**თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

**ასმათ ვეფხვაძე**

**ალაზნის ველის ეკოსისტემების ეკოლოგიური მდგომარეობის გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე**

**დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა**

წარმოდგენილია ბიოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი თეა მჭედლური

სამეცნიერო კონსულტანტი:

სოფლის მეურნეობის აკადემიური

დოქტორი ლალი შავლიაშვილი

თელავი

2018

**სარჩევი**

**შესავალი ------------------------------------------------------------------------------------ 4**

**თავი I ლიტერატურული მიმოხილვა ------------------------------------------------- 8**

* 1. კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული გაუდაბნოების გავლენა საქართველოს ბიომრავალფეროვნებაზე -------------------------------------------------------------- 8
  2. ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციაზე ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა----------------------------------------------------------------- 14
  3. ალაზნის ველის დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები და მათი გავლენა ადგილობრივ ეკოსისტემებზე -------------------------------------------------------21
  4. ალაზნის ველის დახასიათება ------------------------------------------------------28
  5. დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების დახასიათება ------ 31

1.5.1 ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება ----------------------------------------- 31

1.5.2 ჰიდროგრაფიული ქსელი --------------------------------------------------------- 33

1.5.3 ნიადაგსაფარი ----------------------------------------------------------------------- 34

1.5.4 ბიომრავალფეროვნება -------------------------------------------------------------- 35

1.5.5 დაცული ტერიტორიები და ბუნებრივი ლანდშაფტები ----------------------- 37

1.6 ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა ალაზნის ველის ეკოსისტემებზე ---------------------------------------------------------------------------- 41

**თავი II კვლევის ობიექტი და მეთოდები --------------------------------------------------- 51**

2. 1 საკვლევი სინჯების აღების მეთოდი ზედაპირულ წყლებში ----------------- 51

2.2 ანიონების კონცენტრაციების განსაზღვრა იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით ---------------------------------------------------------------------------------- 52

2.3წყლის ქიმიური უსაფრთხოების განმსაზღვრელი ზოგიერთი მაჩვენებლის გამოკვლევის მეთოდიკა ----------------------------------------------------------------- 54

2. 4 ძირითადი იონების განსაზღვრა --------------------------------------------------- 55

2.5 ნიადაგის ნიმუშების აღება ქიმიური გამოკვლევისათვის ---------------------- 57

2.6 საველე პირობებში ნიადაგის ნიმუშების აღება, ანალიზის ჩატარების

წესი და შედეგების გაფორმება --------------------------------------------------------- 57

2.7 ნიადაგის ჰუმუსის განსაზღვრა ტიურინის მეთოდით -------------------------- 59

2.8 ნიადაგის წყალბადმაჩვენებლის (pH) განსაზღვრა -------------------------------- 60

2. 9 ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით ---------------------------------------------------------------------------------- 61

2.10 მძიმე ლითონების განსაზღვრა აქსიალური ინდუქციური პლაზმის (ICP-OES) სპექტრომეტრით ------------------------------------------------------------------- 61

2.11 ქრორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით ------------------------------------------------------------ 63

**თავი III კვლევის შედეგები --------------------------------------------------------------------- 65**

3.1 ალაზნის ველის ნიადაგების (ძველი ანაგა) დამლაშების ხარისხის შესწავლა და მათი გავლენა ადგილობრივ ბიომრავალფეროვნებაზე ------------------------- 65

3.2 სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს ნიადაგებში ჰუმუსის და საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმების განსაზღვრა (ქვემო ქედი და ძველი ანაგა)---------------------------------------------------------------------------------------- 76

3.3 ძველი ანაგის ტერიტორიაზე მდებარე წყლის ობიექტების ეკოლოგიური მონიტორინგი ----------------------------------------------------------------------------- 83

3.4. ხელოვნური წყალსაცავის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა და მათი მოქმედება თევზებზე ------------------------ 95

დასკვნა -------------------------------------------------------------------------------------------- 104

გამოყენებული ლიტერატურა ------------------------------------------------------------------ 108

**შესავალი**

**თემის აქტუალობა:**  მიმდინარე საუკუნის დასასრულს, კლიმატის ცვლილება თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანეს ეკოლოგიურ და სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემას წარმოადგენს. ის უკვე აღიარებულია - ჰაბიტატის დეგრადაციასთან, რესურსების ჭარბ გამოყენებასთან, გარემოს დაბინძურებასა და ინვაზიურ სახეობებთან ერთად, როგორც ბიომრავალფეროვნების შემცირების მეხუთე ფაქტორი [7]. პროგნოზის მიხედვით, საქართველოს ზოგ რეგიონში მოსალოდნელია ტემპერატურის მატება და ნალექების კლება. ეს ძლიერ უარყოფით გავლენას იქონიებს ეკოსისტემებზე, განსაკუთრებით კი მათზე, რომლებიც თავიანთი გლობალური ბუნებრივი გავრცელების საზღვარზე არიან. შედეგად, მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოხდება ამ ეკოსისტემების, მცენარეთა თანასაზოგადოებების, ფლორისა და ფაუნის სახეობების გავრცელებაში [46].

საქართველოს სხვადასხვა რეგიონი განსხვავებულად რეაგირებს კლიმატის მიმდინარე ცვლილებებზე და შესაბამისად, მათი მოწყვლადობის ხარისხიც სხვადასხვა­გვარია. საქართველოს ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებულია ნაირგვარი ბუნებრივი ტერიტორიული კომპლექსები - ლანდშაფტები. როგორც ძირითად მთაგორიან ქვეყანაში, კარგად არის გამოხატული ბუნებრივი კომპონენტების ცვლა სიმაღლის მიხედვით და, შესაბამისად, ლანდშაფტების სიმაღლებრივი ზონალობა ლანდშაფტური ზონების სრული სპექტრით. აღმოსავლეთ საქართველოს ლანდშაფტები, დასავლეთ საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკებთან შედარებით უფრო მგრძნობიარენი არიან თანამედროვე კლიმატის ცვლილების მიმართ. საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში თითქმის 3 000კმ2 ფართობის ტერიტორია, რომელიც მოქცეულია ნახევრადუდაბნოს ზონაში განუწყვეტლივ ზიანდება გვალვებისა და ქარისმიერი ეროზიისგან, განიცდის დეგრადაცია/გაუდაბნოებას. დეგრადირებული ნიადაგების ერთ-ერთი გამოხატულებაა დამლაშებული ნიადაგები, რომლებიც გავრცელებულია ალაზნის ველზე. გაუდაბნოების პროცესი გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად. კახეთის რეგიონი (დედოფლისწყარო, სიღნაღი, საგარეჯო), წარმოადგენს გაუდაბნოების საფრთხის წინაშე მდგარ რეგიონებს [71]. ამავე დროს, გაუდაბნოების და ნიადაგის დეგრადაციის წინააღმდეგ ბრძოლა, მნიშვნელოვანია არსებული ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალ ფეროვნების შენარჩუნებისათვის.

საკითხი მეტად მნიშვნელოვანი და აქტუალურია. დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ალაზნის ველზე მდებარე დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის ტერიტორიაზე გაუდაბნოებისა და ნიადაგის დეგრადაციით გამოწვეულ პრობლემებს და მათ უარყოფით ზეგავლენას ადგილობრივ ეკოსისტემებზე, აგროკულტურებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე. აუცილებელია მოხდეს უარყოფითი შედეგების შერბილების ან/და შესაბამისი ადაპტაციის სტარტეგიის შემუშავება; ნიადაგების, განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების და მათი საძოვრების დეგრადაციის გამომწვევი მიზეზების კომპლექსური კვლევა; ადგილობრივი წყალსაცავის. გრუნტის წყლების და ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და მონიტორინგი.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები:**  ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა ალაზნის ველის ეკოსისტემის ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი გავლენა ადგილობრივ ბიომრავალფეროვნებაზე. კვლევებს ვაწარმოებდით 2016-2017 წლის განმავლობაში სეზონურად.

მიზნის მისაღწევად დასახული იყო შემდეგი ამოცანები: ალაზნის ველის ტერიტორიაზე მდებარე (ძველი ანაგა) წყლის ობიექტების - ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, გრუნტი წყლების და ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ეკოტოქსიკოლოგიური კვლევა; ხელოვნური წყალსაცავის წყალში, ფსკერული ნალექებსა და თევზში ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობის განსაზღვრა; ალაზნის ველის (ძველი ანაგა) დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის დინამიკის განსაზღვრა, ასევე ნიადაგის ნაყოფიერების დადგენის მიზნით, ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმების განსაზღვრა სიღნაღისა (ძველი ანაგა) და დედოფლისწყაროს (ქვემო ქედი) ნიადაგებში, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის და საძოვრების ტერიტორიაზე.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული ღირებულება:**

ჩვენს მიერ განხორციელებულ კვლევის შედეგებს მნიშვნელოვანი მეცნიერეული და პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია. ბოლო წლების განმავლობაში, პირველად იქნა ჩატარებული ასეთი კომპლექსური კვლევა, რომელიც მოიცავს ალაზნის ველის ტერიტორიაზე მდებარე ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, გრუნტის წყლების, ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ეკოტოქსიკოლოგიურ მონიტორინგს; ძველი ანაგის ტერიტორიაზე მდებარე ხელოვნური წყალასაცავის წყალში და მასში ბინადარ თევზებში ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობის დადგენას; ალაზნის ველის (ძველი ანაგა, ქვემო ქედი) დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის დინამიკისა და ნაყოფიერების გავლენას ადგილობრივ ბიომრავალფეროვნებაზე. რაც წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეს

მიღებული კვლევის შედეგების გამოყენება შესაძლებელია სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ნიადაგებისა და ბუნებრივი წყლების ქიმიურ-ეკოლოგიური მდგომარეობის ობიექტური შეფასებისათვის. აღსანიშნავია, რომ რეგიონის შესასწავლი ბუნებრივი წყლებისა და ნიადაგების ეკოლოგიური მდგომარეობა, ადგილობრივი კონკრეტული პირობებითა და ანთროპოგენური ფაქტორებით არის განპირობებული.

სადისერტაციო ნაშრომი თემატიკის აქტუალობით, მეცნიერული სიახლით, ექსპერიმენტით და დასკვნების დონის მიხედვით, გარკვეულ თეორიულ და პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს. კვლევის შედეგების გამოყენება შესაძლებელია გარემოს ეკოლოგიური სიტუაციის დახასიათებისათვის; წყალსაცავის ეკოლოგიური უსაფრთხოების, სისტემის სრულყოფისა და პრაქტიკული რეკომენდაციების შემუშავებისათვის.

**დისერტაციის მასალების აპრობაცია:**  დისერტაციის მასალები წარდგენილი, მოხსენებული და განხილულ იქნა:

* თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის საბუნებისმეტყველო დეპარტამენტის სხდომაზე (კოლოქვიუმი I და კოლოქვიუმი II)
* აქტუალური პრობლემები საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. 4-5 მაისი. 2017 წელი. განჯა.
* აქტუალური პრობლემები საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. 17-18 ოქტომბერი. 2017წელი. განჯა.
* საერთაშორისო კონფერენცია - სანფრანცისკო, კალიფორნია. 2018 წელი.

**პუბლიკაციები:** დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 6 სამეცნიერო ნაშრომი.

**ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა.**

სადისერტავიო ნაშრომი შედგება შესავლის, ლიტერატურული მიმოხილვის, კვლევის ობიექტის და მეთოდების, კვლევის შედეგებისა და მიღებული შედეგების განხილვის, დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან, რომელიც მოიცავს 166 წყაროს. სადისერტაციო ნაშრომი წარმოადგენს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 130 გვერდს, რომელიც ილუსტრირებულია 6 გრაფიკით და 14 ცხრილით.

**თავი I**

**ლიტერატურულიმიმოხილვა**

* 1. **კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული გაუდაბნოების გავლენა**

**საქართველოს ბიომრავალფეროვნებაზე**

დედამიწის ატმოსფეროს ჩამოყალიბებისას განუწყვეტლივ იცვლებოდა დედამიწის კლიმატი. ადგილი ქონდა გამყინვარებას და კლიმატის დათბობასაც. გლობალური დათბობის გამომწვევი მიზეზი სათბურის ეფექტში მდგომარეობს. მეოცე საუკუნეში მრე­წველობის სწრაფი აღმავლობის პერიოდმა გამოიწვია წიაღისეული საწვავის მოხმარების მკვე­თრი ზრდა და, შესაბამისად ე.წ. სათბური გაზების (ნახშირორჟანგი (CO2), აზოტის ორჟანგი (N2O), მეთანი (CH4), წყლის ორთ­ქლი (H2O), ოზონი (O3) და სხვა) ემისიების მნიშვნელოვანი მატება. გარდა ამისა, ატმოსფეროში აღინიშნება სხვა სათბურის გაზების (ფტორის, გოგირდის, ქლორისა და ბრომის შემცველი) მატებაც. ამის გამო, ირღვევა ბალანსი დედამიწაზე მოსულ და ატმოსფეროდან ღია კოსმოსში გაფრქვეულ რადიაციას შორის, კერძოდ, სრული ბალანსის მაგივრად რადიაციის გარკვეული რაოდენობა გროვდება ატმოსფეროში და თავს იჩენს სათბურის ეფექტი [133].

საქართველო, როგორც გარდამავალი ეკონომიკის ქვეყანა გაერთიანებულია გაეროს კლი­მატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის დანართ B-ში. ამდენად, ქვეყანას არა აქვს ნაკისრი კონვენ­ცი­ის წინაშე გარკვეული ვალდებულებები. კლიმატის ცვლილების კვლევა მოიცავს კლიმატის ცვლილების ფიზიკური სურათის გარდა ამ ცვლილების ზეგავლენის ხარ­ი­ს­ხის დადგენას ეკონომიკის სხვადასხვა სექტორზე; ამ ცვლილების ზემოქმედებას სოფლის მეუ­რნეობის დარგებისა და ეკოსისტემების მოწყვლადობაზე; სათბურის გაზების ინვენტარიზაციას და სხვას. ქვეყნის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია კლიმატის თანამედროვე ცვლილების უარყოფითი შედეგების შერბილება ან/და შესაბამისი ადაპტაციის სტრატეგიის შემუშავება.

ყოველივე ეს სხვადასხვა ქვეყნების კოორდინირებული მუშაობისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების ძალისხმევის გარეშე შეუძლებელია. აღსანიშნავია საქართველოს მთავრობის, გლობალური ეკოლოგიური ფონდისა (GEF) და გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP) ერთობლივი ძალისხმევით შესრულებული გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვე­ნცი­ისათვის (UNFCCC) საქართველოს პირველი (1999) და მეორე (2009) და მესამე ეროვნული (2015) შეტყობინებები [43.47 ].

საქართველოს სხვადასხვა რეგიონი განსხვავებულად რეაგირებს კლიმატის მიმდინარე ცვლილებებზე და, შესაბამისად, მათი მოწყვლადობის ხარისხიც სხვადასხვა გვარია. საქართვე­ლოში კლიმატური ტენდენციების მიმართ სამი ყველაზე მოწყვლადი რეგიონია: შავი ზღვის სანაპირო ზონა, დედოფლისწყარო და ქვემო სვანეთი.

შავი ზღვის სანაპირო ზონისათვის მოწყვლადობის მდგომარეობის შესწავლისას დად­გი­ნ­და, რომ დაიკვირვება ზღვის დონის აწევა, შტორმული მოდენების სიხშირისა და სიმძლავრის მატება, მდინარეთა დელტებში მყარი ნატანის დაგროვება და ზღვის ზედაპირული ტემპერა­ტუ­რ­ის ცვლილება. ბუნებრივია, რომ შავი ზღვის სანაპირო ზონისათვის ინდიკატორებად შეირჩა ზღვის დონე, შტორმული მოდენები, მდინარეთა მყარი ნატანი და ზღვის ზედაპირის ტემპერა­ტურა [105].

ანალოგიური კვლევების საფუძველზე, ქვემო სვანეთში ინდიკატორებად შერჩეულია უხვი ნალექების რაოდენობა, წყალმოვარდნების განმეორადობა (მდ. ცხე­ნისწყალი), მეწყერული მოვლენების რაოდენობა, გვა­ლ­ვიანი პერიოდის ხანგრძლივობა და დემოგრაფიული სიტუაცია.

დედოფლისწყაროში ბუნებრივი ფაქტორებიდან გამოყოფილ იქნა გვალვების სი­ხ­შირისა და ხანგრძლივობის მატება, ძლიერი ქარების განმეორებადობის ზრდა, ხოლო ანთ­რო­პ­ო­გენული ფაქტორებიდან - ქარსაცავი ზოლების გაჩეხვა, სარწყავი სისტემების მოშლა, მიწის ფონ­დის არასწორი გამოყენება, რასაც მოჰყვა ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება და მიტოვ­ებ­უ­ლი მიწე­ბის ფართობების ზრდა [17. 106].

გლობალური დათბობის პირობებში საქართველოს კლიმატის ცვლილებას არაერთ­­გვა­რ­ო­ვანი ხასიათი აქვს, რაც განპირობებულია ტერიტორიის რთული ოროგრაფი­უ­ლი და ლანდ­შა­ფ­ტურ-კლიმატური პირობებით.

ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად [17.18.105] აღმოსავლეთ საქართველოში, ძლიერი დათ­ბო­ბის კერებს (ჰაერის საშუალო წლიური ტემპე­რა­ტურის ზრდის სიჩქარე ყოველ 10 წელიწად­ში აღემატება 0.10C-ს) წარმოადგენს - გუდამაყარის და ხა­რ­უ­ლის ქედები, კახეთის ქედის სამხრეთი ნაწილი და ჯავახეთის პლატო. ზომიერი დათბობის კერები (სიჩქარე 0.06-0.10C ყოველ 10 წელი­წა­დში) აღინიშნება ლიხის ქედის ცენტრალურ ნაწილში, გომბორის ქედის სამხრეთ-აღმო­სავ­ლეთ ნაწილში, იორის ზეგანის ცენტრალურ ნაწილში, აგრეთვე კახეთის, და ხარ­ულის ქედების რა­იონებში, ხოლო დასავლეთ საქართველოში – სვანეთის, ლეჩხუმის და ეგ­რ­ისის ქედების მცი­რე ტერიტორიაზე. აქ ტემპერატურის ცვლილება სტატისტიკურად ნიშნადია 95-99% უზრუნვე­ლ­ყ­ოფის დონეზე [17.104]. სუსტი დათბობის (0.02-0.060C ყოველ 10 წელიწადში) კერები დასავლეთ საქართ­ვ­ე­ლოშია, ძირითადად სვანეთის, ლეჩხუმის და ეგრისის ქედებზე და კოლხეთის დაბ­ლ­ო­ბის ცე­ნ­ტრალურ ნაწილში. ტემპერატურის ცვლილება ამ რაიონებში დასტურდება ძირითა­დად ნიშ­ნა­დ­ობის შედარებით დაბალ დონეზე (90-95%) [107]

საქართველოს ტერიტორიის უმნი­შვ­ნე­ლო ნაწი­ლ­ზე ტემპერატურა უმნიშვნელოდ იცვლებოდა, ხოლო აცივება ძირითადად დასავლეთ სა­ქარ­თ­ვე­ლოში აღინიშნება. ძლიერ აცივებას ადგილი აქვს აჭარის უდიდეს ნაწილზე და სოხუ­მ­ის მახ­ლ­ო­ბლად. მდინარე რიონის ხეობაში და რაჭის ქედზე აღინიშნება ზომიერი აცივება. ეს ცვლი­ლებები აგრეთვე სტატისტიკურად ნიშნადია.

