფუნქციუნალურ აქტივობას, აქვეითებს სილიციუმის, რკინის, კალიუმის, თუთიის, მაგნიუმის, მანგანუმის ნაკლებობა, ტოპინამბურის ბოლქვები კი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ამ ელემენტებს (Learn, 1992), (N. Kakabadze, G. Aleksidze, T. Jinjixadze, 2016).

ვიტამინ C, B₁, B₂ ვიტამინების საკმაოდ მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ტოპინამბური (კორახაშვილი, 2020), (G. Gavardashvili, G. Mekhrishvili, M. Vartanov, Sh. Kupreishvili, 2016).

სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული მონაცემებით, ტოპინამბური (მიწავაშლა) ხასიათდება საოცრად მაღალი ფოტომასინთეზირებელი აქტივობით, რის გამოც მისი კულტივირება სამრეწველო რეგიონებში აჯანსაღებს ატმოსფეროს და აუმჯობესებს რეგიონის ეკოლოგიას (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023), (აროშიძე, 2013).

პრეპარატები, კვებითი პროდუქტები, რომლებიც დამზადებულია ტოპინამბურისაგან (მიწავაშლასაგან) მრავალ ქვეყანაში ერთ-ერთ პრიორიტეტულ

მიმართულებად გვევლინება. აშშ-ში 1 გ ინულინის ღირებულება შვიდი ამერიკული დოლარია (გ. გავარდაშვილი, დ. გურგენიძე, 2022).

საზღვარგარეთული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა ტოპინამბურის გადამუშავებისას მივიღოთ პროდუქტი, რომელიც შეიცავს 40-50%-მდე ინსულინს, ტოპინამბურის (მიწავაშლას) უნიკალური კონცენტრატის მიღება გახდა შესაძლებელი ბოლო პერიოდში რომელიც 60% ინულინისგან შედგება. რომლის სახელწოდებაცაა “ბუნებრივი ინსულინური კოპლექსი”. ტოპინამბურის ტუბერებში ინულინის მაღალი კონცენტრაცია განპირობებს მის სამკურნალო თვისებებს (Gavardashvili, 2019), (გ. გავარდაშვილი, დ. გურგენიძე, 2022).

1.5.4. ტოპინამბურის სამკურნალო თვისებები

ტოპინამბურის ბოლქვები კარტოფილს უახლოვდება ქიმიური შემადგენლობით, მაგრამ სახამებლის ნაცვლად აქაა ინულინი - უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერება, ერთადერთი ბუნებრივი პოლიმერი, რომლის ჰიდროლიზითაც ფრუქტოზა მიიღება. დიაბეტით დაავადებულნი ჭამამდე ათი წუთით ადრე მკურნალთა რეკომენდაციით დღეში სამჯერ უნდა იღებდეს ორ-სამ ბოლქვს. მიღებული ტოპინამბური (მიწავაშლა) ამცირებს შაქრის შემცველობას სისხლში, მხედველობაზე დადებითად მოქმედებს (V.N., 1999).

ტოპინამბურის ბოლქვებში რკინის შემცველობა 3-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე კარტოფილში ამიტომ იგი გამოიყენება რკინა დეფიციტური ანემიის დროს ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ბოლქვებს აღდგენითი ფუნქცია ახასიათებს, ვიტამინ ბიოტინს, სისხლწარმომქმნელ მარილებს შეიცავს. სასიამოვნო გემოს, სიმსუყეს ინულინი აძლევს ბოლქვს, ინულინის ეს თვისება მნიშვნელოვანია ავადმყოფებისათვის, რომლებიც განიცდიან სისტემურ შიმშილის შეგრძნებას. მეტად მნიშვნელოვანია ფრუქტოზა რადგან იგი არ იწვევს ათეროკლეროზს. ფრუქტოზას იყენებენ: დისტროფიის დროს, თირკმლის მოქმედების რეგულირებისათვის, ტრამვული შოკის, სხივური დაავადების მკურნალობის მიზნითაც სხვადასხვა სამკურნალო პრეპარატებთან ერთად (კორახაშვილი ა. ჭანკვეტაძე ნ., 2001), (კორახაშვილი ა. ჭანკვეტაძე ნ., 2001).

ტოპინამბურის ბოლქვები, რომლებიც მდიდარია ინულინით და გამოირჩევა მაღალი მოსავლიანობით, ფართოდ გამოიყენება ჰპოვს ფერმერულ მეურნეობებსა

და სამედიცინო წარმოებაში, მისი ბოლქვების სამკურნალო და პროფილაქტიკური მნიშვნელობის გამო (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2022).

ინულით მდიდარია არა მარტო მისი ტუბერები არამედ მცენარის მწვანე მასაც, რაც აღნიშნული კულტურის მოშენებას ეკონომიურად მომგებიანს ხდის. უაღრესად პერსპექტიულია აგრეთვე მიწავაშლას ინულინისგან ეთანოლის წარმოება, რომელიც თავისი დაბალი თვითღირებულების გამო შესაძლებელია საწვავადაც გამოვიყენოთ.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ტოპინამბურის კულტივირებული პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს ეკოლოგიურად სუფთა, იაფი, ადგილობრივი მაღალი კვებითი ღირებულების და ინულინის მაღალი შემცველობის მქონე საკვები კულტურის წარმოებას (კორახაშვილი ა. ჭანკვეტაძე ნ., 2001), (ჭანკვეტაძე, 2023).

ტოპინამბურის მრავალმა გამოკვლევებმა აჩვენა რომ მას აქვს უნარი ინულინი წარმოქმნას თავისთავში. ინულინის ეფექტურობა აიხსნება იმით რომ იგი შედგება 95%-ით ფრუქტოზისაგან. უნიკალურ შაქრად გვევლინება ბუნებრივი ფრუქტოზა, რომლისგანაც შედგება ინსულინი, რომელიც ღებულობს მონაწილეობას მიმოცვლით პროცესებში, გლუკოზა როდესაც ცვლის სიტუაციებს, მაშინ როდესაც გლუკოზა უჯრედების მიერ არ შეითვისება. ძლიერ მაღალია ინულინის დიეტური და სამკურნალო ღირებულება.

ინულინი პოლისაქარიდია, საიდანაც მიიღება ფრუქტოზა. სამწუხაროა, რომ ამ არაჩვეულებრივ მცენარეს ჯერ-ჯერობით დიდი ყურადღება არ ექცევა (აროშიძე, 2013), (ჭანკვეტაძე, 2023).

ძნელია მცენარეებს შორის საუკეთესო სამკურნალო თვისებების მქონე შეარჩიო, თუმცა შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ყველაზე სასარგებლო საკვები პროდუქტების რეესტრს სათავეში ტოპინამბური უდგას. სწორედ ამიტომ ჩვენს მიზანს შეადგენს ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების შესწავლა ტოპინამბურის პლანტაციების გაშენებისათვის. მნიშვნელოვანია მორწყვის გავლენა ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიურ და წყალმართავ თვისებებზე. აქ ყველაზე საინტერესო ტექნიკური კულტურაა ტოპინამბური (მიწავაშლა) (აროშიძე, 2013)

თავი 2. კვლევის ობიექტის ბუნებრივ კლიმატური პირობები.

2.1. კახეთის მხარის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ზოგადი დახასიათება

სიღნაღის მუნიციპალიტეტი კახეთის მხარის ადმინისტრაციული ტერიტორიული ერთეულია. 1801 წელს სიღნაღი გამოცხადდა ქალაქად. მუნიციპალიტეტის ტერიტორია მოიცავს გომბორის ქედის ფერდობებს, ალაზნის ვაკეს. სიღნაღის მუნიციპალიტეტი ზღვის დონიდან 750 მ სიმაღლეზეა.

მდებარეობა-სიღნაღის მუნიციპალიტეტს ესაზღვრება გურჯაანის და საგარეჯოს მუნიციპალიტეტები ჩრდილო დასავლეთით და დასავლეთით, დედოფლის წყარო ესაზღვრება სამხრეთ -აღმოსავლეთით, ჩრდილოეთით ლაგოდეხი და აზერბაიჯანის რესპუბლიკა (ო. ხარაიშვილი, ნ. მეზონია, ლ. ახვლედიანი, 2023).

რელიეფი-ივრის ზეგანს უჭირავს უდიდესი ნაწილი სიღნაღის მუნიციპალიტეტში.

კლიმატური პირობები-ჰავის რამდენიმე ტიპი გამოიყოფა სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, ზომიერად ნოტიო სტეპების ჰავაა. ივრის ზეგანზე ზაფხული ცხელი, ზამთარი ცივი, ზომიერად ნოტიო ჰავაა. ალაზნის ვაკეზე ზომიერად ცივი ზამთარი და ცხელი ზაფხულია.

ჰიდროგრაფიული ქსელი - ჰიდროგრაფიული ქსელით სიღნაღის მუნიციპალიტეტი შედარებით ღარიბია. მდინარეებიდან აღსანიშნავია მდინარე ალაზანი და იორი. ივრის ზეგანს მდინარე იორი კვეთს სამხრეთ ნაწილში, მშრალი დედეების სამხრეთ დასავლეთ კალთაზე გომბორის ქედი.

ნიადაგები - ტყის ყავისფერი ნიადაგები გვხვდება გომბორის ქედის კალთებზე და მთისწინეთში. ტყე სტეპის შავმიწისებრი და ალუვიურ კარბონატული, მდელოს კარბონატული გვხვდება ალაზნის ვაკეზე.

2.2. ქვემო ქართლის რეგიონის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ზოგადი დახასიათება

ქვემო ქართლის მხარის გარდაბნის ტერიტორიაზე ადამიანის ცხოვრების

კვალი უძველესი დროიდან აღინიშნება, აქ ბრინჯაოს ხანის ნამოსახლარები, ყორღანებია აღმოჩენილი. მნიშვნელოვანია ანტიკური კულტურის კვალიც. რუსთავიდან გარდაბნის ველზე ფარსმან ქველის მეფობის დროს არხია გაყვანილი, რამაც ხელი შეუწყო სოფლის მეურნეობის განვითარებას. გარდაბანმა დაკარგა თავისი მნიშვნელობა არაბობის პერიოდში, განვითარება დაიწყო დავით აღმაშენებლის მეფობის დროიდან. დღესდღეობით მუნიციპალიტეტში მრავალი წარმატებული ფერმერული მეურნეობებია ჩამოყალიბებული. (შ. კუპრეიშვილი, გ. დოხნაძე, ნ. ელიზბარაშვილი, 2012).

მდებარეობა - გარდაბანის მუნიციპალიტეტს სამხრეთით ესაზღვრება აზერბაიჯანი, თბილისი, მცხეთის მუნიციპალიტეტები ჩრდილოეთით, საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი აღმოსავლეთით, თეთრიწყაროს, მარნეულის მუნიციპალიტეტები დასავლეთით (ო. ხარაიშვილი, ნ. მეზონია, ლ. ახვლედიანი, 2023).

რელიეფი - მთებს უჭირავს გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ჩრდილოეთით, ჩრდილოეთ დასავლეთი ნაწილი ვაკეებს, ზეგნებს სამხრეთის, სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი გარდაბნის ვაკეს, რომელიც ალუვირ-დელივიური ნალექებით აგებული ტერასული ვაკეა. (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2021).

ჰიდროგრაფიული ქსელი - მდინარე მტკვარი მუნიციპალიტეტის საზღვართან ჩამოედინება. პერიოდული ხასიათის მდინარეებია გარდაბნის მუნიციპალიტეტში: ხევძმარი, ორხევი, ნავთისხევი, ლოჭინი, არხაშენი, ნაგუბი, მდინარე ხაშენი სათავეს იღებს არხაშენის ქედზე და ჩაედინება ჯანდარის ტბაში.

კუმისის ტბა იალღუჯის მაღლობსა და წალასყურის ვაკეს შორის მდებარეობს, საზრდოობს წვიმის წყლით და მცირე ნაკადულებით. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიას კვეთს სამგორის ზემო, ქვემო მაგისტრალური სარწყავი არხები (G. Gavardashvili, E. Kukhalashvili, Sh. Kupreishvili , 2018).

გარდაბნის მუნიციპალიტეტის კლიმატურ-ნიადაგური პირობები გარდაბნის მუნიციპალიტეტი მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული ჰავის ოლქს. გარდაბნის ჰავა მშრალი და სუბტროპიკულია. თბილი ველის ჰავაა ბარში, ზაფხული ცხელი ნოტიო. მთაში წლიური საშუალო ტემპერატურა 13 °C-იდან 6 °C-მდე მერყეობს, იანვრის საშუალო ტემპერატურა 0,3 °C-იდან-5 °C-მდეა,

ივლისის 25 °C-იდან 11 °C-მდე. 422 მმ ნალექების საშუალო რაოდენობაა. მშრალი სუბტროპიკული ჰავაა. სამგორის ვაკეზე ჰავა ზომიერად ნოტიოა (ე.შ. ელიზბარაშვილი, მ.ე. ელიზბარაშვილი, 2005), .

ნიადაგები -მდინარე მტკვრის გასწვრივ ალუვიური ნიადაგებია, გარდაბნის ვაკეზე სხვადასხვა სახის წაბლა ნიადაგებია, ტაფობებში დამლაშებული ბიცობიანი ნიადაგებია, სამგორის ვაკეზე მეტია რუხი ყავისფერი ნიადაგები, ასევეა შავმიწისებრი, ბიცობიანი ნიადაგები. ტყის ყავისფერი. მდელოს ყავისფერი ნიადაგებია მთისწინეთში. ჭაობების და მლაშობების ნიადაგები გვხვდება ტყისპირა ზოლში.

**თავი 3. საპილოტე ტერიტორიების (ხორნაბუჯი, გამარჯვება)
ევაპორანსპირაციისა და ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლების
განსაზღვრა**

**3.1. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ჯამური წყალმოთხოვნილების განსაზღვრა
FAO-56 პროგრამით**

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობას კლიმატური ფაქტორები განსაზღვრავს.

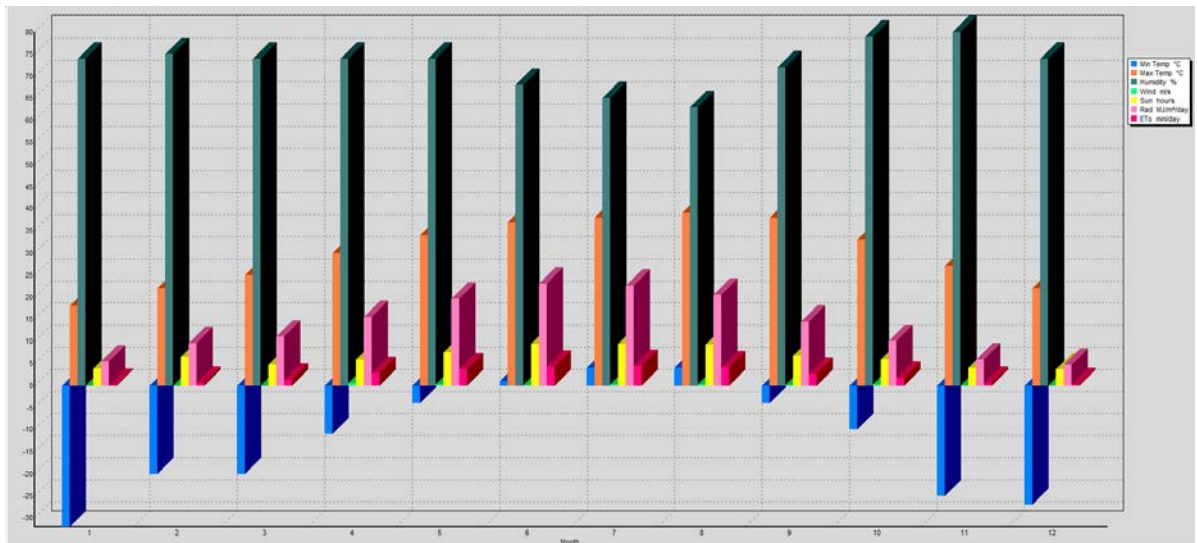
ცხრილი 3.1 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლები

№	სიღნაღი												
	აგროკლიმატური მახასიათებლები	თვეები											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII I	IX	X	XI	XII
1	მზის ნათების ხანგრძლივობა (სთ)	12 0	18 3	14 7	17 9	233	284	291	288	205	184	12 0	11 3
2	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა	- 0,2	1.3	4.2	9,9	15, 1	19. 0	22, 3	22, 5	17, 9	12. 4	6.1	2.5
3	ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა	18	22	25	30	34	37	38	39	38	33	27	22
4	ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა	-32	-20	-20	-11	-4	1	4	4	-4	-10	-25	-27
5	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ)	33	39	55	77	137	119	77	59	68	65	48	34
6	≥5 მმ ატმოსფერული ნალექების დღეთა რიცხვი	0,9	1,3	2,3	3,3	4,6	4,0	2,4	1,7	2,2	2,3	2,3	1,3
7	ძლიერ ქარიან (≥15მ/წმ) დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში				0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2		
8	ფარდობითი ტენიანობა	74	75	74	74	74	68	65	63	72	79	80	74

სიღნაღის მინიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მზის ნათების ხანგრძლივობა სავეგეტაციო პერიოდში დამაკმაყოფილებელია, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფიზიოლოგიური პროცესებისათვის და ხარისხიანი, მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

ცხრილი 3.2 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) ანგარიში FAO-56 პროგრამით

Country	Georgia			Station	Sighnaghi			
Altitude	796	m.	Latitude	45.90	°N	Longitude	41.60	°E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo	
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	-32.0	18.0	74	0.0	3.9	5.4	0.14	
February	-20.0	22.0	75	0.0	6.5	9.6	0.52	
March	-20.0	25.0	74	0.0	4.7	11.1	1.23	
April	-11.0	30.0	74	0.5	5.9	15.5	2.73	
May	-4.0	34.0	74	0.3	7.5	19.7	3.61	
June	1.0	37.0	68	0.1	9.4	23.1	4.30	
July	4.0	38.0	65	0.2	9.4	22.6	4.43	
August	4.0	39.0	63	0.2	9.3	20.5	4.03	
September	-4.0	38.0	72	0.1	6.8	14.4	2.67	
October	-10.0	33.0	79	0.2	5.9	10.0	1.73	
November	-25.0	27.0	80	0.0	4.0	5.9	0.59	
December	-27.0	22.0	74	0.0	3.7	4.7	0.21	
Average	-12.0	30.3	73	0.1	6.4	13.6	2.18	



დიაგრამა 3.1. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური კლიმატური მახასიათებლების და ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) გრაფიკები.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მზის ნათების ხანგრძლივობა სავეგეტაციო პერიოდში დამაკმაყოფილებელია, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფიზიოლოგიური პროცესებისათვის და ხარისხიანი, მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

3.1.1. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შეფასება

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლების საფუძველზე სიღნაღის მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შესაფასებლად გამოყენებულია სელიანინოვის მეთოდი. ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშებულია წყლის ბალანსის კოეფიციენტი დამოკიდებულებით

$$K = \frac{\sum P}{\sum t:10} \quad (3.1.1)$$

სადაც $\sum P$ - არის სამი თვის ატმოსფერული ნალექების ჯამი მმ

$\sum t$ - სამი თვის ტემპერატურის ჯამი

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლების მიხედვით წყლის ბალანსის კოეფიციენტი

$$K = \frac{\sum P}{\sum t:10} = \frac{255}{5869,6:10} = \frac{255}{586,96} = 0,4 \quad (3.1.2)$$

წყლის ბალანსის კოეფიციენტი 0,4, რომლის მიხედვით სიღნაღის მუნიციპალიტეტი მიეკუთვნება მშრალ, განსაკუთრებით სარწყავ ზონას, საჭიროებს მორწყვას.

3.1.2 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის რწყვის ვადების განსაზღვრა წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით

საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ნალექების რაოდენობის მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ რწყვის ვადები. პირველ რიგში განისაზღვრა საშუალო დღიური ხარჯი, შემდგომ დადგინდა რწყვის პერიოდები.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯში კარგად დამუშავებულ ნიადაგზე დათესილია ტოპინამბური (მიწავაშლა) (ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობის მიხედვით α კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს, მცენარის თავისებურებას, ქარის სიჩქარეს იცვლება 0,6–1,1-ის ფარგლებში ავილოთ 0,9) პირველი რწყვა ჩატარდა 14 მაისს. მორწყვი ნორმა, ნიადაგის მოცულობითი მასა, სიმკვრივე, მაქსიმალურ მოლეკულური, მაქსიმალურ ჰიგროსკოპიული ტენი განსაზღვრულია ვეგეტაციის პერიოდის განმავლობაში. მორწყვის ნორმა პირველი რწყვისას შეადგენს 550 მ³/ჰა-ში; საშუალო დღიური ტემპერატურა რწყვათა შორის პერიოდში 15.1⁰ C, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ამავე პერიოდშია 74 %; ნალექები

137 მმ. μ - ნალექების დაკავების კოეფიციენტი 0,8. საშუალო დღიური ხარჯი განისაზღვრა დამოკიდებულებით

$$e = at^0 \left(1 - \frac{r}{100}\right) \quad (3.1.3)$$

$$e = at^0 \left(1 - \frac{r}{100}\right) = 1,1 \cdot 15,1 \left(1 - \frac{74}{100}\right) = 16,61 \cdot 0,26 = 4,3185 \text{ მ}^3/\text{ჰა} \quad (3.1.4)$$

რწყვის პერიოდი განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} \quad (3.1.5)$$

პირველი რწყვა ჩატარდა 14 მაისს 500მ³/ჰა მორწყვის ნორმით, მეორე რწყვის პერიოდია

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{500+10 \cdot 0,8 \cdot 137}{4,3185} = 27 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.1.6)$$

მეორე რწყვა უნდა ჩატარდეს 14 მაისს + 27 დღე = 11 ივნისს.

მესამე მორწყვის პერიოდი განისაზღვრა

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{550+10 \cdot 0,8 \cdot 119}{4,3185} = 23 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.1.7)$$

მესამე რწყვა უნდა ჩატარდეს 11 ივნისს + 23 დღე = 3 აგვისტოს. მეოთხე მორწყვის პერიოდია

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{550+10 \cdot 0,8 \cdot 59}{4,3185} = 12 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.1.8)$$

მეოთხე მორწყვა უნდა ჩატარდეს 3 აგვისტოს + 12 დღე = 15 აგვისტოს

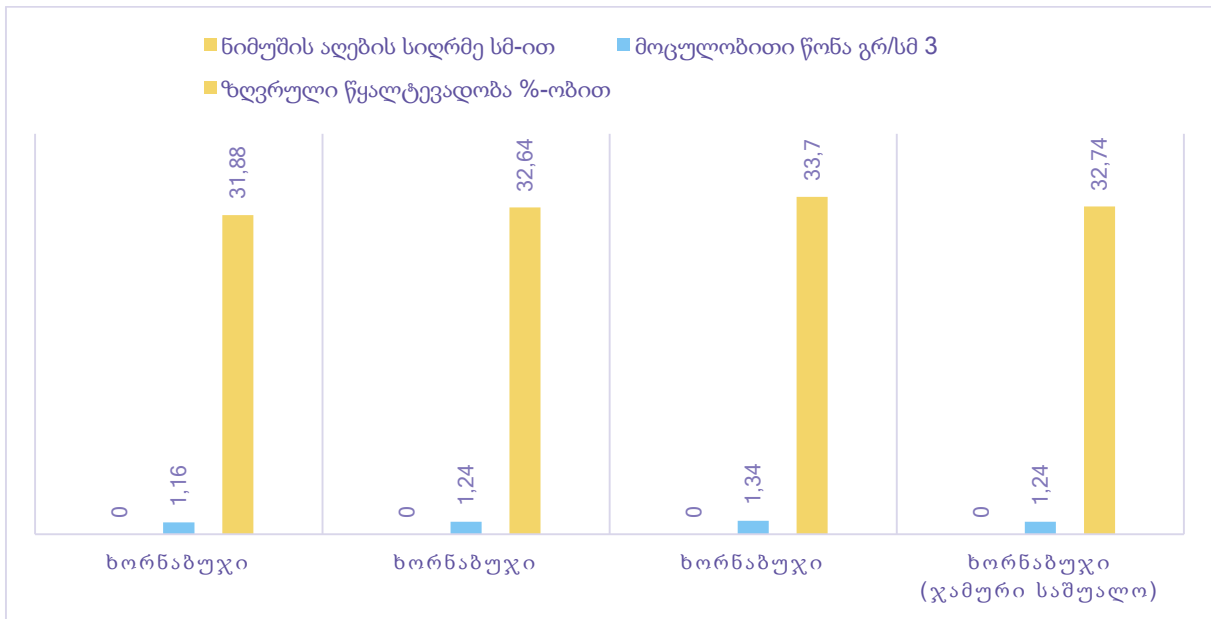
3.1.3 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელი ხორნაბუჯი მდებარეობს 350 მეტრ სიმაღლეზე (41°30'14" ჩ,გ, 46°8'20" ა,გ) ცენტრიდან დაშორებულია 27 კილომეტრ მანძილით.