ამრიგად, გლობალური დათბობის პირობებში აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული ლა­ნ­­დშაფტები უფრო სწრაფად თბებიან, ვიდრე, დასავლეთ საქართველოს ჰუმიდური ლანდ­შა­ფ­­ტები, რომელთა პირობებშიც სითბოს დიდი რაოდენობა აორთქლებაზე იხარჯება და ამიტო­მ­აც ისინი ნაკლებად თბებიან, ან ცივდებიან კიდეც. [17.104].

გლობალური დათბობის პირობებში ატმოსფერული ნალექების ცვლილებას არაერთ­გვა­რ­ო­ვანი ხასიათი ჰქონდა. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უდიდეს ნაწ­ი­ლზე ნალექების წლიური ჯამები კლებულობდა ყოველ 10 წელიწადში 1-3% სიჩქარით. ნალ­ექ­ე­ბის შემცირების უდი­დესი სიჩქარეები აღინიშნება ქვემო ქართლში და აღემატება 5%-ს 10 წე­ლ­ი­წადში.

პროფ. ე.ელიზბარაშვილის გამოკვლევებმა [104] ცხადყო, რომ გლობალური დათბობის მი­მ­ართ განსაკუთრებით მგრძნობიარენი არიან აღმოსავლეთ საქართველოს ლანდშაფტები. გლო­ბა­ლური დათბობის ფონზე გახშირებული გვალვების შედეგად აღინიშნება ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის პროცესი. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში ბუნებრივი ლანდშაფტების გაუდაბნოების მთავარი მიზეზი არის არა ტემპერატურის მატება გლობალური დათბობის შედეგად, არამედ, გვალვების გახშირება, რომელთა ზემოქმედება კიდევ უფრო მძაფრდება ანთროპოგენული ზეწოლის შედეგად (ჭარბი ძოვება, ტყის არსებული საფარის გაჩეხვა, საძოვრების გადახვნა).

მდინარეები ალაზანისა და იორის ჩამონადენი, რომლებიც ტერიტორიას ყველაზე მეტად ამარაგებენ წყლით, შესაძლოა წლიურად 8 და 11%-ით შემცირდეს 2071-2100 წლებში. ზოგი ეკოსის­ტე­მუ­რი ცვლილება შესაძლოა გამოჩნდეს, მათ შორის: სტეპის ეკოსისტემის დეგრადაცია დაბლობებში, მზარდი ტემპერატურით აღმოსავლეთში, დიდი კავკასიონის ნაწილში ტყეების აწევა 150-180 მეტრით, რაც შეამცირებს ალპურ ვეგეტაციურ ზონას; ეკოსისტემის გადაწევა ზედა მიმართულებით სამხრეთ საქართველოში 150-200 მეტრით, ტყის რიგი ტიპების და ალპური სისტემების ხარჯზე და სხვა [5].

საქართველოს ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებულია ნაირგვარი ბუნებრივ ტერიტორიულ კომპლექსები - ლანდშაფტები. როგორც ძირითად მთაგორიან ქვეყანაში, კარგად არის გამოხატული ბუნებრივი კომპონენტების ცვლა სიმაღლის მიხედვით და, შესაბამისად, ლანდშაფტების სიმაღლებრივი ზონალობა ლანდშაფტური ზონების სრული სპექტრით. აღმოსავლეთ საქართველოს ლანდშაფტები, დასავლეთ საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკებთან შედარებით, უფრო მგრძნობიარენი არიან თანამედროვე კლიმატის ცვლილების მიმართ, რაც უკანასკნელ პერიოდში თერმული მაჩვენებლების მნიშვნელოვანი ზრდითა და ატმოსფერული ნალექების რამდენადმე შემცირებით აღინიშნა. ამიტომ, საჭიროა ძირითადი ყურადღება გამახვილდეს აღმოსავლეთ საქართველოში მიმდინარე გაუდაბნოების პროცესებზე.

საქართველოს არიდული და სემიარიდული რეგიონები წარმოადგენენ გაუდაბნოებისადმი ყველაზე მგრძნობიარე ტერიტორიებს. გაუდაბნოების პროცესი გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად. ბუნებრივი ფაქტორებიდან უმთავრესია: კლიმატური, ჰიდროგეოლოგიური, მორფოდინამიკური და ნიადაგური. გაუდაბნოების პროცესებისადმი განსაკუთრებით მგრძნობიარეა საქართველოს არიდული და სემიარიდული რეგიონები. აქ შედის საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი – დედოფლისწყაროს, სიღნაღის, საგარეჯოს, შიდა ქართლის რაიონები.

ამიტომ, მეტად მნიშვნელოვანია, ძირითადი ყურადღება დაეთმოს საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილის – დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის ტერიტორიაზე გაუდაბნოების გავლენით გამოწვეულ პრობლემებს, რაც თავის მხრივ, იწვევს მიწის დეგრადაციას, ეს კი სერიოზულ ზიანს აყენებს როგორც სოფლის მეურნეობის განვითარებას, ისე, ადგილობრივ ბიომრავალფეროვნებას.

გაუდაბნოების ტენდენცია არიდული და სემიარიდული ტერიტორიის ეკოსისტემის საკმაოდ დიდ ფართობებზეა გამოხატული: ჭაჭუნის სტეპში, კოწახურას ქედის სამხრეთ ფერდის მთისწინეთში, ივრის სტეპში, ელდარის დაბლობში, ტარიბანას დეპრესიაზე, ნატბეურში, ჩათმის დეპრესიაზე, მდ. იორის ტერასებზე (დალის წყალსაცავიდან ქვემოთ) კოწახურას ქედის დასავლეთი ნაწილის მთისწინეთში (ნავთობის ჭაბურღილისა და ჭაჭუნას სტეპს შორის) და სხვ. გაუდაბნოების ტენდენცია მცირე ფრაგმენტების სახით გამოხატულია, აგრეთვე საკმლისხიანი ნათელი ტყის კომპლექსშიც. ჭალის ტყეებშიც კი შეიმჩნევა უდაბნოს ელემენტების შეჭრა [43. 45].

არიდული და სემიარიდული ეკოსისტემების დიდი ნაწილი თავისთავად წარმოადგენს საქართველოსთვის იშვიათ ბიოტოპს (არიდული ნათელი ტყეები, ნახევრად უდაბნოები და უდაბნოს ელემენტები), რის გამოც, გარკვეული სახეობები საქართველოში მხოლოდ აქ გვხვდება, მაგ., გიურზა, დურაჯი, ზოლებიანი აფთარი, ჯეირანი. რეგიონში გავრცელებული მწერებიდან 24 სახეობა შესული იყო საბჭოთა კავშირის წითელ წიგნში, მათ შორის: Papilio machaon, P. alexanor orientalis, Inphichlides podalirius, Utethesia pulchera, Arctia caja, Coenonimpha saadi, და სხვ. ხერხემლიანთა იშვიათი სახეობებიდან აღსანიშნავია საქართველოს წითელი წიგნის ისეთი სახეობები, როგორიცაა სირიული მყვარი (Pelobates syriacus), დასავლური მახრჩობელა (Eryx jaculus), გრძელფეხა სცინკი (Eumeces scheineri), გრძელი მცურავი (Elaphe longissima), თეთრკუდა არწივი (Haliaeetus albicilla), თეთრთვალა ყვინთია (Aythya nycora), გნოლი (Perdix perdix), ამიერკავკასიური ზაზუნა (Mesocricetus brandti), ფუღუ (Suncus etruscus), მცირე მეღამურა (Nyctalus leisleri), წავი (Lutra lutra), ზოლებიანი აფთარი (Hyaena hyaena), ფოცხვერი (Lynx lunx), ჯეირანი (Gazella subgutturosa), კეთილშობილი ირემი (Cervus elaphus). წვრილ ძუძუმწოვართა შორის იშვიათ და გადაშენების პირას მყოფ სახეობებს ასევე მიეკუთვნება: (Sorex volnuchini, Crocidura leucodon, Allactaga elater, Cricetulus migratorius, Allactaga willamsi, და სხვ. ზოგიერთი სახეობის ფრინველი და წვრილი ძუძუმწოვარი იშვიათია გლობალური მასშტაბითაც და შესულია ბუნების დაცვის მსოფლიო კავშირის (IUCN) წითელ ნუსხაში. მაგალითად: მცირე ჩვამა (Phalacrocorax pygmeus) – LR; სვავი (Aegypius monach) – LR; თეთრკუდა არწივი (Haliaeetus albicilla) – LR; ბეგობის არწივი (Aquila heliaca) – VU; სარსარაკი ((Tetrax tetrax) – LR; თეთრთვალა ყვინთია ((Aythya nyroca) – VU; Rhinolophus ferrumequinum – LR. cd; Rhinolophus hipposideros – VU.A2c; Barbastella barbastellus – VU.A2c; Driomys nitedula – LR.nt, და სხვ [42.43]

არიდულ და სემიარიდულ ტერიტორიებზე გამოვლენილი გაუდაბნოების ინდიკატორებია: მცენარეული – მცენარეულობის ფლორისტული შემადგენლობის გაღარიბება, მცენარეული თანასაზოგადოების დეგრადაცია. ნახევარუდაბნოსა და უდაბნოსათვის დამახასიათებელი მცენარეთა სახეობებისა (Salsola spp, Artemisia fragans, Gamantus pilosus და სხვ.) და მცენარეთა თანასაზოგადოებების ექსპანსია (Artemisietum, Artemisieto-salsoletum, Botrichloeto-artemisietum და სხვ.); ცხოველური – ზოგიერთი მწერიჭამიისა და მღრღნელის, მაგალითად, თეთრმუცელა კბილთეთრას (Crocidura leucodon), საზოგადოებრივი მემინდვრიის (Microtus socialis), ვოლნუხინის ბიგის (Sorex volnuchini) გაქრობა, მიწის კურდღელის არსებობა (Alactaga spp), რომელიც დამახასიათებელია უდაბნოს ლანდშაფტისათვის; ედაფური–ნიადაგების ზედა ფენების მოსპობა, ნიადაგების დამლაშება, სოდიფიკაცია.

კლიმატის მიმდინარე გლობალური ცვლილება მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს საქა­რ­თველოში სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. კერძოდ, გახშირებული და გაზრდილი ინტენ­ს­ი­ურობის სტიქიური მოვლენები (წყალდიდობა, წყალმოვარდნები, ძლიერი ქარები, გახშირებული გვალვები და ა.შ.) იწვევენ სახნავი მიწების პროდუქტიულობის შემცირებას და მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას, რომლის ტიპიური მაგალითია დამლაშება-გაბიცობების ზრდა კახეთსა და ქვემო ქართლში [7.8]

**1.2 ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციაზე ბუნებრივი და**

**ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა**

ეკოსისტემაში ნიადაგის ფუნქციები საკმაოდ რთული და მრავალფეროვანია. ის ეკოლოგიურად მჭიდროდაა დაკავშირებული მცენარეული საფარის ფუნქციონირებასთან. ნიადაგი ორგანული ნივთიერებების უნივერსალური გარდამქმნელი, დამგროვებელი და ბიოქიმიური ციკლის მამოძრავებელი ძალაა. იგი ხელს უწყობს ბიოსინთეზის პროცესებს, არეგულირებს ხმელეთის ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, გავლენას ახდენს ატმოსფეროს შედგენილობაზე და წარმოადგენს დამცავ ეკრანს [9.12].

ნიადაგი ძნელად განახლებადი რესურსია და იქმნება საუკუნეობით, ამიტომ, მას ესაჭიროება გონივრული გამოყენება. ნიადაგის ფორმირება ხანგრძლივი პროცესია. პირობების მიხედვით ის n100 და მეტი წელი გრძელდება. სხვა ფაქტორებთან (ქანების ბუნება, კლიმატი, რელიეფი) ერთად ნიადაგის ფორმირებაში პირველ ხარისხოვან როლს ასრულებს მცენარეული საფარის ნაცვენი, რომლის რაოდენობა დამოკიდებულია კლიმატურ ზონაზე და 0,5 – 1 ტ/ჰა-დან (უდაბნო, არქტიკა) 25 ტ/ჰა-მდე (ტროპიკები) იცვლება. მცენარეული ნაცვენის ბიოქიმიური და ბაქტერიოლოგიური ტრანსფორმაციის შედეგად წარმოიქმნება ნიადაგის ჰუმუსი, რომელიც განაპირობებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. 100-150 წლის განმავლობაში ბუნებას შესწევს უნარი დააგროვოს მხოლოდ ერთი სმ ჰუმუსის ფენა. ამ ხნის განმავლობაში შეიძლება გამოიზარდოს ყველაზე ნელი განვითარების მქონე ფიჭვის ტყე, გაიჩეხოს იგი, როდესაც მიაღწევს სრულ სიმწიფეს და ხელახლა გაიზარდოს [44.45].

დღეს ნიადაგის დეგრადირება რამდენიმე ასეულჯერ უფროს წრაფად ხდება, ვიდრე, მისი წარმოქმნა. ისტორიამ იცის არაერთი მაგალითი, როცა ადამიანები თავისდაუნებურად ანადგურებდნენ ნიადაგის ნაყოფიერ ფენას, ეს კი ხალხის და ქვეყნის გაჩანაგებას იწვევდა. ამ მოვლენას ახლაც აქვს ადგილი. მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაცია იწვევს ნიადაგის პროგრესულ დეგრადაციას, რაც გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს ეკოსისტემას. ნიადაგის დეგრადაცია გულისხმობს დევეგეტაციას, დეჰუმინიფიკაციას, დაღლას და დაძაბუნებას. არახელსაყრელი ბუნებრივი პროცესების და ნაწილობრივ ანთროპოგენული ფაქტორების გამო, ნიადაგის ფონდი ყოველწლიურად მცირდება. ნიადაგის ფონდს დიდ ზიანს აყენებს ეროზია, დამლაშება, დატბორვა, ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურება და სხვა [40].

გლობალური დათბობის ფონზე, ზოგ რეგიონში, ნალექები იმატებს, ზოგ რეგიონში კი იკლებს. გაუდაბნოება იწვევს სასოფლო-სამეურნეო მიწების დეგრადაციას და ადამიანების ცხოვრების პირობების გაუარესებას. გაუდაბნოების ხელშემწყობი ფაქტორებიდან განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ეროზიული პროცესები. ეროზია გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი მიზეზებით, ისე ანტროპოგენური ზემოქმედების შედეგად. ძლიერმა ეროზიამ, შეიძლება სერიოზული ზიანი მიაყენოს ეკოსისტემებს, ნიადაგი გამოუსადეგარი გახდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანისა და პირუტყვის მოშენებისათვის.

აღნიშნული ტერიტორიები ძირითადად ქვიშაქვებით არის წარმოდგენილი. ნიადაგი ქმნის ფხვიერ ფენოვან მასას, რომელიც ადვილად იშლება. რიგ ადგილებში ფერდობების ზედაპირებზე გამოსულია ფაშარი კონგლომერატები, რომლებიც ასევე ადვილად იშლებიან. ე.ი. აქ არსებული ნიადაგი თავისი ბუნებრივი სტრუქტურის გამო, უკვე მიდრეკილია ეროზიისადმი. გარდა ამისა, ბუნებრივ ეროზიას იწვევს აგრეთვე ქარი და წყალი. ქარისმიერი ეროზიის მოვლენები საქართველოს ტერიტორიაზე უმთავრესად სწორედ აღმოსავლეთ საქართველოში შეიმჩნევა [59]

მეტად აქტუალურია კლიმატის ცვლილების ფონზე გააქტიურებული ეროზიული პროცესების შესწავლა. ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ეროზიული პროცესების განვითარებას, არიან: რელიეფი, კლიმატი, ზედაპირული წყლები, ნიადაგები და ქანების გეოლოგიური შედგენილობა. საქართველოში შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი ნიადაგურ-ეროზიული ზონები: აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს წყლისმიერი ეროზია, აღმოსავლეთ საქართველოს ქარის მიერი ეროზია, აღმოსავლეთ საქართველოს წყლისმიერ-ქარისმიერი ეროზია.

ნიადაგის ფონდის შემცირების ერთ-ერთი მიზეზი არის ეროზია, რომლის სიჩქარე აღემა­ტება ნიადაგ-წარმოქმნის სიჩქარეს. ეროზიას ყველაზე მეტად განიცდის გორაკებისა და რელიეფის დახრილი ნაწილების სამხრეთი ფერდობები. ბუნებრივ ეროზიულ პროცესებს (წყლისმიერი და ქარისმიერი), ემატება ანთროპო­გენ­ული ეროზია, რასაც უპირველეს ყოვლისა მიწების არარაციონალური გამოყენება იწვევს: ესაა ტყეების გაკაფვა, პირუტყვის გადამეტებული ძოვება, ტერიტორიების უგეგმო განაშე­ნი­ა­ნება და სხვა. ტყე ნიადაგის დაცვის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა. ტყის ნიადაგი ფესვთა მძლავრი სისტემის მეშვეობით, კარგად აკავებს თოვლისა და წვიმის წყალს. გრუნტის წყლების შევსება აქ თანდათან და რეგულარულად ხდება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ტენიანობის შენარჩუნებას მთელი წლის მანძილზე.

დიდ მიკროკლიმატურ ცვლილებებს იწვევს ტყის გაჩეხვა. ტყის გაკაფვის შემდეგ, ნიადაგი დაუცველი რჩება. თოვლისა და წვიმის წყალი თავისუფლად მოედინება მთების კალთებზე და თან მოაქვს ნიადაგის ნაწილაკები, რომლებიც შემდგომ მდინარეებში ჩაედინება. დაუცველი ნიადაგი მზის სხივების ზემოქმედებით ცხე­ლდება, რაც იწვევს ჰუმუსის წარმომქმნელი ორგანიზმების დაღუპვას[68 ].

არანაკლებ მნიშვნელოვანია სხვა ფაქტორებიც, კერძოდ, ტყის გაკაფვის შედეგად ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცვლილება გაჩეხილ ტერიტორიებზე. ამავდროულად ტყე წარმოადგენს ძლიერ ფაქტორს, რომელიც ნახშირბადის აკუმულირებას ახდენს. ტყის განადგურების შემთხვევაში, როგორც წესი წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი, რომელიც გაიფრქვევა ატმოსფეროში, რაც დამატებითი სათბურის გაზების წყაროა და თავის მხრივ ხელს უწყობს არასასურველ კლიმატის ცვლილებას.

დაჩქარებული ეროზიის მიზეზი, ტყეების ჭრასთან ერთად, პირუტყვის გადამე­ტებ­უ­ლი ძოვებაცაა. ერთი მხრივ, ისპობა მცენარეული საფარი და მისი აღდგენა ჭიანურდება და ამავე დროს, პირუტყვის ჩლიქებით ზიანდება ნიადაგი. შედეგად, მრავალწლიანი მცე­ნა­რეები ერთწლიანით იცვლება, რომლებიც, სუსტად განვითარებული ფესვთა სისტემის გამო, ცუდად იცავენ ნიადაგს [ 46].

ნიადაგის ფონდის შემცირების ერთ-ერთი მიზეზია არასწორად წარმართული საირი­გა­ციო სამუშაოები, რომლის შედეგადაც ხდება მათი დამლაშება ან დაჭაობება. დამლაშებული ნიადაგები დედამიწის არიდული ზონის ყველა კონტინენტზეა გავრცელებული და ხმელ­ე­თის თითქმის 25%-ს მოიცავს.

მშრალი კლიმატის ზონაში სახნავ-სათესი ფართობის შემცირების მიზეზია მათი გაუდა­ბნოება. დღეისათვის უდაბნოებზე მოდის ხმელეთის 38%. ამ შემთხვევაში მცენარეული საფარი სრულ დეგრადაციას განიცდის და მისი თვითაღდგენა პრაქტიკულად არ ხდება [12].