განსაზღვრული იქნა სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები რომლებიც წარმოდგენილია ცხრილის სახით

**ცხრილი 3.3. ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები
(იხილთ დანართები 1,2,3,4,5,6,7.)**

ადგილმდებარეობა	ნიმუშის ალების სიღრმე სმ-ით	მოცულობითი წონა გრ/სმ ³	სიმკვრივე გრ/სმ ³	ფორიანობა %-ობით	ზღვრული წყალტევადობა %-ობით	მაქსიმ. მოლკეულური ტენი წონით %-ობით	მაქსიმალური ჰიგროსკოპიულობა წონით %-ობით	ზღვრული წყალტევადობა 80% %-ობით
ხორნაბუჯი	0-20	1.16	2.60	51.87	31.88	14.03	10.70	25.50
	20-40	1.24	2.76	51.57	32.64	18,63	10.37	26.11
	40-60	1.34	2.81	47.86	33.70	18,38	10.14	26.96
ჯამური საშუალო	0-60	1.24	2.72	50.43	32.74	17,01.	10,40	26.19



დიაგრამა 3.2. ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები (ი. ინაშვილი, კ. ბზიავა, 2023)

განისაზღვრა მორწყვის ნორმა ტოპინამბურის (მიწავაშლას) სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში

$$m_1 = 100 * 0,6 * 1,24 * (32,74 - 26.19) = 74.4 * 6,55 = 487,32 \approx 500 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$$

$$m_2 = 100 * 0,7 * 1,24 * (32,74 - 26.19) = 86.8 * 6,55 = 568.54 \approx 550 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$$

ჰიდრომელიორაციული ღონისძიების გამოყენებით ინტენსიური რწყვა, მირფესვიანად ცვლის ნიადაგწარმოქმნის ბუნებრივ პროცესებს რაც აისახა ტოპინამბურის ჩვენს მიერ მიღებულ მოსავალში სოფელ ხორნაბუჯში.



სურ 3.1. მოსავალი ტოპინამბურის ხორნაბუჯში

სურ 3.2 მოსავალი ტოპინამბურის გამარჯვებაში

გამარჯვების მლაშობი ნიადაგების წარმოშობას ხელი შეუწყო არასწორმა ანთროპოგენულმა საქმიანობამ, უშალოდ მოსახლეობის მიერ ნიადაგების არასწორმა ექსპლოატაციამ გამოიწვია ნიადაგების მეორადი დამლაშების პრობლემა (ო. ხარაიშვილი, ნ. მებონია, ლ. ახვლედიანი, 2023).

ხორნაბუჯის ნიადაგებზე დამლაშება უმეტესად გამოწვეულია ნიადაგის ზედაპირზე ამოსული მარილით, მეორად დამლაშებას აქვს ადგილი რომელიც გამოწვეულია არასწორი, არანორმიერებული მორწყვით (ო. ხარაიშვილი, ნ. მებონია, ლ. ახვლედიანი, 2023).

უნდა აღინიშნოს რომ საცდელ პოლიგონზე განთავსებული ტოპინამბური კარგად არის შეგუებული მლაშე ნიადაგურ კლიმატურ მაჩვენებლებს რაც აისახა მიღებულ მოსავლიანობაში (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023).

ვინაიდან ნიადაგების დამლაშების მთავარი ფაქტორი მარილების შემცველი გრუნტის წყლების ზედაპირთან სიახლოვეა და რაც უფრო ინტენსიურია აორთქლება, მით უფრო მეტად ხდება მარილების დაგროვება ნიადაგში, ამიტომ აუცილებელია აგროტექნიკური ღონისძიებების განხორციელება. (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018).

მნიშვნელოვანია მორწყვის გავლენა ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიურ და წყალმართავ თვისებებზე. ხორნაბუჯის ნიადაგებზე ჩატარებულმა სამეცნიერო კვლევებმა ცხადყო რომ ტექნიკური კულტურა ტოპინამბური ადგილობრივი ნიადაგური კლიმატური პირობების მიუხედავად საუკეთესო შედეგს იძლევა მლაშე ნიადაგების წინააღმდეგ.

3.2. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის ჯამური წყალმოთხოვნილების განსაზღვრა FAO-56 პროგრამით

კლიმატური ფაქტორები ძირითადად განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობას. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილის სახით (გ. მელაძე, მ. მელაძე, 2019).

ცხრილი 3.4 გარდაბნის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლები

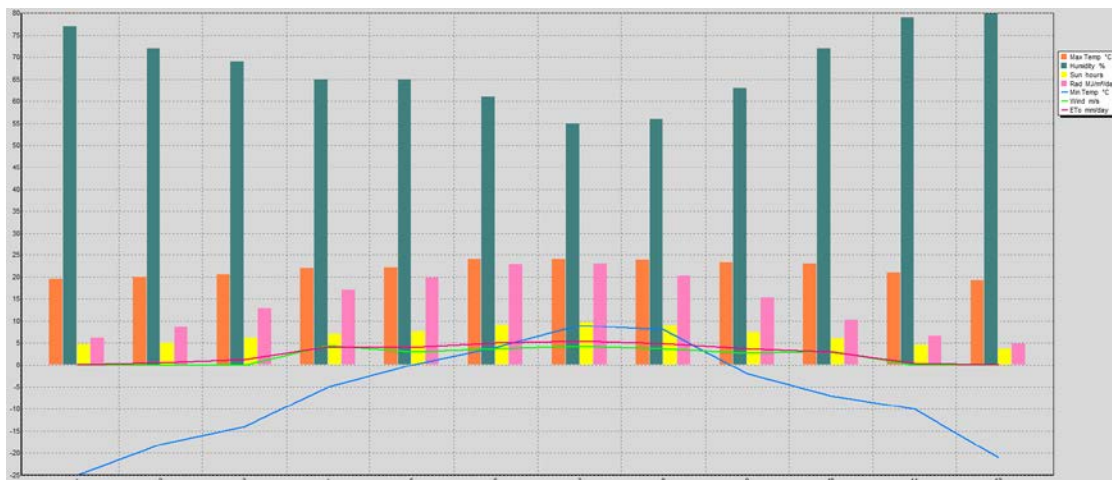
№	აგროკლიმატური მახასიათებლები	გარდაბანი											
		თვეები											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	მზის ნათების ხანგრძლივობა (სთ)	147	144	192	211	236	277	302	279	225	186	138	115
2	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა	1.4	2,8	7.2	13.2	18.1	22.1	25.5	24.6	20.4	13.7	8.1	3.5
3	ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა	21	25	30	32	33	36	38	41	41	38	34	28
4	ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა	-25	-18	-14	-5	0	4	9	8	-2	-7	-10	-21
5	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ)	18.4	25.7	30.9	41.7	52.4	60.7	38.4	31.9	25.8	32.4	26.6	17.9
6	≥5 მმ ატმოსფერული ნალექების დღეთა რიცხვი	0.9	1.0	1.9	2.7	8.9	3.5	1.9	1.7	2.0	9.9	2.0	1.2
7	ძლიერ ქარიან (≥15მ/წმ) დღეთა რიცხვი თბილ პერიოდში				4.4	3.1	3.8	4.3	3.7	2.8	3.2		
8	ფარდობითი ტენიანობა				65	65	61	55	56	63	72		

გარდაბანში არასავეგეტაციო პერიოდში ნალექების ჯამია 128 მმ, ხოლო სავეგეტაციო პერიოდში 554 მმ, მზის ნათების ხანგრძლივობა სავეგეტაციო

პერიოდში, საცვებით საკმარისია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

ცხრილი 3.5. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) ანგარიში FAO-56 პროგრამით

Country	Georgia			Station	Gardaban		
Altitude	340 m.		Latitude	45.09 °N		Longitude	41.45 °E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	-25.0	19.7	77	0.0	4.7	6.2	0.17
February	-18.0	20.0	72	0.0	5.1	8.7	0.56
March	-14.0	20.7	69	0.0	6.2	12.9	1.25
April	-5.0	22.1	65	4.4	7.0	17.0	4.20
May	0.0	22.2	65	3.1	7.6	19.9	4.11
June	4.0	24.0	61	3.8	9.2	22.9	5.02
July	9.0	24.1	55	4.3	9.7	23.1	5.50
August	8.0	23.9	56	3.7	9.0	20.3	4.91
September	-2.0	23.4	63	2.8	7.5	15.4	3.69
October	-7.0	23.0	72	3.2	6.0	10.3	3.04
November	-10.0	21.0	79	0.0	4.6	6.6	0.49
December	-21.0	19.3	80	0.0	3.7	4.9	0.24
Average	-6.8	21.9	68	2.1	6.7	14.0	2.76



დიაგრამა 3.3. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის საშუალო თვიური კლიმატური მახასიათებლების და ჯამური წყალმოთხოვნილების (ევაპოტრანსპირაციის) გრაფიკები.

3.2.1. გარდაბნის მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შეფასება

გარდაბნის მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლების საფუძველზე მუნიციპალიტეტის წყლით უზრუნველყოფის შესაფასებლად გამოყენებულია სელიანინოვის მეთოდი (3.1.1) მუნიციპალიტეტის ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშებულია წყლის ბალანსის

კოეფიციენტი:

$$K = \frac{\Sigma P}{\Sigma t : 10} = \frac{131}{10580 : 10} = \frac{131}{1058.0} = 0.1 \quad (3.2.1)$$

ე.ი. წყლის ბალანსის კოეფიციენტის (0.1) სიდიდის მიხედვით გარდაბნის მუნიციპალიტეტი მიეკუთვნება მშრალ, განსაკუთრებით სარწყავ ზონას და საჭიროებს მორწყვას.

3. 2.2 გარდაბნის მუნიციპალიტეტის რწყვის ვადების განსაზღვრა წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით

საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ნალექების რაოდენობის მონაცემები საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ რწყვის ვადები.

პირველ რიგში ისაზღვრება საშუალო დღიური ხარჯი, შემდგომ დადგინდა რწყვის პერიოდები.

სოფელ გამარჯვებაში კარგად დამუშავებულ ნიადაგზე დათესილი ტოპინამბურის (ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობის მიხედვით α კოეფიციენტი 0,8) ვეგეტაციის პერიოდში მორწყვის ნორმა პირველი რწყვისას განისაზღვრა 500 მ³/ჰა; საშუალო დღიური ტემპერატურა რწყვათა შორის პერიოდში 18.1^oC, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ამავე პერიოდშია 65%, ნალექები 60,7 მმ. μ - ნალექების დაკავების კოეფიციენტი 0,8 (გავარდაშვილი, 2016), (ო. ხარაიშვილი, ნ. მეზონია, ლ. ახვლედიანი, 2023).

საშუალო დღიური ხარჯი განისაზღვრა დამოკიდებულებით

$$e = \alpha \times t^0 \left(1 - \frac{r}{100}\right) = 0.8 * 18.1 \left(1 - \frac{68}{100}\right) = 14.48 * 0.32 = 4,6336 \text{მ}^3/\text{ჰა}. \quad (3.2.2)$$

პირველი რწყვა ჩატარდა 500 მ³/ჰა მორწყვის ნორმით 30 ივნისს

მეორე რწყვის პერიოდი განისაზღვრა დამოკიდებულებით

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{500+10*0.8*60.7}{4,6336} = 13 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.2.3)$$

მეორე რწყვა უნდა ჩატარდეს 30 ივნისს +13 დღე =13 ივლისს

მესამე რწყვის პერიოდი განისაზღვრა დამოკიდებულებით

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{600+10*0.8*38.4}{4,6336} = 11 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.2.4)$$

მესამე რწყვა უნდა ჩატარდეს 13 ივლისს +11 დღე =24 ივლისს

მეოთხე რწყვის რწყვის პერიოდი განისაზღვრა დამოკიდებულებით

$$T = \frac{m+10\mu P}{e} = \frac{600+10*0.8*31.9}{4,6336} = 9 \text{ დღე-ღამე} \quad (3.2.5)$$

მეოთხე რწყვა უნდა ჩატარდეს 24 ივლისს +9 დღე = 3 აგვისტოს

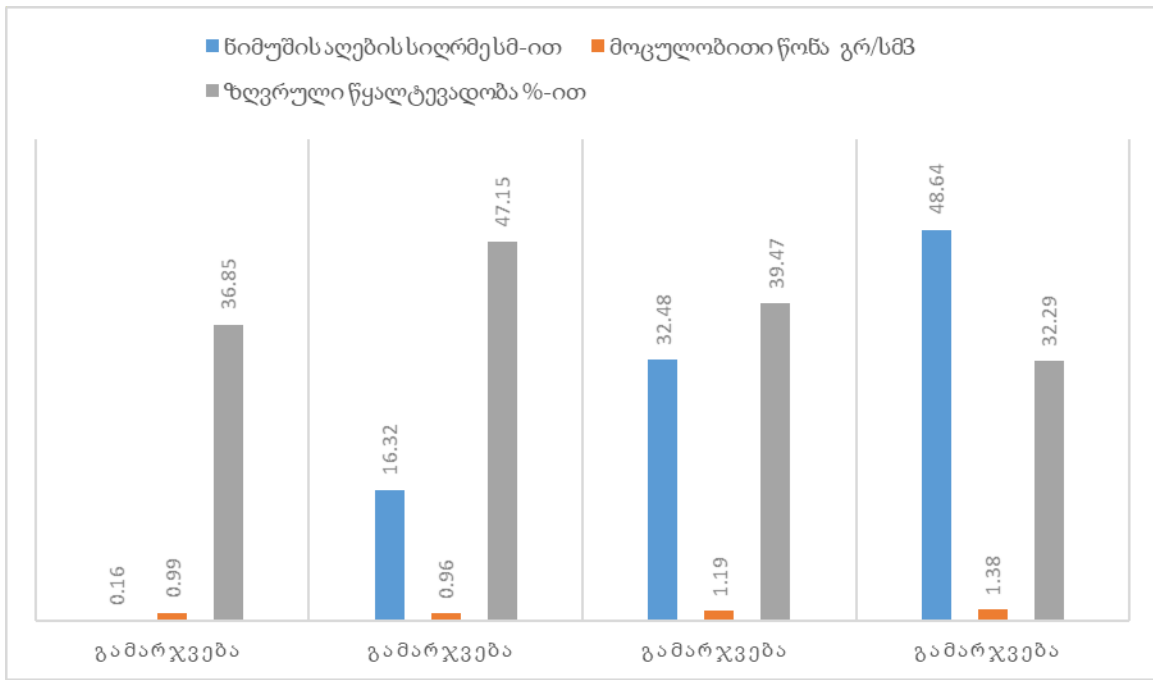
(გავარდაშვილი, 2018)

3.2.3 გარდაზნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების დახასიათება

სოფელი გამარჯვება მდებარეობს სამგორის ვაკეზე, მდინარე ლოჭინის მარცხენა მხარეს. ზღვის დონიდან 520მ, (41° 38' 54" ჩ. გ, 44° 59' 50" ა.გ). ცენტრიდან დაშორებულია 35 კმ-ით.

ცხრილი 3.6. სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები (იხილეთ დანართები 8,9,10,11,12,13,14)

ადგილმდებარეობა	წიბუშის ალების სიღრმე სმ-ით	მოცულობითი წონა გრ/სმ ³	სიმკვრივე გრ/სმ ³	ფორიანობა	ზღვრული წყალტევადობა %-ით	მაქსიმ. მოლკულური ტენი წონით %-ობით	მაქსიმალური ჰიდროსკოპიულობაწონით %-ობით	ზღვრული წყალტევადობა 80% %-ობით
გამარჯვება	0-16	0.99	2.68	63.06	36.85	15.00	11.89	29.48
	16-32	0.96	2.63	63.48	47.15	14.98	12.43	37.72
	32-48	1.19	2.79	57.35	39.47	13.61	12.67	31.57
	48-64	1.38	2.77	50.19	32.29	11.93	12-93	25.83
ჯამური საშუალო	0-64	1.13	2.51	54.99	39.09	13.88	12.47	31.27



დიაგრამა 3.4 სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები

სოფელ გამარჯვებაში განისაზღვრა მორწყვის ნორმა ტოპინამბურისათვის სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში

$$m_1 = 100 * 0,6 * 1,13 * (39,09 - 31,27) = 67,8 * 7,82 = 530,196 \approx 550 \text{ მ}^3 / \text{ჰა} \quad (3.2.6)$$

$$m_2 = 100 * 0,7 * 1,13 * (39,09 - 31,27) = 79,1 * 7,82 = 618,562 \approx 600 \text{ მ}^3 / \text{ჰა} \quad (3.2.7)$$

3.3 საპილოტე ტერიტორიის აგეგმვა, ნიმუშის აღება, ჰიდრომელიორაციული გამოკვლევა

ალაზნის ველის მელიორაციის საჭიროების დადგენა და მისი სათანადო სახის შერჩევა ზუსტად უნდა იქნეს დაკავშირებული რაიონის ბუნებრივ პირობებთან.

მორწყვა ალაზნის ველზე ამჟამად მხოლოდ მის შემადგენელ ზოლში მიმდინარეობს, ველზე სუსტად დაქანებული ფერდობი საკუთრივ დაბლობში გადადის, ჩაზნექილია გრუნტის წყალი წყაროების სახით ზედაპირზე გამოდის, ამიტომ ისტორიულადაც ამ ზოლში ტყის მცენარეთა ფორმაცია პოულობდა გავრცელებას (ტულუში, 1986).

ალაზნის ველის ნიადაგური საფარი ევოლუციის შედეგად წარმოდგენილია ნატყეური შავმიწისებური ნიადაგების და მდელოს ტიპის ნიადაგების სხვადასხვა სახესხვაობებით (Negacz K., Malek Z., de Vos A., Vellinga P., 2022), (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018).

გეომორფოლოგიურად ალაზნის ველი წარმოადგენს ერთ დიდ მოვაკებას,



რუქა 3.3. საკვლევი ობიექტის რუკა სიღნაღის მუნიციპლიტეტში

რომელიც შორეულ წარსულში ფართო გეოლოგიურ ჩანავარდნს წარმოადგენდა, ამჟამად ალაზნის ველი ამოვსებულია მდინარე ალაზნის და მის შენაკადთა ხეობებიდან მოტანილი ეროზიული მასალით (Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G., 2019), (Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G., 2019).

ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილი საერთოდ ჩაზნექილია. აქ მლაშე გრუნტის წყლების მაღალი დონეა (1,5-2მ), რაც ხელს უწყობს შოროქანების წარმოშობას მლაშობი და ბიცობი ნიადაგებით. (ლათ. Limonium) - მცენარეთა გვარი ტყვია ბალახისებრთა ოჯახიდან) (ო. ხარაიშვილი, ი. კეჩხოშვილი, 2020), (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2021).

გეომორფოლოგიურად ალაზნის ველი წარმოადგენს ერთ დიდ მოვაკებას, რომელიც შორეულ წარსულში ფართო გეოლოგიურ ჩანავარდნს წარმოადგენდა, ამჟამად ალაზნის ველი ამოვსებულია მდინარე ალაზნის და მის შენაკადთა ხეობებიდან მოტანილი ეროზიული მასალით (Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G., 2019), (Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G., 2019).

გენეზისურად ალაზნის ველის გრუნტის წყლები, ალაზნის მარჯვენა მხრის წყალშემკრები აუზი, გრუნტის წყლებთანაა დაკავშირებული. ალაზნის წლიური

რეჟიმი ციკლურია, კომპენსირებულია აორთქლებით, ნაწილობრივ ტრანსპირაციით. ვიწრო ზოლში ალაზანი მოქმედებს როგორც დამწრეტი, გრუნტის წყლის დონის დამწვევი. (გავარდაშვილი, 2018), (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2022) (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018).

გრუნტის წყლების მაღალი დონეა ალაზნის ველის გასწვრივ მდებარე ზოლში, ცივ-გომბორისა და კახეთის ქედის მოვაკებულ ადგილებზე და უმეტესად ამ ზოლის ტალვეგურ (დაკლაკნილ) ნაწილში. (მ. ვართანოვი, ო. ხარაიშვილი, შ. კუპრეიშვილი, 2023).

ამ ადგილებში გრუნტის წყლები პირდაპირ ებჯინება საკუთრივ ალაზნის ველის მძიმე გრანულომეტრიული შედგენილობის ნაფენებს, კვებავს მის გრუნტის წყლებს, მაგრამ ნაწილობრივ იტბორება, უახლოვდება ზედაპირს ქმნის ჭაობიან, ტენიან-მდელოს ნიადაგებს. უნდა აღენიშნოს რომ ალაზნის ველზე ნიადაგები, გრუნტის წყლის რეჟიმი გენეზისურ კავშირშია. (გავარდაშვილი, 2018) (მ. ვართანოვი, ო. ხარაიშვილი, შ. კუპრეიშვილი, 2023).

ველის ცენტრალურ ნაწილში გრუნტის წყლის საშუალო წლიური რეჟიმი მისი კრიტიკული დონის მაღლა დგომას გვიჩვენებს, ხოლო პერიფერიებში ღრმავდება.



სურ 3.4 მდინარე ალაზანი

ერთგვარ მიკროზონალურ ხასიათს ატარებს, ალაზნის ველის ნიადაგური საფარი

- იორ-ალაზნის წყალგამყოფი ქედის დახრილ კალთებზე განვითარებულია მუქი რუხი ფერის, მუქი ყავისფერი, ტყის ნიადაგები.

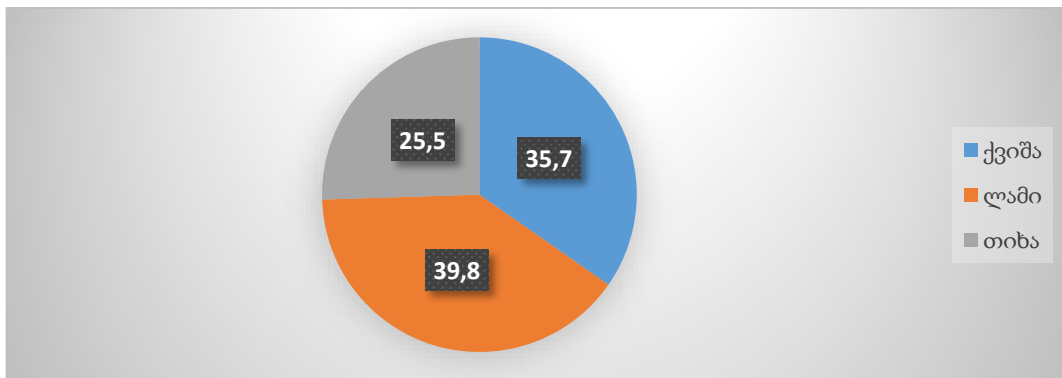
- ალაზნის ველის მოვაკებულ ადგილებზეა შავმიწისებური მუქი რუხი ფერის ტყის ტიპის ნიადაგები.
- ალაზნის ველის ცენტრალურ ნაწილში მლაშობი, ბიცობიანი ნიადაგებია.
- მდ. ალაზნის გასწვრივ ჭალის ტიპის ნიადაგებია.

ალაზნის ველის ნიადაგების პროფილი კარგად გამოხატულია, 25-35 სმ სისქის ჰორიზონტი, ხასიათდება წვრილმარცვლოვან-გორიხოვანი სტრუქტურით; 30-40 სმ სისქის ჰორიზონტი შედარებით მკვრივი, მძიმე მექანიკური შედგენილობისაა, კარბონატები ტყის ქვეშ 40-60 სმ სიღრმეზეა ჩარეცხილი; 60-80 სმ სისქის ჰორიზონტი ძლიერ გაბეკნილია, მკვრივია (S. Babenyshev, D. Mamai, 2011).

დედაქანები წარმოდგენილია დელუვიურ-პროლუვიური ნაფენებით, რომლებიც სხვადასხვა გრანულომეტრიული შედგენილობისაა. უმეტესად ამ ნიადაგებს თიხნარი შედგენილობა აქვს.

ცხრილი 3.7. საპილოტე ტერიტორიის ხორნაბუჯის ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა

ნიმუშის ადების ადგილი	ქვიშა	ლამი	თიხა	ნიადაგის ტიპი
ანაგა	34,7	39,8	25,5	თიხნარი



დიაგრამა 3.5. ხორნაბუჯის ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა პროცენტობით

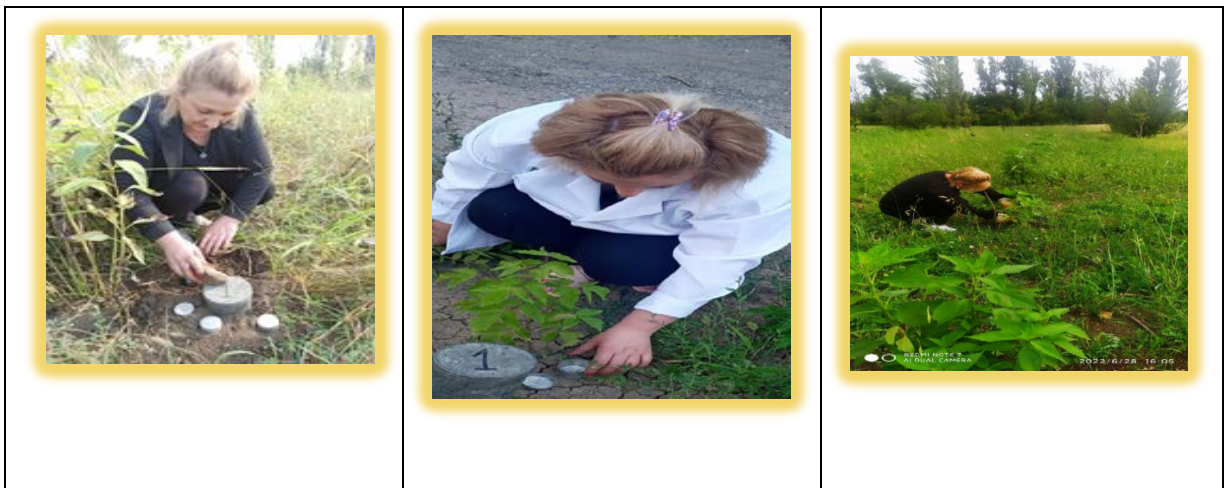
ტოპინამბურის მცენარის სამეცნიერო კვლევის მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ალაზნის სამეცნიერო-კვლევით ბაზაზე (სიღნაღის და გარდაბნის მუნიციპალიტეტები) 2020-2022 წელს განხორციელდა ნაკვეთის აგეგმვა და ნიადაგის საველე-სამეცნიერო კვლევები (F., 2022), (ი. ქუფარაშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე, მ. მღებრიშვილი, 2019).