ნიადაგის დეგრადაციას იწვევს აგრეთვე, ხელოვნური ხანძრები, რომლებსაც საძოვრების გაუმჯობესების მიზნით, მწყემსები რეგულარულად აწყობენ. მათი პროვოცირება ხდება სტიქიურად, ადგილების სპეციფიკურობისა და მაშტაბების გაუთვალისწინებლად. მეცხვარეების მიერ ხანძრების გაჩენა თებერვლის მეორე ნახევრიდან იწყება და მასობრივ სახეს მარტის პირველ დეკადაში ღებულობს, რაც იწვევს ვეგეტაციის დროს ახლადამოწვერილი ბალახის განადგურებას. მეცხვარეები ხანძრებს არა მხოლოდ საძოვრებზე აჩენენ, არამედ, არეულებსა (ქარის გამოფიტვის შედეგად წარმოქმნილ ეროზირებულ მთებს, „არეულებს“ ეძახიან) და ჭალებშიც [7.8]

ანთროპოგენური ფაქტორებიდან მიწის დეგრადაციის გამომწვევ მიზეზებს შორის შეიძლება განვიხილოთ, აგრეთვე, ჭარბი ძოვება. საქართველოს არიდული და სემიარიდული ეკოსისტემების საძოვრების დეგრადაციის პროცესი ძირითადად საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ დაიწყო. დღევანდელი მონაცემებით, საზაფხულო საძოვრებიდან ცხვრის გადმორეკვა იწყება სექტემბერში და საქონელი ამ ადგილებში შემდეგი წლის აპრილამდე რჩება. შედეგად მიმდინარეობს ნიადაგის ძლიერი ეროზიის პროცესი. ცხვრის მრავალწლიანი ექსტენსიური ძოვება იწვევს ბალახოვანი საფარის გაღარიბებას, მის სახეცვლას და დაკნინებას, მცირდება ბალახოვანი საფარის პროექციული დაფარულობა, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს ნიადაგის ეროზიას და დამლაშებას. უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ საძოვარზე ცხვრის სიმჭიდროვის ზრდა იწვევს ფიტომასის აკუმულირებას ნიადაგისპირა შრეში. რაც უფრო მეტია საძოვრის დატვირთვა, მით უფრო დაბალია ეს შრე, მით უფრო ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს არის იგი კონცენტრირებული. ასეთ დროს ნიადაგი ადვილად დეგრადირებადი ხდება [6.7.8]

საქართველოს ბუნებაზე ნეგატიური ანთროპოგენული ზემოქმედების ერთ-ერთი თვ­ა­­ლ­საჩინო გამოვლენაა მიწის დეგრადაცია, რაც გამოწვეულია მიწის რესურსების არაეფე­ქ­ტ­უ­რი მართვითა და მდგრადი განვითარების პრინციპების უგულვებელყოფით. ყოველივე ეს აისახება სხვადასხვა ასპექტებში, როგორიცაა დაბინძურების დონის ზრდა, საძოვრებისა და ტყეების ფართობების მკვეთრი შემცირება, ნიადაგის ეროზიისა და ნიადაგის დამლ­აშ­ება-გაბიცობების ზრდა და სხვა.

ახალ ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლის პირობებში კიდევ უფრო გაძლი­ერ­და საქართველოს მიწის რესურსების ხარისხობრივი მდგომარეობის გაუარესება, რის შედე­გა­დაც მივიღეთ დეგრადირებული ნიადაგები, რომლის ტიპიური მაგალითებია დამლაშება-გაბიცობების ზრდა (კახეთი-ქვემო ქართლი), ნიადაგების წყლისმიერი ეროზია (ქვემო სვან­ე­თი), და ქარისმიერი ეროზიით გამოწვეული გაუდაბნოება (დედოფლისწყარო) და სხვა. ბუ­ნ­ე­ბრივია მკვეთრად მცირდება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, მათ შორის, სახნავი მი­წ­ის ფართობების რაოდენობა, რასაც ადასტურებს საქართველოს სტატისტიკური დეპარ­ტა­მ­ე­ნტის მონაცემები [9].

ნიადაგის დეგრადაციის წყაროებია: საცხოვრებელი და საყოფაცხოვრებო ობიექტები, მრეწველობის სხვადასხვა დარგი, თბოენერგეტიკა, სოფლის მეურნეობა - პესტიციდები და სასუქები, ტრანსპორტი, რომელიც იწვევს ნიადაგის დაბინძურებას ლითონებით და მათი შენაერთებით და სხვა. მაგალითად, ვერცხლისწყალი ნიადაგში პესტიციდებთან და სამრე­წ­ვ­ელო ნარჩენებთან ერთად შედის; მოპოვებული ტყვიის ყოველი ტონიდან 25 კგ გარ­ემ­ოში ხვდება. მისი დიდი რაოდენობა ავტომანქანების გამონაბოლქვთან ერთად გამოი­ყო­ფა. ტყვიის შენაერთები საბოლოოდ ნიადაგში და წყალსაცავებში გროვდება.

ყოველწლიურად გარემოში სპილენძის ემისია 35 კგ/კმ2 შეადგენს, თუთიისა - 27 კგ/კმ2-ს. მათი ჭარბი რაოდენეობა თრგუნავს ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმო­ქმე­დ­ე­ბას. მადნეულის კომბინატის გავლენით ბოლნისის რაიონის ნიადაგები გამდიდრებულია სპი­ლენძით და თუთიით. დარიშხანის სულფიდური მადნების მოპოვება-გადამუშავების ზონაში (რაჭა-მდ. ლუ­ხუ­ნის ხეობა, ქვემო-სვანეთი) ნიადაგებში დარიშხანის შემცველობა რამდენჯერმე აღემატება მის ის­ე­დაც მაღალ ფონურ კონცენტრაციებს [25].

ნიადაგის დეგრადირების ერთ-ერთი მიზეზი მინერალური სასუქების უსისტემო გა­მ­ო­ყენებაა. როგორც ცნობილია, მოსავალთან ერთად, ადამიანი ნიადაგს აცლის მცენარი­სათ­ვის აუცილებელ საკვებ ელემენტებს – აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს, ნაკლები რაოდენობით გოგირდს, კალციუმს, მაგნიუმს და სხვა. ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნების ერთ-ერთი გზაა ამ დანაკარგის ანაზღაურება სხვადასხვა სასუქის შეტანით.

მაგრამ სასუქებთან ერთად ნიადაგში მრავალი ტოქსიკური ნივთიერებაც შეიტანება. ასე, სუპერფოსფატები შეიცავენ დარიშხანის, კადმიუმის, ქრომის, კობალტის, სპილენძის, ტყ­ვი­ის, ნიკელის, ვანადიუმის, თუთიის მცირე რაოდენობას. ისინი მაღალი მდგრადობით ხა­­­ს­იათდებიან, ამიტომ, ყოველი ახალი დოზა წინა წლებში დაგროვილ რაოდენობას ემატ­ება [22]

ქიმიური სასუქებით მიწის გადამეტნაჯერობის შემთხვევაში, ნიტრატები და ფოს­ფა­ტ­ები მცენარეთა ქსოვილებში გროვდება, რაც იწვევს საკვები პროდუქტების ხარისხის დაქ­ვე­ითებას. მცენარეებში მინერალური სასუქების დაგროვებასთან ერთად მათი ჭარბი რაოდე­ნო­ბა ნიადაგის სტრუქტურის მკვეთრ გაუარესებას იწვევს. ნიადაგის ორგანული კომპლექსი სწრ­ა­ფად კნინდება, მისი ფიზიკური სტრუქტურა ირღვევა, ფილტრაციისა და ტენიანობის შე­ნა­რჩუნების უნარი ქვეითდება [23. 25].

კლიმატის მიმდინარე გლობალური ცვლილება მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს სა­ქ­ართველოში სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. კერძოდ, იწვევს სახნავი მიწების პრო­დუქტიულობის შემცირებას და მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას. აღმოსავლეთ საქა­რ­თველოს ლანდშაფტები განსაკუთრებით მგრძნობიარენი არიან თანამედროვე კლიმა­ტის ცვლილების მიმართ. აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს ნაწილზე აღინიშნება ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მომატება 0.60C-მდე. ამასთან გახშირდა გვალვები. სავეგ­ე­ტა­ციო პერიოდის განმავლობაში აქ მოსული ნალექების რაოდენობა არ აღემატება 200-250 მმ-ს, ხოლო 1მ სისქის ნიადაგის ფენაში არსებული პროდუქტიული ტენის მარაგი მხოლოდ 50-200 მმ-ს შეადგენს.

გლობალური დათბობის ფონზე, გახშირებული გვალვების შედეგად, აღინიშნება ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის პროცესი საქართველოს სამხ­რ­ეთ-აღმოსავლეთში თითქმის 3 000 კვ.კმ ფართობის ტერიტორია, რომელიც მოქცე­უ­ლია ნა­ხ­ვრად უდაბნოს ზონაში, განუწყვეტლივ ზიანდება გვალვებისა და ქარისმიერი ეროზი­ის­ა­გან\_განიცდის დეგრადაცია-გაუდაბნოებას. გაუდაბნოების პროცესი კარგად არის გამოხა­ტუ­ლი ქიზიყში, გარე კახეთში და ქვემო ქართლში. დედოფლისწყაროს რაიონში ზიანდება 120 ათასამდე ჰა, სიღნაღისა და საგარეჯოს რაიონებში \_ თითოეულში 47 ათასი ჰა, გარდაბნის რა­ი­ონში \_32 ათასი ჰა, მარნეულის რაიონში \_30 ათასი ჰა ფართობები. გაუდაბნოების პროცესს ძირითადად ხელს უწყობს ფერდობების დახრილობა, რის გამოც, ხდება ნიადაგის ჩამოშლა და ქანების გაშიშვლება, რომელიც იწვევს ეროზიულ პროცესებს. ასევე აღსანიშნავია ამგებელი ქანების წყალმედეგობისა და მათი ეროზიულ-გრავიტაციული პროცესებისადმი მდგრადობის ფიზიკური მახასიათებლების თავისებურებები [71].

ნიადაგური ფაქტორებიდან აღსანიშნავია ნიადაგ გრუნტის დამლაშება. საქართველოს ნახევრად გაუდაბნოებულ ტერიტორიებზე არსებულ დამლაშებულ და ბიცობ ნიადაგებს. დამლაშებული და ბიცობი ნიადაგები ძირითადად გავრცელებულია მდინარე ალაზნის მარჯვენა ნაპირზე, შუა-ივრის მთისწინა ვაკეზე, გარდაბნის დახრილ ვაკეზე, ელდარისა და ტარიბანას მასივებზე. ალაზნის ველზე (მარჯვენა ნა­პი­რი \_ ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი) საერთო ფართობის 40%-ზე მეტი საშ­უ­ალო და ძლიერ დამლაშებულ ნიადაგებს უკავია. ადმინისტრაციული რაიონების მიხედვით ფართობები ასე ნაწილდება: სიღნაღის რაიონში- 54 ათას ჰა, დედოფლის­წყა­როს რაიონში - 48 ათას ჰა, საგარეჯოში- 23 ათას ჰა, გურჯაანისა და ლაგოდეხის რაიონებში - 8 ათას ჰა, გარდაბნის რაიონში - 40 ათას ჰა, მარნეულის რაიონში - 33 ათას ჰა. [20. 21].

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით, აუც­ი­ლ­ებელია მიწის რესურსების ინტეგრალური შეფასება და დამლაშებული ნიადაგების ხელ­ახალი შესწავლა კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ტენდენციების გათვალისწინებით, რო­მ­ლის გარეშეც წარმოუდგენელია სოფლის მეურნეობის მდგრადი და ინტენსიური განვი­თარება; აგრობიომრავალფეროვნების განვითარება. რაც გულისხმობს ადგილობრივი რესურსების რაციონალურ და გონივრულ გამოყენებას გარემოს დაცვის საკითხების მაქსიმალური გათვალისწინებით.

**1.3 ალაზნის ველის დამლაშებული და ბიცობიანი**

**ნიადაგები და მათი გავლენა ადგილობრივ ეკოსისტემებზე**

მიწის ფონდის შენარჩუნება, მისი დაცვა და რაციონალურად გამოყენება თანამედრ­ო­ვე­ობის ძირითადი მსოფლიო მნიშვნელობის პრობლემაა. საქართველოში ადგილობრივი გარემოს დაცვის არა ერთი კანონი არსებობს. საქართველომ 1994 წელს გამოსცა კანონი ნიადაგის დაცვის შესახებ, 1997 წელს - კანონი ნიადაგის მელიორაციის შესახებ და 2003 წელს - კანონი ნიადაგის კონსერვაციის და გაჯანსაღების შესახებ; ამასთან 1999 წელს საქართველომ მოახდინა გაუდა­ბ­ნო­ების წინააღმდეგ ბრძოლის გაეროს კონვენციის რატიფიცირება. 2007 წელის თე­ბე­რ­ვალში სოფლის მეურნეობის სამინისტრომ და გარემოს დაცვის სამინისტრომ შეიმუშავეს და წა­რად­გ­ინეს კარგი სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის კოდექსი (CGAP), რომელიც მოიცავს კანონ­მ­დე­ბ­ლ­ობას, რეკომენდაციებს და რჩევებს სოფლის მეურნეობის სისტემაში დასაქმებულთათვის, უზ­რ­უნველყოფს რჩევებს დაბინძურების აღმოფხვრის ან შემცირების შესახებ სოფლის მეურ­ნ­ე­ო­ბ­ის ყველა ძირითად სექტორში; არსებობს მრავალი საერთაშორისო ძალისხმევა, მრავალი პრ­ო­გრამა, რომელიც მიზნად ისახავს გარემოზე სოფლის მეურნეობის გავლენის შემცირებას და ა.შ **[144]**

გარემოს ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნებას საქართველოსათვის გადამწყვ­ე­ტი მნიშვნელობა ენიჭება. ეს განპირობებულია მთელი რიგი ფაქტორებით, კერძოდ: ქვეყ­ნის რთ­უ­ლი რელიეფი, ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური ათვისება და რაც ძალ­ზ­ედ მნიშ­ვნ­ე­­­­ლოვანია კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ნეგატიური ფაქტორი, რამაც ხელი შეუწყო ბუ­ნებრივი ეკოსისტემების დეგრადირებას, ნიადაგის ეროზიას, ტერიტო­რი­ების გაუდაბნოებას. რაცი­ო­ნა­ლური, გონივრული მიწათმოქმედების პირობებში ნიადაგი განიცდის ”გაკუ­ლ­ტ­უ­რებას” და ღებულობს იმგვარ თვისებას, რომელიც არ არის დამახასიათებელი ბუნე­ბრ­ივი ნია­დაგისათვის, მაგრამ არც თუ ისე იშვიათად, ნიადაგის გამოყენებაში თანამედ­როვე მე­ც­ნი­ერების მიღწევების უგულველყოფის დროს, ასევე, ბუნებრივი და ანთროპოგენული ზე­მოქ­მედ­ების შედეგად, იგი უმოწყალოდ იფიტება, განიცდის დეგრადაციას, იძენს უარყოფით თვისებებს, იშლება, ირეცხება ან სრულიად ქრება (ეროზია, დამლაშება, დაწიდულობა და სხვა).

საქართველოს ტერიტორიის დაახლოებით 54% მთაგორიანია, ხოლო მთისწინები და ვა­კე ადგილები შესაბამისად - 33% და 13%-ს შეადგენენ. ქვეყნის დაახლოებით 70% ზღვ­ის დო­­ნ­იდან 1.700 მეტრზე დაბლაა განლაგებული ასეთი სი­მა­ღ­ლე ხელს უწყობს სოფლის მეურნეობის განვითარებას, ხოლო უფრო მეტ სიმაღლ­ეზე ძი­რ­ი­­თა­დ­ად მხოლოდ საძ­ოვ­რე­ბ­ია. საქართველოს გეოგრაფია მრავალფეროვანია: ტენიანი, სუბტრო­პიკული დაბლობებით და ჭაობებით, ბარით, ნახევრად უდაბნოებით, გორებით, ტყეებით და­ფარული მთებით, მწვერ­ვა­ლებით, ტბებითა და მრავალრიცხოვანი მდინარ­ე­ებით და ნია­და­გებით [53.54].

ბოლო წლების განმავლობაში, შემცირდა როგორც ერთწლიანი ისე, მრავალწლიანი კულტურების წარმოება, ამის მიზეზია: სათესი ტერიტორიის შემცირება, ამინდი, მავნებლები და არა­ე­ფე­ქტური სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკა სხვა სასოფლო სამეურნეო საკითხები, რომლებმაც გარკვეული როლი შეასრულეს წარმოების შემცირებაში, მოიცავს: წყლის და ქარის ეროზიას, გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით მადეგრადირებელ სასოფლო სამეურნეო პრაქტიკას და სხვა ანთროპოგენულ და ბუნებრივ პროცესებს, რომლებმაც სამეურნეო მიწების 35%-ის დეგრადირება გამოიწვიეს. ხდება აგრობიომრავალფეროვნების შემცირება. პრობლემების ერთობლიობამ შეამცირა საქართველოს ნიადაგების ნაყოფიერება. 3 მლნ ჰა სასოფლო სამეურნეო მიწის დაახლოებით ერთ მესამედს ნიადაგის ეროზია აქვს, 11% ხასიათდება მჟავიანობით, დაახლოებით 7-8%-ზე გავრცელებულია წყლის დაგუბება, რაც გამოწვეულია სადრენაჟე სისტემის გაუმართაობით, 5.1 %-ის შემცველ­ობა­ში ჭარბად არის კალიუმი და ნიტრატები, ხოლო 7%-ს აქვს მარილის ჭარბი შემცველობა [71.137.139]

საქართველო მცირემიწიანობით ხასიათდება. საქართველოს მიწების საერთო ფართობის მხოლოდ 43% არის ვარგისი სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის. მათ შორის სახნავად გამოსაყენებელია მხოლოდ 13,6%. ბოლო 15-20 წლის უმოქმედობამ სოფლის მეურნეობაში თავისი კვალი დატოვა დამლაშებული ნიადაგების ფართობების გაზრდის საქმეში. დამლაშებით გამოწვეული ზარალი და მოსავლის შემცირება მძიმე ტვირთად აწვება სოფლის მეურნეობას [50].

დამლაშებული ნიადაგები ფართოდ არის გავრცელებული აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ და მთისპირა ზონებში, კერძოდ, იორ-ალაზნის და იორ-მტკვრის შუამდინარე დაბლობებზე, ვაკეებსა და წყალგამყოფ ზეგნებზე (ალაზნის და ლაკბეს დაბლობი, ელდარის, ტარიბანა-ნატბეურის და შავმინდორის ველები, ჩათმისა და სხვა დეპრესიული ვაკეები და დუბეები, ჩობანდაღის დახრილი ფერდობი, დონღუზდარა-უდაბნოს ეროზიული და წყალ­გამყოფი ვაკეები). ეს ნიადაგები ფართოდაა გავრცელებული აგრეთვე გარდაბნის, სოღანლუღის და მარნეულის ველებზე, ხოლო ცალკეული მასივების ან ლაქების სახით გვხვდება შუა და ზემო ქართლის აკუმულაციურ ვაკეებზეც ამ ნიადაგების ყველაზე დიდი მასივი ალაზნის ველზეა (მარჯვენა ნაპირი - ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი) [39].

აღსანიშნავია, რომ ალაზნის ველის მარჯვენა სანაპიროზე გავრცელებული ნიადაგე­ბი, რომლებიც ირწყვებიან ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემის საშუალებით განიცდიან მნიშვნელოვან დეგრადაციას, კერძოდ: 12 000 ჰა წარმოადგენს ძლიერ დამლაშებულ მასივს, 9000 ჰა სუსტად ან საშუალოდ დამლაშებულს, ხო­ლო გადატენიანებული და დაჭაობებული ნიადაგების ფართობი შეადგენს დაახლოებით 4 000 ჰა-ია.

დეგრადირებული ნიადაგების ტიპიური მაგალითებია დამლაშება-გაბიცობება, რომელთა ზრდა შეინიშნება კახეთში, ალაზნის ველის ტერიტორიაზე. მიმდინარე გაუდაბნოების პროცესი დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის ტერიტორიაზე მკვეთრად ამცირებს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, მათ შორის სახნავი მიწის ფართობების რაოდენობას [47. 50]

დამლაშებული ნიადაგების წარმოქმნა დაკავშირებულია გრუნტის წყლებსა და ქანე­ბ­ში იმ ნივთიერებების არსებობასთან, რომლებიც ნიადაგში მარილების აკუმულაციას იწვე­ვენ. ხსნა­დი მარილების შემცველი ქანების გამოფიტვის შედეგად დიდი რაოდენობით წარმ­ოიქმნება ადვილად ხსნადი მარილები, რომელთა ნაწილი მდინარეებს ოკეანეებში ჩააქვს, ნაწილი კი ხმელეთზე რჩება. ყოველწლიურად ოკეანეებში მდინარეებს ჩააქვთ დაახლოებით 2735 ტ, ხოლო ხმელეთზე რჩება დაახლოებით 1 მილიარდ ტონამდე მარილი [92]

ნიადაგის დამლაშებას იწვევს პირველი და მეორე ჯგუფის ელემენტებისაგან წარმო­ქ­მნილი მარილები. ამრიგად, ნიადაგის დამლაშება დამოკიდებულია ელემენტთა მოძრაობის ხარისხზე. მარილთა ტრანსპორტირების ძირითად საშუალებას დედამიწაზე წარმოადგენს გამ­დი­ნარე წყალი. ამიტომ სხვადასხვა ლანდშაფტის ზონაში მარილთა გატანა-დაგროვების პრო­ცესის სისწრაფე გამდინარე წყლის რეჟიმზეა დამოკიდებული. ტენიანი კლიმატის პირობებში ხსნადი მარილების დიდი ნაწილი წყალს ზღვებში ჩააქვს. მშრალ, მცირე ნალექიან რაიონებში კი გამდინარე წყლის დიდი ნაწილი ზღვებამდე ვერ აღწევს, გზაში ორთქლდება, აორთქლება წყლის რაოდენობას ამცირებს და კონცენტრაციას, პირიქით, ადიდებს. ამის გამო, მარილები გზადაგზა, მათი ხსნადობის უნარის შესა­ბამისად, ილექება. ყველაზე ადრე გამოილექება კალციუმის კარბონატები, ხოლო ყველაზე გვიან-ქლორიდები და ნიტრატები. ამიტომ ნიადაგები მარილთა შედგენი­ლობისა და რაოდენობის მხრივ, ერთმანეთისგან განსხვავებულ რაიონებს ქმნიან.

ნიადაგის ზედაპირზე მარილების დაგროვებაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მცენა­რე­ულ საფარს. მშრალი კლიმატის პირობებში მცენარეული ორგანული ნარჩენების აერო­ბუ­ლი დაშლის დროს დიდი რაოდენობით შეიძლება დაგროვდეს ადვილად ხსნადი მარი­ლები.

ცხრილი1.3.1ზოგიერთი მარილის ხსნადობა გ-ში (100 გ წყალში)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ტემპერატურა**  **0C** | **NaCL** | **Na2SO4** | **Na2CO3** | **NaHCO3** | **CaCL2** | **Mg CL2** | **CaSO4** | **MgSO4** |
| 0 | 34.22 | 4.8 | 7.1 | 6.88 | 49.6 | 52.8 | 0.190 | 26.9 |
| 5 | 35.63 | 7.2 | 9.5 | 7.52 | 54.0 | - | - | 29.3 |
| 10 | 35.76 | 9.0 | 12.6 | 8.00 | 60.0 | 53.5 | 0.205 | 31.5 |
| 15 | - | 13.5 | 16.5 | 8.84 | 66.0 | - | - | 33.8 |
| 20 | - | 16.0 | 21.4 | 9.65 | 74.0 | 54.5 | - | 36.2 |
| 25 | 36.13 | 23.0 | 28.0 | 10.34 | 82.0 | 55.3 | 0.210 | 38.5 |
| 30 | 36.30 | 30.0 | 38.1 | 11.14 | 93.0 | 56.5 | 0.212 | 40.9 |

CaCO3

CaSO4

Na2SO4

MgSO4

NaCL

MgCL2

NaNO3

ნახ. 1.3.1მარილთა გამოლექვის სისწრაფე

ნიადაგში მარილების დაგროვებისა და გადატანის ინტენსიურობა დამოკიდებულ­ია კლიმატზე, ატმოსფერული ნალექებისა და აორთქლებული წყლის რაოდენობაზე, აგ­რ­ე­თ­ვე ნიადაგის ფილტრაციულ თვისებებზე, ნიადაგწარმომქმნელ ქანსა და მარილების ხსნადო­ბაზე.დამლაშებული ისეთი ნიადაგებია, რომლებიც თავის პროფილში ადვილად ხსნად მარილებს შეიცავენ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისათვის ტოქსიკური რაოდენობით. მათ განეკუთვნება მლაშობები და ბიცობები.მარილების შედგენილობის მიხედვით განასხვავებენ: ქლორიდულს, სულფატურს, სოდ­იანს და სხვა (ანიონების მიხედვით); ნატრიუმიანს, მაგნიუმიანს და კალციუმიანს (კათიონების მიხედვით) – მლაშობებს.

კახეთის რეგიონი ძირითადად ვაკე და ნაწილობრივ მთიან რელიეფურ პირობებში იმყოფება. იგი ზღვის დონიდან 300-1900 მ და მეტ სიმაღლეზე მდებრეობს. 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 **[29 ].**

რეგიონში გავრცელებული ნაყოფიერი ნიადაგები (შავმიწისებრი, შავმიწები, ყავისფერი და სხვა) ხელს უწყობს სოფლის მეურნეობის კერძოდ, ფერმერული მეურნეობების განვი­თარებას. კახეთის ტერიტორიის მეტი ნაწილი განიცდის ტენის დეფიციტს.

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების გავრცელების მთავარი რაიონების ჰავა გამოირჩევა დიდი კონტინენტურობით – მაღალი საშუალო წლიური ტემპერატურით (12,5-140C) და დაბალი საშუალო წლიური ნალექებით (350-500 მმ). ტენის ბალანსი უარყოფითია – ყოველთვის ერთზე ნაკლები. მკაცრი ჰავის პირობები, აქ განსაკუთრებით აიხსნება აღმოსავლეთისა და სამხრეთ-აღმოსა­ვლეთის მშრალი და ცხელი ქარებით. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა დაბალია. ტენის თვიური ბალ­ანსის მაქსიმალური დეფი­ციტია ივლის-აგვისტოს პერიოდში. ამის გამო, წლის მშრალ პერიოდში ხდება ნიადაგის ღრმად გამოგვალვა და მცენარეული საფარის გადახმობა [57]. რაც უარყოფითად მოქმედებს ალაზნის ველის ადგილობრივ ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე.

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების მცენარეთა შედგენილობა იცვლება ნიადაგის დამლაშების ტიპის და ბიცობიანობის გამოხატულების მიხედვით. ალაზნის ველის დახშულ ან უწრეტ, ან მცირედ დრენირებულ დამლაშებულ ნია­და­­გებზე ფართოდ არის გავრცელებული ვეძიანები. სუსტად დახრილი ფერდობები, განსაკ­უთ­რებით გარე კახეთის ზეგნის ზოლი უკავია ავშნიანებს, მთისწინეთის დახრილი ფერდ­ო­ბები – ცოცხს, ავშნიან-ყარღანიან და ურო-ავშნიან ფორმაციებს. მდინარე ივრის სანაპირო ტე­რ­ასის დამლაშებულ ნიადაგებზე გავრცელებულია ყარღანი, ჩარანი, ცერცველა, იალღუ­ნის ბუჩქნარები. მლაშე წყაროების ზოლში ხურხუმოიანი ბალახეულობაა, ხოლო პრიმი­ტი­ულ დამლა­შებულ ნიადაგებზე – ქსეროფიტებისა და ჰალოფიტების წარმომადგენლები [63].

ალაზნის ვაკის მდელოს მლაშობი-ბიცობი ნიადაგების გენეზისი მჭიდროდაა დაკავ­შირებული მინერალიზებულ გრუნტის წყლებთან და მიკრო და მეზორელიეფის შესაბამის ფორმებთან. ვაკის ტერასისპირა ნაწილი თითქმის უწრეტია. აქ გრუნტის წყლები ამოდიან ნიადაგის პროფილის ზედა ჰორიზონტამდე და ამიტომ აქ გვხვდება დაჭაო­ბებული და ზოგან დამლაშებული ნიადაგები. ასევე უწრეტია ვაკის თითქმის მთელი ცენტრალური ნაწილიც. ის შედგება მძიმე თიხნარებისა და თიხებისაგან. გრუნტის წყლები აქ საშუალოდ ან ძლიერ დამლაშებულია, კრიტიკულ ზღვარზე მაღლა დგანან და მუდმივ კონტაქტში არიან ნიადაგის ფენებთან. ამის გამო ალაზნის ვაკეზე ფართოდაა გავრცე­ლე­ბული მდელოს მლაშო­ბიან-ბიც­ო­ბიანი ნიადაგები.

ალაზნის ვაკე ხასიათდება ბუნებრივი პირობების მკვეთრი განსხვავებულობით, რის გამოც, ნიადაგური საფარიც მრავალფეროვანია. ალაზნის ვაკის ნიადაგური ტიპების განაწილება სრულ შესაბამისობაშია ადგილის ვერტიკალურ ზონალობასთან. აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში ნიადაგის ზონალური ტი­პებია: რუხი-ყავისფერი, შავმიწისებრი და შავმიწები. მდინარე ალაზნის მარჯვენა სანაპიროს შემ­აღლებულ ადგილებში გავრცელებულია ყავისფერი ნიადაგები, რომლებიც დაბალ სარტყელში გადადიან მდელოს-ყავისფერ ნიადაგებში. ამ ნიადაგის ცალკეულ ადგილებში ლაქ­ების სახით არის შავმიწისებრი, მდელოს დაწიდული ნიადაგები.

ჰიდროლოგიის, რელიეფის და დედაქანების სპეციფიურ პირობებში ზონალურ ნიად­ა­გებს შორის ყალიბდება მათი ბიცობიანი და დამლაშებული სახესხვაობები. ნიადაგ-კლიმატური პირობების გარდა ამ ნიადაგების გენეზისი დაკავშირებულია დედ­აქანებში ადვილადხსნადი მარილების შემცველობასთან და ნიადაგ გრუნტის წყლებთან კავშირით.

დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები ძირითადად შავმიწა და რუხი ყავისფერი ნიადაგების ზონაშია გავრცელებული მეტნაკლები სიდიდის “ლაქების” სახით.დამლაშებული ნიადაგები სხვა ნიადაგებისაგან განსხვავებით, შეიცავენ ჭარბი რაოდ­ენობით ხსნად მარილებს..ქიმიური შედგენილობის მიხედვით დამლაშებული ნიადაგები იყოფა: ქლორიდულ (შედის ქლორიანი მარილები, ძირითადად NaCL), სულფატურ (შედის გოგირდმჟავას მარ­ი­ლები, ძირითადად Na2SO4) და კარბონატულ (ჭარბობს კარბონატები, ძირითადად Na2CO3) ნიადაგებად. მათ ახასიათებთ მცენარეების მიმართ სხვადასხვა ტოქსიკური მოქ­მედება, ამიტომ, მათი ქიმიური შედგენილობის სწორ განსაზღვრას დიდი მნიშნელობა აქვს.

**1.4 ალაზნის ველის დახასიათება**

ალაზნის ველი მდებარეობს საქართველოს უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში. მას 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. ალაზნის ვაკის სიგრძეა 160 კმ, მაქსიმალური სიგანე 35–37 კმ, მინიმალური — 5 კმ. კიდეებზე ამაღლებული და დანაწევრებულია მდინარე ალაზნის მრავალი შენაკადით  [[30]](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94" \l "cite_note-Mar-1)

ალაზნის ველზე ზომიერად ნოტიო ჰავაა, [ზამთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98) ზომიერად ცივი, [ზაფხული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) ცხელი. ხშირია [სეტყვა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%95%E1%83%90). ალაზნის ველი ნაწილობრივ დაფარულია ვაკის [ტყით](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%94), სადაც უმთავრესად [მუხა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%AE%E1%83%90), [იფანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%A4%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98), [ნეკერჩხალი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%99%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%A9%E1%83%AE%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98), [ალვის ხე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%AE%E1%83%94). ვაკის დიდი ნაწილი მეორეულ ტყე-სტეპებსა და სტეპებს უკავია. ალაზნის ველი [ბუნებრივი რესურსებით](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%91%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%95%E1%83%98_%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%A1%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98) მდიდარი და [საქართველოს](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%9D) ერთ-ერთი მჭიდროდ დასახლებული კუთხეა.

დიდი დასახლებული პუნქტები ([თელავი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%98), [გურჯაანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%AF%E1%83%90%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98), [ყვარელი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A7%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98), [ლაგოდეხი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%AE%E1%83%98), [ახმეტა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%AE%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%90), [სიღნაღი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%98%E1%83%A6%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A6%E1%83%98), [წნორი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AC%E1%83%9C%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98_(%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%A5%E1%83%98)), [შილდა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A8%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%93%E1%83%90), [კარდანახი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%AE%E1%83%98) და სხვა) განლაგებულია ვაკის კიდეებზე, კახეთის კავკასიონისა და გომბორის ქედის ძირას. ალაზნის ველი საქართველოს მევენახეობის მხარეა. ბუნებრივი პირობების მიხედვით იგი 2 ნაწილად იყოფა: მარჯვენა მხარედ (წინამხარი) და მარცხენა მხარედ (გაღმამხარი). ალაზნის ვაკის [ფიზიკურ - გეოგრაფიული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A4%E1%83%98%E1%83%96%E1%83%98%E1%83%99%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%98_%E1%83%92%E1%83%94%E1%83%9D%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%98%E1%83%90) ერთეულის თავისებურება მდგომარეობს უპირველეს ყოვლისა, მის  [რელიეფში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%94%E1%83%A4%E1%83%98), რომელიც კონტინენტური [გეოსინკლინის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%94%E1%83%9D%E1%83%A1%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%99%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%98) ტიპობრივ თვისებებს ატარებს.  [მთებით](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90) თითქმის ყოველმხრივ შემოზღუდული ამ უზარმაზარი გრძელი ტაფობის ჰავაც არსებითად განსხვავდება მის ირგვლივ მდებარე სივრცეების  [არიდული ჰავისაგან](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%93%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98_%E1%83%B0%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%90) განესტიანების მეტი სიუხვით.

[აღმოსავლეთ საქართველოში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%A6%E1%83%9B%E1%83%9D%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%98_%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%9D) და მთლიანად აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში არსად სხვაგან არ გვხვდება ასეთი რბილი ჰავა. აქედან გამომდინარეობს ბარის მცენარეულობის ისეთი სიმდიდრე, როგორიც უცხოა აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის სხვა ნაწილებისათვის, ტყის არსებობა [მდინარეებისაგან](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) დაშორებით, [ზღვის დონიდან](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%A6%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%93%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%94) სულ 300-500 მ სიმაღლეზე. ეს ბუნებრივი თავისებურება [კახეთის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%98) სოფლის მეურნეობის დოვლათიანობის მტკიცე საფუძველია [32]

კავკასიონის ამ მთისწინა ზოლში აბსოლუტური სიმაღლეები 500-800 მ აღწევს. ზოლი გაკვეთილია კავკასიონიდან და მისი ტოტებიდან ჩამომავალი [მდინარეების](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94), მათ შორის [სტორის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98), [ლოპოტის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%9D%E1%83%9E%E1%83%9D%E1%83%A2%E1%83%90), [დიდხევის](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%93%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%95%E1%83%98_(%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94)&action=edit&redlink=1), [ჩელთის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A9%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%97%E1%83%98), [დურუჯის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%93%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%A3%E1%83%AF%E1%83%98), დ[ავანისხევის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%95%E1%83%98), [ლაგოდეხისწყლის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%AE%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%AC%E1%83%A7%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98) ხეობებით. ამ ხეობათა გვერდები მთისწინეთის ფარგლებში ჩვეულებრივ მკაფიოდ არის [ტერასირებული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%A1%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98_(%E1%83%92%E1%83%94%E1%83%9D%E1%83%9A%E1%83%9D%E1%83%92%E1%83%98%E1%83%90)). ალაგ-ალაგ გვხვდება [ოროგრაფიული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%9D%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%98%E1%83%90) ელემენტები, რომლებიც ართულებენ მთისწინეთის საერთო მარტივ [სტრუქტურას](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%A0%E1%83%A3%E1%83%A5%E1%83%A2%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%90) [31]

ალაზნის ვაკეზე გაბატონებულია ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული ჰავა. დამახასიათებელია ცხელი [ზაფხული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) და ზომიერად ცივი [ზამთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98). იგი საკმაოდ კარგადაა დაცული, [დასავლეთიდან](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%98) და [ჩრდილოეთიდან](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A9%E1%83%A0%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%9D%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%98). თავისუფლად ჰაერის მასები მხოლოდ სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან იჭრება, რაც ამ რაიონის ჰავის თავისებურებაზე დადებითად მოქმედებს. საშუალო წლიური [ტემპერატურა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%9E%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%A2%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%90) 11-13 °C, [იანვარში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98) 0,-1 °C. უთბილესი თვის [ტემპერატურა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%9E%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%A2%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%90) 21-25 °C. აბსოლუტურ მინიმალური –25-27 °C, მაქსიმალური 40 °C აღწევს. [სავეგეტაციო პერიოდში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%92%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%90%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%98_%E1%83%9E%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%9D%E1%83%93%E1%83%98) 10 °C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 3500-4200°. ნალექები 700–1000 მმ წელიწადში, ნალექების მაქსიმუმი [მაისშია](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%98), მინიმუმი - [იანვარში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98). დანესტიანების კოეფიციენტი 1-ზე მეტია. მდგრადი თოვლის საბურველი ყოველთვის არ ჩნდება, როცა ჩნდება მისი საშუალო სიმაღლე 5-15 სმ არ აღემატება, მაქსიმალური 75 სმ აღწევს [31. 80]

მდინარე ალაზანი ალაზნის ვაკის ძირზე მიედინება, მთელ სიგრძეზე კვეთს და ჰყოფს მას ორ ნაწილად და წარ­მო­­ქმნის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროს. 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 შემაღლებულ ზონას წარმოადგენს. ის ღრმად დასერილია ხევ-ხეობებით, ოლეებით და სხვა ბუნებრივი საწრეტი ქსელითა და სადინარებით, უმეტეს შემთხვევაში მდინარე 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. 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. დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების ყველაზე დიდი მასივები გვხვდება ალაზ­ნის ველზე (მარჯვენა მხარე, ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილზე).

**1.5 დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების**

**დახასიათება**

**1.5.1 ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება**

**დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი:** დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი მდებარეობს საქართველოს ტერიტორიის უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში, მდინარე ალაზნისა და მდინარე იორის კალაპოტებს შორის ამაღლებულ ზეგანზე. მისი უმდაბლესი წერტილი (90 მ ზღვის დონიდან) მდებარეობს მინგეჩაურის წყალსაცავთან, მდინარე იორის შესართავის მახლობლად, ხოლო უმაღლესი წერტილი - მთა ნიკორციხე (1001 მ ზღვის დონიდან) კი - დედოფლისწყაროს სამხრეთით. მუნიციპალიტეტის დიდი ნაწილი ზღვის დონიდან საშუალოდ 400-650 მეტრზე მდებარეობს.