სურ.3.5. საცდელი ნაკვეთის აგებმა და ნიმუშის აღება

ყოველ კონკრეტულ მცენარეს და მათ შორის ტოპინამბურს აქვს თავისი განსაკუთრებული მოთხოვნები საკვები ნივთიერებებისადმი. ტოპინამბური კარგად ეგუება მლაშე ნიადაგს.

სურათზე ნაჩვენებია ხორნაბუჯის და გამარჯვების სასწავლო საცდელ პოლიგონზე მლაშე ნიადაგებიდან ნიმუშების აღების მომენტი, რომელიც საჭიროა ნიადაგის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გასაანგარიშებლად.



სურ. 3.6. ნიადაგიდან ნიმუშის აღების მომენტი

ნიადაგის ნიმუშები ტრანსპორტირებული იქნა სპეციალური ბიუქსებით ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკური ლაბორატორიიდან და ჩაუტარდა ლაბორატორიული გამოკვლევა.

ჩვენს მიერ განხორციელებული ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე დადგენილი იქნა ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები სავეგეტაციო პერიოდში. (თითოეული მაჩვენებლის ცდით მიღებული შედეგები წარმოდგენილია დანართ 1,2,3,4,5,6,7. სახით).

ზღვრული წყალტევადობის მიხედვით განსაზღვრულ და დაგენილი იქნა ხორნაბუჯის მლაშე ნიადაგების როგორც ჩარეცხვის ისე მორწყვის ნორმები ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრის საშუალებით არსებული მარილების საერთო რაოდენობა.

ცხრილი 3.8 ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები

ნიმუშის აღრების სიღრმე	ნიადაგის ფაქტობრივი ტენიანობა %	მაქსიმალური ჰიდროსკოპიულობა %	მაქსიმალური მოლექულური ტენიანობა %	კუთრი წონა	მოცულობითი წონა	ზღვრული ტენტევალობა %	ფორიანობა %	ზღვრული ტენტევალობა 80 %	მორწყვის ნორმა მ ³ /ჰა
0-20	20.62	10.71	14.03	2.60	1.16	31.88	55.39	25.50	518.56
20-40	16.73	10.37	18.63	2.76	1.24	32.64	55.08	26.11	500.58
40-60	11.53	10.14	18.38	2.81	1.34	33.70	52.82	26.96	632.21

ხორნაბუჯის სამეცნიერო კვლევით პოლიგონზე მცენარე ტოპინამბურისათვის საექსპერიმენტო ნაკვეთის აგებმვა, მომზადება, ბოლქვების შერჩევა, განთავსების მომენტი ასახულია სურათ 3.7-ზე.



სურ. 3.7. ნაკვეთის აგებმვის, ბოლქვების შერჩევის და დათესვის პროცესი

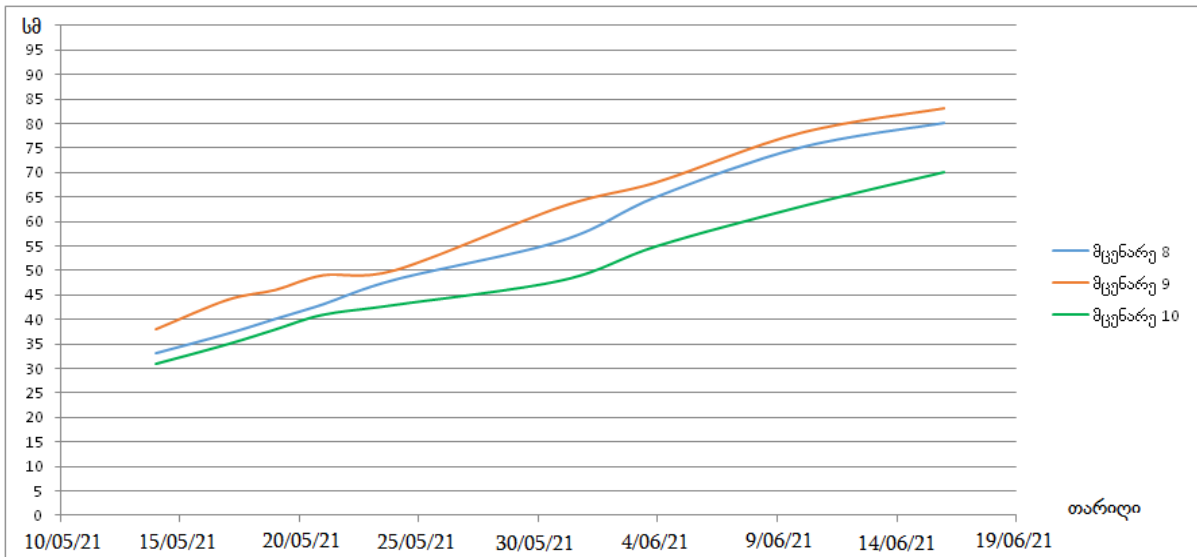
კვლევის პირველ წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში დარგული მცენარე ტოპინამბურზე ხდებოდა ფენოლოგიური დაკვირვება.

ექსპერიმენტის პირველი წლის მცენარის ზრდის დინამიკა წარმოდგენილია ცხრილი 3.9-ში

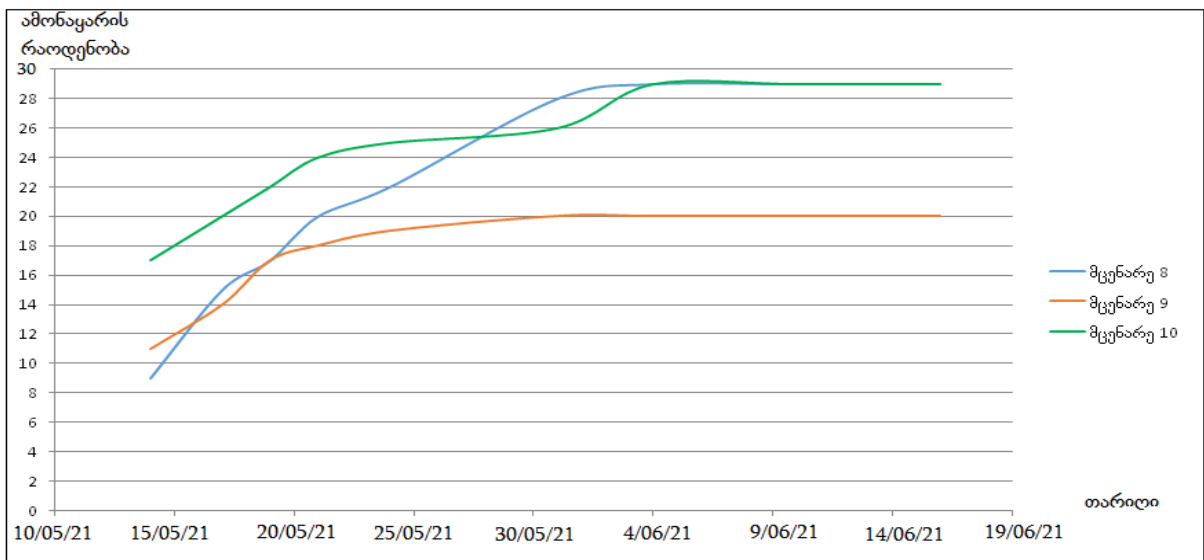
ცხრილი 3.9. ექსპერიმენტის პირველი წლის მცენარის ზრდის დინამიკა

თარიღი	ყუთის	სიმაღლე სმ	ამონაყარი	თარიღი	ყუთის	სიმაღლე სმ	ამონაყარი
14.05.21 წელი	6	-	-	17.05.21 წელი	6	-	-
	7	-	-		7	-	-
	8	33	9		8	37	15
	9	38	8		9	44	14
	11	31	17		11	35	20
19.05.21 წელი	6	-	-	21.05.21	6	-	-
	7	-	-		7	-	-
	8	40	17		8	43	20
	9	46	17		9	49	18
	11	38	22		11	41	24
24.05.21 წელი	6	-	-	27.05.21 წელი	6		
	7	-	-		7		
	8	48	22		8	50	27
	9	50	19		9	58	20
	11	43	25		11	46	25
31.05.21 წელი	6	-	-	4.06.21 წელი	6		
	7	-	-		7		
	8	56	28		8	65	29
	9	63	20		9	68	20
	11	48	26		11	55	29
10.06.21 წელი	6	-	-	16.06.21 წელი	6	-	-
	7	-	-		7	-	-
	8	75	29		8	80	29
	9	78	20		9	83	20
	11	63	29		11	70	29

ექსპერიმენტის პირველი წლის ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა წარმოდგენილია გრაფიკის სახით (გრაფიკი 1) სადაც ნათლად ჩანს სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში მცენარე ტოპინამბურის ზრდა განვითარების დინამიკა ვეგეტაციის პერიოდში ლაბორატორიაში განთავსებული ყუთების მიხედვით. 6-7 ყუთში დარგვის შემდეგ ტოპინამბური არ აღმოცენდა, ხოლო 8-9-11 ყუთში სიმაღლეთა სხვაობამ შეადგინა 31-83 სმ სიმაღლე.



გრაფიკი 3.6 ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა



გრაფიკი 3.7. ამონაყარის რაოდენობა

ამონაყართა რაოდენობის რიცხვი განისაზღვრა 9-29 რაოდენობით ყუთი 7-8-9-11.

უნდა აღინიშნოს რომ მთელი ვეგეტაციის პერიოდში მცენარის ზრდა-განვითარება მიმდინარეობდა საკმაოდ ინტენსიურად. ბოლო მონაცემები აღებული იყო 2021 წლის 16 ივნისს, ხოლო მას შემდეგ მცენარე ტოპინამბურს

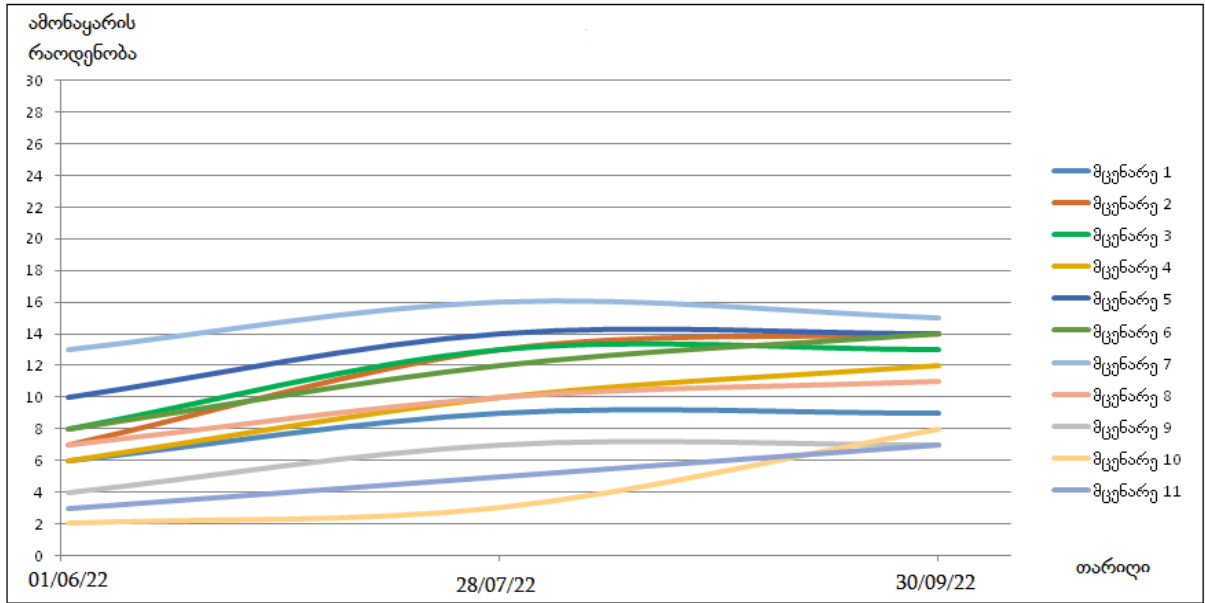
ინსტიტუტის ლაბორატორიაში გაუჩნდა ავადმყოფობა - (ტკიპა) რამაც 20 ივნისს მცენარე მთლიანად დააკნინა და მაშინვე შეწყვიტა სიცოცხლე.

ექსპერიმენტის მეორე წელს სამეცნიერო კვლევები განვახორციელეთ სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ხორნაბუჯის საცდელ ნაკვეთზე რომელმაც საუკეთესო მოსავალი მოგვცა. მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილი 3.10 სახით.

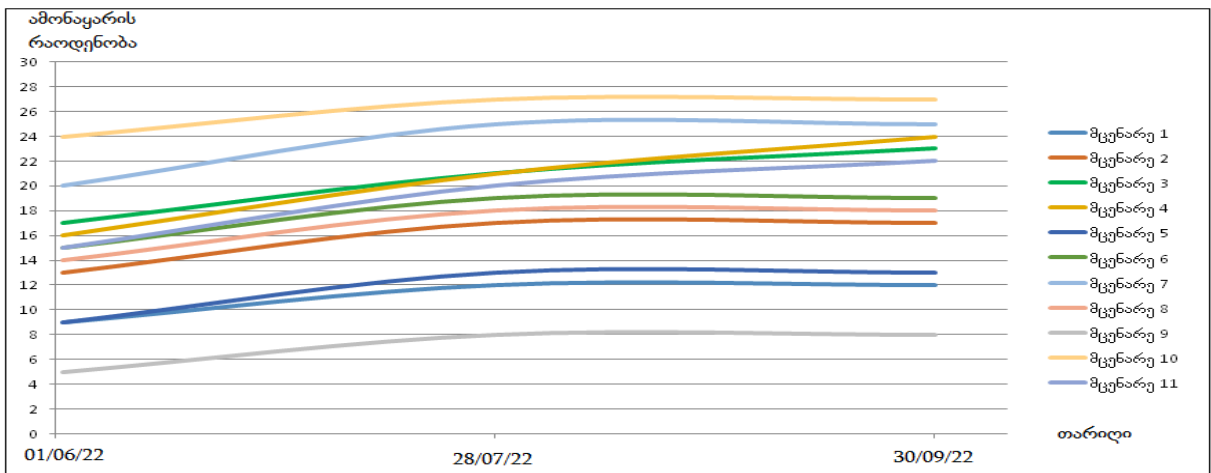
ცხრილი 3.10 ექსპერიმენტის მეორე წლის მცენარის ზრდის დინამიკა

თარიღი	რიგი 1	სიმაღლე სმ	ამონაყარი	რიგი 2	სიმაღლე სმ	ამონაყარი
1.06.22 წელი	1	27	6	1	31	9
	2	40	7	2	34	13
	3	27	8	3	36	17
	4	39	6	4	38	16
	5	31	10	5	37	9
	6	33	8	6	30	15
	7	34	13	7	26	20
	8	37	7	8	18	14
	9	20	4	9	23	5
	10	30	2	10	36	24
	11	31	3	11	36	15
28.07.22 წელი	1	50	9	1	63	12
	2	73	12	2	64	17
	3	43	13	3	72	21
	4	78	10	4	60	21
	5	60	14	5	60	13
	6	70	12	6	54	19
	7	60	16	7	58	25
	8	60	10	8	55	18
	9	49	7	9	53	8
	10	70	3	10	60	27
	11	63	5	11	73	20
30.09.22 წელი	1	184	9	1	153	12
	2	220	14	2	140	17
	3	120	13	3	216	23
	4	313	12	4	198	24
	5	243	14	5	168	13
	6	238	14	6	140	19
	7	22	15	7	120	25
	8	218	11	8	142	18
	9	177	7	9	135	8
	10	262	8	10	132	27
	11	226	7	11	198	22

ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა ექსპერიმენტის მეორე წელი

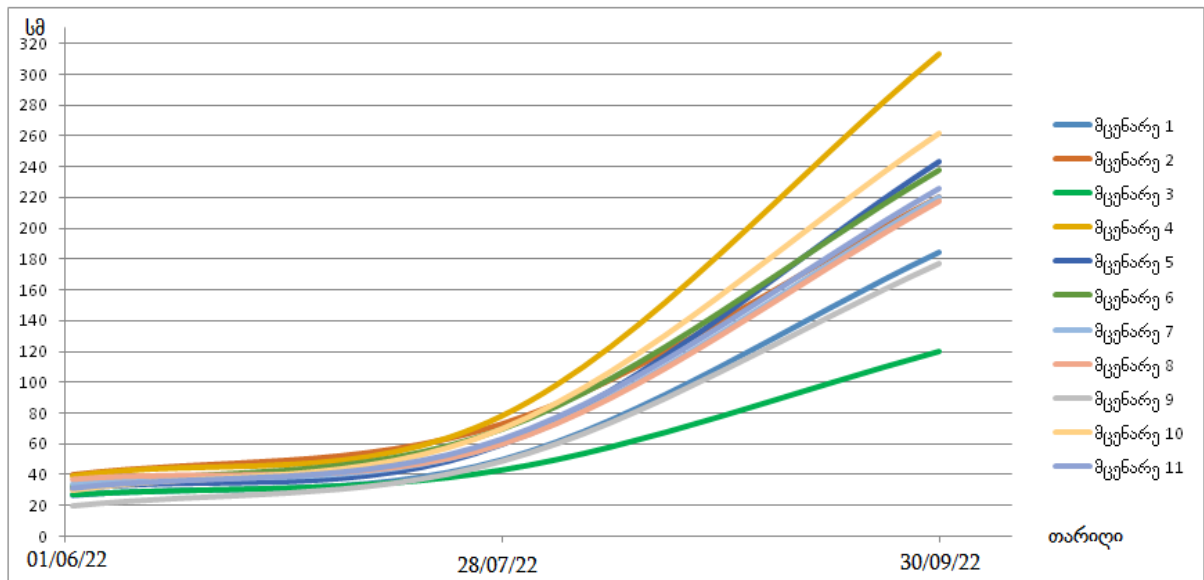


გრაფიკი 3.8 ამონაყარი პირველი რიგი



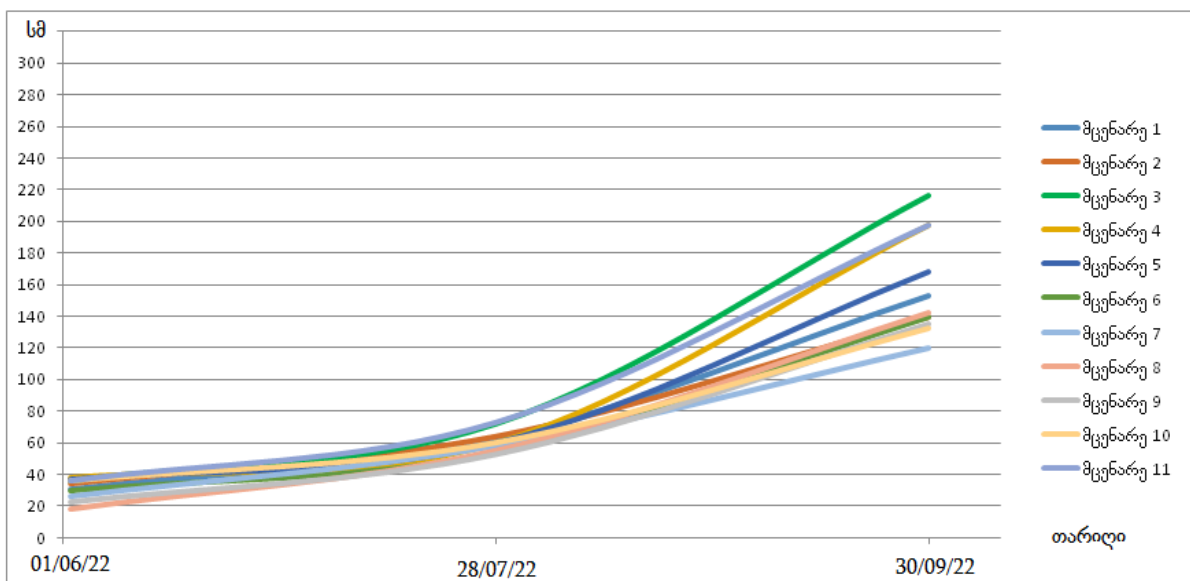
გრაფიკი 3.9. ამონაყარი მეორე რიგი

საგრძნობი განსხვავებები შეინიშნება სოფ. ხორნაბუჯში მცენარეთა რიგებს შორის, სადაც ტოპინამბურის ზრდისა და ამონაყართა რაოდენობა საგრძნობლად გაზრდილია.



გრაფიკი 3.10 სიმაღლეები პირველი რიგი

სიმაღლეთა ზრდის დინამიკა, რიგების მიხედვით სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში აღინიშნება 11 მცენარიდან, მე-4 მცენარეზე სადაც მაქსიმალური სიმაღლე არის 3,18 სმ.



გრაფიკი 3.11. სიმაღლეები მეორე რიგი

ბუნებრივ პირობებში, ტყის ქვეშ, სადაც გაბატონებულია ბალახეული მცენარეები განვითარებისათვის ხელსაყრელ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით ხასიათდება. (რასაც მოწმობს ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი. ფიზიკური თვისებების ცვალებადობა ათვისების ხანგრძლივობის მიხედვით) (გავარდაშვილი, 2018), (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2018).

ცხრილი 3.11 ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები
(ცვალებადობა ათვისების ხანგრძლივობის მიხედვით)

ნიადაგი	ნიმუშის აღრების სიღრმე	კუთრი წონა	მოცულობითი წონა	კაპილარული ტენტივადობა	სრულ ტენტივადობა	ზღვრული ტენტივადობა	საერთო ფორიანობა	კაპილარული ფორიანობა	არაკაპილარული ფორიანობა	% საერთო ფორიანობა კაპილარული	%საერთოფორიანობაარაკაპილარული	ზღვრული ტენტივადობა 80 %
ქრილი 1 შავმიწისებრი ნიადაგი (ნათესი ტობინაზბური)	0-20	2,60	0,98	41,89	47,42	45,01	62,09	41,89	22,00	67,47	32,53	36,01
	20-40	2,76	1,12	42,12	43,56	41,57	58,81	42,12	13,69	75,47	24,53	33,26
	40-60	2,81	1,21	40,68	41,88	39,55	56,10	40,68	16,22	71,49	28,51	31,64
	60-80	2,87	1,26	37,27	38,64	37,04	55,99	37,27	18,23	66,56	33,44	29,64
	80-100	2,84	1,37	35,33	36,83	34,61	51,74	35,33	16,41	68,28	31,72	27,69
	100-120	2,75	1,35	31,45	32,55	31,39	50,91	31,45	19,48	61,75	38,25	25,12
ქრილი 2 ტობინაზბურთან ერთად სას.სამ კულტურით	0-20											
	20-60	2,58	0,73	39,52	53,57	39,64	71,38	39,52	32,86	55,36	44,64	31,72
	60-100	2,59	1,03	39,69	41,94	37,79	59,96	39,69	20,27	66,19	33,81	30,24
	100-120	2,69	1,27	38,63	40,11	39,13	52,86	38,63	14,23	73,08	26,92	30,91
	120	2,73	1,37	36,62	39,78	37,90	49,81	36,62	13,19	73,52	26,48	30,32
ქრილი 3 სუსტად დაჭაობებული ნიადაგი	0-40								5,31		9,04	40,82
	40-60	2,65	1,09	53,46	64,17	51,02	58,77	53,46	0,33	99,96	0,63	40,85
	60-80	2,67	1,27	51,95	52,87	51,06	52,28	51,95	1,77	99,37	3,63	37,27
	80-100	2,73	1,39	47,06	48,55	46,58	48,83	47,06	0,80	96,37	1,73	35,60
	100-120	2,75	1,43	45,49	49,91	44,49	46,21	45,41		98,27		

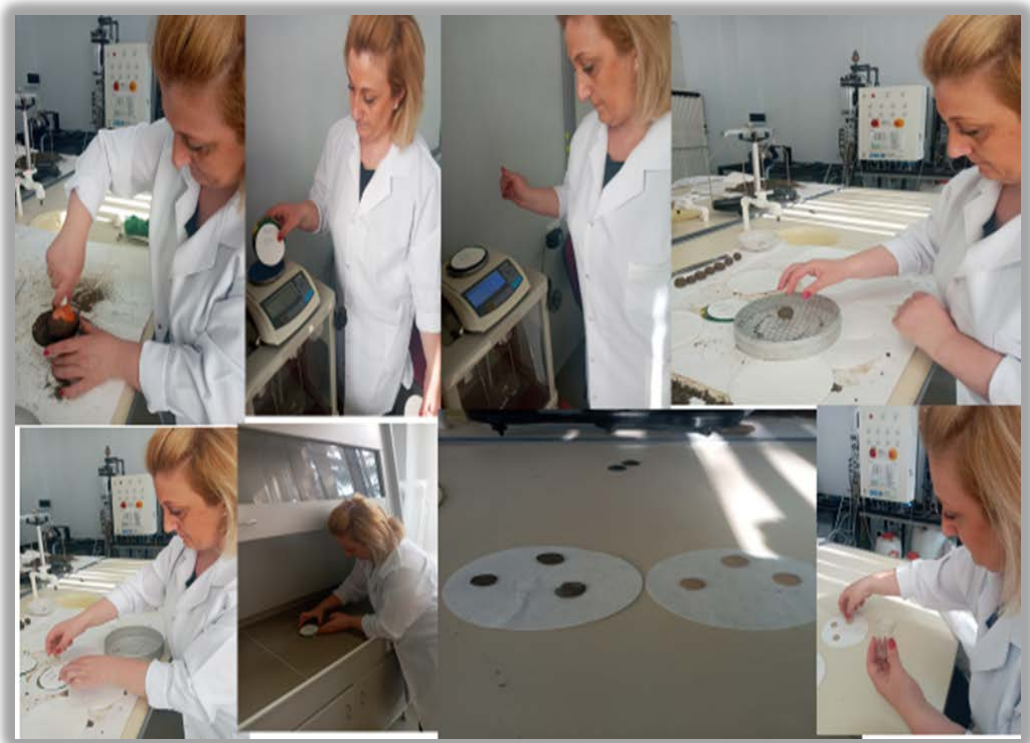
მძიმე გრანულომეტრიული შედგენილობით გამოირჩევა ყოველთვის ზემოთ მდებარე ფენები. ნიადაგის მასის ფენებს თანდათანობითი გამსუბუქება ეტყობა.