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ფართობია 2532 კმ2-ია. მას კახეთის ტერიტორიის დაახლოებით 22% უჭირავს. მისი საერთო ფართობიდან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს მიეკუთვნება 57 500 ჰა, ხოლო 131 400 ჰა უკავია ზამთრის საძოვრებს; ეროზირებული ნიადაგების ფართობი შეადგენს დაახლოებით 25 300 ჰა (13%), მათ შორის ქარისმიერი ეროზიით დაზიანებული - 20 000 ჰა (10,5 %); 4975 ჰა კი ბიცობ ნიადაგებს უკავია, აქედან 4362 ჰა მიტოვებულია [26]

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებული ორი ტიპის ჰავა სამხრეთით ცხელ ზაფხულიანი ზომიერად თბილი სტეპების ჰავაა, ჩრდილოეთ ნაწილში კი ზომიერად ნოტიო ჰავა, ზომიერად ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით.საშუალო წლიური ტემპერატურაა 10,3°C,

აბსოლუტუტური მაქსიმუმი 38°C წელიწადში 400-600 მმ ნალექი მოდის, შირაქში 540 მმ, დედოფლის წყაროში 650 მმ.

დედოფლისწყროს მუნიციპალიტეტს ესაზღვრება: დასავლეთით და ჩრდილო-დასავლეთით - სიღნაღის მუნიციპალიტეტი. ჩრდილო ნაწილი- გომბორის ქედის მონაკვეთს უჭირავს, ხოლო ჩრდილო-აღმოსავლეთი - ალაზნის ვაკის უკიდურეს სამხრეთ-აღმოსავლეთ მონაკვეთს. მუნიციპალიტეტის სამხრეთი, აღმოსავლეთი და ჩრდილო-აღმოსავლეთი საზღვარი საქართველო-აზერბაიჯანის სახელმწიფო საზღვრის თანხვედრია. ტერიტორიის უდიდესი უდიდესი ნაწილი ივრის (გარე კახეთის) ზეგანს უჭირავს [29]

**სიღნაღის მუნიციპალიტეტი:** სიღნაღის მუნიციპალიტეტი მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, კახეთის მხარეში. მისი ფართობი შეადგენს 1251,7 კმ². აქედან, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს უკავია 93 375 ჰა, ხოლო ტყის რესურსი შეადგენს 5 500 ჰა-ს. სიღნაღის მუნიციპალიტეტს ჩრდილო-დასავლეთით და დასავლეთით ესაზღვრავრება [გურჯაანისა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%AF%E1%83%90%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%98) და [საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%AF%E1%83%9D%E1%83%A1_%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%98), სამხრეთ - აღმოსავლეთით კი  [დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%9D%E1%83%A4%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%AC%E1%83%A7%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%9D%E1%83%A1_%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%98), ჩრდილოეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით - [ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%AE%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%9E%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%98)და [აზერბაიჯანის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%98%E1%83%AF%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%A1%E1%83%9E%E1%83%A3%E1%83%91%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%99%E1%83%90)  სახელმწიფოს საზღვარი.

[ზაფხული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) ცხელია, [ზამთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98) კი ცივი. [ალაზნის ვაკეზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94) ჩამოყალიბებულია ზომიერად ნოტიო ჰავა, [ზამთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98) ზომიერად ცივია, ხოლო [ზაფხული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) ცხელი. [გომბორის ქედზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%91%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A5%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%98) ზომიერად ნოტიო და ზომიერად თბილი ჰავაა, [ზამთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98) აქ ცივია, ხოლო [ზაფხული](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) ხანგრძლივად თბილი. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 11°C-იდან 13°C-მდე. ნალექების მინიმუმით ხასიათდება [ივრის ზეგანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%95%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%96%E1%83%94%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98), სადაც წლიურად 400-500 მმ ნალექი მოდის. შედარებით მეტი ნალექი მოდის [გომბორის ქედზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%91%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A5%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%98) — 810 მმ წელიწადში [61].

**1.5.2 ჰიდროგრაფიული ქსელი**

ცხელი და მშრალი კლიმატის პირობებში მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის ზედაპირი ძირითადად მოკლებულია მუდმივ მდინარეებს. ჰიდროლოგიური ქსელი ალაგ-ალაგ არის განვითარებული და ძირითადად მშრალი ხევ-ხეობების ქსელით არის წარმოდგენილი. აქაურ მიწებზე მხოლოდ პატარა, მოკლე პერიოდული ხასიათის მდინარეებს ვხვდებით, რომლებიც, უმეტეს შემთხვევაში, ვერც იორამდე და ვერც ალაზნამდე ვერ აღწევენ. აქაური მიწის ზედაპირი დასერილია შემდეგი მდინარეებით: ველიჯვრით, ლეკისწყლით, უზუნდარასხევით, ქუშისხევით, ღორისწყლისხევით, ყუმურისხევით, პანტიშარისხევითა და სხვა მცირე მდინარეებით. ამ მდინარეების საზრდოობაში მონაწილეობას ღებულობენ უფრო წვიმის წყლები, ალაგ-ალაგ მიწისქვეშა წყლები. მხოლოდ მუნიციპალიტეტის სამხრეთი საზღვრის გასწვრივ გაედინება მდ. იორი დაახლოებით 35 კმ მანძილზე, ჩრდილო-აღმოსავლეთ საზღვრის გასწვრივ კი მდ. ალაზანი დაახლოებით 85 კმ მანძილზე. აღნიშნულ საზღვრებში მდ. იორი და ალაზანი ტრანზიტული მდინარეები დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არის რამდენიმე ტბა, რომელთაგან მდებარეობს პატარა ტბა, რომლის სანაპირო ძალზე შეჭრილ-შემოჭრილია.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორია ჰიდროგრაფიულ ქსელს მოკლებულია. აქაურ მიწაზე გვხვდება ძირითადად პერიოდული ხასიათის [მდინარეები](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94). გამოსაყოფია ორი მდინარე [ალაზანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98) და [იორი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98). [ალაზანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98) მუნიციპალიტეტის აღმოსავლეთ ნაწილში ჩამოედინება [ლაგოდეხისა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%AE%E1%83%98) და [აზერბაიჯანის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%98%E1%83%AF%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98)  საზღვათან, აქ [მდინარეს](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) კლაკნილი მიმართულება აქვს. მდინარე [იორი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98) [ივრის ზეგანს](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%95%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%96%E1%83%94%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98) კვეთს სამხრეთ ნაწილში. მთელ სიგრძეზე აქვს კარგად გამოხატული [მეანდრები](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%A0%E1%83%98). მუნიციპალიტეტის ფარგლებში [იორის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98) სიგრძე დაახლოებით 28 [კმ](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%9B)-ია. მთავარი შენაკადები: ალანდარის ხევი (მარცხ), [მათაგალონი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%98)(მარცხ). მშრალი ღელეები არის [გომბორის ქედის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%91%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A5%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%98) სამხრეთ-დასავლეთ კალთაზეც, მაგრამ ისინი [მდინარე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) იორამდე ვერ აღწევენ. მუნიციპალიტეტის მდინარეები დიდდება [გაზაფხულსა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) და [ზაფხულის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98) დასაწყისში, წელიწადის სხვა დროს კი წყალმცირობაა. აღსანიშნავია ასევე გომბორის კალთაზე არსებული მშრალი [ხევები](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%95%E1%83%98_(%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%9D%E1%83%91%E1%83%90)), რომლებშიც ძლიერი წვიმების დროს [წყალი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AC%E1%83%A7%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98) მიედინება.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტს მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების ზომიერი წყლის რესურსი გააჩნია. წყლის რესურსები წარმოდგენილია ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებით.მცირე რაოდენობით არის ჭარბტენიანი ტერიტორიებიც, რომლებიც ძირითადად მდინარის ჭალაშია განლაგებული.მათი ფართობი დაახლოებით 1000 ჰა-ია,რომელთა რაოდენობაც უკანასკნელ წლებში არ შემცირებულა [51].

**1.5.3 ნიადაგსაფარი**

მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის საზღვრებში გავრცელებულია ყავისფერი ნიადაგები. ამ ტიპის ნიადაგები განვითარებულია კარბონატულ ქანებზე და ამიტომ კარბონატულია, ხასიათდება დადებითი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით და საკმაოდ მაღალი ნაყოფიერებით. ყავისფერ ნიადაგებს აქვს მძიმე თიხნარი შედგენილობა, კარგად ჩამოყალიბებულ პროფილი (20-30 სმ), კაკლოვან-კოშტოვანი სტრუქტურა და დრენაჟის კარგი პირობები. რუხი-ყავისფერი ნიადაგები. მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე საკმაოდ ფართოდ არის გავრცელებული და ყავისფერი ნიადაგების ევოლუციის შემდეგ საფეხურზე იმყოფება. რუხი-ყავისფერი ნიადაგები მდიდარია თიხით, კარბონატულია, ხასიათდება ბიცობიანობით და დამლაშებით, აქვს დიფერენცირებული პროფილი, დადებითი ფიზიკური და მექანიკური თვისებები, აქვს აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საშუალო შემცველობა.

შავმიწისებრი ნიადაგები მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე საკმაოდ ფართოთ არის გავრცელებული, გამოირჩევა ჰუმუსის მაღალი შემცველობით(5-6%), მძიმე მექანიკური შედგენილობით, კარგი ფიზიკური თვისებებით. ალაგ-ალაგ შავმიწისებრი ნიადაგები დამლაშებულია. შავმიწისებრი ნიადაგები გამოიყენება სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაყვანად. ასეთი ნიადაგები ძირითადად ათვისებულია მარცვლოვანი კულტურებით. ის შეიცავ ჰუმუსს -4-6%. მდიდარია ძირითადი საკვები ელემენტებით (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი) [58].

მდინარეების ალაზნისა და იორის ჭალების გასწვრივ განვითარებულია ალუვიური ნიადაგები. მათი დიდი ნაწილი გამოიყენება ბაღჩეული კულტურების მოსაყვანად, ხოლო ნაწილი დაფარულია ჭალის ტყის მასივებით. ნიადაგი კარბონატულია, საკმაოდ მდიდარია მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტებით. ალაგ-ალაგ ალუვიური ნიადაგები დამლაშებას განიცდის, ზოგან ვხვდება მისი დაჭაობებული უბნები.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სასოფლო სამეურნეო სავარგულების საერთო ფართი შეადგენს 93 375 ჰა-, აქედან სახნავ-სათესს მიწები მოიცავს 40 758 ჰა-ს, საძოვარი- 52 53 ჰა.

ივრის ზეგანზე განვითარებულია მცირე და საშუალო სისქის შავმიწები, აგრეთვე წაბლა ნიადაგები დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების კომპლექსით. [გომბორის ქედის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%9D%E1%83%9B%E1%83%91%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A5%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%98) კალთებსა და მთისწინეთში გაბატონებულია ტყის ყავისფერი [ნიადაგები](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%98). [ალაზნის ვაკეზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94) გვხვდება [ტყე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%94) [სტეპის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%9E%E1%83%98) გარდამავალი ზოლის შავმიწისებრი, ალუვიურ-კარბონატული და მდელოს კარბონატული ნიადაგები.

**1.5.4 ბიომრავალფეროვნება**

**ტყის რესურსები:** დედოფლისწყაროსმუნიციპალიტეტში არიდული ნათელი ტყეები საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ივრისზეგანზე და ელდარის ვაკე დაბლობზე (ჭაჭუნას, კოწახურის, ბურდოს მთის, ვაშლოვანის,ყარადარის, ყუმროის, ბუღა-მოედნის და სხვათა მიდაოებში). ალაგ-ალაგ გვხვდება ჭალისტყის გავრცელების ადგილები. ჭალის ტყეები გავრცელებულია მდ.ალაზნისა და ივრისკალაპოტების გასწვრივ. კერძოდ, ალაზნის გასწვრივ – მიჯნის ყურეში, სოფ. საბათლოს მიდამოებში, არფადარსა და მიჯნისყურის ხევების შესართავებთან, ხოლო მდ. ივრისხეობაში – ჭაჭუნის მიდამოებში.

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტყით დაფარული 5500 ჰექტარი მოიცავს მთისა და ჭალის ტყეებს. ადმინისტრაციულ ერთეულში ტყე მთლიანად სახელმწიფო საკუთრებაშია. მიუხედავს იმისა, რომ ტყის რესურსები დიდია, ძირითად პრობლემებად რჩება ტყის ჭრა და ქარსაცავი ზოლების შემცირება. 1990 -იანი წლების შემდეგ, ქარსაცავი ზოლების გაშენება არ მიმდინარეობს. ტყის გაკაფულ ადგილებში ბუნებრივი კატასტროფებიდან ადგილი ჰქონდა ღვარცოფს და სანაპირო ზოლის წარეცხვას.

**ფლორა და ფაუნა:** დედოფლისწყაროში გვხვდება ნახევარუდაბნოს მცენარეულობა, აგრეთვე უროიან-ვაციწვერიან და ჯაგეკლიანი სტეპური, ჰემიქსელური მეჩხერი და ჭალის ტყეები. მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაკრძალი ხასიათდება განუმეორებელი ლანდშაფტებით. გვხვდება გრაკლა, ბალღოჯი, აკაკი, შავჯაგა, ბროწეული და სხვ. ბალახოვანი საფარიდან გავრცელებულია ავშნიანი,უროიანი და მლაშობურიანი დაჯგუფებები. ივრის ზეგანზე შემორჩენილია არიდულივაციწვერა, ურო, კოფრჩხილა და სხვ. ივრის პირას გაბატონებულია ტუგაის ტყეები [38.42].

მრავალფეროვანია აქაური ფაუნა. ძუძუმწოვრებიდან გვხვდება ფოცხვერი, ტურა, მელა,მგელი, ლელიანის კატა, დედოფალა, მაჩვი. მცირე რაოდენობით (რამდენიმე ერთეულად)გვხვდება ჯეირანი ანუ ქურციკი და ზოლებიანი აფთარი. რადგან მათი რაოდენობათითქმის განულებულია, ისინი შეტანილია „საქართველოს წითელ წიგნში“.უხვადაა მღრღნელებიც. მათ შორის აღსანიშნავია მექვიშია, მემინდვრია და ტყის თაგვი.

ქვეწარმავლებიდან ბინადრობს გიურზა. ფრინველებიდან გავრცელებულია გნოლი,სავათი, კვირიონი, ტოროლა, ყვავი, მწყერი, მოლაღური, ჩხართვი, უფეხურა, კაკაბი და ა.შ. ალაზანსა და იორში არის მურწა, ხრამული, მტკვრის ტობი, თაღლითა და სხვ [38. 42].

სიღნაღის ტერიტორიაზე, [ივრის ზეგანზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%95%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%96%E1%83%94%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98) გავრცელებულია ვაციწვერიანი და [უროიანი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%9D%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98) სტეპები, გვხვდება ასევე ჯაგეკლიანი ბუჩქნარებიც. ივრის ზეგნის სამხრეთ ნაწილში გვხვდება ნაცარქათამასებრთა ოჯახში შემავალი ბუჩქი [ჩარანი](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%A9%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98&action=edit&redlink=1), რომლისგანაც იღებენ სოდას. [ნახევარუდაბნოს](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%AE%E1%83%94%E1%83%95%E1%83%A0%E1%83%90%E1%83%93_%E1%83%A3%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%9C%E1%83%9D%E1%83%A1_%E1%83%96%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98) მცენარეულობიდან არის ასევე, [აბზინდა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%96%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%90), [ხურხუმო](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%AE%E1%83%A3%E1%83%9B%E1%83%9D&action=edit&redlink=1) და [ყარღანი](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%A7%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%A6%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98&action=edit&redlink=1). ნათელ ტყეს ქმნის [ქართული ნეკერჩხალი](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98_%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%99%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%A9%E1%83%AE%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98&action=edit&redlink=1), [ღვია](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A6%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%90), [საღსაღაჯი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%A6%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%A6%E1%83%90%E1%83%AF%E1%83%98) და სხვ. აქვე არის კლდის ქსეროფიტული მცენარეულობა. [მდინარე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) ივრის ნაპირებთან არის [ჭალის ტყეები](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AD%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%94) : წნორი, ჭალის ვერხვი, [იალღუნი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%A6%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%98) და სხვ. [ალაზნის ვაკეზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94) გავრცელებულია ჯაგეკლიანი სტეპი ტყის ელემენტებით. გომბორის ქედის ტყეებზე აღსანიშნავია [მუხა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%A3%E1%83%AE%E1%83%90) და [რცხილა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A0%E1%83%AA%E1%83%AE%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%90). ტყესტეპებს ქმნის [ჯაგრცხილა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AF%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%A0%E1%83%AA%E1%83%AE%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%90), [ძეძვი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AB%E1%83%94%E1%83%AB%E1%83%95%E1%83%98) და სხვა სახეობის [მცენარე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%AA%E1%83%94%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94).

სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე დიდი რაოდენობით გვხვდება[ტურა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%90), [მგელი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%92%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98), [მელა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%90), [მაჩვი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%A9%E1%83%95%E1%83%98), [კვერნა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%9C%E1%83%90), [დედოფალა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%93%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%9D%E1%83%A4%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90), [კურდღელი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%93%E1%83%A6%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98), [ლელიანის კატა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%A2%E1%83%90);[მდინარე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94)ივრის პირას [ჭალის ტყეში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AD%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%94) ბინადრობს [გარეული ღორი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98_%E1%83%A6%E1%83%9D%E1%83%A0%E1%83%98). მცირე რაოდენობით არის[ზოლებიანი აფთარი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%9D%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%98_%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98). მღრღნელებიდან აღსანიშნავია [ზაზუნა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%96%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%90), [ტყის თაგვი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%95%E1%83%98), [ბუჩქნარის მემინდვრია](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%91%E1%83%A3%E1%83%A9%E1%83%A5%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%95%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%90&action=edit&redlink=1), მექვიშია და სხვ.

ფრინველებიდან გვხვდება [მწყერი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%AC%E1%83%A7%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%98), [შაშვი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%95%E1%83%98), [ხოხობი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AE%E1%83%9D%E1%83%AE%E1%83%9D%E1%83%91%E1%83%98), [კაკაბი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%98), [კაჭკაჭი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%AD%E1%83%99%E1%83%90%E1%83%AD%E1%83%98), [ყვავი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A7%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%95%E1%83%98), [გნოლი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%9C%E1%83%9D%E1%83%9A%E1%83%98) და სხვ. [მდინარეებში](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) არის [თაღლითა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%97%E1%83%90%E1%83%A6%E1%83%9A%E1%83%98%E1%83%97%E1%83%90), [ფრიტა](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A4%E1%83%A0%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%90), [გველანა](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%92%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%90&action=edit&redlink=1), [ქაშაპი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%9E%E1%83%98) და სხვა [38.46].

**1.5.5 დაცული ტერიტორიები და ბუნებრივი ლანდშაფტები**

დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიის დიდი ნაწილი სასოფლო-სამეურნეო მიწებად გამოიყენება. ამიტომ ბუნებრივი ლანდშაფტები ძირითადად შენარჩუნებულია დაცულ ტერიტორიებზე.

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის საზღვრებში მდებარე ზომიერად მშრალ სუბტროპიკულ ვაკეების გორა-ბორცვიან რელიეფზე და ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული მთისწინეთის ზოლში განვითარებულია:

* ელდარის ვაკე-დაბლობის მურა და დამლაშებულ ნიადაგებზე – ნახევარუდაბნოსლანდშაფტი ავშნიან-ყარაღანიანი და ვეძიანი მცენარეული ასოციაციებით;
* ივრის ზეგნის სამხრეთ ნაწილში, ძლიერ დანაწევრებული დაბალი ქედებისა და სერებისრუხყავისფერ მურა და ნაწილობრივ დამლაშებულ ნიადაგებზე, ჯერ კიდევ ცალკეულუბნებად შემორჩენილი არიდული ნათელი ტყის ლანდშაფტი;
* სინკლინურ ვაკეებზე და მიმდებარე სერების კალთების ქვედა ნაწილში (დიდი შირაქი,პატარა შირაქი, ტარიბანა, ნატბეური, ჭაჭუნა და სხვა) შავმიწა და მდელოს ყავისფერნიადაგებზე სხვადსხვა ხარისხით დეგრადირებული უროიან-ვაციწვერიანი ველისლანდშაფტი, ჯაგეკლიანი ველების ცალკეული უბნების მონაწილეობით;
* მდ. იორის და ალაზნის ხეობების ძირზე (მუნიციპალიტეტის საზღვრებში) ჭალი(ტუგაის ტიპის) ლანდშაფტის ცალკეული მონაკვეთები.

სიღნაღის უნიციპალიტეტისტერიტორიაზეგამოიყოფა [ლანდშაფტის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%A2%E1%83%98) შემდეგი სახეები :

* ჯაგეკლიანი [სტეპური](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%9E%E1%83%98) ვაკე ჰალოფილური [მცენარეულობით](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%AA%E1%83%94%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94) შავმიწისებურ ალუვიურ და დამლაშებულ [ნიადაგებზე](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%90%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%98);
* [ტყის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A2%E1%83%A7%E1%83%94) ყავისფერი ნიადაგები [გამოზიდვის კონუსებით](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%9D%E1%83%96%E1%83%98%E1%83%93%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%99%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%A3%E1%83%A1%E1%83%98) ჯაგ-რცხილნარითა და ჯაგეკლიანი სტეპებით;
* ვაკე ტაფობები [სტეპის](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%9E%E1%83%98) მცენარეულობით შავმიწა და წაბლა ნიადაგებით;
* რუხ ყავისფერი ნიადაგები არიდული მცენარეულობით;
* ტაფობები ჰალოფილური მცენარეულობით;
* ტყის ყავისფერი და ყომრალი ნიადაგები მუხნარ რცხილნარით;
* [ტუგაის](https://ka.wikipedia.org/w/index.php?title=%E1%83%A2%E1%83%A3%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%98&action=edit&redlink=1) ტყის [ლანდშაფტი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%A4%E1%83%A2%E1%83%98)

დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის ტერიტორიაზე ბუნებრივი ლანდშაფტების ცვლილება შეიძლება გამოწვეული იყოს ბუნებრივი და ანთროპოგენური მიზეზებით. ბუნებრივი მიზეზები შეიძლება დაიყოს ორ კატეგორიად: გეოლოგიური პროცესები და კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული პროცესები [7.8].

გეოლოგიური პროცესებიდან ლანდშაფტის ცვლილების გამოწვევა შეუძლია ძლიერ მიწისძვრებსა და მეწყერებს, რაც დედოფლისწყაროს რაიონისთვისაა დამახასიათებელი. რაც შეეხება კლიმატის ცვლილებას, მიმდინარე საუკუნის დასასრულისათვის რაიონის ბუნებრივ ლანდშაფტებს მნიშვნელოვანი ცვლილებების საფრთხე ემუქრება. რაიონისათვის დამახასიათებელი სუბტროპიკული სუბარიდული ლანდშაფტები, ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის 2-3°C-ით გაზრდისა და ნალექების 200 მმ-ით შემცირების შემთხვევაში, ტრანსფორმირდებიან სუბტროპიკულ არიდულ ლანდშაფტებად ბიომრავალფეროვნების შესაბამისი გაღარიბებით. კერძოდ, შიბლიაკით, ვაციწვერათი და წვერათი დაფარული სტეპები თანდათან ადგილს დაუთმობენ სურნელოვანი აბზინდითა და ჩარანით დაფარულ უდაბნოებსა და ნახევარუდაბნოებს **[14. 26].**

ბუნებრივი ლანდშაფტების ცვლილების ანთროპოგენული მიზეზები შეიძლება ოთხი ძირითად ჯგუფად დაიყოს: ჭარბი ძოვება; ქარსაფარების გაჩეხვა; საძოვრებისა და ნაყანები ტერიტორიების გადაწვა; საძოვრებისა და ჭალის ტყეების გადახვნა.

თითოეულმა ამ ფაქტორთაგანმა გასული საუკუნის მანძილზე სხვადასხვა დროს იჩინა თავი დედოფლისწყაროსს და სიღნაღის რაიონის ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის საქმეში. ჭარბი ძოვების პრობლემა მეტნაკლები სიმძაფრით დედოფლისწყაროს რაიონის საძოვრების 80% ფართობზე შეინიშნება. განსაკუთრებით მოწყვლადი აღმოჩნდა ფერდობების სამხრეთი ნაწილები, სადაც მზის ინტენსიური რადიაციის ზეგავლენით ბევრ ადგილას უკვე აშკარად ვლინდება გაუდაბნოების პროცესის დასაწყისი.

ქარსაფარების უკანონო ჩეხვამ, ენერგეტიკულ კრიზისთან დაკავშირებით, რაიონში მასშტაბური ხასიათი მიიღო გასული საუკუნის 90-იან წლებში. ეს ზოლები დღეისთვის პრაქტიკულად მთლიანად განადგურდა და შემორჩენილია მხოლოდ ამონაყარის სახით. ძლიერი ქარების გახშირების პირობებში ამან ხელი შეუწყო მიწის ზედაპირის ქარისმიერი ეროზიის გაძლიერებას, რამაც ჭარბ ძოვებასთან ერთად გაააქტიურა ბუნებრივი საძოვრების ცალკეულ უბნებზე გაუდაბნოების პროცესები.

რაიონში ტყის საფარის გაჩეხვას თან მოჰყვა ფაუნის სახეობრივი გაღარიბება. ტყე კარგავს მსხვილი ძუძუმწოვრების საბინადრო გარემოს ფუნქციას, რაც იწვევს მათ გადაშენებას, ან მიგრაციას [26.29].

საძოვრების გადაწვა ძალზე უარყოფით გავლენას ახდენს გორაკ-ბორცვიანი საძოვრების ფერდობებსა და ხევებში განვითარებული ბუჩქნარების სიხშირეზე, რის გამოც ხდება მისი დეგრადირება და ხშირად სრული მოსპობა. ბუჩქნარის გაქრობა თავის მხრივ იწვევს ნიადაგიდან ტენის აორთქლების მატებას და გაუდაბნოების ეფექტის გაძლიერებას. განსაკუთრებით მკვეთრად იცვლება ბუნებრივი ლანდშაფტები საძოვრების გადაწვის შედეგად იმ ფართობებზე, სადაც ძოვისმიერი ეროზია აშკარადაა გამოხატული. რაიონის ტერიტორიაზე საძოვრებისა და ნაყანების გადაწვა დღეისთვის პრაქტიკულად სრული უკონტროლობის პირობებში ხდება და მისი უარყოფითი ზეგავლენა ბუნებრივ ლანდშაფტებზე, ფლორასა და ფაუნაზე, მეტად დიდია. კერძოდ, ბოლო ათწლეულში რაიონის სტეპურ ზონაში ძალზე იშვიათი გახდა ქურციკისა და შველის პოპულაციები.

საძოვრებისა და ჭალის ტყეების გადახვნა ძირითადად 1990-იან წლებამდე წარმოებდა და მას აგრეთვე შეჰქონდა გარკვეული წვლილი ბუნებრივი ლანდშაფტების შეცვლაში. ამ პროცესს თან სდევდა სტეპური მცენარეულით დაფარული ფართობების დასარევლიანება, ჭალის უნიკალური ტყეების განადგურება და მათი ჩანაცვლება ბაღჩებით. დღეისთვის ასეთი ფართობების უმეტესობა სახნავად გამოიყენება, რაც გამორიცხავს აქ ჭალის ბუნებრივად აღდგენის შესაძლებლობას. დარჩენილი მიტოვებული ადგილები კი დასარევლიანებული და დეგრადირებულია. ჭალის ტყეების გადახვნის შედეგად შემცირებულია მათი ქარშემკავებელი და ნაპირსამაგრი ფუნქცია, რაც კლიმატის ცვლილების დადგენილი ტენდენციების გათვალისწინებით გაუდაბნოების პროცესს უწყობს ხელს.

ამ ტყეების გაჩეხვა მეტად უარყოფით გავლენას ახდენს დედოფლისწყაროს და სიღნაღის რაიონის ბიომრავალფეროვნებაზეც, რადგან გასული საუკუნის მეორე ნახევრამდე ალაზნისა და ივრის ჭალებში მრავლად იყო გავრცელებული სხვადასხვა ჯიშის ნადირ-ფრინველი, რომელიც ჭალის ტყეების განადგურების შემდეგ პრაქტიკულად გადაშენების გზას დაადგა [ 29. 44].

აღსანიშნავია ისიც, რომ დედოფლისწყაროს რაიონის დაცული ტერიტორიები დღეისათვის ყველაზე ნაკლებად განიცდიან ანთროპოგენულ ზემოქმედებას, ამ ტერიტორიაზე წარმოდგენილი მცენარეული საფარი, ინდიკატორის სახით, წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული გარემოზე კლიმატის ცვლილების გავლენის შესაფასებლად. კერძოდ, სტეპების ამჟამად არსებულ მცენარეულ საფარში არიდული სტეპებისა და ნახევარ უდაბნოებისათვის დამახასიათებელ სახეობათა მოჭარბება დამატებითი ნიშანი იქნება რაიონის ტერიტორიაზე გაუდაბნოების პროცესების დაწყებისა. იგივე ითქმის ცხოველთა სამყაროზეც, რომელიც ასევე მწირი გახდება მცენარეული საფარის გაღარიბების კვალობაზე.

ლანდშაფტის თანამედროვე განმარტების მიხედვით, მცენარეებთან ერთად ფაუნის წარმომადგენლებსაც უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. დედოფლისწყაროს რაიონის ცენტრალურ და სამხრეთ ნაწილებში შესაძლო გაუდაბნოება საფრთხეს შეუქმნის ქურციკის ფარების, სარსარაკის, სავათის, წითელი იხვისა და მტრედების მრავალათასიანი გუნდების არსებობას, რომლებიც მცენარეულ საფართან ერთად ქმნიან სტეპის ლანდშაფტისთვის დამახასიათებელ მრავალფეროვან სურათს. ტერმინი უდაბნო, 100 მმ-ზე ნაკლები წლიური ნალექების მქონე ტერიტორიასთან ერთად, გულისხმობს სიცოცხლის ფორმათა მრავალფეროვნებით უკიდურესად გაღარიბებულ [42.44]

**1.6 ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა**

**ალაზნის ველის ეკოსისტემებზე**

კლიმატური ფაქტორები (მზის სხივური ენერგია, ტემპერატურა, შეფარდებითი ტენიანობა, ნალექები და ქარი), განსაკუთრებით კი თერმული, ახდენს პირდაპირ ზეგავლენას ხმელეთის ეკოსისტემებზე, ბიოტების გეოგრაფიულ განაწილებაზე, მათ სეზონურ ცვლილებებზე, ეკოსისტემის სახეობრივ შემადგენლობაზე, ბიომრავალფეროვნებასა და პროდუქტიულობაზე. ბიოლოგიურ სისტემებზე კლიმატის ზემოქმედების გამოვლინება ხდება გეოფიზიკური და გეოქიმიური ფაქტორების კომპლექსის ცვლილების გზით, რომელიც ექვემდებარება კლიმატურ ცვალებადობას. ტემპერატურა არის ერთ ერთი მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ფაქტორი ეკოსისტემაში შემავალი ცოცხალი კომპონენტებისათვის. ის სხვა კლიმატურ ფაქტორებთან ერთად განაპირობებს ორგანიზმის ცხოველქმედებას, ზრდა-განვითარებას და განაწილებას [63].

ცოცხალ ორგანიზმებს ევოლუციის პროცესში გამოუმუშავდათ ტემპერატურის მიმართ გარკვეული დამოკიდებულება. მათ განვითარებისთვის სჭირდებათ სითბოს განსაზღვრული რაოდენობა. ცოცხალ ორგანიზმებს ტემპერატურის განსაზღვრული მინიმუმის დროს შეუძლიათ განვითარების დაწყება, რომელსაც „სასიცოცხლო ნული“ ეწოდება. იგი სხვადასხვა ორგანიზმისთვის სხვადასხვაა და დამოკიდებულია ამ ორგანიზმის მემკვიდრულ თვისებებზე და იმ საარსებო პირობებზე, რომელშიც ევოლუციურად ჩამოყალიბდა სახეობა. სიცივის გამძლე მცენარეებისთვის „სასიცოცხლო ტემპერატურის ნული“ დაახლოებით +50C უდრის, ზომიერი სარტყლის მცენარეებისთვის +100C, ხოლო სითბოს მოყვარულთათვის +150C და მეტსაც. რაც შეეხება ტემპერატურის ოპტიმუმს, როდესაც ორგანიზმი საუკეთესო ზრდით ხასიათდება იგი სხვადასხვაა მცენარებისა და ცხოველების სხვადასხვა ჯგუფებისთვის. მცენარეებისთვის იგი მერყეობს 25-300-ს შორის. ტემპერატურის მაქსიმუმი, როდესაც მცენარე წყვეტს ზრდას დაახლოებით 40-500-ის ფარგლებში მერყეობს [62].

ბიოლოგიურმა სახეობებმა ევოლუციის პროცესში შეიძინეს ადაპტაციის მექანიზმები კლიმატური ფაქტორების თანდათანობით და ხანგრძლივად მიმდინარე ცვლილებების მიმართ. მცენარეებს მაღალი და დაბალი ტემპერატურისაგან თავის დასაცავად გამოუმუშავდათ სხვადასხვა ადაპტაციები: ანატომიურ-მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ეკოლოგიური.რაც შეეხება ცხოველებს, მათი აქტიური ცხოვრება შესაძლებელია ტემპერატურის მხოლოდ ვიწრო დიაპაზონში 00-დან დაახლოებით 500C-მდე. ცხოველებისთვის ტემპერატურული ადაპტაციის მექანიზმები განსხვავებულია პოიკილოთერმულ და ჰომოიოთერმულ ორგანიზმებში. ცხოველების არახელსაყრელი ტემპერატურისადმი შეგუება გამოიხატება მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და ეთოლოგიურ ადაპტაციებში [64].

გარდა ცალკეული ორგანიზმებისა კლიმატური ფაქტორების და განსაკუთრებით ტემპერატურის მიმართ მგრძნობელობას იჩენს თვით ეკოსისტემა და მასში გაერთიანებული მრავალი თანასაზოგადოება. ასე რომ ეკოსისტემის მგრძნობელობის ხარისხი კლიმატური ცვლილებების მიმართ დამოკიდებულია მის ბიოტურ და აბიოტურ კომპონენტებს შორის სტრუქტურულ და ფუნქციონალურ ურთიერთზემოქმედებაზე ეკოსისტემის შიგნით. ცოცხალი ორგანიზმების მსგავსად ცალკეული ბიოსისტემებისთვისაც დამახასიათებელია ცვალებადობა როგორც დღე-ღამის, ისე სეზონისა და წლების განმავლობაში.

რაც შეეხება ალაზნის ველის ტერიტორიაზე (დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტი) არსებულ ეკოსისტემებსა და მასში არსებულ ბიომრავალფეროვნებას, ისინიც სხვა ბიოსისტემების მსგავსად განიცდიან მიმდინარე კლიმატის ცვლილების ზეგავლენას. ბოლო წლების მანძილზე დედოფლისწყაროს და სიღნაღის რაიონში არსებულმა ეკოსისტემებმა და მისმა ბიომრავალფეროვნებამ მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადეს, ეს ეხება ძირითადად ტყისა და ნახევარუდაბნოს ეკოსისტემებს.

იმისათვის რომ დადგინდეს კლიმატის ცვლილება ახდენს თუ არა რაიმე მნიშვნელოვან ზეგავლენას აქ არსებულ ბუნებრივ ეკოსისტემებზე და მის ბიომრავალფეროვნებაზე, ამისათვის საჭიროა ვიცოდეთ მისი მცენარეული კომპონენტების ფენოლოგიური რითმის მრავალწლიანი დინამიკა, რისთვისაც საჭიროა სისტემატიური და დეტალური დაკვირვება მცენარეების ფენოფაზებზე. ვინაიდან, მხოლოდ ამ შემთხვევაშია შესაძლებელი იმის დადგენა თუ რა გავლენას ახდენს კლიმატის ცვლილება სახეობის განვითარებაზე და ბიომრავალფეროვნების მდგომარეობაზე. მსგავსი კვლევები ამ რეგიონში და ზოგადად საქართველოში ბოლო პერიოდში არ ჩატარებულა [62].

დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული დაცული ტერიტორიების სისტემაში შედის სხვადასხვა ტიპის ფიტოცენოზები, რომელთაც ჯერ კიდევ შენარჩუნებული აქვთ ბუნებრივი სახე და მომავალში აქ ანთროპოგენული ზეგავლენის გამორიცხვით შესაძლებელი გახდება უნიკალური არიდული ეკოსისტემების გადარჩენა და მათი ბიომრავალფეროვნების აღდგენა და შენარჩუნება.

რაც შეეხება დედოფლისწყაროს ტყის ეკოსისტემებს და მის ბიომრავალფეროვნებას, ძლიერ სახეცვლილია; აღმოსავლეთ საქართველოსთვის დამახასიათებელი მუხნარ-რცხილნარი ტყეები მხოლოდ მცირე ფრაგმენტების სახითაა შემორჩენილი (მაგ. არწივის ხეობაში). ნათელი ტყეების ფართობიც შემცირებულია მსხვილფეხა საქონლისა და ცხვრის ინტენსიური ძოვების შედეგად, გარდა ამისა ტყეები ინტენსიურად იჩეხებოდა შეშისა დანახშირის მოპოვების მიზნით. ტყის ნაალაგარზე კი განვითარდა ძეძვიანები და ჯაგეკლიანი სტეპები. ეს გახლავთ კლასიკური მაგალითი ანთროპოგენული სუქცესიის, თუ როგორ შეიძლება ადამიანის არასწორი სამეურნეო საქმიანობით შეიცვალოს ერთი ტიპის ეკოსისტემა მეორით.

მიუხედავად იმისა, რომ კლიმატის ცვლილების ბოლო 25 წლის მონაცემებით საქართველოში და კერძოდ, დედოფლისწყაროს რაიონში წინა წლებთან შედარებით ოდნავ დამთბარია და შეინიშნება სხვა კლიმატური პარამეტრების ცვლილებებიც, ბუნებრივი ეკოსისტემები, მათ შორის დაცულ ტერიტორიებზე, არსებული ბიოსისტემები და მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდი არ შეცვლილა. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს მკაცრი კლიმატური ზონის მცენარეებში ტემპერატურული ცვლილებების მიმართ არსებული ტოლერანტულობის ფართო დიაპაზონი. ან ის, რომ მცენარეები რეაგირებენ არა კლიმატის საშუალო პარამეტრების ცვლილებაზე, არამედ, მათთვის უფრო მნიშვნელოვანია დღე-ღამური კლიმატური პარამეტრების წლიური მიმდინარეობის ცვლილების ხასიათი და ზოგ შემთხვევაში ექსტრემალური კლიმატური პარამეტრები, რომელმაც შეიძლება მკვეთრად შეცვალოს ეკოსისტემის ბიომრავალფეროვნება. ამ ტერიტორიებზე დაცულია არიდული მეჩხერი ტყის, სტეპის, ფართოფოთლოვანი, ჭალის ტყისა და ნახევრად უდაბნოს ჰაბიტატები, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც გაუდაბნოების ბუნებრივი ინდიკატორები. მაგალითად, ბოლო ათწლეულში დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში შეიმჩნევა მაჩვზღარბასა და მიწის კურდღლის ცალკეული პოპულაციების გაჩენა ვაშლოვანის ნაკრძალში, რომლებიც დამახასიათებელია პაკისტანისა დაირანის ცხელი არიდული რაიონებისათვის. მოგვიანებით აღინიშნა მათი გავრცელება დაცული ტერიტორიების ფარგლებს გარეთაც. ამასთან ერთად დედოფლისწყაროს ზოგ ადგილებში ადგილი აქვს ხოხბის პოპულაციების შემცირებას, რაც ზემოთ აღნიშნულ ფაქტორებთან ერთად გარკვეულწილად შეიძლება მიგვანიშნებდეს გაუდაბნოების პროცესის დაწყებას[26. 45. 51. 65].