ბუნებრივ პირობებში, ალაზნის ველი ბალახეულ მცენარეთა განვითარებისათვის ხელსაყრელ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით ხასიათდება. რაზეც მიგვანიშნებს

ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით აღენიშნება ფიზიკური თვისებების ცვალებადობა ათვისების ხანგრძლივობის მიხედვით (კ. მინდელი, ნ. გუნთაიშვილი. დ. კირვალიძეა. თხელიძე, ნ. მაჭავარიანი, 2011), (დ. გუბელაძე, ო. ხარაიშვილი, 2021)



სურ. 3.8. ნიადაგის ტენის განსაზღვრა



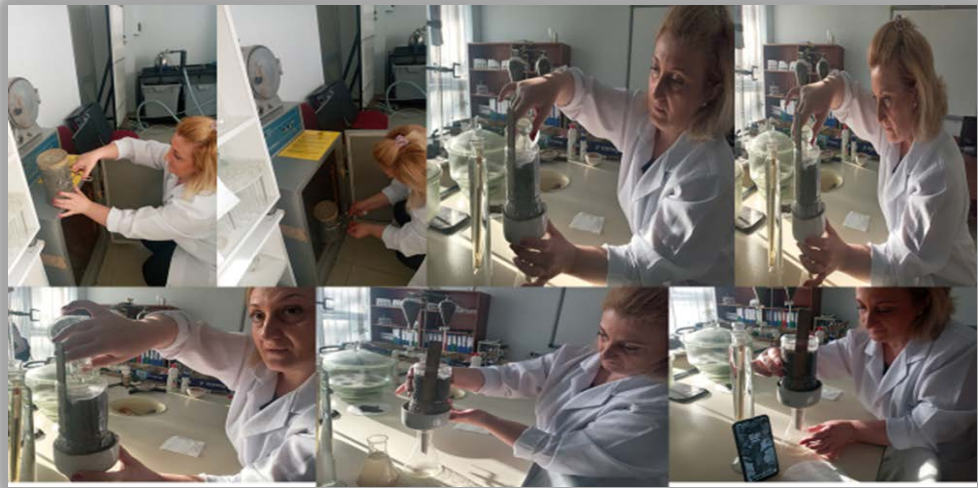
სურ. 3.9 ნიადაგის მაქსიმალურ მოლეკულური ტენის განსაზღვრა



სურ. 3.10 ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპიულობის განსაზღვრა



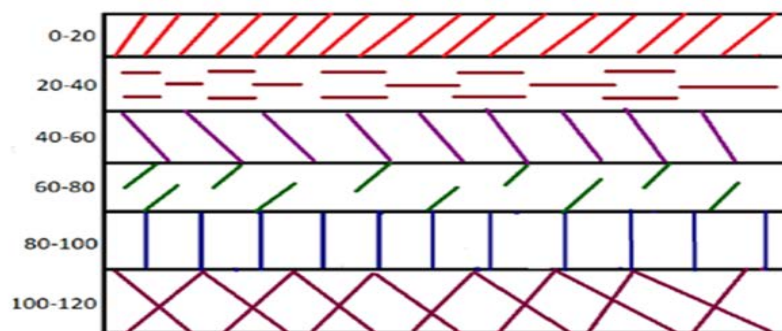
სურ. 3.11 ნიადაგის კუთრი წონის განსაზღვრა



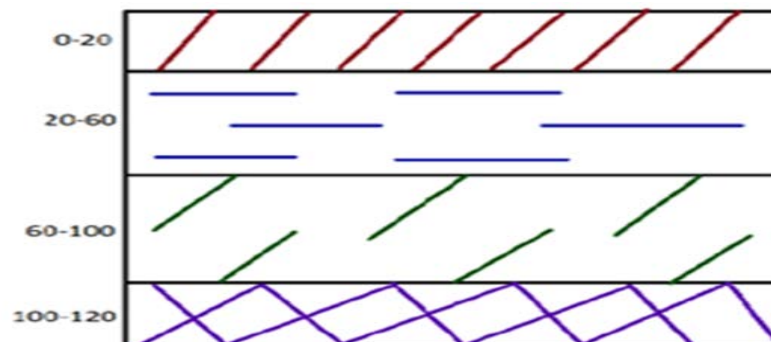
სურ. 3.12 მოცულობითი მასის და ფილტრაციის განსაზღვრა

ცხრილიდან ჩანს, ნიადაგის ფიზიკური თვისებების ცვალებადობა ათვისებისა და გაკულტურების ხასიათის მიხედვით, (ჭრილში1) სურ 3.13. პროფილის ქვემო ფენებში მოცულობითი და კუთრი წონების თანდათანობითი ზრდა გვაქვს.

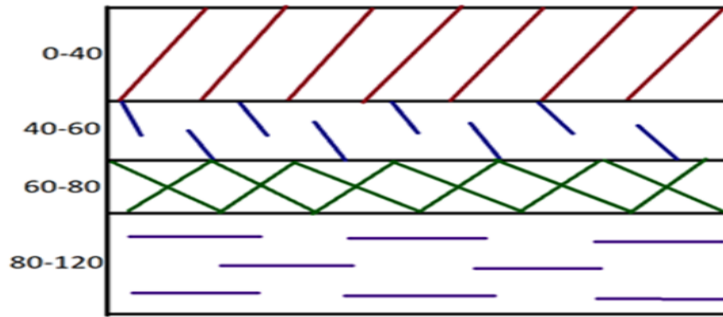
ჭრილი #1.



ჭრილი #2.



ჭრილი #3.



სურ. 3.13 ალაზნის ველზე ნიადაგ - გრუნტის ჭრილები 3 ჭრილი

განსაკუთრებით გამკვრივებული და გამკვნილია გარდამავალი ფენა 0,5 მ სიღრმიდან. აქ მოცულობითი წონის ცვალებადობა დაახლოებით 1300-1400 (კგ/მ³). ფარგლებში მერყეობს, ზედა ფენაში კი ერთს უახლოვდება. ასეთივე ცვალებადობა ეტყობა კაპილარულს, სრულს და ზღვრულ ტენტევადობებს. საერთოდ ფორიანობა 50-70 სმ სიღრმემდეც კი 56 % ქვემოთ არ ეცემა. არაკაპილარული ფორიანობა ზედა ფენებში მაღალია 22-32 %.

იგივე ნიადაგი, მაგრამ ათვისებული კულტურისთვის (ჭრილი2), ფიზიკური თვისებების საგრძნობ გაუმჯობესებას იძლევა. მაგალითად, სახნავი ფენის მოცულობითი წონა 740 (კ გ/მ³), ხოლო 0,5 მ სიღრმემდე ის ერთზე ზევით არ იწევს. შესაბამისად ამისა, საერთო ფორიანობის მაღალი მაჩვენებლები გვაქვს-60-71%. ნიადაგის პროფილში კაპილარული და ზღვრული ტენტევადობა შემცირებულია, ხოლო სრული კი გადიდებულ მაჩვენებლებს იძლევა. ყოველივე ეს არაკაპილარული ფორიანობის ანუ ჰაერაციის გადიდებას იწვევს, რომელიც 20-30% ფარგლებში მერყეობს, ხოლო პროცენტობით საერთო ფორიანობიდან 34-45% უდრის.

ჭრილი 3 მცირედ დაჭაობებული წყლით სარგებლობის რეჟიმის დარღვევის გამო, ფიზიკური თვისებების ძლიერ გაუარესებას უჩვენებს, რაც გამოხატულია კაპილარული და ზღვრული ტენტევადობის უჩვეულო ზრდით. ამის გამო კაპილარული და საერთო ფორიანობა ერთმანეთს უახლოვდება, არაკაპილარული კი მინიმუმამდე ეცემა. ამ შემთხვევაში ძლიერ არახელსაყრელი პირობები იქმნება ნიადაგში ბიოქიმიური და ბიოლოგიური პროცესებისათვის. ამის გამო მრავალწლიურ მცენარეთა ფესვები ავადდება და სიდამპლით ილუპება, თუმცა

უნდა აღნიშნოს რომ მცნარე ტოპიმნამბური კარგად შეეგუა აღნიშნულ მცირედ დაჭაობებულ ნიადაგს.

ალაზნის ველის გასწვრივ წყლით სარგებლობის რეჟიმის ოდნავ დარღვევა იწვევს გრუნტის წყლის აწევას და ნიადაგის დაჭაობების მოვლენებს.

საკუთრივ ალაზნის ველის აღმოსავლეთ ნაწილის გრუნტის წყლის რეჟიმი მყარი კომპენსირებული, ანუ ციკლური ტიპისაა. მისი კომპენსირება ხდება აორთქლებით, ნაწილობრივ კი ტრანსპირაციით. ველის აღმოსავლეთ ნაწილის დამლაშებული ნიადაგების გენეზისიც სწორედ გრუნტის წყლის ამ რეჟიმის შედეგია, რომელიც წლის მომეტებულ დროში ყოველთვის მის კრიტიკულ დონეზე მაღლა დგას.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ალაზნის ველის მარჯვენა ნაპირის ცენტრალურ ნაწილში, მის აღმოსავლეთ ნახევარში დიდად გავრცელებულია მლაშობი და ბიცობიანი ნიადაგები. ეს ნიადაგები მძიმე გრანულომეტრიული შემადგენლობისაა (იხ ცხრილი.).

ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგების ორი ჭრილისათვის, ქიმიური თვისებების შესახებ წარმოდგენას გვამლევს ცხრილი, სადაც ერთი ჭრილი-ბიცობიანის სიღრმით დამლაშებულია, მეორე-მლაშობი ნიადაგია. აქ გრუნტების აღნაგობა შრეებრივი, ალუვიურია, სიღრმითი შედარებით მსუბუქი, ალაგ-ალაგ საშულო თიხნარების განფენებით.

ცხრილი 3.12 ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის მლაშობი და ბიცობიანი ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა და შთანთქმული ფუძეები

ქრილის ნომერი	ნიმუში არევის სიღრმე სმ	ჰუმუსი %/ით	C/N	შთანთქმული ფუძეები								CaCO ₃ %-ობით	CaSO ₄ %-ობით
				მილ.ეკვ.				%ით შთანთქმის ტენტევადობიდან					
				Ca	Mg	Na	ჯამი	Ca	Mg	Na	Ca/Mg		
1	0-16	5,04	14,79	28.79	10.00	2.83	41.53	69.11	24.08	6.81	2.87	5/55	2.91
	16-32	3,07	20.45	31.,15	11.18	3.65	45.98	67.75	24.31	7,91	279	6.04	3.98
	32-48	2.27	21.04	21.55	3.45	15.56	26.56	81/14	13.99	5.87	6.25	31.78	4.27
	48-64	1.74	23.19	11.50	2.55	0.52	14,57	78.93	17,50	3.57	4,51	17.79	44.34
	64-80	1.19	22.20	9.20	2.38	0.43	12.01	76.60	19.82	3.58	3.87	15,31	20.99
	80-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.25	16.43
2	0-16	2,86	17.00	21,34	6.74	12.48	40.57	52.63	16.61	30,67	3.17	15,41	9,87
	16-32	1,89	14.59	29,79	7,15	18.04	54,89	54.11	13.03	32.86	4.15	16.79	6.95
	32-48	0.97	20.65	24.80	9.54	11.30	45.64	54.35	20.90	24.75	2.60	25,61	7.78
	48-64	-	-	21,45	11.26	12.48	45.19	47.47	24.92	27.61	1.90	27.20	8.56
	64-80	-	-	20.40	9.45	12.91	42.76	47.71	22/10	30.19	2.16	20,78	5.80
	80-96	-	-	13.55	7.32	10.90	31.77	42.65	23.04	24,31	1.85	21.43	6.24
	96-112	-	-	14.15	4.60	8.00	26.75	52.89	17.19	29.92	3.08	10.84	2,61
	112-128	-	-	14/40	4.27	5.26	23.93	60.17	17,84	21.99	3.37	14,27	3.20

როგორც ვხედავთ, ალაზნის ველის მდელის ბიცობიანი დამლაშებული ნიადაგები ჰორიზონტში 2-5% ჰუმუსს შეიცავს, მლაშობი კი 1-3 %-ს. ეს ნიადაგები აზოტით საერთოდ ღარიბია და C და N შეფარდება 14-23 ფარგლებში მერყეობს. შედარებით მაღალი შთანთქმის ტევადობა ახასიათებს ჰორიზონტებს 30-50 სმ სიღრმემდე. უფრო ღრმად შთანთქმის ტევადობა მკვეთრად ეცემა. შთანთქმული Mg და Na როლი ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში მაღალია და ჭრილი 3 მაგალითზე ის 30-32 %-ს აღწევს, რითაც მისი ბიცობიანი მლაშობის ბუნება აშკარავდება.

ნიადაგების გრანულომეტრიული შედგენილობის კვლევა - ბუნებრივ პირობებში როგორც ნიადაგი, ისე ქვემდებარე ფენები შედარებით ფხვიერ და მსუბუქ გრანულომეტრიულ თვისებებს აშკარავებენ, ხოლო ანალიზი კი, პირიქით, მის მძიმე თიხიან ბუნებას.(იხ.დანართი 15)

ჭრილი N1 პროფილი თითქმის ერთი მეტრის სიღრმეზე თიხიანია, შემდეგ მოსდევს საშუალო თიხნარი შედგენილობის განფენი, რომელიც ახლოს ამავე თიხიანი ფენებით იცვლება.

ანალოგიური აღნაგობით ხასიათდება ჭრილი 2-ის პროფილი. 120 სმ სიღრმემდე ის თიხიანია. უფრო ღრმად კი თიხნარი განფენებით. ლამის ფრაქციით (<0,001 მმ) ალაზნის ველის ნიადაგები მდიდარია; მისი შემცველობა 50-60% ფარგლებში მერყეობს, იშვიათად 70%-ც აღწევს, ხოლო სიღრმით თიხნარ და მძიმე თიხნარ განფენებში 30%-მდე ეცემა. მოცემული ანალიზის მიხედვით ეს ნიადაგები უმეტესად თიხიანობის მაღალი კოეფიციენტით ხასიათდება.

ცხრილი 3.13 დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში.

ფართობი	დაკვირვების დრო	ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	მცვერი ნაშთი	მილი ეკვივალენტობით						
				CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
ნაკვეთი 1	გაზაფხული	0-16	1,30	-	0,28	1.04	1,10	0.60	0.16	,66
		16-32	1,32	0,33	1.21	1.07	1.46	0.40	0.08	3,59
		32-48	2,20	-	0.64	5.22	15.40	4.34	1.32	15,60
		48-64	2,19	-	0.33	6.57	26.40	15.52	1.73	16,05
		64-80	1,88	-	0.31	6,29	23.34	14.87	1.56	10,41
		80-96				0.31	5,19	21.99	12.82	1.32
	ზაფხული	0-16	0,155	0,14	1.13	2.10	0-16	0.43	0.69	2.42
		16-32	0,227	0.10	1.65	0.27	0.31	0.47	0.60	1.26
		32-48	0,596	0.07	0,79	4.14	7.49	2.04	0.08	10.36
		48-64	2,204	-	0,61	2.09	25.75	15.47	2.63	10.35
		64-80	2,894	-	0,41	12,18	30.33	13.62	14/47	14/83
		80-96	2,222	-	0.45	5.10	23.57	14.52	2.71	11.95
	შემოდგომა	0-16	0,305	არაა	1.51	0.62	2.08	4.99	0.16	-
		16-32	1.038	არაა	0.79	2.85	15,85	3.14	1.81	14.51
		32-48	1,908	არაა	0.39	3.07	24,07	15.07	3.12	12.35
		48-64	1,630	არაა	0.31	3.05	20,53	11.88	3.12	8.89
		64-80	1,890	არაა	0.34	4.32	23.11	14.17	5.53	10.06
		80-96	1.837	არაა	0.34	6.37	25,31	12.92	4.19	14.92

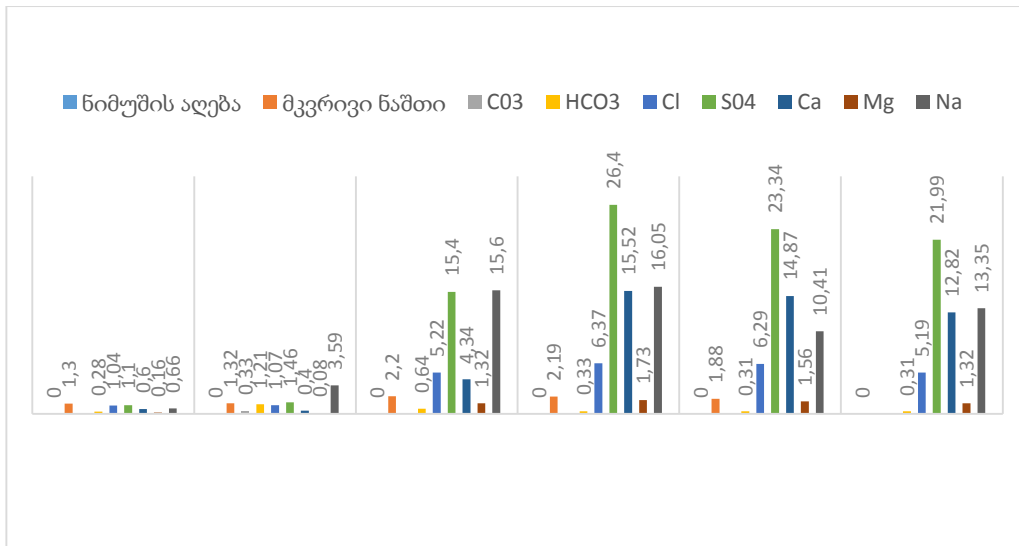


სურ.3.14 გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრისათვის პიროფოსფატის ხსნარის მომზადება

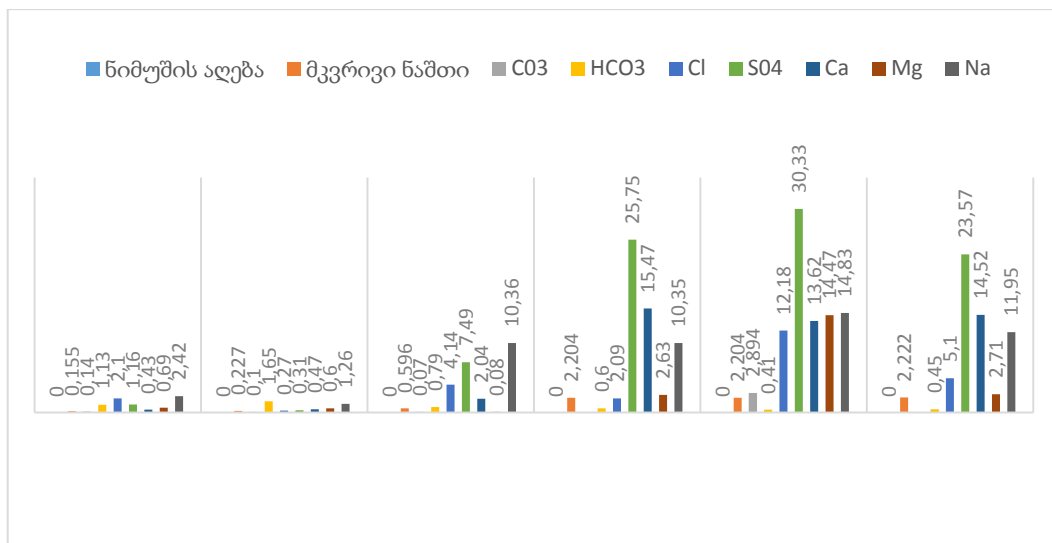


სურ. 3.15 ნიადაგის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა ორივე ტიპის ნიადაგების პროფილში საკმაოდ დიდია CaCO_3 შემცველობა და გადანაცვლებას ვამჩნევთ ქვედა ფენებში. პროფილში ჩანს კარგად გამოხატული CaSO_4 ზოლები, რაც გრუნტის წყლისა და ნიადაგის კარბონატული ფენის პერიოდული კონტაქტის შედეგია.

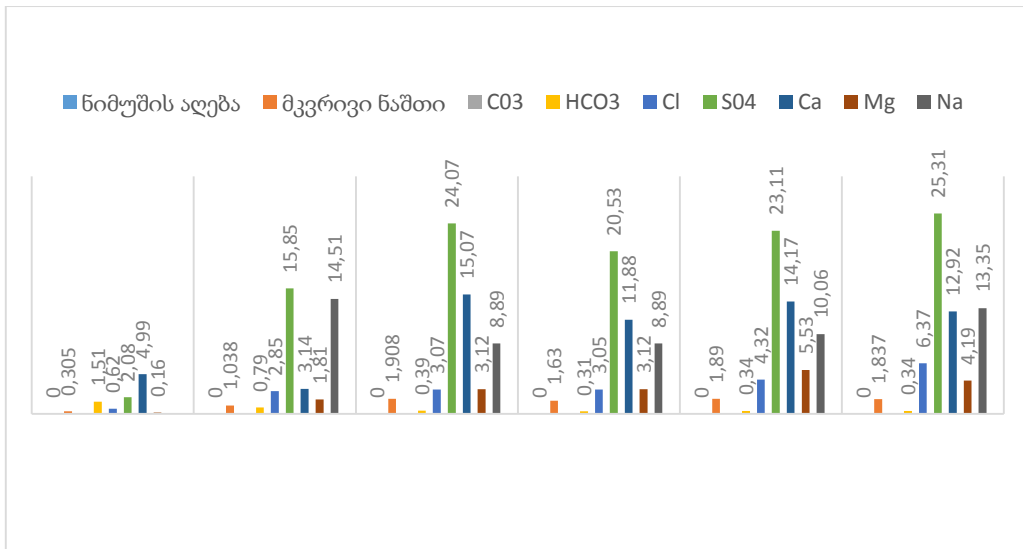
აღნიშნული ნიადაგების დამლაშების ხარისხზე და მის სეზონურ ცვალებადობაზე წარმოდგენას გვაძლევს ცხრილში მოყვანილი მონაცემები.



დიაგრამა. 3.12 გაზაფხულზე დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში.



დიაგრამა 3. 13. ზაფხულში დამლაშების დინამიკურობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში.



დიაგრამა 3.14 შემოდგომაზე დამლაშების დინამიკურიობა ალაზნის ველის ცენტრალური ნაწილის ნიადაგებში.

როგორც ვხედავთ, ნიადაგის პროფილში ადვილად ხსნადი მარილების მიგრაციას აქვს ადგილი გრუნტის წყლის დონის სეზონურ მერყეობასთან და სიმლაშესთან დაკავშირებით. ამის მიზეზი ის არის, რომ გრუნტის წყლის დონე ველის ცენტრალურ ნაწილში მის კრიტიკულ დონეზე ზევით დგას თითქმის მთელი წლის განმავლობაში.

დამლაშება ნიადაგის პროფილში უმეტესად ქლორიდულ-სულფატურია, მლაშობებში კი ხშირად პირიქითაც, განსაკუთრებით ზედა ფენებში, ზაფხულის ბოლოს. გრუნტის წყალში დამლაშება უმეტესად ქლორიდულ-სულფატურია (F., 2022), (ი. ქუფარაშვილი, გ. კაკაშვილი, 2018), (ი. ქუფარაშვილი, ფ. ლორთქიფანიძე, მ. მღებრიშვილი, 2019). მლაშობებში კი ხშირად პირიქითაც, განსაკუთრებით ზედა ფენებში, ზაფხულის ბოლოს. გრუნტის წყალში დამლაშება უმეტესად ქლორიდულ-სულფატურია, მაგრამ ხშირად პირიქით--სულფატურ-ქლორიდული.

ალაზნის ველი ცენტრალური ნაწილის მლაშობ და ბიცობიან ნიადაგებს დიდი სხვადასხვაობა და კომპლექსობა ახასიათებს. იშვიათად გვხვდება წმინდა ბიცობები და ნიადაგის მთელ პროფილში სეზონურად ადვილხსნადი მარილების გამუდმებითი მიგრაცია გვაქვს.

ამასთანავე ეს ნიადაგები მეტად არასასურველი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება. ბუნებრივ პირობებში მათი ზედა ნიადაგური ჰორიზონტები თითქმის წყალგაუმტარია. გაზაფხულზე, როდესაც ადვილხსნადი მარილები ნაწილობრივ სიღრმეშია გადანაცვლებული, ფიზიკური თვისებებიც გაუარესებულია.