ამგვარად, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში მოსალოდნელი საფრთხე ფლორისა და ფაუნისათვის შეიძლება იყოს დაცულ ტერიტორიებზე მობინადრე მცენარეების ენდემური ჯიშების გადაგვარება, ცხოველების და ფრინველების სხვა ადგილებში გადასვლა; აგრეთვე, მიგრაციული ფრინველების შემცირება და სახეობების შეცვლა.

რაც შეეხება დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების მცენარეულ საფარს, ისინი ძირითადად წარმოდგენილია შემდეგი უდაბნოს სახეობებით: ავშანი, ჩარანი, ყორღანი, ხურხუმი და სხვ., ხოლო სტეპის მცენარეულობა ორი ფორმაციითაა წარმოდგენილი - უროთი და ვაციწვერათი, ხოლო ბუჩქნარებიდან სჭარბობს ძეძვიანები და ჯაგრცხილიანები. უკანასკნელ პერიოდში შეიმჩნევა სტეპებისათვის დამახასიათებელი მცენარეების ჩანაცვლება უდაბნოს მცენარეულობით. ეს ტენდენცია განსაკუთრებით ვლინდება დედოფლისწყაროს სამხრეთ ნაწილში, სადაც თავმოყრილია ზამთრის საძოვრების დიდი ნაწილი.

კლიმატის მიმდინარე გლობალური ცვლილება მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. უარყოფითი ეფექტებიდან გასათვალისწინებელია: გვალვიანი რეგიონების არეალების გადიდება, აორთქლების ხარჯზე ტენის დეფიციტის გაზრდა და მოსავლიანობის დანაკარგი; აორთქლების ინტენსივობის ზრდასთან ერთად ნიადაგის დამლაშების პროცესების გაძლიერება; ნიადაგის ორგანული მასის სწრაფი მინერალიზაცია და გამოფიტვა; სასოფლო - სამეურნეო კულტურათა დაავადებებისა და მავნებლების უკეთესი გამოზამთრება და შედეგად მათი ინტენსიური გამრავლება; გახშირებული და გაზრდილი ინტენ­ს­ი­ურობის სტიქიური მოვლენები (წყალდიდობები, წყალმოვარდნები, ძლიერი ქარები, რაც იწვევს ეროზიული პროცესების გაძლიერებას, სეტყვიანობის რისკის ზრდა და ა.შ.) ყოველივე ეს იწვევს სახნავი მიწების პროდუქტიულობის შემცირებას და მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას [71].

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 38% კახეთის რეგიონშია. განსაკუთრებით დიდია სახნავი და სათიბ-საძოვარი სავარგულების ფართობები. ამ კატეგორიის სავარგულების მიხედვით, კახეთი პირველ ადგილზეა საქართველოში, რის გამოც, იგი მემარცვლეობისა და მეცხოველეობის წამყვანი რეგიონია. კახეთში არსებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სიდიდით გამორჩეულია დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი, მას მოსდევს სიღნაღი და ა.შ. სწორედ ამ მუნიციპალიტეტებში დაწყებულია გაუდაბნოების პროცესი, ნიადაგის დამლაშების პროცესები და მიმდინერეობს ნიადაგის დეგრადაცია. ამ ორ მუნიციპალიტეტში ადრე არსებული 3 000 ჰა ქარსაფარიდან გაჩეხილია სულ მცირე 75 % [46. 47].

დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტები, რომლებიც გამოირჩევიან ურწყავი სახნავი ფართობების სიუხვით, წარმოადგენენ ხორბლის, ქერის და სხვა მარცვლოვნების ძირითად მწარმოებელ რაიონებს.

გვალვების სიხშირის მატების გამო, დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სოფლის მეურნეობა ყოველწლიურად დიდ მატერიალურ ზარალს განიცდის. შედეგები აისახება როგორც ერთწლიანი, ისე მრავალწლიანი კულტურების და საკვები ბალახების მოსავლიანობის კლებაში. ძლიერი გვალვის შედეგად 2000 წელს 16 000 ჰა ფართობზე მთლიანად განადგურდა მზესუმზირის ნათესები, ხოლო 2001 წელს - საგაზაფხულო კულტურები 22 800 ჰა-ზე. აღსანიშნავია, რომ ბოლო 5-წლიანი პერიოდი ხასიათდებოდა მომატებული გვალვიანობით, რამაც გამოიწვია კულტურების მოსავლიანობის შემცირება 20-60%-ით როგორც ერთწლიანი, ისე ხილისა და ყურძნის კულტურებისათვის. ამავე დროს გახშირებული გვალვების შედეგად ზოგიერთი კულტურების წარმოებამ საერთოდ დაკარგა აზრი და ეს მიმართულებები გახდა არარენტაბელური. მაგალითად, დედოფლისწყაროს რაიონში სწორედ გვალვების გამო, ვერ ხერხდება მზესუმზირისა და სიმინდის მაღალი მოსავლის მიღება. ამრიგად, საფრთხე ექმნება ნათესი ფართობებისა და ბიომრავალფეროვნების შემცირებას.

მნიშვნელოვანი პრობლემაა სიღნაღის რაიონისთვის ნიადაგის დაჭაობების პროცესი, რომლის ძირითადი მიზეზი არის სადრენაჟო არხების გაუმართაობა, საირიგაციო არხების ამორტიზაცია/ფილტრაცია და მიშვებითი მორწყვის გავრცელებული პრაქტიკა. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს განსაკუთრებულ საფრთხეს უქმნის მდინარე ალაზანი საქართველო-აზერბაიჯანის სასაზღვრო მონაკვეთზე. უკანასკნელი 15 წლის განმავლობაში მდინარემ 100 ჰა-ზე მეტი სახნავი და საძოვარი მიწები ჩარეცხა და ამ ტიპის დანაკარგი ყოველწლიურად მატულობს ინტენსიური ნალექების გამო. საშიში გახდა მიწისქვეშა მავნებლების (განსაკუთრებით კავკასიის მარმარა ღრაჭას) გავრცელება კახეთის ნიადაგებში, რომელიც ახალშენ ვენახს აზიანებს. გარდა ამისა, მიუხედავად აქტიური ღონისძიებების განხორციელებისა, მაღალია კალიების მიგრაციის რისკი მეზობელი ქვეყნებიდან, რადგან მათთვის ხელსაყრელი კლიმატური პირობებია ჩამოყალიბებული.

კლიმატის ცვლილების გავლენა კახეთის ნიადაგებზე სერიოზული ანთროპოგენური დატვირთვის ფონზე მიმდინარეობს, რაც კიდევ უფრო აძლიერებს ამ ცვლილების უარყოფით გავლენას. დედოფლისწყაროს და სიღნაღის სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე უარყოფითი გავლენა ძირითადად განპირობებულია მაქსიმალური სიჩქარის გაზაფხულის ქარებით და გვალვებით. ადგილი აქვს ასევე ნიადაგების დამლაშებას, რომელიც თითქოს არაპირდაპირაა კლიმატთან დაკავშირებული, მაგრამ მჭიდრო კავშირშია გვალვებთან. დღეისათვის, უხეში შეფასებებით, კახეთში სულ მწყობრიდან გამოსულია 27 000 ჰა სასოფლო-სამეურნეო მიწა, რაც საერთო სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 5 %-ს შეადგენს.

დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტებისთვის სერიოზული პრობლემაა მიწების დეგრადაცია. აქ ძირითადად საქმე გვაქვს ქარისმიერ ეროზიებთან და ნიადაგების დამლაშებასთან. ეს უკანასკნელი ხშირ შემთხვევაში გამოწვეულია გადამეტებული რწყვით, რადგან აღნიშნული ტერიტორიები საკმაოდ მშრალი და გვალვიანია. ამრიგად, ნიადაგებისა და ბიომრავალფეროვნების მგრძნობიარობით ცვლილების მიმართ ერთნაირად მგრძნობიარეა სიღნაღი და დედოფლისწყარო.

ალაზნის ველის ტერიტორია არის მაგალითი, არაპირდაპირ როგორ ცვლის ცენოზს ექსტრემალური ტემპერატურული ცვლილებები (მაგ. გვალვები). განსაკუთრებით ყველაზე დიდი ცვლილებები განიცადა სტეპის მცენარეულობამ. სტეპის უდიდესი ფართობები გადახნულია, საძოვრები გადატვირთულია და ხდება ჭარბი ძოვება. ცხვრის ჭარბი ძოვების შედეგად სტეპის ეკოსიტემების დიდი ნაწილის მცენარეული საფარი გათქერილია და დეგრადირებულია, რამაც გამოიწვია გვალვების ზეგავლენით მრავალი სახეობის განდევნა საძოვრიდან და სარეველებისა და გვალვაგამძლე სახეობების, გაბატონება. ეს რათქმაუნდა არ არის კლიმატის ცვლილების პირდაპირი ზემოქმედების შედეგი, რადგან აქ მთავარი სტრესული ფაქტორი გახლავთ გადაჭარბებული ძოვება, მაგრამ გვალვების ზეგავლენა მნიშვნელოვანია.

გადა­ძო­ვ­ება იწვევს ბალახის საფარის განა­დგ­ურებას. მიწის გაშიშვლებული მონაკვეთები განი­ცდიან მზის რადიაციის, ძლიერი ქარებისა და წვიმის ზემოქმედებას, რაც წინაპირობაა გაუ­დაბნოების პროცესის დასაწყებად. ამ პროცესის მიმართ განსაკუთრებით მოწყვლადია გორაკებისა და მაღლობების სამხრეთი ფერდ­ობები. მთაგორიან სტეპებთან ერთად ჭარბი ძოვების მიმართ მეტად მოწყვლადია ჭალებიც. ზედმეტი დატვირთვის შედეგად აქ ხდება ბუნებრივი განახლების თითქმის სრული წყვეტა, ნიადაგის დატკეპნვა და ეროზია, რის გამოც, ჭალის ტყე ვიწროვდება, მცენარეული საფარის ზოგიერთი სახეობა საერთოდ ქრება და ჭალის ტყის, როგორც ბიომრავალფეროვნების ჰაბიტატის ფუნქცია მნიშვნელოვნად ქვეითდება [42. 44. 46].

გადაძოვება იწვევს - გაღარიბებულ, ბევრგან სახეცვლილ და დაკნინებულ ბალახოვან საფარს, მცირე პროექციულ დაფარულობას, შეიმჩნევა ნიადაგის ეროზიის მოვლენები და დამლაშება, ეგრეთ წოდებული ბედლენდების მომრავლება, თითქმის გამქრალია საკმლისხიანი არიდული მეჩხერი ტყის ფრაგმენტები, შევიწროებულია ჭალის ტყეები, დარღვეულია ფიტოცენოზთა სტრუქტურული წყობა, უკიდურესად შესუსტებულია მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობა და სხვ. კატასტროფულია ნიადაგის ეროზიული სურათი, რაც გამოიხატება ზედა ფენების განადგურებაში, ნიადაგში მარილიანობის გამომწვევი მინერალების შემცველობის გადიდებაში. თავის მხრივ იგი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეულ საფარზე და შესაბამისად ამ ფართობებზე ბიომასის გამომუშავებაზე.

გამორჩეულად უნდა აღინიშნოს ძოვების უარყოფითი გავლენა გაზაფხულის პერიოდში, მაშინ, როდესაც იწყება მცენარეთა ახალი ვეგეტაცია. ამ პერიოდში ცხვარი ავშანს (Artemisia fragrans (Artemisia fragrans – უდაბნოსა და ნახევრადუდაბნოს ტიპის მცენარეულობის დომინანტი ედიფიკატორი) და უროს (Bolriochloa ischaetum – სტეპური ტიპის მცენარეულობის დომინანტი ედიფიკატორი) თითქმის აღარ ძოვს და მთლიანად იკვებება ახალი ვეგეტაციის მწვანე მასით. ყველაზე მეტად ზიანდება ნაირბალახები, რომელთაც განსაკუთრებული ღირებულება აქვთ როგორც საძოვრის გაკეთილშობილებაში, ისე მცენარეული საფარის სტრუქტურული წყობის გაუმჯობესებაში (ცხადია ბიომასაც უფრო მდიდარი და ყუათიანია).

პირუტყვის საზაფხულო საძოვარზე გადაყვანის შემდეგ მცენარეები სრულ წლიურ სასიცოცხლო ციკლს ვეღარ გადიან. მათი როგორც ვეგეტაციური, ისე გენერაციული განახლება ფრიად შეზღუდულია და აქედან გამომდინარე, ფიტოცენოზებიც არასრულფასოვანი და მარტივია. აღნიშნული პროცესი ყოველწლიურად მეორდება და საბოლოოდ იწყება მცენარეულობის დეგრესიის შეუქცევადი პროცესი.

ცხვრის ჭარბი ძოვება უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ორნითოფაუნაზეც. განსაკუთრებით დიდ ზიანს იგი მიწაზე მობუდარ ფრინველებს აყენებს, როგორიცაა მაგ. ხოხბისებრნი, ვინაიდან მათი გამრავლების პერიოდში ცხვარი ჯერ კიდევ არ არის გაყვანილი რეგიონიდან, რაც განაპირობებს ბალახეული საფარის განადგურებას. წვრილ ძუძუმწოვრებზე ჩატარებულმა გამოკვლევამ აჩვენა, რომ იშვიათია ველისთვის დამახასიათებელი სახეობა – საზოგადოებრივი მემინდვრია, რაც საკვლევი ტერიტორიის დეგრადირებაზე მეტყველებს, სამაგიეროდ მრავლადაა მექვიშიების კოლონიები, რომელიც ბინადრობს მხოლოდ ავშნიანებში, რომლებიც თავისთავად დეგრადაციის მაჩვენებელნი არიან. საკვლევი ტერიტორიის აღმოსავლეთ ნაწილი მრავლად შეიცავს ნახევრადუდაბნოს ელემენტებს, რისი ინდიკატორებიც არიან მიწის კურდღლები (Allactaga williamsi, Allactaga elater) [45].

საყურადღებოა, რომ მოწყვლადობის განმაპირობებელი ბუნებრივი ფაქტორები განსაკუთრებით აქტუალური ხდება არსებული ანთროპოგენული ზეწოლის ფონზე. ადამიანის საქმიანობის (მეცხვარეობა, მიწათმოქმედება, ბიოლოგიური რესურსების ჭარბი და უსისტემო მოპოვება, ტყის ჩეხვა, არასწორი მელიორაცია და სხვ.). უარყოფითი ზეგავლენის თანამედროვე დონე სცილდება ეკოსისტემის რეზისტენტულობის (თვითაღდგენის შესაძლებლობის) საზღვრებს, რის გამოც განვითარებულია დეგრადაციის მეტ-ნაკლებად შეუქცევადი პროცესები: დაქვეითებულია ეკოსისტემის პროდუქტიულობა და მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობა, აშკარაა გაუდაბნოების პროცესები (ჭალის ტყეებშიც კი შეიმჩნევა უდაბნოს ელემენტების შეჭრა), ადგილი აქვს ნიადაგის ეროზიასა და დამლაშებას. ეკოსისტემის სხვადასხვა კომპონენტის, სახეობებისა და ცალკეული ცენოზების ჩათვლით, მოწყვლადობა რომელიმე კონკრეტული ანთროპოგენური ფაქტორის ან მათი ერთობლივი მოქმედების შედეგია. მაგალითად, ჭალის ტყეების დეგრადაციის მიზეზებია ჩეხვა და ძოვება[44.49].

საქართველოში ბოლო წლებში შექმნილმა რთულმა სოციალურ-ეკონომიკურმა ვითარებამ განაპირობა ეკოლოგიური პრობლემების გამწვავება; სარწყავი მიწათმოქმედების ზონაში – მელიორირებულ მასივებზე მთლიანად განადგურდა წყალსამეურნეო და სამელიორაციო ნაგებობები, რამაც გამოუსწორებელი ზიანი მიაყენა ქვეყნის სოფლის მეურნეობას, რაც რეალურად ქმნის აღნიშნულ რეგიონებში გვალვის არასასურველი შედეგებისა და გაუდაბნოების პროცესების გაძლიერებას. აუცილებელია საქართველოს არიდულ ზონაში მელიორირებულ ფართობზე არსებული წყალსამეურნეო და სამელიორაციო ობიექტების რეაბილიტაციისა და ნიადაგის დამლაშების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების საფუძვლიანი კვლევა ინვესტიციების მოზიდვის გზით.

**თავი 2**

**კვლევის მეთოდები**

**2.1 საკვლევი სინჯების აღების მეთოდი ზედაპირულ წყლებში**

საკვლევ მომზადებული საველე კვლევების სქემის მიხედვით ხდებოდა ადგილებზე გასვლა, კოორდინატების დაზუსტება და რეგისტრირება. ხდებოდა ადგილის დათვალიერება და ფოტოფიქსირება. საველე სამუშაოები ჩატარდა ორ ეტაპად: 2016 - 2017 წლებში სეზონურად (გაზაფხული,ზაფხული, შემოდგომა). წყლის სინჯების აღება ხდებოდა ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, გრუნტის წყლებისა და ხელოვნური წყალსაცავიდან. ადგილზე ტარდებოდა წყლის სინჯებში საველე გაზომვები პორტატული აპარატურის საშუალებით.

წყლის ძირითადი ჰიდროქიმიური პარამეტრები: pH, ტემპერატურა, ელექტროგამტარობა და გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა ისაზღვრებოდა საველე პორტატული აპარატი- HORIBA-10. წყლის ელექტროგამტარობა გამოსახულია mS/სმ-ში. წყლის მარილიანობა გამოისახება ‰-ში. გახსნილი ჟანგბადით წყლის გაჯერება იანგარიშება ფორმულით:

* გაჯერება О2% = სადაც*Na*100\*
* a - ჩვენს მიერ მიღებული პრაქტიკული მაჩვენებელია, მგ О2/ლ-ში;
* N - О2-ის ნორმალური შემცველობა მოცემულ ტემპერატურაზე.

წყლის ძირითადი იონების ანალიზისათვის აღებული იყო 1ლ მოცულობის ნიმუშები, რომლებიც ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებამდე ინახებოდა სპეციალურ ყინულიან კონტეინერებში (ქულერებში).