ზაფხულის და შემოდგომის პერიოდში მარილების მიგრაციის შედეგად ნიადაგის ზედა ფენებში დამლაშება მაქსიმუმს აღწევს. ამ დროს პროფილიც თითქოს უკეთესი ფიზიკური მაჩვენებლებით ხასიათდება. მაგრამ მისი ზედა ჰორიზონტები მაინც წყალგაუმტარია რასაც ადასტურებს ცხრილში მოცემული მონაცემები.

ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის ცდის შედეგად ირკვევა რომ (ნიადაგების მონოლოთების ჩარეცხვით) აღნიშნულ ნიადაგებში გამომლაშების შედეგად ბიცობიანობის პროცესი მკვეთრად არის გამოხატული. ნიადაგების ორგანული, მინერალური, კოლოიდური ნაწილი ძლიერ დისპერსიული და მოძრავი ხდება. იმ ჰორიზონტებში, რომლებიც ნაწილობრივ ატარებენ წყალს, ქლორიდების გამორეცხვა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს და უკვე მეათე ლიტრში მათი შედგენილობა მეატედ მილიექვივალენტს უდრის.

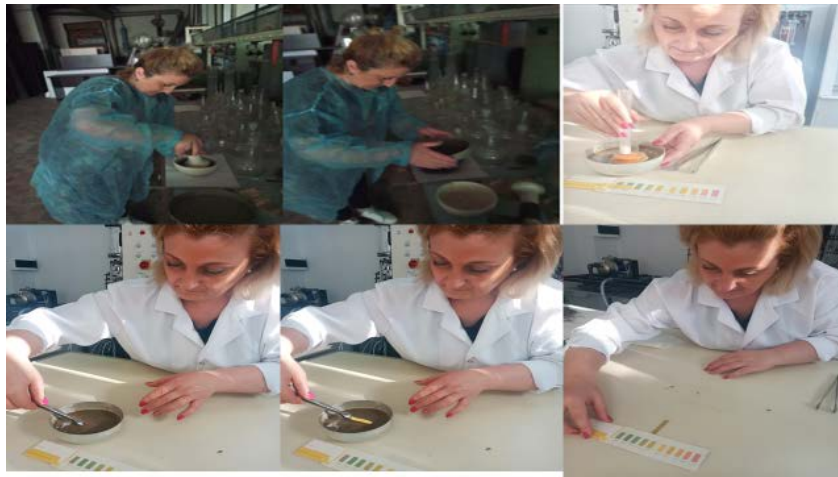
გამომლაშების დაწყებისთანავე საერთო ტუტიანობა მკვეთრი ნახტომით იზრდება, ხოლო უკანასკნელ ლიტრებში ხელახლა ეცემა, ასეთივე ცვლილებები გვაქვს ნიადაგში მისი გამომლაშების შემდეგ.

საპილოტე ტერიტორიის ნიადაგის ქიმიური ლაბორატორიული კვლევები

საპილოტე ტერიტორიებზე სოფელ ხორნაბუჯსა და სოფელ გამარჯვების ნიადაგების ქიმიური ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილის სახით

ცხრილი 3.14. სოფელ ხორნაბუჯის და სოფელ გამარჯვების ქიმიური ანალიზის შედეგები

ნიმუშის ადგილი	pH	ნიტრატი მგ/ლ	ნიტრიტი მგ/ლ	სულფატი მგ/ლ	ფოსფატი მგ/ლ	რკინა მგ/ლ	ალუმინი მგ/ლ
ხორნაბუჯი	7,94	0,03	0,029	26	19,68	0,03	>30
გამარჯვება	7,90	0,03	0,028	25	19,60	0,02	>28



სურ. 3.16 ქიმიური ანალიზის მსვლელობა

3.2. საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული “სუპერ პროდუქტი” ტოპინამბურის (მიწავაშლა) ფენოლოგიური კვლევა

ტოპინამბური (მიწავაშლა) ნაკლებად მომთხოვნი მცენარეა კლიმატური პირობების მიმართ, იტანს 30°C-მდე ყინვას, იზამთრებს ნიადაგში. მიწავაშლა გვალვა გამძლე მცენარეა ტენის უკმარისობას იტანს ზფხულის დასაწყისში .

ტოპინამბური (მიწავაშლა) ადვილად ეგუება ყველანაირ პირობებს. იზრდება ისეთ ნიადაგებზედაც კი რომელიც ღარიბია საკვები ნივთიერებებით, რაც უშუალოდ აიხსნება მძლავრი ფესვთა სისტემით. იზრდება ხეობების ფერდობებზე, უდაბურ მიწებზე.

საუკეთესო აგროტექნიკური ღონისძიებების განხორციელებით მიწავაშლა იძლევა ერთ ჰექტარ ფართობზე 10-12 ტონაზე მეტ ტუბერის მოსავალს.

საპილოტე ტერიტორიის ხორნაბუჯის ნიადაგებზე ჩატარებულმა სამეცნიერო კვლევებმა ცხადყო რომ ტექნიკური კულტურა ტოპინამბური ადგილობრივი ნიადაგური კლიმატური პირობების მიუხედავად საუკეთესო შედეგს იძლევა მლაშე ნიადაგების წინააღმდეგ (შ. კუპრეიშვილი, 2023).



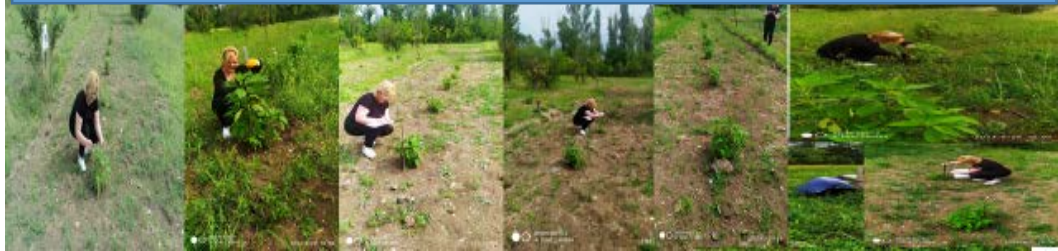
სურ 3.17 ტოპინამბურის, (მიწავაშლას) საპილოტე ტერიტორიებზე (ხორნაბუჯში, გამარჯვებში) მიღებული მოსავალი

საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებულ ტოპინამბურზე (მიწავაშლაზე) დაკვირვება ტარდებოდა ფენოლოგიაზე, მოსავლიანობაზე (მწვანე მასა, ტუბერები), ქიმიურ შემადგენლობაზე, ეკონომიკურ ეფექტიანობაზე. ტოპინამბურზე ფენოლოგიური დაკვირვებები ხორციელდებოდა მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შემდეგი სქემით: დარგვა, აღმოცენება, პირველი წყვილი ფოთლის განვითარება, სასიმინლაციო აპარატის ჩამოყალიბება, ყვავილელების განვითარება დაკოკრების დასაწყისი, ყვავილობა, ტუბერების განვითარების ფიზიოლოგიური ფაზები ონთოგენეზის მთელი პერიოდის განმავლობაში და მისი დასასრული, მცენარის კვდომა.

მცენარე ტოპინამბურის განთავისუფლება სარეველებისაგან



ფენოლოგიური დაკვირვება მცენარე ტოპინამბურზე



სურ.3.18 სარეველებისგან განთავისუფლება და ფენოლოგიური დაკვირვება

საპილოტე ტერიტორიებზე განთავსებულ ტოპინამბურის (მიწავაშლას) ნათესებში ხდებოდა სარეველებისაგან ნაკვეთის განთავისუფლება, სარეველების აღრიცხვა დასახული იქნა ბრძოლის ღონისძიებები სარეველებისა და დაავადებების წინააღმდეგ.

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) მოყვანა შეიძლება 80-10 წლის განმავლობაში ერთი და იგივე ფართობზე. მოსავლის აღება ხორციელდება შემოდგომაზე ყინვის დაწყებამდე ასევე შესაძლებელია ბოლქვი დატოვებული იქნას ნიადაგში და ამოღებული იქნას ადრე გაზაფხულზე.



ა) ტოპინამბური (მიწავაშლა) ბ) ბოლქვი

სურ.3.19 ტოპინამბური (მიწავაშლა) საპილოტე ტერიტორიაზე

საკვებ ნივთიერებათა მიმართ ტოპინამბურის (მიწავაშლას) მოთხოვნილება განისაზღვრება უშუალოდ:

- ტოპინამბურის მიერ ერთი სავეგეტაციო წლის განმავლობაში ნიადაგიდან ამოღებულ მინერალურ ნივთიერებათა ჯამით ე.ი. მცენარეთა ქიმიური შედგენილობით;
- ტოპინამბურის მიერ მცენარეთა ფესვთა სისტემის საშუალებით საკვებ ნივთიერებათა შეთვისების უნარით;
- ტოპინამბურის სავეგეტაციო პერიოდის განვითარების სხვადასხვა პერიოდში საკვებ ნივთიერებათა მიმართ მოთხოვნილებით (ჭანკვეტაძე, 2023).

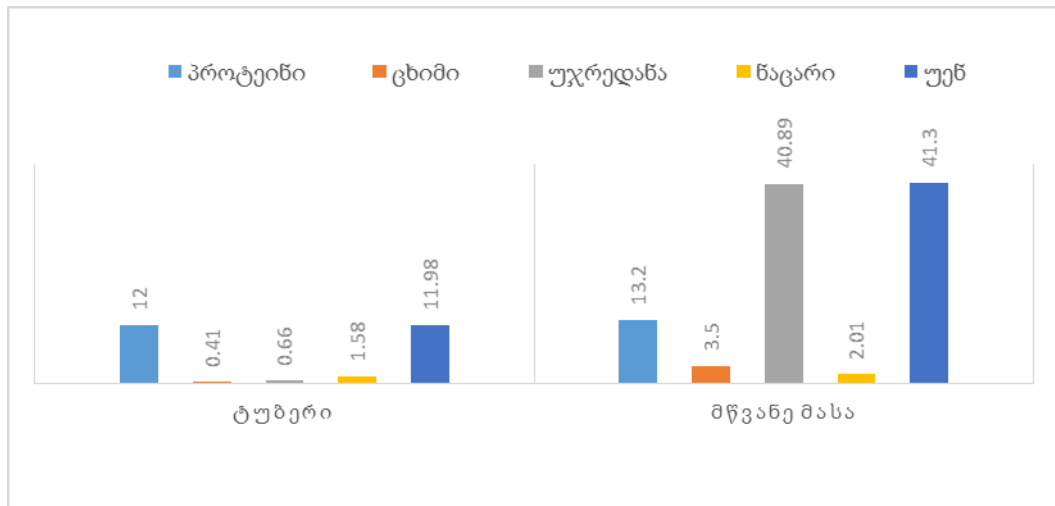
3.3. ტოპინამბურის კულტურის ქიმიური შემადგენლობა და აგროტექნოლოგია

ბიოქიმიურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ტოპინამბურის ორგანოებში საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა კალიუმი, ორჯერ ნაკლებია აზოტი, 7-ჯერ ნაკლები კი ფოსფორი. აღნიშნული ელემენტები ტოპინამბურში შედის ყველაზე მეტი რაოდენობით ვეგეტატიურ ნაწილებში, ყავილობის, თესლურას შევსების პერიოდში.

აზოტის, ფოსფორის შემცველობა მცენარეში მცირდება, რაც დაკავშირებულია აზოტის ფოსფორის გადაადგილებასთან, ასევე დაკავშირებული თესლში გაძლიერებულ ორგანული ნივთიერებების დაგროვებასთან (ჭანკვეტაძე, 2023).

ცხრილი 3.15 ტოპინამბურის ქიმიური შემადგენლობა %

საანალიზო-ობიექტი ტოპინამბური	პროტეინი	ცხიმი	უჯრედაანა	ნაცარი	უენ
ტუბერი	12.0	0.41	0.66	1.58	11.98
მწვანე მასა	13.2	3.5	40.89	2.01	41.3



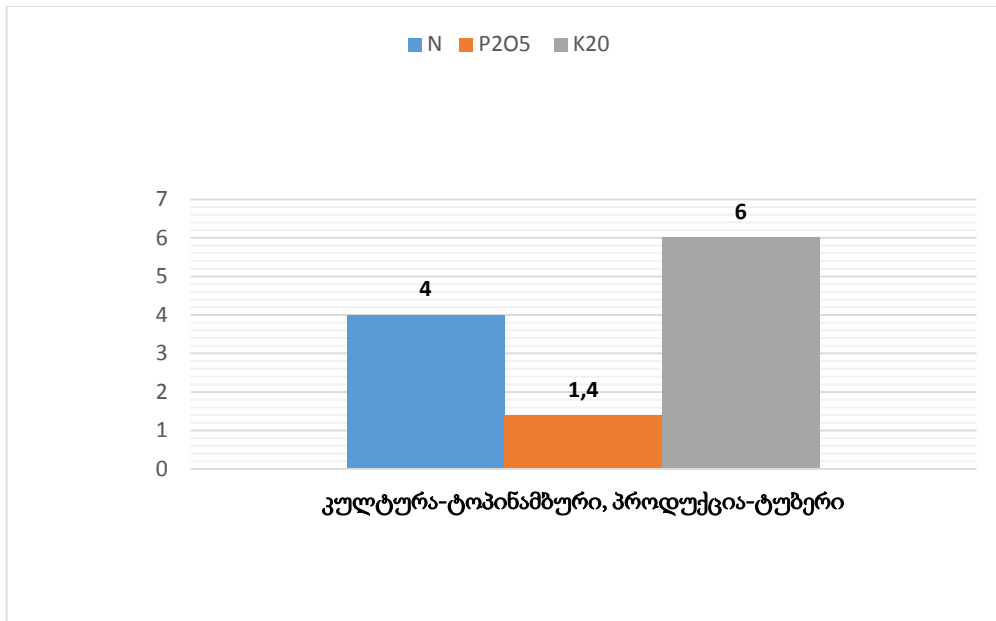
დიაგრამა 3.15 ტოპინამბურის ქიმიური შემადგენლობა %

აბსოლუტური მშრალი ნივთიერების მიმართ, ცილები, ცხიმები, უჯრედისი, უაზოტო ექსტრაქტოვანი ნივთიერებები, ნაცარი, მოცემულია %-ში, მიწავაშლა შეიცავს საკმაოდ დიდი რაოდენობით მშრალ ნივთიერებებს (20%-მდე, რომელთა შორის 80%-მდე შეადგენს ინულინს - ფრუქტოზის პოლიმერული ჰომოლოგი.

ტოპინამბური (მიწავაშლა) მეტ ვეგეტატიურ მასას ივითარებს ვიდრე სხვა მცენარეები. ამიტომ არის რომ ტოპინამბურს მნიშვნელოვანი ოდენობის საკვები ნივთიერებები მოსავლით გამოაქვთ ნიადაგიდან (ა. კორახაშვილი, ნ. ჭანკვეტაძე, ი. ვეფხვაძე, 2008).

ცხრილი 3.16 საკვებ ნივთიერებათა გამოტანა 1 ტონა მოსავლით

კულტურა	პროდუქცია	გამოტანა ერთ ტონა მასაზე		
		N	P2O5	K2O
ტოპინამბური მიწავაშლა	ტუბერი	4	1.4	6



დიაგრამა 3.16 საკვებ ნივთიერებათა გამოტანა 1 ტონა მოსავლით

ტოპინამბურის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებათა მიმართ არათანაბრად მიმდინარეობს ზრდა განვითარების ცალკეული პერიოდების მიხედვით. ტოპინამბური ფოსფორის ყველაზე მეტ რაოდენობას იხმარს აღმოცენების დასაწყისიდან ყვავილობამდე.

ტოპინამბურის აზოტისადმი მოთხოვნილება ხორციელდება ყვავილობის ბოლომდე. აზოტზე მისი გადიდებული მოთხოვნილება ამ პერიოდში განპირობებულია ენერგიული ზრდით, მშრალი ნივთიერებებისა და განსაკუთრებით ცილების ინტენსიური დაგროვებით და სხვ (გავარდაშვილი, 2016), (ა. კორახაშვილი, ნ. ჭანკვეტაძე, ი. ვეფხვაძე, 2008), (ჩუბინიძე, 1979).

მრავალი კვლევებით დადგენილია რომ ტოპინამბურის ზრდაზე, განვითარებაზე და მოსავალზე ცალკეული სასუქები სხვადასხვანაირ გავლენას ახდენენ (აღნიაშვილი, 1934), (ჩერქეზიშვილი, 1959), (ეხანოიძე, 1961).

ნიადაგში ნაკელის დიდი რაოდენობით შეტანას ტოპინამბურის განოყიერებისათვის უარყოფითად უყურებდნენ იმიტომ, რომ ნაკელი იწვევს ვეგეტაციის გახანგრძლივებას ტუბერებში. ინულინის შემცირებას.

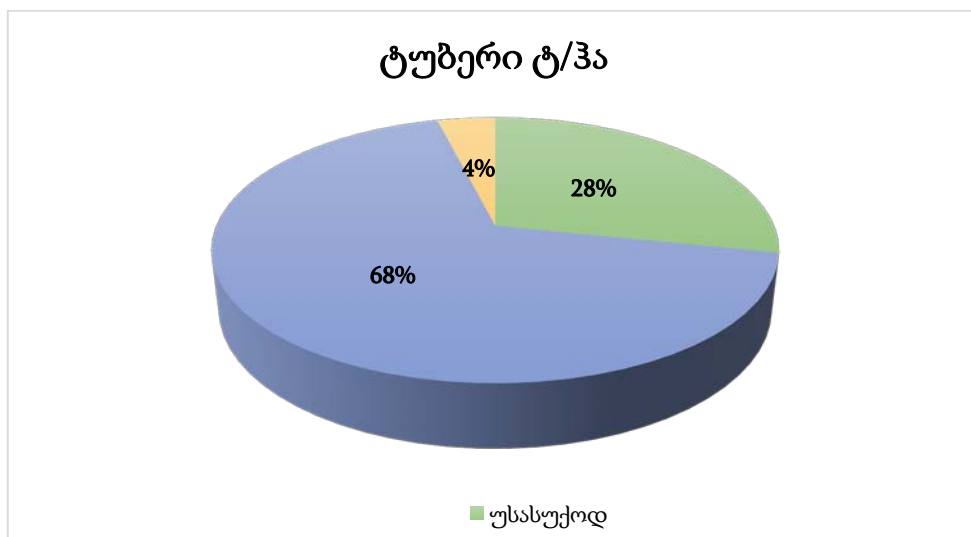
მომე თიხნარ მიწებზე გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ნაკელი მართლაც იწვევს ტოპინამბურის ტუბერებში ინულინის შემცირებას, მაგრამ ეს შემცირება 0,5 %-ს არ აღემატება. ამავდროულად ინულინი ნაკელის შეტანით მნიშვნელოვნად იზრდება საერთო მოსავლის ფართობზე, გადიდებული მოსავალი ჭარბად

ანაზღაურებს ტუბერეზში სახამებლიანობის უმნიშვნელო შემცირებას (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023).

მცენარე ტოპინამბურის ქვიშნარ ნიადაგებზე ნათესში ნაკელის შეტანა იწვევს ინულინის მატებას და ტუბერის სისქეში ზრდას, რაც სხვა სახის სასუქების და ნაკელის გამოყენებასთან პირდაპირ კავშირშია.

ცხრილი 3.17 ნაკელის გავლენა ტოპინამბურის მოსავალზე

ვარიანტები	მოსავალი (ტუბერები), ტ/ჰა	მოსავლის მატება, ტ/ჰა
უსასუქოდ	5,0	
15 ტონა ნაკელის შეტანით	12,7	+7,7



დიაგრამა 3.17 ნაკელის გავლენა ტოპინამბურის მოსავალზე

ნაკელის შეტანამ მარალი ეფექტი აჩვენა მონაცემებიდან ირკვევა რომ ჰა-ზე 15 ტ ნაკელის შეტანამ გაზაფხულზე ნათესებში ტოპინამბურის მოსავალი გააძიდა +7,7 ტ-ით. ტოპინამბურის მოსავლიანობის გადიდებისათვის ნაკელის გამოყენება მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. მნიშვნელოვანია ნიადაგის ტიპი, ტენით უზრუნველყოფა აგროტექნიკის დონე ამინდის პირობები და ა.შ.

მდელის ყავისფერ ნიადაგებზე, ნაკელის გამოყენება ეფექტურია. ურწყავ გვალვიან პირობებში ეფექტურობა ნაკლებია, ხოლო მორწყვის პირობებში

ეფექტურობა მეტია, კულტურა ტოპინამბურის გავრცელების რეგიონებში მიმართავენ ნაკელის უშუალოდ შეტანას.

ტოპინამბურის ფართობებზე მიმართავენ ნაკელის უშუალოდ შეტანას ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე, მზრალად ხვნის წინ, ნაკელს ფართობზე ანაწილებენ და შემდეგ სრულ სიღრმეზე ხნავენ. ტოპინამბურის ბუდნებში ხდება 300-400 გრამი ნაკელის შეტანა. ერთ ჰა-ზე, 15-20 ტ ნაკელია საჭირო. ნაკელის შეტანა ხდება მცენარის ფესვთა სისტემის არეში.

ტოპინამბურის ფართობებზე ტუბერების რაოდენობას 48-65%-მდე ადიდება მწვანე სასუქი, ამავდროულად 20,9-დან 21,5%-მდე იზრდება სახამებლიანობა (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023), (ჭანკვეტაძე, 2023).

მცენარე ტოპინამბურის წყლით უზრუნველყოფა - ოპტიმალური კვების არეს ტოპინამბურისას განსაზღვრავს წყლის საგაზაფხულო მარაგი ნიადაგში. ტოპინამბური ყველაზე მეტ მოსავალს იძლევა საკმარისი ტენიანობის რაიონებში.

ცხრილი 3.18. ტოპინამბურის დგომის სიხშირის დიფერენციაცია ნიადაგში წყლის საგაზაფხულო მარაგის მიხედვით (ჭანკვეტაძე, 2023).

ნიადაგის დასარეველიანების სიღრმე, სმ	პროდუქტიული წყლის მარაგი ნიადაგის ერთ- მეტრიან ფენაში, მმ	მცენარეთა დგომის სიხშირე ათ/ჰა
0-100	100-მდე	30-35
0-150	150-მდე	40-45
0-200	200 და მეტი	50-55

ალაზნის ტერიტორიაზე ინტენსიური რწყვა, ძირფესვიანად ცვლის ნიადაგ წარმოქმნის ბუნებრივ პროცესებს. ეს პროცესები ალაზნის ველზე თავისებურ მიმართულებას ღებულობს. ალაზნის ველის გასწვრივ მდებარე ზოლში წყლით სარგებლობის რეჟიმის ოდნავ დარღვევა იწვევს გრუნტის წყლის აწევას და ნიადაგის დაჭაობების მოვლენებს (გ. მელაძე, მ. მელაძე, 2019), (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023).

ცხრილი 3.19. ტოპინამბურას მოსავლიანობა (ტ/ჰა) მწკრივთაშორისების სიგანის მიხედვით ცხრილი

კულტურა	მწკრივთაშორისების სიგანე, სმ	
	60	45
ტოპინამბური	2.55	2.61

მწკრივთაშორისების შევიწროება 60-დან 45 სმ-მდე, იწვევს მოსავლიანობის გადიდებას, მცენარეთა ოპტიმალური რაოდენობით დგომისას.

ცხრილი 3.20. ტოპინამბურის მოსავლიანობა (ტ/ჰა) მწკრივთაშორისების სიგანის და განოციერების მიხედვით

კულტურა	მცენარეთა დგომის სიხშირე	მწკრივთაშორისების სიგანე, სმ	
		60 უსასუქო	45 უსასუქო
ტოპინამბური	40	2.95	3.02
	60	2.75	2.89

ვხედავთ რომ 40 ათასიდან - 60 ათასამდე მცენარეთა დგომის სიხშირის გადიდებამ ჰექტარზე გამოიწვია მოსავლიანობის შემცირება რაც ნათლად ჩანს კვლევებით, 45 სმ მწკრივთა შორისების დროს მაღალია მოსავლიანობა, ვიდრე 70 სმ-სას.

ტოპინამბურის მცენარეთა დგომის სიხშირის განსასაზღვრავად შემუშავებულია რეკომენდაციები საკმარისი ტენიანობის ზონისა და ნახევრადგვალვიანი ზონებისათვის.

**ცხრილი 3.21 ტოპინამბურის დგომის სიხშირის დიფერენციაცია ნიადაგში წყლის
საგაზაფხულო მარაგის მიხედვით**

ნიადაგის დასარეველიანების სიღრმე, სმ	პროდუქტიული წყლის მარაგი ნიადაგის ერთ-მეტრიან ფენაში, მმ	მცენარეთა დგომის სიხშირე, ათ/ჰა
0-100	100-მდე	30-35
0-150	150-მდე	40-45
0-200	200 და მეტი	50-55

ტოპინამბურის მსხვილი ტუბერების ჩასასახავად აუცილებელია ფართობის განთავისუფლება სარეველებისაგან (ჭანკვეტაძე, 2023).

ნათესის მოვლა გულისხმობს აგროტექნიკური ღონისძიებების თავის დროზე შესრულებას.

სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული მონაცემებით, ტოპინამბური (მიწავაშლა) ხასიათდება საოცრად მაღალი ფოტომასინთეზირებელი აქტივობით, რის გამოც მისი კულტივირება სამრეწველო რეგიონებში აჯანსაღებს ატმოსფეროს და აუმჯობესებს რეგიონის ეკოლოგიას (Givi Gavardashvili, Feride Lortkipanidze, 2023).

ტოპინამბურის კულტივირებული პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს ეკოლოგიურად სუფთა, იაფი, ადგილობრივი მაღალი კვებითი ღირებულების და ინულინის მაღალი შემცველობის მქონე საკვები კულტურის წარმოებას.

ტოპინამბურის ბოლქვები, რომლებიც მდიდარია ინულინით და გამოირჩევა მაღალი მოსავლიანობით, ფართოდ გამოყენება ჰპოვა ფერმერულ მეურნეობებსა და სამედიცინო წარმოებაში, მისი ბოლქვების სამკურნალო და პროფილაქტიკური მნიშვნელობის გამო.

ტოპინამბურის ტუბერები და მწვანე მასა ინულით მდიდარია რაც ტოპინამბურს ეკონომიურად მომგებიანს ხდის.

ინტროდუცირებული ჯიშების შესწავლას, მისი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების კვლევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს.

ინულინი წარმოადგენს პოლისაქარიდს, რომლის ჰიდროლიზით მიიღება ფრუქტოზა - შაქარი დიაბეტით დაავადებულთათვის. სამწუხაროა, რომ ამ არაჩვეულებრივ მცენარეს ჯერ-ჯერობით დიდი ყურადღება არ ექცევა.

ძნელია მცენარეებს შორის საუკეთესო სამკურალო თვისებების მქონე შეარჩიო, თუმცა შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ყველაზე სასარგებლო საკვები პროდუქტების რეესტრს სათავეში ტოპინამბური უდგას. სწორედ ამიტომ ჩვენს მიზანს შეადგენს ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების შესწავლა ტოპინამბურის პლანტაციების გაშენებისათვის. მნიშვნელოვანია მორწყვის გავლენა ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიურ და წყალმართავ თვისებებზე. აქ ყველაზე საინტერესო ტექნიკური კულტურაა ტოპინამბური (მიწავაშლა).



სურ. 3.20. ტოპინამბური (მიწავაშლა) ბოლქვები

საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია მცენარე ტოპინამბურის საველე კვლევების განხორციელებით ალაზნის მლაშე ნიადაგებით დავიწყეთ. ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ამ ტერიტორიის ნიადაგები, რომელიც საფუძვლად დაედო მეურნეობის ტერიტორიის ორგანიზაციას და საირიგაციო ქსელის მოწყობას. წინა წლებში წყლით სარგებლობის რეჟიმი უხეშად იყო დარღვეული, სარწყავი და საწრეტი ქსელი არ იწმინდებოდა და ცუდ მდგომარეობაში იყო. მორწყვა ხდებოდა დიდი ნორმებით, არა კვლების საშუალებით, არამედ წყლის მიშვებით და დატბორვის წესით. ამის გამო თითქმის 50 % სარწყავი ტერიტორიისა სხვადასხგვარად დაჭაობდა (გავარდაშვილი, 2018), (Hassania A., Azapagica A., Shokrib N., 2020).

საკვლევ ობიექტზე მცენარე ტოპინამბურის სიმაღლე 3,18 მ-ია.



სურ. 3.21 საპილოტე ტერიტორიაზე ტოპინამბურის ფესვთა სისტემა
ფენოლოგიური კვლევა

საპილოტე ტერიტორიაზე ნიადაგის აქტიურ ფენაში ტოპინამბურის ფესვთა სისტემის ძირითადი მასა გავრცელებულია 20-50 სმ სიღრმეზე, საპილოტე ტერიტორიაზე ფესვთა სისტემა თითქმის ვრცელდება 1,5 მ სიღრმეზე (G. Gavardashvili, G. Mekhrishvili, M. Vartanov, Sh. Kupreishvili, 2016).



ფოტო 3.22. საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული ტოპინამბური
საპილოტე ტერიტორიაზე ტოპინამბურის სიმაღლემ მიაღწია 3,18 მეტრს, მაშინ როდესაც მის სამშობლოში მაქსიმალური სიმაღლეა 2,5 მ.



სურ.3.23 ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა სიმალლის გაზომვის პროცესი

საპილოტე ტერიტორიებზე მიმდინარე ფენოლოგიური დაკვირვებების შედეგად მაქსიმალური ზრდის დინამიკის მიხედვით ლიდერობს სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის საპილოტე ტერიტორია.

მე-2 რიგში პირველ რიგთან შედარებით სიმალლეთა ზრდის დინამიკა ცვალებადობს სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, მცენარე 4-ის ზრდის სიმალლეა 1,80 სმ.

სურათ 3.24. მოცემულია ხორნაბუჯის სამეცნიერო პოლიგონზე აღმოცენებული ტოპინამბურის ბუჩქი, დათესვიდან 2 თვის შემდეგ, რომელიც საგრძნობლად არის გაზრდილი ხორნაბუჯის სამეცნიერო პოლიგონზე.

ყოველი თვის განმავლობაში მიმდინარეოდა ნათესის გამარგვლა სარეველებისაგან, მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში მიმდინარეობდა ტოპინამბურის განვითარების ფენოლოგიური ფაზების მიხედვით (სიმალლეში ზრდის პროცესი). დაკვირვება, რაც წარმოდგენილია სურათზე 3.23. სადაც საკმაოდ კარგად არის დაფიქსირებული ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა და გაზომვის პროცესი.



სურ 3.24 ტოპინამბურის ზრდის დინამიკა

3.4. ექსპერიმენტის მიმდინარეობა სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მათი განსჯა

3.4.1 ექსპერიმენტის მიმდინარეობა

ექსპერიმენტი ჩატარებული იქნა სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის 35 ჰა საცდელი ნაკვეთის დამლაშებულ ნიადაგებზე, შემდგომ გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის საცდელი ნაკვეთის დამლაშებულ ნიადაგზე.

საპილოტე დამლაშებულ მიწებს 1 ჰა აღნიშნულ საცდელ ნაკვეთზე უკავია 0,025 %, სადაც გვაქვს დარგული ტოპინამბური, რომლის ფართობი არის $5 \times 50 = 250$ მ². ცდა მიმდინარეობდა შემდეგი სქემით:

ცხრილი 3.22 ცდის სქემა

ზღვრული ტენტევადობის 65-70%					
N	ვარიანტი	ტუბერის მოსავალი ტ		მწვანე მასის მოსავალი ტ	
		ჰა	ჰა	ჰა	ჰა
		ხორნაბუჯი	გამარჯვება	ხორნაბუჯი	გამარჯვება
1	საკონტროლო ურწყავი	4,2	3,2	38.05	35.05
2	ნაკელი 5ტ	15.9	12.9	51.09	48.09
3	ნაკელი 10ტ	21,3	19,3	55.67	50.67
4	ნაკელი 15ტ	27,5	23,5	60.54	56,00
ზღვრული ტენტევადობის 75-80-%					
1	საკონტროლო ურწყავი	5,6	4.3	45.90	43,18
2	ნაკელი 5ტ	23.15	17.8	69.74	65.13
3	ნაკელი 10ტ	26,8	24.9	74,83	70.23
4	ნაკელი 20ტ	37,0	36.9	77,97	75.11

პირველ პერიოდში ვეგეტაციისას აუცილებელია წყალი გაღივებისა, აღმოცენებისათვის, სწორედ ამით ვასაბუთებთ, რომ თესვის ყველაზე ოპტიმალური პერიოდი გახლავთ მარტის თვე.

მეორე კრიტიკული პერიოდია, როდესაც ტენი სჭირდება ტუბერებს, მწვანე მასის მომწიფების პერიოდს.

მიწავაშლას განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია ნიადაგის, ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა. რწყვის დადებითმა გავლენამ მიწავაშლას პროდუქტიულობაზე, განსაკუთრებით მოსავლიანობაზე გავლენა მოახდინა.

3.4.2 სამეცნიერო კვლევის შედეგები და განსჯა

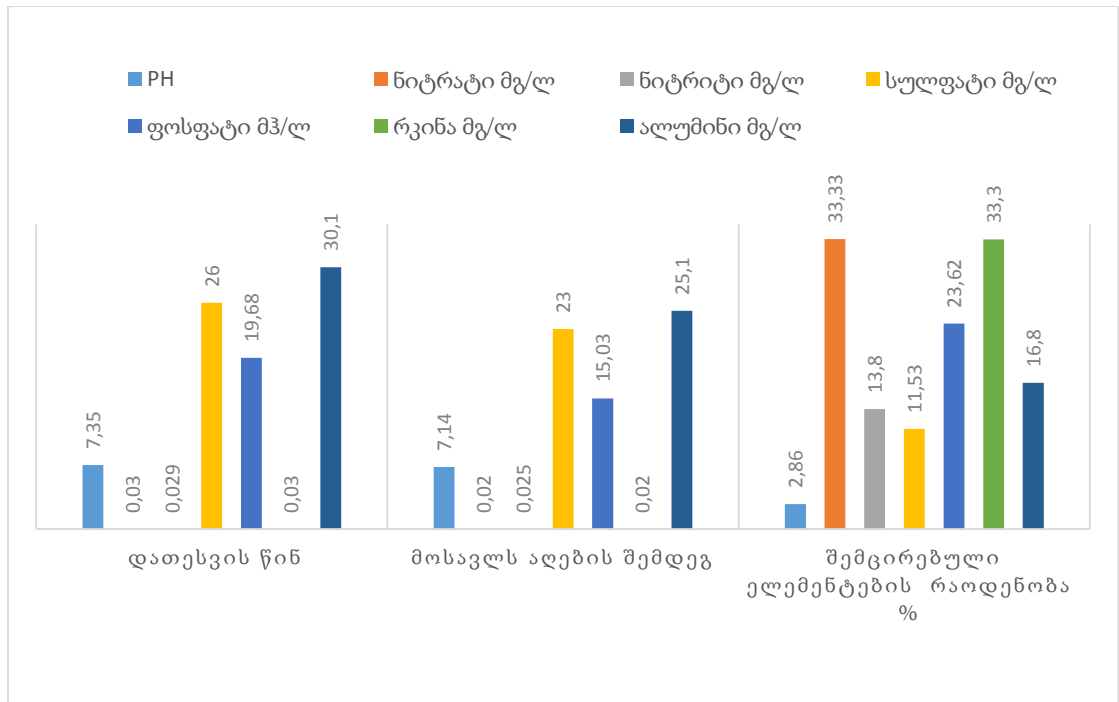
აღმოსავლეთ საქართველოს დეგრადირებული ნიადაგების რეაბილიტაცია მცენარე ტოპინამბურის საველე კვლევების განხორციელებით დავიწყეთ სოფელ ხორნაბუჯში, შემდგომ კი გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვებაში.

დამლაშებული ნიადაგების ათვისება საქართველოს სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას წარმოადგენს. ჩვენი ექსპერიმენტალური ძიების მეთოდი ეყრდნობა ხორნაბუჯის ველისა და სოფელ გამარჯვების მლაშე ნიადაგების წყლოვან-ფიზიკურ და ქიმიურ კვლევას, ამავე ნიადაგებზე მცენარე ტოპინამბურის ფენოლოგიური დაკვირვების შედეგებს.

სოფელ ხორნაბუჯში ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ საპილოტე ტერიტორიაზე ტოპინამბურის (მიწავაშლას) განთავსებით ნიტრატებისა და რკინის რაოდენობა შემცირდა 33,3%-ით, ნიტრიტების 13,80%-ით, სულფატის 11,53% -ით, ფოსფატის 23.62%-ით ხოლო ალუმინის 16.6 %-ით. დეტალური მონაცემებია მოცემული ცხრილში.

ცხრილი 3.23 სოფელ ხორნაბუჯის ქიმიური ანალიზის შედეგები

ანალიზის ჩატარება	pH	ნიტრატი მგ/ლ	ნიტრიტი მგ/ლ	სულფატი მგ/ლ	ფოსფატი მგ/ლ	რკინა მგ/ლ	ალუმინი მგ/ლ
დათესვის წინ	7,35	0,03	0,029	26	19,68	0,03	>30
მოსავლს აღების შემდეგ	7,14	0.02	0.025	23	15,03	0,02	>25
შემცირებული ელემენტების % რაოდენობა	0,02	33,3	13,80	11,53	23.62	33.3	>16.6

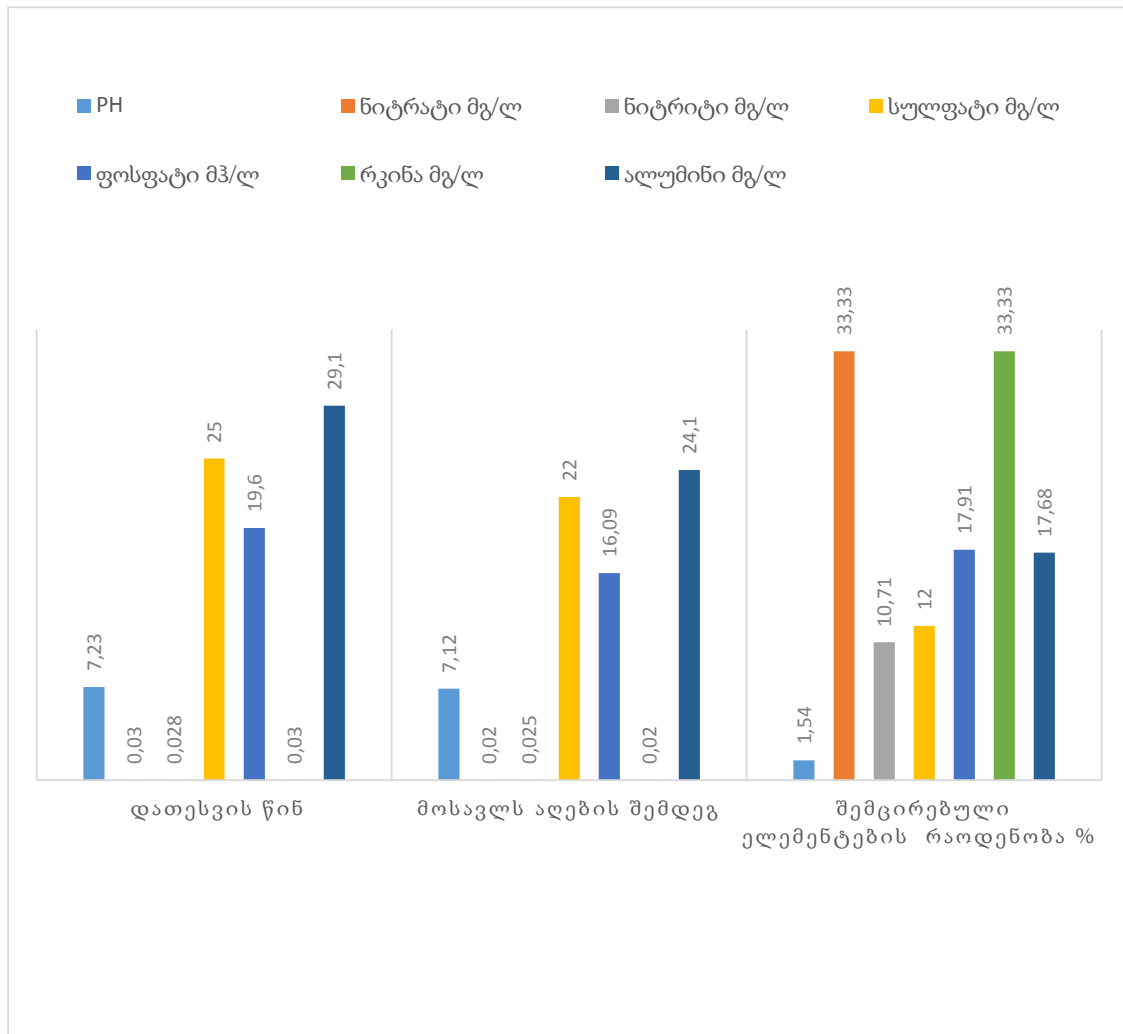


დიაგრამა 3.18 სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგები

ანალოგიური მდგომარეობაა სოფელ გამარჯვების საპილოტე ტერიტორიაზე. ნიტრატებისა და რკინის რაოდენობა შემცირდა 33,3%-ით, ნიტრიტების 10,71%-ით, სულფატი 12.0%, ფოსფატი 17,91% ხოლო ალუმინი 17,24 %-ით. მონაცემები შესაბამისად წარმოდგენილია ცხრილის სახით.

ცხრილი 3.24. სოფელ გამარჯვების ქიმიური ანალიზის შედეგები

ანალიზის ჩატარება	pH	ნიტრატი მგ/ლ	ნიტრიტი მგ/ლ	სულფატი მგ/ლ	ფოსფატი მგ/ლ	რკინა მგ/ლ	ალუმინი მგ/ლ
დათესვის წინ	7,23	0,03	0,028	25	19,60	0,03	>29
მოსავლს ალების შემდეგ	7,12	0.02	0.025	22	16,09	0,02	>24
შემცირებული ელემენტების რაოდენობის % -ობით	1,54	33,33	12.00	11,53	17.91	33.3	>17.24



დიაგრამა 3.19. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგები

ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის ცდის შედეგად ირკვევა რომ (ნიადაგების მონოლითების ჩარეცხვით) აღნიშნულ ნიადაგებში გამომლაშების შედეგად ბიცობიანობის პროცესი მკვეთრად არის გამოხატული.

ნიადაგების ორგანული, მინერალური, კოლოიდური ნაწილი ძლიერ დისპერსიული და მოძრავი ხდება იმ ჰორიზონტებში რომლებიც ნაწილობრივ ატარებენ წყალს, ქლორიდების გამორეცხვა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნიადაგს ახასიათებს სუსტად გამოხატული ფუძე ბუნება, რომელიც მეტწილად ნეიტრალური არისკენ არის გადახრილი. როგორც ცნობილია, ტოპინამბური ნაკლებად მომთხოვნია ნიადაგების მიმართ, ეს უკანასკნელი კი, იდეალურ გარემოს ქმნის მისი წარმოებისთვის.

კვლევა 1. საპილოტე დეგრადირებული ტერიტორიის დამლაშება სარწყავ წყალში მარილების არსებობით

ნიადაგის დამლაშება საპილოტე ტერიტორიაზე გამოწვეულია სარწყავ წყალში მარილების არსებობით. კვლით დადგინდა, რომ მორწყვის დროს მიწოდებული წყალი აქტიურ ფენას არ სცილდება, წყალში არსებული მარილები გროვდება აქტიური ფენის არეში და იწვევს დამლაშებას. რაც, სერიოზულ ზიანს აყენებს ნიადაგის აგროქიმიურ შემადგენლობას, რადგან ისედაც დამლაშებულ ნიადაგში დამატებით ხდება მარილების აკუმულირება.

კვლევა 1.1. საპილოტე ტერიტორიის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯში

ტოპინამბურის (მიწავაშლას) მორწყვა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში განხორციელდა ხუთჯერ, სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში ორჯერ 500 მ^3 მორწყვის ნორმით, შემდგომი სამი მორწყვა კი 550 მ^3 -ით, სარწყავმა ნორმამ შეადგინა $M=2650 \text{ მ}^3$. ნიადაგის მოცულობითი მასა შეადგენდა $1,34 \text{ გ/სმ}^3$ -ს. (იხ დანართი 2). სარწყავი წყლის 1 ლიტრში მარილების რაოდენობა 1.5 გრამია. მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ხორნაბუჯის საპილოტე ტერიტორიაზე შეტანილი მარილების რაოდენობამ შეადგინა:

$$2650 * 1000 * 1,5 = 5\,300\,000 \text{ გრ} = 5,3 \text{ ტ} \quad (3.4.1)$$

საპილოტე ტერიტორიის ერთი ჰექტარი ფართობის ნიადაგის წონამ შეადგინა:

$$10\,000 * 0,7 * 1,34 = 9380 \text{ ტ} \quad (3.4.2)$$

საპილოტე ტერიტორიის ერთი წლის განმავლობაში ერთ ჰექტარზე მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეტანილი 5,3 ტ მარილით ნიადაგის დამლაშება პროცენტობითაა:

$$\frac{5,3 * 100}{9380} = 0.056\% \quad (3.4.3)$$

წინასწარი პროგნოზით, საპილოტე ტერიტორიის ერთი ჰექტარი ფართობი 10 წლის განმავლობაში რწყვით სავარაუდოდ დამლაშდება 0.56%-ით, რაც ფრიად საყურადღებოა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, რეკომენდებულია მცენარე

ტოპინამბურის კულტივირება, რომელიც ადვილად ადაპტირდება საპილოტე ტერიტორიებზე.

კვლევა 1.2.

გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების საპილოტე ტერიტორიაზე განთავსებული ტოპინამბურის (მიწავაშლას) მორწყვა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში განხორციელდა ხუთჯერ, სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში ორჯერ 500 მ³ მორწყვის ნორმით, შემდგომი სამი მორწყვა კი 600 მ³-ით. სარწყავმა ნორმამ შეადგინა M=2800 მ³. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, 1 ლ წყალი შეიცავდა 1,7 გრამ მარილს, ნიადაგის მოცულობითი წონა არის 1,25გ/სმ³(იხ.დანართი 9). მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში სოფელ გამარჯვების საპილოტე ტერიტორიაზე ერთი წლის განმავლობაში შეტანილი მარილების რაოდენობამ შეადგინა:

$$2800 \times 1000 \times 1,7 = 4\,760\,000 \text{ გ} = 4.7\text{ტ} \quad (3.4.4)$$

ერთი ჰექტარი ნიადაგის წონა მოცულობითი მასის სიდიდისა და აქტიური ფენის (0.6მ) სიდიდის მიხედვით შეადგენს:

$$10000 \times 0,6 \times 1,25 = 7500 \text{ ტ} \quad (3.4.5)$$

ერთი წლის განმავლობაში სარწყავი ნორმით ერთ ჰექტარ ფართობზე შეტანილ 4.70 ტ მარილით ნიადაგის დამლაშების პროცენტმა შეადგენს:

$$\frac{4.7 \times 100}{7500} = 0.062\% \quad (3.4.6)$$

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ დაახლოებით 10 წლის განმავლობაში რეგულარული მორწყვით ნიადაგის დამლაშება გაიზრდება 0,62 %-ით, რაც საკმაოდ მძიმე სურათს მოგვცემს. უნდა გავითვალისწინოთ ის ფაქტიც, რომ აქ არა მარტო ტოპინამბური, არამედ ყველა მარილის მიმართ ტოლერანტი მცენარე შეიძლება მოვიყვანოთ, რითაც დამლაშებისაგან დავიცავთ ფართობებს აღნიშნულ მუნიციპალიტეტში.

კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ტოპინამბური (მიწავაშლა) ამ რაოდენობით განლაგებულ მარილის ფენებს კარგად ეგუება, როგორც ბოლქვების (გორგლების), ისე მწვანე ბიომასის მაღალი მოსავლის მოცემა შეუძლია.

კვლევა 2. საპილოტე დეგრადირებული ტერიტორიის ზღვრულ წყალტევადობამდე ნიადაგის გაჟღენთვის შედეგად რა რაოდენობის მარილების გახსნა არის შესაძლებელი

კვლევა 2.1 სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელი ხორბნაბუჯის საპილოტე დეგრადირებული ტერიტორიის ცდის შედეგად განსაზღვრული იქნა ზღვრულ წყალტევადობამდე ნიადაგის გაჟღენთვის შედეგად რა რაოდენობის მარილების გახსნა არის შესაძლებელი. დადგინდა, რომ ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა არის 33,70% (იხ. დანართი 4). ნიადაგის მოცულობითი მასა აქტიური ფენის ზონაში 0,6 მ-ზე არის 1,34გ/სმ³. (იხ.დანართი 2) 30%-ია მარილების საშუალო ხსნადობა. ნიადაგი რომ გაიჟღინთოს ზღვრულ წყალტევადობამდე საჭირო წყლის რაოდენობა მიღებულია:

$$W_{ზღ} = 100Har_{ზღ} = 100 * 0,6 * 1,34 * 33,70 = 2709.48 მ^3. \quad (3.4.7)$$

ზღვრული წყალტევადობის 2709.48 მ³ წყლის მოცულობით, როდესაც მიღებული გვაქვს რომ 30% -ია მარილების საშუალო ხსნადობა შესაძლებელია გაიხსნას:

$$2709.48 * 0,3 = 812.844 ტ \quad (3.4.8)$$

მონაცემების მიხედვით ერთი ჰექტარი ფართობის 0,6 მ აქტიური ფენის, ნიადაგის მოცულობითი მასისი 1,34გ/სმ³ მიხედვით შეადგინა:

$$10000*0,6*1.34 = 8040ტ \quad (3.4.9)$$

ნიადაგის მასის მიმართ მარილების საერთო რაოდენობამ პროცენტულად შეადგინა:

$$812.844*100/8040=10.30\% \quad (3.4.10)$$

კვლევა 2.2 განსაზღვრული იქნა გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების საპილოტე დეგრადირებული ტერიტორიის ზღვრულ წყალტევადობამდე ნიადაგის გაჟღენთვის შედეგად რა რაოდენობის მარილების გახსნა არის შესაძლებელი. ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა არის 31.59% ტოპინამბურის აქტიური ფენის სიდიდე 0,6 მ ნიადაგის მოცულობითი მასა 1,25გ/სმ³, 30%-ია მარილების საშუალო ხსნადობა. შედეგებიდან გამომდინარე ჩანს, რომ ნიადაგის ზღვრულ წყალტევადობამდე გაჟღენთვისთვის საჭირო წყლის რაოდენობა მიღებულია:

$$W_{\text{ზლ}} = 100Har_{\text{ზლ}} = 100 * 0,6 * 1,25 * 31.59 = 2369.25 \text{ მ}^3. \quad (3.4.11)$$

ზღვრული წყალტევადობის 2369.25 მ³ წყლის მოცულობით, როდესაც მარილების საშუალო ხსნადობა წარმოადგენს 30%-ს, ჯამური ხსნადობა იქნება:

$$2369.25 * 0,3 = 710,775 \text{ ტ} \quad (3.4.12)$$

მონაცემების მიხედვით ერთი ჰექტარი ფართობის 0,6 მ აქტიური ფენის, ნიადაგის მოცულობითი მასის 1,25 გ/სმ³ მიხედვით შეადგინა:

$$10000 * 0,6 * 1,25 = 7500 \text{ ტ}. \quad (3.4.13)$$

ნიადაგის მასის მიმართ მარილების საერთო რაოდენობამ პროცენტულად შეადგინა:

$$710,775 * 100 / 7500 = 9.48\% \quad (3.4.14)$$

მიუხედავად იმისა, რომ 10,11% და 9,48 % საკმაოდ მაღალი კოეფიციენტი, თუმცა უნდა აღენიშნოს, რომ ორივე საპილოტე დეგრადირებული ტერიტორიების ნიადაგებზე მცენარე ტოპინამბური საუკეთესოდ იქნა ადაპტირებული და მოსავალიც საკმაოდ მაღალი იქნა მიღებული.

კვლევა 3. საპილოტე დეგრადირებულ ტერიტორიაზე ადვილად ხსნადი მარილების გრუნტის წყალში არსებობა

საპილოტე დეგრადირებულ ტერიტორიაზე ადვილად ხსნადი მარილების გრუნტის წყალში არსებობა, რომელიც წყლის კაპილარული მოძრაობით ნიადაგის ზედაპირზე ადვილად ამოდის და იწვევს საპილოტე ტერიტორიის დამლაშებას, სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენს ნიადაგების პროდუქტიულობის თვალსაზრისით, რადგან მცენარეებს უჭირთ მლაშე ნიადაგებზე განვითარება.

კვლევა 3.1. საპილოტე ტერიტორიის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯში, საშუალო მექანიკური შედგენილობის დამლაშებულ ნიადაგში განისაზღვრა ჩარეცხვის ნორმა, მაშინ როდესაც ზღვრულმა წყალტევადობამ შეადგინა $W_{\text{ზ}} = 2900 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$, ხოლო ფაქტიური ტენის რაოდენობამ $W_{\text{ფ}} = 300 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$. აღნიშნული მომენტისათვის გრუნტის წყლის დონე ჩარეცხვამდე $H=2,5 \text{ მ}$, გრუნტის წყლის დონე $h=1,2 \text{ მ}$. დასაშვებია ჩარეცხვის შემდეგ. საპილოტე ტერიტორიის საშუალო მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის $r=7,1$. დადგენილი

მონაცემების მიხედვით ჩარეცხვის ნორმა განისაზღვრა დამოკიდებულებით და მიღებულია:

$$M_6 = W_6 - W_{\text{გ}} + \frac{H-h}{r} \times 1000 = 2900 - 300 + \frac{2.5-1.2}{7.1} \times 1000 = 2783 \text{ მ}^3/\text{ჰა}. \quad (3.4.15)$$

საპილოტე ტერიტორიის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯში საშუალო მექანიკური შედგენილობის დამლაშებულ ნიადაგში ჩარეცხვის ნორმა 2783 მ³/ჰა, სავსებით საკმარისია რომ აღნიშნულ დეგრადირებულ ნიადაგებზე განთავსდეს ნებისმიერი კულტურა.

კვლევა 3.2 საპილოტე ტერიტორიის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვებაში მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის დამლაშებულ ნიადაგში განისაზღვრა ჩარეცხვის ნორმა, მაშინ როდესაც ზღვრულმა წყალტევადობამ შეადგინა $W_6 = 2600 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$, ხოლო ფაქტიური ტენის რაოდენობამ $W_{\text{გ}} = 200 \text{ მ}^3/\text{ჰა}$. აღნიშნული მომენტისათვის გრუნტის წყლის დონე ჩარეცხვამდე $H=2,4 \text{ მ}$, გრუნტის წყლის დონე $h=1,1 \text{ მ}$. დასაშვებია ჩარეცხვის შემდეგ. საპილოტე ტერიტორიის მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის $r=6,8$. დადგენილი მონაცემების მიხედვით ჩარეცხვის ნორმა განისაზღვრა დამოკიდებულებით და მიღებულია:

$$M_6 = W_6 - W_{\text{გ}} + \frac{H-h}{r} \times 1000 = 2600 - 200 + \frac{2.4-1.1}{6,8} \times 1000 = 2591.17 \text{ მ}^3/\text{ჰა} \quad (3.4.16)$$



სურ 3.25 ჩარეცხვის ნორმის გაანგარიშება მონოლითის ჩარეცხვით

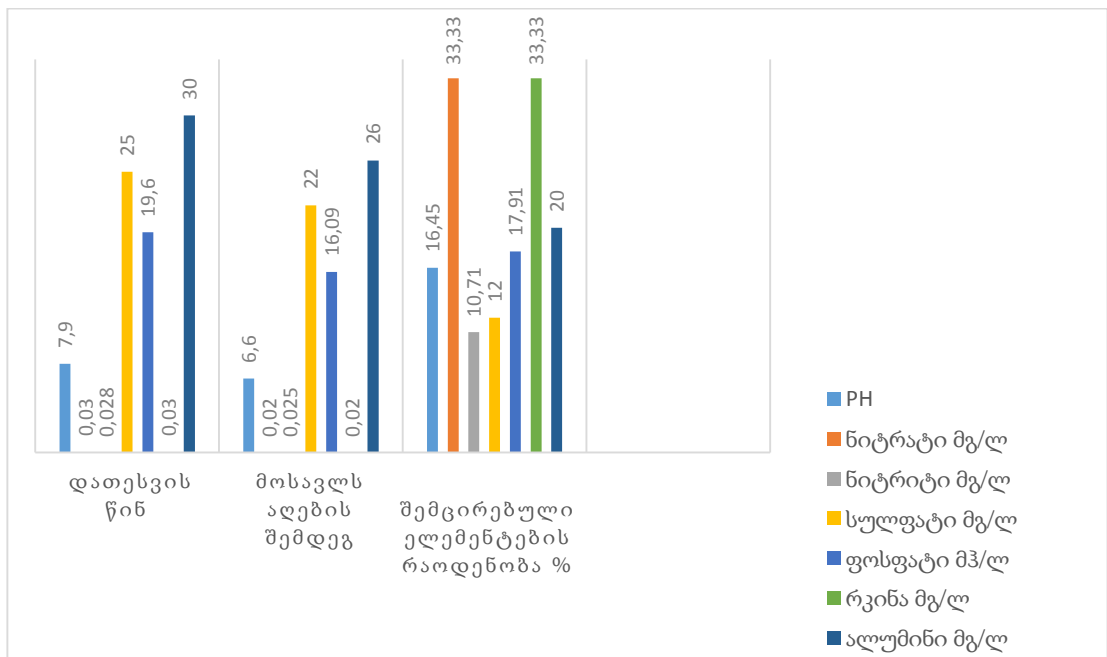
საპილოტე ტერიტორიის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის დამლაშებულ ნიადაგში ჩარეცხვის ნორმა 2591.17 მ³/ჰა, სავსებით საკმარისია რომ აღნიშნულ დეგრადირებულ ნიადაგებზე განთავსდეს ნებისმიერი სასოფლო სამეურნეო კულტურა.

3.5. ეკონომიკური ეფექტიანობა

ტოპინამბურის საშუალებით დამლაშებული ნიადაგების რეაბილიტაციის ეკონომიკური ეფექტიანობა

სოფელ ხორნაბუჯში ქიმიური ანალიზის შედეგად ირკვევა რომ საპილოტე ტერიტორიაზე ტოპინამბურის (მიწავაშლას) განთავსებით ნიტრატების და რკინის რაოდენობა შემცირდა 33,3%-ით, ნიტრიტების 13,80%-ით, სულფატი 11,53% ფოსფატი 23.62%-ით, ალუმინი 16.6 %-ით.

ანალოგიური მდგომარეობაა სოფელ გამარჯვების საპილოტე ტერიტორიაზე, სადაც ტოპინამბურის (მიწავაშლას) განთავსებით ნიტრატების და რკინის რაოდენობა შემცირდა 33,3%-ით, ნიტრიტების 10,71%-ით, სულფატი 12.0%, ფოსფატი 17,91%-ით, ალუმინი 17,24 %-ით, რაც წარმოდგენილია დიაგრამის სახით:



დიაგრამა 3.20 საპილოტე ტერიტორიის რეაბილიტაციის ეკონომიკური ეფექტიანობა

ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის ცდის შედეგად ირკვევა, რომ (ნიადაგების მონოლითების ჩარეცხვით) აღნიშნულ ნიადაგებში გამომლაშების შედეგად ბიცობიანობის პროცესი მკვეთრად არის გამოხატული.

ტოპინამბურის დარგვის ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება შესრულებულია სტანდარტული მეთოდით. გაანგარიშების საფუძვლად მიღებულია ისეთი კრიტერიალური მაჩვენებლები, როგორცაა სუფთა დაყვანილი ეფექტი (*Net Present Value, NPV*) და ინვესტიციების მოგების შიდა ნორმა (*Internal Rate of Return, IRR*). სუფთა დაყვანილი ეფექტის (*NPV*) გაანგარიშება ხდება ფორმულით:

$$NPV = \sum_k^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC, \quad (3.5.1)$$

შესაბამისად, ინვესტიციების მოგების შიდა ნორმა განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$IRR = r_1 + \frac{f(r_1)}{f(r_1)-f(r_2)}(r_2 - r_1), \quad (3.5.2)$$

სადაც: P_k არის შემოსავალი k -ურ წელიწადში (ათასი ლარი);

r - დისკონტირების კოეფიციენტი;

IC – ინვესტირებული კაპიტალური დაბანდება ათასი ლარი)

r_1 - დისკონტირების ტაბულირებული კოეფიციენტის მნიშვნელობა,

რომლისთვისაც $f(r_1) > 0$;

r_2 - დისკონტირების ტაბულირებული კოეფიციენტის მნიშვნელობა,

რომლისთვისაც $f(r_2) < 0$.

ტოპინამბურის მოსავლიანობით 1 – 5 ტ/ჰა ღონისძიების ჩატარების სუფთა დაყვანილი ეფექტი (*NPV*) ტოლი იქნება 40 ათასი ლარი/ჰა, მოგების შიდა ნორმით 48%, რაც მეტყველებს დამლაშებულ ნიადაგებზე ტოპინამბურის წარმოების უაღრესად მაღალ ეფექტიანობაზე.

დასკვნა

1. კახეთის რეგიონის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის და ქვემო ქართლის რეგიონის გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვებით, რწყვის საჭიროების მიხედვით დადგენილია ნიადაგების ჰიდრო-ფიზიკური მაჩვენებლები, შესწავლილია აგრო-კლიმატური პარამეტრები, რეჟიმები და განსაზღვრულია მცენარე ტოპინამბურის ჯამური წყალმოთხოვნილება (ევაპოტრანსპირაცია) ფაო - 56 მიერ რეკომენდებული მონაცემების მიხედვით;
2. განსაზღვრულია ნიადაგში არსებული მარილების გახსნისათვის საჭირო წყლის რაოდენობა, მიღებულია ხსნარის გამოსადეგნად საჭირო წყლის მოცულობები, შეფასებულია ვერტიკალურ პროფილში ადვილად ხსნად მარილთა მიგრაცია. დადგინდა, რომ ორივე საკვლევ პოლიგონზე ნიადაგი დამლაშებულია;
3. ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგად მიღებული იქნა ნიადაგების მონოლითების ჩარეცხვით აღნიშნულ ნიადაგებში გამომლაშების შედეგად ბიცობიანობის პროცესი, რომელიც მკვეთრად არის გამოხატული.
4. ნიადაგების ორგანული, მინერალური, კოლოიდური ნაწილი ძლიერ დისპერსიული და მოძრავი ხდება იმ ჰორიზონტებში, რომლებიც ნაწილობრივ ატარებენ წყალს, ქლორიდების გამორეცხვა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს და უკვე მეათე ლიტრში მათი შედგენილობა მეათედ მილიექვივალენტის ტოლია. გამომლაშების დაწყებისთანავე საერთო ტუტეიანობა მკვეთრი ნახტომით იზრდება, ხოლო უკანასკნელ ლიტრებში ხელახლა ეცემა, ასეთივე ცვლილებები გვაქვს ნიადაგში მისი გამომლაშების შემდეგ;
5. ფენოლოგიური დაკვირვების მიხედვით გამარჯვების სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებთან შედარებით ხორნაბუჯის სამეცნიერო ნაკვეთზე მცენარის ზრდის მაქსიმალური სიმაღლე 3,0 მ-ია, ხორნაბუჯის სამეცნიერო პოლიგონზე კი 3,18 მ-ია, რაც აისახა მაქსიმალური მოსავლის მიღებაში;
6. კვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა საკვლევ ალაზნის ველის მლაშე ნიადაგების გაკულტურებისათვის ტოპინამბური განთავსდეს მლაშე ნიადაგების მთელ ველზე, რომელიც ადვილად ეგუება ნებისმიერ დამლაშებულ ნიადაგს და იძლევა საუკეთესო შედეგს;

7. დამლაშების წინააღმდეგ შემუშავებულია საკვლევი ნაკვეთების ბიცობიანი ნიადაგების დეგრადაციის შემარბილებელი ღონისძიებები, ბიოლოგიური მეთოდი მცენარე ტოპინამბურის გამოყენებით.

ციტირებული ლიტერატურის ნუსხა

1. კორახაშვილი ა., ჭანკვეტაძე ნ. ტოპინმზესუმზირას პროდუქტიულობა საქართველოს მთისწინა ზონაში [Book]. - თბილისი : აგრარული მეცნიერების პრობლემები სამეცნიერო შრომათა კრებული ტ. XXIII, 2001. - Vol. 97.
2. მინდელი კ., გუნთაიშვილი ლ., მაჭავარიანი ნ., კირვალიძე დ., მინდელი ხ., გამსახურდია ლ. ნიადაგმცოდნეობის პრაქტიკულ-ლაბორატორიული. სახელმძღვანელო. [Book]. - თბილისი : აგრარული უნივერსიტეტი, 2011. - Vol. 530.
3. Babenyshev S.P., Mamai D.S. Jerusalem artichoke processing based on reverse osmosis and ultrafiltration separation of its liquid extracts [Book]. - Vestn : APK of Stavropol, 2011. - Vol. 36.
4. Lortkipanidze F. The Plant Topinamburs (Tuberosus) Field [Journal]. - Tbilisi : Scientific Research Results and its Evaluation Collected Papers of Institute of Water Management of Georgian Technical University, # 75, , 2022. - 1512-2344 : Vols. 168 - 172.
5. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Kupreishvili Sh. Expected Risk of Cohesive Debris Flows and Fighting Against Themt [Journal]. - Germany : Lambert, Academic Publishing, GmbH, Nordersted, 2018. - 0132 - 1447 : Vol. 87.
6. Gavardashvili G., Mekhrishvili G., Vartanov M., Kupreishvili Sh. Methods for the Calculation of Optimal Tariffs on Irrigation Water Used in Irrigation. [Journal]. - Barcelona, Spain : International Conference on Engineering and Technology. WASET, 2016. - 2010-3778 : Vols. 2421-2427.
7. Gavardashvili G., Pawlowicz J. Examination of The Dynamics of Changes in a Lake Coast Line With a 3D Laser Scanner [Journal]. - Tbilisi : Collected Papers if Institute of Water Management of GTU #75, 2022. - 1512-2344 : Vols. 203-210.
8. Gavardashvili G. Climate Change and Risk of Land Reclamation in Georgia [Book]. - Moscow : Materials of the International An-niversary Scientific and Prac-tical Conference - Problems of the development of agricultural land reclamation and water management complex based on digital technology, 2019. - Vol. 269.
9. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. - "The Research of Water Levels in the Zhinvali Water Reservoir and Results of Field Research on the Debris Flow Tributaries of the River Tetri Aragvi flowing in it [Book]. - Rome, Italy : Part-V (1), 2019. - Vols. 702-705.
10. Gavardashvili G., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Quparashvili I., Bziava K., Natroshvili G. Using the "CAPRA" Methodology for Analysis of the

- Critical State of the Zhinvali Earth Dam and Risks [Book]. - Istanbul.Turkey : PartXVI, 2019. - Vols. 1914-1918.
11. **Gavardashvili G., Lortkipanidze F.** Study of the main hydromelioration parameters to increase the yield of topinambur (Tuberosus) on brackish soils of Alazani [Journal]. - India : World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development (April-2023), 2023. - 2454-6615 : Vols. 128-134.
 12. **Hala S., Ahmed., Mohamed E., Ragab., Mamdoh M., Arafa and Sabry I., Shahin** Response of Jerusalem Artichoke Growth, Yield, Quality and Disease Detection to Some Foliar Application Treatments [Journal]. - Egypt : Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 12 (3), 2020. - 2079-2158 : Vols. 237-248.
 13. **Hassania A., Azapagica A., Shokrib N.** Predicting Long-term Dynamics of Soil Salinity and Sodcity on a Global Scale. [Journal]. - Switzerland : PNAS, vol. 117, no. 52, December 29, 2020. - 33017-33027 : Vol. 117.
 14. **Ferteren I.I.** Jerusalem artichoke [Book]. - Frunze, : Selkhozgiz, 1979. - Vol. 120.
 15. **Kochnev N.K., Kalinichev M.V.** Bio energetic crop of the XXI century [Book]. - Moscow : Jerusalem artichoke, 2002. - Vol. 76.
 16. **Kupreishvili Sh., Kvashilava N., Chakhaia G., Tulukidze L., Lobzhanidze Z., Supatashvili T., Kvirvelia I., Khubulava I., Gogilava S.** The Assessment Stability of Landslide Dangerous Slopes Existing in the Basin of River Jokhtaniskhevi [Journal]. - Tbilisi : World WideJou, 2017. - 1512-2344 : Vols. 159-164.
 17. **Learn G.** Atlas of the environment [Book]. - Oxford : Oxford Publik, 1992. - Vol. 192.
 18. **Kakabadze N., Aleksidze G., Jinjixadze T.** Genetic Resources of Vegetable-Horticultural Plants Georgia [Book]. - Korea : National Academy of Agriculture Science, 2016. - Vol. 643.
 19. **Negacz K., Malek Z., de Vos A., Vellinga P.** Saline Soils Worldwide: Identifying the Most
 20. **romising Areas for Saline Agriculture** [Book]. - Jaridenv : Journal of Arid Environments, 2022. - Vol. 203.
 21. **Qufarashvili I.** Assessment of contemporary state of salinized soil of the alazani vailley [Journal]. - Tbilisi : VII international Scienfic and Technical Conference "Model Problems if Water Management, Environmemtal Protection, Architecture end Construction", 2017. - 1248-2442 : Vols. 160-161.
 22. **Roberfroid M.** Introducing Inulin Type Fructans, British Journal of Nutrition [Book]. - Russian : agroyug.ru/page/list/item, 2005. - Vol. 299.

23. **Babenyshv S., Mamai D.** Jerusalem artichoke processing based on reverse osmosis and ultrafiltration separation of its liquid extracts [Book]. - Stavropol : APK of Stavropol, 2011. - Vol. 36.
24. **Zelenkov V., Kochnev N., Shelkova T.** Topinambur as a perspective crop [Book]. - Novosibirsk : in Russian, 1993. - Vols. 18-30.
25. **Zelenkov V.N.** Culture of Topinsunflower (*Helianthus tuberosus* L.) A promising source of raw materials for the production of products with therapeutic and prophylactic properties, Abstract of the thesis. [Book]. - Moscow : doc. s.-x. Sciences:, 1999. - Vols. 53-149.
26. **Басаев Б., Кимжа А., Цугкиев Б.** Интродукция кормовых, лекарственных и пищевых растений [Book]. - Владикавказ : кн. изд., 1999. - Vol. 196.
27. **Будрюнене Д.И.** Изучение генетических ресурсов нетрадиционных культур в Литве [Book]. - Каунас, Литва : кн. из, 1998. - Vol. 206.
28. **Ковда В.** Почвенная карта мира. [Book]. - Масква : Серия биологическая, №2,, 1966. - Vols. 45-49.
29. **Ворошилов Н.** Поиск нового лекарственного растительного сырья [Book]. - Москва : «Колос», 1941. - Vol. 190.
30. **Гавардашвили Г.** Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем [Journal]. - Иркутск : Инновационное Биоинженерное Мероприятие Для Регулирования Водной Эрозии Почв С Учетом Изменения Климата Материали V международной научной конференции, 2021. - 9624-1945 : Vol. 351356.
31. **Ковда В. А.** Основы учения о почвах [Book]. - Москва : Наука, 1973. - Vol. 747.
32. **Шпетков Н.** Возделывание кормовых растений [Book]. - Москва : ЦСХИ, 1982. - Vol. 128.
33. **Шургая В., Закаидзе И., Кекелишвили Л.** Пути совершенствования структуры сельскохозяйственных угодий на переувлажнённых землях Колхидской низменности“ [Book]. - Тбилиси : Сб. научных трудов Института водного хозяйства Грузинского технического университета. №67, , 2012. - Vol. 202.
34. **Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э.** О возможной трансформации природных ландшафтов Кавказа в связи с глобальным потеплением. [Journal]. - Масква : “Метеорология и Гидрология”. №10,, 2005. - 0130-2906 : Vols. 53-57.
35. **გოგატიშვილი ა., იაშვილი ნ.** ნიადაგის აღდგენა [Book]. - თბილისი : ცოდნა, 1984. - Vol. 183.
36. **ვოზნესენსკი ა., სმირნოვა პ.** ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგების ჩარეცხვის პრობლემა [Book]. - თბილისი : საქართველოს სამეცნიერო

კვლევითი ინსტიტუტის შრომების კრებული ჰიდროტექნიკასა და მელიორაციაში, 1955. - Vol. 264.

37. კორახაშვილი ა., ჭანკვეტაძე ნ., ვეფხვაძე ი. ტოპინამბურის კულტივირების შესაძლებლობები საქართველოში [Journal]. - გორი : საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია : თანამედროვე აქტუალური სამეცნიერო საკითხები : სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2008. - 1987-5711 : Vols. 81-86.
38. ანდრეევი ნ. მდელის და მინდვრის საკვებწარმოება [Book]. - თბილისი : განათლება, 1962. - Vol. 540.
39. ანჯაფარიძე ი. მელიორაციული ნიადაგმცოდნეობა [Book]. - თბილისი : განათლება, 1977. - Vol. 307.
40. არშიძე ნ. ტოპინამბური (მიწავაშლას - Helianthus tuberosus L.) საქართველოში ინდუცირებული ჯიშის შესწავლა და ფრუქტოზად გადამუშავების ტექნოლოგია [Book]. - ბათუმი : დისერტაცია, 2013. - Vol. 137.
41. აღნიაშვილი ნ. საკვები ბალახებისა და ძირნაყოფა მცენარეების აგროტექნიკური ღონისძიებები [Book]. - თბილისი : სახელგამი, 1934. - Vol. 52.
42. გავარდაშვილი გ., გურგენიძე დ. ბუნებრივი რესურსების ინტეგრირებული მართვის ეკოლოგიურ-ეკონომიკური თეორიის საფუძვლები [Book]. - თბილისი : საგამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2022. - Vol. 230.
43. გავარდაშვილი გ., კუხალაშვილი ე., მამასახლისი ჟ., ტულუში პ. წვეთური მორძევის ეფექტურობა ფერტიგაციის გათვალისწინებით (მეთოდური მითითება) [Book]. - თბილისი : აგრარული უნივერსიტეტი, 1999. - Vol. 42.
44. გავარდაშვილი გ., იორდანიშვილი ი., ირემაშვილი ი., იორდანიშვილი კ. ჰიდროსაინჟინრო ტერმინოლოგიის განმარტების ლექსიკონი [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2022. - Vol. 371.
45. მელაძე გ., მელაძე მ. აღმოსავლეთ საქართველოს აგროკლიმატური რესურსები (მონოგრაფია) [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2019. - Vol. 294.
46. მელაძე გ., მელაძე მ. საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2012. - Vol. 436.
47. ტალახაძე გ., ანჯაფარიძე ი. ნიადაგის ფიზიკა [Book]. - თბილისი : საბჭოთა საქართველო, 1977. - Vol. 259.
48. ტალახაძე გ., ანჯაფარიძე ი. საქართველოს ნიადაგები [Book]. - თბილისი : განათლება, 1983. - Vol. 350.
49. ტალახაძე გ., ანჯაფარიძე ი. საქართველოს ნიადაგების ატლასი [Book]. - თბილისი : სტუ გამომცემლობა, 1984. - Vol. 120.

50. ტალახაძე გ., მინდელი კ. კერძო ნიადაგმცოდნეობა [Book]. - თბილისი : ცოდნა, 1976. - Vol. 198.
51. გავარდაშვილი გ. გარემოს დამცავი ნაგებობების ახალი კონსტრუქციები [Book]. - თბილისი : მეცნიერება, 1999. - Vol. 42.
52. გავარდაშვილი გ. ირიგაცია, დრენაჟი, ეროზია [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2016. - Vol. 413.
53. გავარდაშვილი გ. ირიგაცია, ეროზია დრენაჟი [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2018. - Vol. 399.
54. გავარდაშვილი გ. მდინარე დურუჯის ეკოლოგიური პრობლემები და გარემოს დამცავი ინოვაციური ღონისძიებები [Book]. - თბილისი : უნივერსალი, 2018. - Vol. 260.
55. გავარდაშვილი გ. სასოფლო სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების გაზრდის ზოგიერთი ღონისძიება [Journal]. - თბილისი : საქ. აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 1996. - 1987-6509 : Vols. 70-72.
56. გავარდაშვილი გ., კუხალაშვილი ე., სუპატაშვილი თ., ქუფარაშვილი ი., ბზიავა კ., ნატროშვილი გ. ჟინვალის წყალსაცავის აკვატორიაში მიმდინარე ეკოლოგიური პროცესების კვლევა და მისი შეფასება [Journal]. - თბილისი : VIII საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. შრომების კრებული, 2018. - 1512-2344. : Vols. 27-34.
57. გოგობერიძე ი. აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები [Book]. - თბილისი : ცოდნა, 1984. - Vol. 24.
58. გედევანიშვილი დ., ტალახაძე გ. ნიადაგმცოდნეობის კურსი [Book]. - თბილისი : საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის გამომცემლობა, 1981. - Vol. 370.
59. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი თ. აგრომელიორაცია [Book]. - თბილისი : ინდემწარმე გოჩა დალაქიშვილი, 2022. - Vol. 465.
60. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი თ. სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოყვანის აგრომელიორაციული ღონისძიებები [Book]. - თბილისი : ინდ. მეწარმე გოჩა დალაქიშვილი, 2022. - Vol. 631.
61. გუბელაძე დ., ხარაიშვილი თ. სასოფლო სამეურნეო მელიორაციის პრაქტიკუმი [Book]. - თბილისი : გამომცემლობა ინდემწარმე გოჩა დალაქიშვილი, 2018. - Vol. 631.

62. **გუბელაძე დ., ხარაიშვილი ო.** სასოფლო-სამეურნეო ჰიდრომელიორაცია [Book]. - თბილისი : გამომცემლობა ინდემწარმე გოჩა დალაქიშვილი, 2021. - Vol. 631.
63. **დანელია რ.** სადაწნეო მილსადენში წყლის დინამიკური დატვირთვების განსაზღვრა ტუმბოს ოთხკვადრატულ რეჟიმში მუშაობის გათვალისწინებით [Journal]. - თბილისი : ენერჯია #3, 1999. - 1512-2344 : Vols. 83-85.
64. **დიმო ნ.** ალაზნის მარჯვენა სანაპიროს კვლევების ზოგიერთი დასკვნები და შედეგები [Journal]. - თბილისი : ს.ს.ინსტიტუტის შრომები ტ. 21, 1944. - 1987-6509 : Vol. 226.
65. **ებანოიძე ი.** მარცვლეული ზეთოვანი კულტურებისა და საკვები ბალახების მეთესლეობა [Book]. - თბილისი : საბჭოთა საქართველო, 1961. - Vol. 82.
66. **სიმონოვი ვ., მურვანიძე ჭ.** აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგების ჩარეცხვის ტექნიკა [Book]. - თბილისი : ჰიდროტექნიკური მელიორაცია #7, 1982. - Vol. 47.
67. **ინაშვილი ი., ბზიავა კ.** ლაბორატორიული სამუშაოების რვეული ირიგაციაში [Book]. - თბილისი : ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2023. - Vol. 60.
68. **ქუფარაშვილი ი., კაკაშვილი გ.** ალაზნის საცდელ-სამელიორაციო პუნქტის 45 ჰა ნაკვეთის დამლაშებული ნიადაგის შეფასება და ანალიზი [Journal]. - თბილისი : საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, გარემოს დაცვის ეკოცენტრი. მე-8 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია შრომატა კრებული, 2018. - 1512-2344 : Vols. 241-248.
69. **ქუფარაშვილი ი., ლორთქიფანიძე ფ., მღებრიშვილი მ.** მლაშე ნიადაგების კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის გათვალისწინებით [Journal]. - თბილისი : IX საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია "წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები" : შრომების კრებული, 25-27 ივლისი ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, 2019. - 2587-5345 : Vols. 154-162.
70. **გოგობერიძე ი., მძელური მ.** აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგების სასოფლო-სამეურნეო ათვისება [Book]. - თბილისი : აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგების სახელმწიფო კომიტეტის სამეცნიერო ტექნიკური ინფორმაციისა და ტექნიკურ-ეკონომიკურ გამოკვლევათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, სერია 6, "სოფლის მეურნეობა" #2,, 1981. - Vol. 35.

71. მინდელი კ., გუნთაიშვილი ნ., კირვალიძე დ., თხელიძე ა., მაჭავარიანი ნ. ნიადაგმცოდნეობის პრაქტიკულ, ლაბორატორიულ [Book]. - თბილისი : აგრარული უნივერსიტეტი, 2011. - Vol. 440.
72. კორახაშვილი ა. ბალბა და ჯიჯილაყი სასილოსედ [Book]. - თბილისი : საქართველოს სოფლის მეურნეობა, 1989. - Vols. 10-12.
73. კორახაშვილი ა. საკვების ენერგეტიკული ყუათიანობა [Book]. - თბილისი : განათლება, 2020. - Vol. 205.
74. შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტულუში ნ. ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციის საკითხები კლიმატის თანამედროვე ცვლილებების ფონზე მონოგრაფია [Book]. - თბილისი : საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2014. - Vol. 130.
75. შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ინწვირველი ლ., ბუაჩიძე ნ., კუჭავა გ., ნასყიდაშვილი ნ. საქართველოს სოფლის მეურნეობის ზოგიერთი პრობლემა კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე [Journal]. - თბილისი : ვახუშტი ბაგრატიონის, გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2006. - 1512-1224 : Vols. 176-183.
76. ჩილინგაროვა ლ., სიმონოვი ვ. საქართველოს მძიმე თიხნარი დამლაშებული ნიადაგების ათვისების ხერხები [Book]. - თბილისი : შრომათა კრებული დამლაშებული მიწების მელიორაციის პროგრესული მეთოდები, 1977. - Vols. 77-96.
77. ლაპიაშვილი მ. გრუნტმცოდნეობა [Book]. - თბილისი : ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013. - Vol. 104.
78. ვართანოვი მ., ხარაიშვილი ო., კუპრეიშვილი შ. სარწყავი წყლის რაციონალური გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა მთის რეგიონების მდგრადი განვითარებისათვის [Book]. - თბილისი : ინდ. მეწარმე გოჩა დალაქიშვილი, 2023. - Vol. 210.
79. მარგველაშვილი მ., ინაშვილი მ., მაღალაშვილი ა., ჯანელიძე მუხიგულაშვილი პ., ლაზრიევი გ., სიხარულიძე ა., შვანგირაძე მ., ელაშვილი მ. კლიმატური ცვლილება და მდგრადი განვითარება [Book]. - თბილისი : მსოფლიო გამომცემლობა საქართველოსთვის, 2016. - Vol. 186.
80. ხარაიშვილი ო., კეჩხოშვილი ი. დრენაჟი პრაქტიკუმი [Book]. - თბილისი : საჰამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2020. - Vol. 214.
81. ხარაიშვილი ო., მეზონია ნ., ახვლედიანი ლ. საქართველოს სარწყავი რეგიონების ირიგაციული მაჩვენებლების და რწყვის საჭიროების დადგენა მუნიციპალიტეტების მიხედვით (მონიგრაფია) [Book]. - თბილისი : საჩინო, 2023. - Vol. 459.

82. **საბაშვილი მ.** ალაზნის ველის მარჯვენა სანაპიროს ნიადაგები [Book]. - თბილისი : ნიადაგმცოდნეობის სექტორის შრომები. საქართველოს ვილიაღი, 1934. - Vols. 259-272.
83. **საბაშვილი მ.** ალაზნის ველის მარჯვენა სანაპიროს სამხრეთ-აღმოსავლეთის ნიადაგები [Book]. - თბილისი : მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის სექტორი, 1996. - Vol. 236.
84. **სიჭინავა პ.** ჰიდროტექნიკური მელიორაცია [Book]. - თბილისი : განათლება, 1983. - Vol. 484.
85. **ტალახაძე გ.** საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ტიპები [Book]. - თბილისი : ცოდნა, 1964. - Vol. 217.
86. **ტულუში გ.** სასოფლო სამეურნეო კულტურების მორწყვის წესები და მათი სრულყოფის გზები [Book]. - თბილისი : საბჭოთა საქართველო, 1986. - Vol. 241.
87. **ქუფარაშვილი ი.** ალაზნის ველის ძლიერ დამლაშებული მიწების მელიორაცია ჩარეცხვის ღრმა დრენების მეთოდის გამოყენებით [Journal]. - თბილისი : საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ც.მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული N72, 2017. - 1512-2344 : Vols. 162-168.
88. **კუპრეიშვილი შ., ლომიშვილი მ., სუპატაშვილი თ.,** ქვემო ქართლის ლომთაგორას რაიონის მაგალითზე ხორბლის კულტურის წყალმოთხოვნილების განსაზღვრა ნიადაგურ-კლიმატური მახასიათებლების გათვალისწინებით [Book]. - თბილისი : „მოამბე“, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, 2023. - Vol. 8.
89. **კუპრეიშვილი შ., დოხნაძე გ., ელიზბარაშვილი ნ.** საიმედოობის თეორიის გამოყენება გეოგრაფიულ კვლევებში (ეროზიული პროცესების შესწავლის მაგალითზე) [Journal]. - თბილისი : სტუ წყალრტა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2012. - 1512-2344 : Vols. 49-54.
90. **შაქარაშვილი თ.** ტოპიმზესუმზირას საქართველოში ინტროდუქციის შედეგები [Book]. - თბილისი : ახალგაზრდა აგრორიკოსი, 1998. - Vol. 51.
91. **შეტყობინება საქართველოს მეორე ეროვნული კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის** [Book]. - თბილისი : ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009.
92. **ჩერქეზიშვილი გ.** მიწავაშლა [Book]. - სოხუმი : საბჭოთა საქართველო, 1959. - Vol. 22.
93. **ჩუბინიძე ა.** ერთ წელიწადში საკვების ორი მოსავალი ერთ ფართობზე [Book]. - თბილისი : განათლება, 1979. - Vol. 51.

94. ჩხიკვიშვილი ვ. აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები და მათი სასოფლო სამეურნეო ათვისება [Book]. - თბილისი : საბჭოთა საქართველო, 1960. - Vol. 117.
95. ჭანკვეტაძე ნ. საკვები ბალახები [Book]. - თბილისი : გტც, 2003. - Vols. 29-46.
96. ჭანკვეტაძე ნ. ტოპიზესუმზირას კურლტურა საქართველოში [Book]. - თბილისი : ნათლისმცემელი, 2023. - Vol. 156.
97. ჯაფარიძე ა. მემცენარეობა [Book]. - თბილისი : განათლება, 1978. - Vol. 24.
98. ჯაფარიძე ა. ნაწვერალის გამოყენება სიმინდისა და მზესუმზირის მეორე მოსავლის მისაღებად [Book]. - თბილისი : სახელგამი, 1952. - Vol. 20.
99. ლორთქიფანიძე ფ. მცენარე ტოპინამზურის (Tuberosus) საველე სამეცნიერო კვლევის შედეგები და მისი შეფასება. - თბილისი, ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2022. გვ. 168-173. ISSN-1512-2344.

დანართი

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები

დანართი 1. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის კუთრი წონის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდით მიღებული შედეგები		
			ნიმუშის ალების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	პიკნომეტრი #		3	4	1
3	პიკნომეტრი წონა წყლით A	გრ	91.30	90.50	90.65
4	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა B	გრ	4.79	4.86	4.87
5	პიკნომეტრის წონა წყლითა და ნიადაგით C	გრ	94.25	93.60	93.79
6	კუთრი წონა $D = \frac{B}{A+B-C}$	გრ/სმ ³	2,60	2.76	2.81

დანართი 2. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილება	ცდით მიღებული შედეგები		
			ნიმუშის ალების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	ცილინდრის #		1	7	3
3	ცარიელი ცილინდრის წონა m_1	გრ	241.71	256.23	264.56
4	ცილინდრისა და ნიადაგის წონა m_2	გრ	800.00	834,78	976.08
5	ცილინდრში არსებული ნიადაგის წონა $m_3 = m_2 - m_1$	გრ	558.29	578.55	711.52
6	ნიადაგის ტენი r	%	20.62	16.73	11.53
7	ცილინდრში არსებული ნიადაგის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში $m_4 = \frac{m_3 \cdot 100}{100+r}$	გრ	462.85	495.63	537,97
8	ცილინდრის რადიუსი R	სმ	4	4	4
9	ნიადაგის სისქე ცილინდრში H	სმ	8	8	8
10	ნიადაგის მოცულობა, $W = \pi R^2 H$	სმ ³	401.52	401.52	401.52
11	მოცულობითი წონა $\alpha = m_4 : W$	გრ/სმ ³	1.16	1.24	1.34

დანართი 3. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ფაქტიური ტენის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდების შედეგები		
			ნიმუშის აღების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ალუმინის ჭიქის ნომერი		6	11	18
2	ცარიელი ალუმინის ჭიქის წონა m_1	გრ	24.89	25.42	26.72
3	ალუმინის ჭიქის, ნიადაგის წონა გამომშრობამდე m_2	გრ	70.59	71.74	58.46
4	ალუმინის ჭიქის, ნიადაგის წონა, გამომშრობის შემდეგ m_3	გრ	62.78	65.10	55.18
5	მშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	37,89	39.68	28.46
6	წყლის წონა $m = m_2 - m_3$	გრ	7.81	6.64	3,28
7	ნიადაგის ტენიანობა პროცენტობით $X = \frac{m \cdot 100}{m_4}$	%	20.62	16.73	11.53

დანართი 4. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილება	ცდით მიღებული მონაცემები		
			ნიმუშის აღების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	ცილინდრი #		2	9	7
3	ცილინდრის წონა ბადით, სველი ფილტრის ქარაღდით m_1	გრ	334.8	388.6	361.19
4	ცილინდრის წონა ფილტრითა და ნიადაგით m_2	გრ	2689.9	2580.7	2433.9
5	ნიადაგის წონა ცილინდრში $m_3 = m_2 - m_1$	გრ	2355.10	2192.10	2072.71
6	ნიადაგის ტენი პროცენტობით r	%	20.62	16.73	11.53
7	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა ცილინდრში $m_4 = \frac{m_3 \cdot 100}{100+r}$	გრ	1952.50	1877.93	1858.44
8	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა ცილინდრით ბადით m_5	გრ	2909.6	2879.56	2845.9
9	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა $m_6 = m_5 - m_1$	გრ	2574.80	2490.96	2484,71
10	წყლის წონა გაჟღენთილ ნიადაგში $m_7 = m_6 - m_4$	გრ	622.30	613,03	625.27

11	ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა აბსოლიტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ წონითი პროცენტობით $m_8 = \frac{m_7 \cdot 100}{m_4}$	%	31.88	32.64	33.70
----	--	---	-------	-------	-------

დანართი 5. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მაქსიმალური მოლეკულური ტენის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდის შედეგები		
			ნიმუშის ალების ნომერი		
			0-20	20-40	40-60
1	ბიუქსის #		24	13	2
2	ცარიელი ბიუქსის წონა m_1	გრ	12.13	22.10	21.04
3	ბიუქსისა და დაწნეხილი ნიადაგის წონა გამომშრობამდე m_2	გრ	23.51	32.80	34.12
4	ბიუქსისა და გამომშრალი ნიადაგის წონა m_3	გრ	22.11	31.12	32.09
5	გამომშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	9.98	9.02	11.05
6	მაქსიმალური მოლეკულური ტენი $m_5 = m_2 - m_3$	გრ	1.40	1.68	2.03
7	მაქსიმალური მოლეკულური ტენი %-ობით აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ $X = \frac{m_5 \cdot 100}{m_4}$	%	14.03	18.63	18.38

დანართი 6. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდების შედეგები		
			ნიმუშის ალების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ბიუქსის #		7	11	19
2	ცარიელი ბიუქსის წონა m_1	გრ	11.15	24.01	10,31
3	ბიუქსისა და გაჟღენთილი ნიადაგის წონა m_2	გრ	23,25	22.23	34.01
4	ბიუქსისა და გამომშრალი ნიადაგის წონა m_3	გრ	22.08	21.11	33.09
5	გამომშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	10.93	10.80	9.08

6	მაქსიმალური ჰიგროსკოპული წყალი $m_5 = m_2 - m_3$	გრ	1.17	1,12	0,92
7	მაქსიმალური ჰიგროსკოპული წყალი %-ობით აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ $X = \frac{m_5 \cdot 100}{m_4}$	%	10.71	10.37	10.14

დანართი 7. სოფელ ხორნაბუჯის ნიადაგის ფორიანობის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდის შედეგი		
			ნიმუშის ადები სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ნიადაგის მოცულობითი მასა α	გრ/სმ ³	1.16	1.24	1,34
2	ნიადაგის კუთრი წონა D	გრ/სმ ³	2.41	2.56	2.57
3	ნიადაგის ფორიანობა $P = \left(1 - \frac{\alpha}{D}\right) \cdot 100$	%	51,87	51,57	47.86

გარდაბნის მუნიციპალიტეტის სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ჰიდროფიზიკური მაჩვენებლები

დანართი 8. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის კუთრი წონა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდით მიღებული შედეგები		
			ნიმუშის ადების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	პიკნომეტრი #		3	4	1
3	პიკნომეტრი წონა წყლით A	გრ	90.09	89,37	90.27
4	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა B	გრ	4.96	4.95	4.93
5	პიკნომეტრის წონა წყლითა და ნიადაგით C	გრ	93.01	92.56	93.41
6	კუთრი წონა $D = \frac{B}{A+B-C}$	გრ/სმ ³	2,43	2.81	2.75

დანართი 9. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მოცულობითი წონის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილება	ცდით მიღებული შედეგები		
			ნიმუშის აღების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	ცილინდრის #		1	7	3
3	ცარიელი ცილინდრის წონა m_1	გრ	231.60	247.88	254.80
4	ცილინდრისა და ნიადაგის წონა m_2	გრ	750.00	825,98	987.86
5	ცილინდრში არსებული ნიადაგის წონა $m_3 = m_2 - m_1$	გრ	518.40	578.10	733,06
6	ნიადაგის ტენი r	%	25.54	20.32	16.47
7	ცილინდრში არსებული ნიადაგის წონა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში $m_4 = \frac{m_3 \cdot 100}{100+r}$	გრ	412.93 6	480.468	629.39
8	ცილინდრის რადიუსი R	სმ	4	4	4
9	ნიადაგის სისქე ცილინდრში H	სმ	8	8	8
10	ნიადაგის მოცულობა, $W = \pi R^2 H$	სმ ³	401.52	401.52	401.52
11	მოცულობითი წონა $\alpha = m_4 : W$	გრ/სმ ³	1.02	1.19	1.56

დანართი 10. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ფაქტიური ტენის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდების შედეგები		
			ნიმუშის აღების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ალუმინის ჭიქის ნომერი		22	13	46
2	ცარიელი ალუმინის ჭიქის წონა m_1	გრ	28.98	27.66	25.42
3	ალუმინის ჭიქის, ნიადაგის წონა გამომშრობამდე m_2	გრ	68.55	77.47	71.74
4	ალუმინის ჭიქის, ნიადაგის წონა, გამომშრობის შემდეგ m_3	გრ	60.50	69.06	65.10
5	მშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	31.52	41.40	39.77
6	წყლის წონა $m = m_2 - m_3$	გრ	8.05	8.41	6,55
7	ნიადაგის ტენიანობა პროცენტობით $X = \frac{m \cdot 100}{m_4}$	%	25.54	20.32	16,47

დანართი 11. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილება	ცდით მიღებული მონაცემები		
			ნიმუშის ალების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
2	ცილინდრი #		2	9	7
3	ცილინდრის წონა ზადით, სველი ფილტრის ქარალდით m_1	გრ	340.90	348.78	370.00
4	ცილინდრის წონა ფილტრითა და ნიადაგით m_2	გრ	2579.80	2598.70	2519.60
5	ნიადაგის წონა ცილინდრში $m_3 = m_2 - m_1$	გრ	2238.9	2249.92	2149.6
6	ნიადაგის ტენი პროცენტობით r	%	25.54	20.32	16.47
7	აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონა ცილინდრში $m_4 = \frac{m_3 \cdot 100}{100+r}$	გრ	1783.41	1869.94	1845.62
8	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა ცილინდრით ზადით m_5	გრ	2837.5	2819.89	2798.7
9	გაჟღენთილი ნიადაგის წონა $m_6 = m_5 - m_1$	გრ	2496.6	2471.11	2428,7
10	წყლის წონა გაჟღენთილ ნიადაგში $m_7 = m_6 - m_4$	გრ	713.19	601,17	583.08
11	ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობა აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ წონითი პროცენტობით $m_8 = \frac{m_7 \cdot 100}{m_4}$	%	39,99	32.14	31,59

დანართი 12. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მაქსიმალური მოლეკულური ტენის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდის შედეგები		
			ნიმუშის ალების ნომერი		
			0-20	20-40	40-60
1	ბიუქსის #		34	23	8
2	ცარიელი ბიუქსის წონა m_1	გრ	13.33	14.23	15.10
3	ბიუქსისა და დაწნეხილი ნიადაგის წონა გამომშრობამდე m_2	გრ	24.40	30.87	29.45
4	ბიუქსისა და გამომშრალი ნიადაგის წონა m_3	გრ	23.09	29.08	27.99.
5	გამომშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	11.07	14.85	13.76
6	მაქსიმალური მოლეკულური ტენი $m_5 = m_2 - m_3$	გრ	1.31	1.79	1,46

7	მაქსიმალური მოლეკულური ტენი %-ობით აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ $X = \frac{m_5 \cdot 100}{m_4}$	%	11.83	12.05	10.61
---	--	---	-------	-------	-------

დანართი 13. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდების შედეგები		
			ნიმუშის ალების სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ბიუქსის #		8	17	19
2	ცარიელი ბიუქსის წონა m_1	გრ	10.312	19.01	14,21
3	ბიუქსისა და გაჟღენთილი ნიადაგის წონა m_2	გრ	22.234	21.23	27.01
4	ბიუქსისა და გამომშრალი ნიადაგის წონა m_3	გრ	21.112	20.11	25.99
5	გამომშრალი ნიადაგის წონა $m_4 = m_3 - m_1$	გრ	10.80	10.80	8.88
6	მაქსიმალური ჰიგროსკოპული წყალი $m_5 = m_2 - m_3$	გრ	1.13	1,10	1.02
7	მაქსიმალური ჰიგროსკოპული წყალი %-ობით აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ $X = \frac{m_5 \cdot 100}{m_4}$	%	10.47	10.18	11.48

დანართი 14. სოფელ გამარჯვების ნიადაგის ფორიანობის განსაზღვრა

#	მახასიათებლების დასახელება	განზომილების ერთეული	ცდის შედეგი		
			ნიმუშის ალები სიღრმე სმ		
			0-20	20-40	40-60
1	ნიადაგის მოცულობითი მასა α	გრ/სმ ³	1.02	1.19	1,56
2	ნიადაგის კუთრი წონა D	გრ/სმ ³	2.43	2.81	2.75

3	ნიადაგის ფორიანობა $P = \left(1 - \frac{\alpha}{D}\right) \cdot 100$	%	58.03	57.66	47.24
---	---	---	-------	-------	-------

დანართი 15 გრანულომეტრიული ანალიზის შედეგები

კრ. N	ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	ნიადაგის გრანულომეტრიული შედეგნილობა									
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,001-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	>0,01	0,01-0,001	<0,01 / <0,001
1	0-16		1.0	6,56	15,11	17,13	59,77	92,01	7,99	32,24	1,54
	16-32	0,43	1,27	10,86	12,49	14,80	60,49	87,74	12,26	27,29	1,45
	32-48	0,13	0,80	11,56	13,26	14,89	59,39	87,54	12,46	28,15	1,47
	48-64	0,13	1,57	12,31	3,86	13,73	68,53	86,12	13,88	17,59	1,26
	64-80	0,10	3,08	31,78	17,21	20,05	27,88	64,15	34,86	37,26	2,34
	80-96		0,49	18,90	22,24	28,24	30,13	80,61	19,39	50,48	2,87
2	0-16		3,39	9,50	10,34	20,82	55,83	86,99	13,01	31,16	1,56
	16-32		3,83	4,63	25,83	21,32	44,18	91,33	8,67	47,15	2,07
	32-48		5,18	7,60	13,53	37,03	36,66	87,22	12,78	50,56	2,38
	48-64	0,12	1,02	8,80	6,06	11,22	72,90	90,18	9,82	17,28	1,26
	64-80	0,21	1,36	27,20	4,36	17,93	59,15	82,44	18,56	22,29	1,38
	80-96		0,37	7,48	12,86	34,59	44,70	92,15	7,85	47,45	2,06
	96-112		0,97	27,34	24,57	27,84	39,28	71,69	28,31	32,41	1,82
	112-128		1,95	19,12	16,17	18,71	44,05	78,93	21,07	34,88	1,79