ზედაპირულ სინჯებს ვიღებდით წყლის ზედაპირიდან 10-15 სმ სიღრმეზე. სინჯის ფსკერთან აღების აუცილებლობისას მას ვიღებდით 30-50 სმ სიღრმეზე. წყლის სინჯის აღების დროს დაცული იყო შემდეგი სავალდებულო პირობები:

* სინჯის აღების დროს გამორიცხული იყო შემთხვევითი მომენტები;
* წყლის თვისებების შეცვლის გამორიცვის მიზნით, სინჯის აღების შემდეგ ანალიზი ჩატარდებოდა მაქსიმალურად სწრაფად;
* წყლის სინჯის აღების ადგილზე ვსაზღვრავდით სუნს, pH, ტუტიანობას, წყლის ტემპერატურა, ვატარებდით წყლის ვიზუალური შეფასებას. სინჯებს ვიღებდით სტერილური ბათომეტრით და სტერილური ჭურჭლით. ჭურჭელს ვხსნიდით უშუალოდ სინჯის აღების წინ. ქაღალდის სახურავს ან ჩაჩს ხსნიან საცობთან ერთად ისე, რომ არ ეხებიან ჭურჭლის ყელსა და საცობს ხელით. სინჯის აღების დროს ვავსებდით თანმხლებ დოკუმენტს, რომელშიც აღინიშნებოდა სინჯის აღების ადგილი, დრო და /ან სინჯის რიგითი ნომერი. სინჯი თანმხლებ ბლანკთან ერთად მაქსიმალურად სწრაფად მიგვქონდა ლაბორატორიაში ანალიზისათვის.

**2.2 ანიონების კონცენტრაციების განსაზღვრა**

**იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით**

ანიონების რაოდენობრივი შემცველობის დასადგენად, ერთ-ერთ უახლეს მეთოდს წარმოადგენს იონური ქრომატოგრაფი (ხელსაწყო - ICS-2100), რომელიც დაკონფიგურირებული და ოპტიმიზირებულია კონცენტრაციის ფართო დიაპაზონში ანიონების ანალიზისათვის.

ხსნარები მზადდება, ახლად მომზადებული DI წყლის გამოყენებით.  
ხელსაწყოს დაკალიბრებისთვის აუცილებელია სტანდარტების მომზადება საჭირო კონცენტრაციებით, რაც დამოკიდებულია ტესტის ნიმუშების სავარაუდო კონცენტრაციაზე. გასათვალისწინებელია, რომ თითოეული კომპონენტის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 200 მგ/ლ, როგორც სტანდარტული, ასევე უცნობი ნიმუში. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ანალიზური სვეტის "დაბინძურების" ალბათობა იზრდება.

იონური ქრომატოგრაფია (ანიონ-გაცვლითიქრომატოგრაფია) არის ქრომატოგრაფიული პროცესი, რომელიც იონების და პოლარული მოლეკულების განცალკევებით იონის ექსპანგერთან დამოკიდებულებას ეფუძნება. იგი მუშაობს თითქმის ნებისმიერი სახის დამუხტულ მოლეკულაზე, მათ შორის ცილებზე, მცირე ნუკლეოტიდებზე და ამინომჟავებზე. იონ ქრომატოგრაფიის გამოყენების ერთ-ერთი ძირითადი უპირატესობა არის მხოლოდ ერთგვარი ურთიერთქმედება, რომელიც გამოყოფილია გამიჯვნის დროს, განსხვავებით სხვა დამყოფი მეთოდებისგან; აქედან გამომდინარე, იონ-ქრომატოგრაფიას შეიძლება ჰქონდეს უმაღლესი მატრიცა დატოლერანტობა.

იონური ქრომატოგრაფიის ძირითადი პროცესი იონური გაცვლის გამოყენებით შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს 5 საფეხურით: ელუენტის მომზადება, ნიმუშის ინექცია, ნიმუში სგამოყოფა, ანალიტის ელუირება A და ანალიტის ელუირება B. ელუირება არის პროცესი, სადაც საკვლევი ნაერთი გადაადგილდება სვეტის მეშვეობით. ეს ხდება იმიტომ, რომ ელუენტის ხსნარი, რომელიც გამოიყენება, როგორც გამხსნელი ქრომატოგრაფში, მუდმივად იტუმბება ტუმბოს მეშვეობით. 7 ანიონის აღმოჩენისთვის მოცემული ხელსაწყოს სჭირდება 15 წუთი.

**სანიტარულ - ქიმიური მაჩვენებლები** ახასიათებს ორგანული ნივთიერებების ან დაშლის პროდუქტების არსებობას - პერმანგანატული და ბიქრომატული ჟანგვადობა, აზოტის ჯგუფი (ამონიუმის, ნიტრიტის, ნიტრატის აზოტი), ქლორიდები, ჟბმ5 , გახსნილი ჟანგბადი.

პერმანგანტული ჟანგვადობა *-* ჟანგბადის ის რაოდენობა (მგ), რომელიც იხარჯება 1ლ წყალში არსებული ადვილად დაჟანგვადი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების დაჟანგვაზე. ჟანგვადობის მომატება მიუთითებს მის გაბინძურებაზე, რამდენადაც ჟანგვადობის სიდიდეს ძირითადად განაპირობებს წყალში ადვილად დაჟანგვადი ორგანული ნივთიერებების არსებობა.

ბიქრომატული ჟანგვადობა(ჟანგბადის ქიმიური მოხმარება) - ჟანგბადის ის რაოდენობა (მგ), რომელიც იხარჯება 1 დმ3 წყალში შემავალი, დაჟანგვას დაქვემდებარებული ყველა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების ქიმიურ დაჟანგვაზე.

აზოტის ჯგუფი - (ნიტრიტები და ნიტრატები) განსაზღვრავს წყლის ორგანული გაბინძურების ხანდაზმულობას. წყალში დიდი რაოდენობით ნიტრიტების არსებობა ადასტურებს მის შედარებით ახალ გაბინძურებას აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებით. დამუშავეულ წყალში ნიტრატების (NO3) შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 45 მგ/დმ3.

**2.3 წყლის ქიმიური უსაფრთხოების განმსაზღვრელი ზოგიერთი**

**მაჩვენებლის გამოკვლევის მეთოდიკა**

მშრალი ნაშთი (საერთო მინერალიზაცია) წარმოადგენს წყალში გახსნილ მარილებს (მგ/დმ3). მისი განსაზღვრისათვის ფაიფურის ფინჯანს ათავსებენ საშრობ კამერაში 110 ტემპერტურაზე 2 სთ განმავლობაში; ექსიკატორში გაცივების შემდეგ ფინჯანს წონიან ანალიზურ სასწორზე. გაფილტრული საკვლევი წყლის გარკვეულ მოცულობას გადაიტანენ ფაიფურის ფინჯანზე და მის მთელ მოცულობას აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე. ამის შემდეგ ფინჯანს აშრობენ საშრობ კამერაში 110 ტემპერტურაზე მუდმივ წონამდე; გაცივების შემდეგ წონიან. საკვლევი წყლის მოცულობაში მშრალი ნაშთის რაოდენობას ( X, მგ/დმ3) გამოიანგარიშებენ ფორმულით:

X=, სადაც

m - ფინჯანის წონაა მშრალი ნაშთით, მგ;

m1 - ცარიელი ფინჯანის წონა, მგ;

V - განსაზღვრისათვის აღებული წყლის მოცულობა, მლ.

წყლის მინერალურ შედგენილობას და შესაბამისად, მშრალ ნაშთს ძირითადად (85) განსაზღვრავს კათიონები - Mg2+, Ca2+, Na+, ანიონები - HCO3, CI-, SO42-, მიკროელემენტები - Fe2+, Fe3+, I-, Cu2+, Mo4+6+ და სხვ.

წყალს, რომელიც შეიცავს 1000მგ/დმ3-მდე მშრალ ნაშთს, მტკნარს უწოდებენ , ხოლო 1000 მგ/დმ3-ზე მეტის შემცველობის შემთხვევაში- მინერალიზებულს.

მინერალური მარილების (მშრალი ნაშთის) რაოდენობის მიხედვით წყალი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:სუსტი მინერალიზაციის - 50-100 მგ/დმ3-მდე;დამაკმაყოფილებელი მინერალიზაციის -100-300 მგ/დმ3;ოპტიმალური მინერალიზაციის -300-500 მგ/დმ3;მომატებული მინერალიზაციის - 500-1000 მგ/დმ3.

სიხისტე - განარჩევენ საერთო, კარბონატულ, მუდმივ და გარდამავალ სიხისტეს: საერთო სიხისტე არის წყლის ბუნებრივი თვისება, რაც განპირობებულია მასში სიხისტის მარილების (Ca2+ და Mg2+) არსებობით; კარბონატული სიხისტე არის Ca2+ და Mg2+ ჰიდროკარბონატებით და კარბონატებით განპირობებული სიხისტე; მუდმივე სიხისტე არის ადუღებული წყლის სიხისტე; გარდამავალი სიხისტე არის დუღილის შედეგად მოცილებული სიხისტე.

საერთო სიხისტეს განსაზღვრისათვის კოლბაში იღებენ 100 მლ საკვლევ წყალს და უმატებენ 5 მლ ბუფერულ ხსნარს (10 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან გამოხდილ წყალში, უმატებენ 50 მლ ამიაკის 25% ხსნარს და გამოხდილი წყლით შავსებენ 500 მლ-მდე), 5-7 წვეთ ინდიკატორს (0.5 გ შავი ქრომოგენის ინდიკატორს ხსნიან 20 მლ ბუფერულ ხსნარში და შეავსებენ ეთილის სპირტით 100 მლ-მდე) და მაშინვე ტიტრავენ ტრილიონ B ხსნარით.

საერთო სიხისტის გაანგარიშება ხდება ფორმულით:

სადაც

X - Ca2+ და Mg2+ მარილების შემცველობა, მმოლი/დმ2;

A - ტიტრაციაზე დახარჯული ტრილიონ B-ის რაოდენობა, მლ;

K – ტრილიონ B-ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი;

V - გამოსაკვლევი წყლის მოცულობა, მლ

საეთო სიხისტის სიდიდის გრადუსებში გადასაყვანად მიღებული შედეგი (მმოლი/ლ) მრავლდება გადასაყვან კოეფიციენტზე 2,8.

* 3,5 მმოლი/დმ3-მდე საერთო სიხისტით წყალი არის რბილი;
* 3,5-7 მმოლი/დმ3 საერთო სიხისტით - საშუალო სიხისტის;
* 7-10 მმოლი/დმ3  საერთო სიხისტით - ხისტი;
* 10- მმოლი/დმ3 -ზე მეტი საერთო სიხისტით - ძლიერ ხისტი.

ფერი.

**2. 4 ძირითადი იონების განსაზღვრა:**

ბუნებრივი წყლები ძირითადად წარმოადგენენ ძლიერი ელექტროლიტების ხსნარებს. წყლის მინერალურ შემადგენლობას და შესაბამისად, ელ.გამტარობას განსაზღვრავენ ძირითადი იონები: Na+, K+, Ca2+, Mg2+, Cl-, SO42-, HCO3-. მდინარის წყალი ძირითადად Ca2+, Mg2+, HCO3- ტიპისაა, 50-დან 500 მგ/ლ-მდე მინერალიზაციით, წყლის ელექტროგამტარობა განისაზღვრა როგორც საველე პირობებში, ასევე, ლაბორატორიაში. ელექტროგამტარობა რაოდენობრივად გამოსახავს წყლის მიერ ელექტროდენის გატარების უნარს. ბუნებრივი წყლების ელ. გამტარობა დამოკიდებულია გახსნილი მინერალური მარილების კონცენტრაციასა და ტემპერატურაზე.

ძირითადი იონების Na+, K+, Ca2+, Mg2+, Cl-, SO42-, HCO3- შემცველობის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო ISO–ს სტანდარტული მეთოდები: Na+, K+–ის განსაზღვრა ტარდება ატომურ–ემისიური სპექტრომეტრული მეთოდით [64]თინიკო. Ca2+, Mg2+–ის განსაზღვრისათვის რეკომენდებულია ტიტრიმეტრული მეთოდი EDTA-ს გამოყენებით ინდიკატორებად გამოიყენება ერიოქრომ-შავი და მურექსიდი.

განსაზღვრული ანიონებიდან ზედაპირულ წყლებში ძალიან მნიშვნელოვანია სულფატების შემცველობა. სულფატი გვხვდება პრაქტიკულად ყველა ზედაპირული წყლის შემადგენლობაში სხვადასხვა კონცენტრაციით. სულფატ–იონის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ტურბიდიმეტრული მეთოდი, დაბალი კონცენტრაციების შემთხვევაში (< 70 მგ/ლ) და გრავიმეტრული მეთოდი, მაღალი კონცენტრაციების შემთხვევაში ჰიდროკარბონატისა და კარბონატის იონების განსასაზღვრად გამოყენებულია ტიტრიმეტრული მეთოდი

ქლორიდების განსაზღვრისათვის გამოიყენება მორის მეთოდი: ტიტრიმეტრული მეთოდი ვერცხლის ნიტრატის გამოყენებით (ინდიკატორი – ქრომატი)

**ჟანგბადისშემცველობა ისაზღვრებოდა** ჟანგბადის პლატინის ელექტროდით პოტენციომეტრზე. კალიუმის იონების კონცენტრაცია არეში მოწმდებოდა ატომურ-აბსორბციულ სპექტომეტრზე ემისიურ რეჟიმში 766 ნმ ტალღის სიგრძეზე. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების დამუშავება წარმოებდა პარამეტრული და არაპარამეტრული სტატისტიკური მეთოდებით. უჯრედების ზრდისა და განვითარების პროცესების რეგისტრაციის გენეტიკური კონტროლი ხორციელდებოდა Chlorela vulgaris A-ს კოლონიების რიცხვის სტატისტიკურად სარწმუნო ცვლილებების მიხედვით, რომელთაც ჰქონდათ შეცვლილი მორფოლოგია, ფერი, ზომები და უჯრედთა უჩვეულო რაოდენობა. ცდის ჩატარებისას, ოპტიმალური პირობები: ტემპერატურა - 210+100 C, pH – 6 განათება - 300 ლუქსი მუდმივად [14].

**2.5 ნიადაგის ნიმუშების აღება ქიმიური გამოკვლევისათვის**

ქიმიური ანალიზისათვის აღებული ნიმუშები უნდა მოთავსდეს ქიმიურად ინერტული მასალისაგან დამზადებულ ჭურჭელში. ლაბორატორიაში ერთი შესასწავლი ობიექტიდან შესული ნიადაგის ნიმუშებს წონიან, შემდეგ ერთმანეთს ურევენ ფანერზე ან ქაღალდზე, ცრიან 3 მმ დიამეტრის მქონე საცერში. დარჩენილ მასას ისევ წონიან. ნიადაგში მიმდინარე მუდმივი ბიოქიმიური პროცესების გამო, სინჯის ანალიზი უნდა ჩატარდეს დაუყონებრივ, ან მოთავსდეს მაცივარში არა უმეტეს 4-50C ტემპერატურის პირობებში არა უმეტეს 24 სთ განმავლობაში.

იმ შემთხვევაში, როდესაც აუცილებელია ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური გაბინძურებისათვის ნიადაგის სიღრმეში გავრცელების განსაზღვრა- გრუნტის წყლების გაბინძურების წყაროს დადგენა, ნიადაგის სიღრმეში ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური გაბინძურების მიგრაციის კანონზომიერების დადგენა და სხვა, ნიმუშებს იღებენ ფენობრივად, სხვადასხვა სიღრმიდან 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 და 80-100 სმ სიღრმეებზე. ვინაიდან, ნიადაგის სანიტარული მდგომარეობა ყველაზე თვალსაჩინოდ გრუნტის წყლებზე აისახება, მნიშვნელოვანია გრუნტის წყლების აღება.თუ გრუნტის წყლების სიღრმე არ აღემატება 5 მ-ს, ჭას თხრიან სპეციალური ბურღით ისე, რომ ბურღმა წყალშემცველ ფენას გააღწიოს 0,5-0.75 მ-ით. წყალშემცველი ფენა დაცული უნდა იქნას ნიადაგის ზედაპირული ფენისაგან გაბინძურების შესაძლებლობებისაგან. სინჯებს იღებენ სპეციალური ხელსაწყოებით, რომლებიც უზრუნველყოფს წყლის ხარისხის დაცვას.

**2.6 საველე პირობებში ნიადაგის ნიმუშების აღება, ანალიზის ჩატარების**

**წესი და შედეგების გაფორმება**

ნიადაგიდან სინჯის აღება, ტრანსპორტირება, შენახვა და საანალიზოდ მომზადება და ანალიზის ჩატარება ხორციელდება დამტკიცებული ნორმატიული დოკუმენტის შესაბამისად. სინჯების აღების დროს ვითვალისწინებდით შემდეგს:

1. წინასწარ ვსაზღვრავდით რა მიზნით ხდება ნიადაგის სინჯის აღება;
2. წინასწარ ვახდენდით საკვლევი ტერიტორიის შესწავლა-დახასიათებას.
3. ვსაზღვრავდით რა საჭირო მოწყობილობები იყო საჭირო ნიმუშების აღების დროს;
4. ნიმუშების აღების დროს ვიცავდით უსაფრთხოების ზომებს.

ნიადაგის მდგომარეობის ობიექტური სურათის მისაღებად, დიდი მნიშვნელობა აქვს სინჯის აღების წერტილების სწორად შერჩევას. ნიადაგის სანიტარული გამოკვლევის საფუძველზე ტეროტორიის სქემატირ გეგმაზე მინიშნებული გაბინძურების წყაროების მიხედვით წარმოებს ტერიტორიის (წერტილების შერევა) სინჯების ასაღებად ნორმატიული დოკუმენტის მოხოვნათა შესაბამისად. შესასწავლ ტერიტორიაზე გაბინძურების 1 წყაროს არსებობის შემთხვევაში შეირჩევა 25 მ2 ზომის 2 ფართობი, ერთი უშუალოდ გაბინძურების წყაროსთან ახლოს (საცდელი), ხოლო მეორე-მოშორებით (საკონტროლო). საკონტრლო ნაკვეთი არ უნდა იყოს გაბინძურებული. საცდელ და საკონტროლო ნაკვეთებს უნდა ჰქონდეს ერთგვაროვანი ბუნებრივი შედგენილობა.

გაბინძურების რამდენიმე წყაროს არსებობის შემთხვევაში აუცილებელია გარემოს გამაბინძურებელ ობიექტებთან ახლო მდებარე საცდელი ნაკვეთების გამოყოფა. იმ შემთხვევაში, თუ გარემოს გაბინძურების წყარო მკვეთრად გამოხატული არ არის, სინჯის ასაღები წერილები შეირჩნევა ტერიტორიის რელიეფის გათვალისწინებით.

თუკი საკვლევი ტერიტორია სხვადასხვაგვარი ლანდშაფტით გამოირჩევა, მაშინ უნდა დაიყოს ზონებად. ზონებად დაყოფის შემდეგ უნდა შეირჩეს ის წერტილები, საიდანაც მოხდება ნიმუშების აღება.

ნიმუშების აღების წერტილების შერჩევისას შესაძლებელია მოვმართოთ სხვადასხვა ვარიანტს. ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა კონვერტის მეთოდით შერჩევა. თითოეულ საცდელ ნაკვეთზე შეირჩევა 5 წერტილი დიაგონალურად ან ,,კონვერტისებურად’’ (1 ცენტრში და 4 კუთხეში).

**2.7 ნიადაგის ჰუმუსის განსაზღვრა ტიურინის მეთოდით**

ეს მეთოდი ძირითადად დამყარებულია ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაჟანგვაზე 0,4 n ქრომის მჟავათი. ამ დროს წარმოიშობა ნახშირმჟავები. ეს მეთოდი გამოიყენება ალაზნის ველის კარბონატული ნიადაგებისათვის.

მუშაობის მსვლელობა:

1. 0,25 მმ-იან საცერში გატარებულ ნიადაგის ნიმუშიდან ავიღებთ 0,1-0,5 გ-ის რაოდენობით და ჩავყრით 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში.
2. შემდეგ ბიურეტიდან (პიპეტით) კოლბშიდავამატებთ 10 მლ 0,4 n ქრომის ანჰიდრიდის ხსნარს.
3. კოლბაში ჩავდებთ პატარა ძაბრს, რომელიც მაცივრის როლს ასრულებს და დავდგამთ ნელ ცეცხლზე. ამ დროს სწრაფად გამოიყოფა ნახშირორჟანგის ბუშტულები და მალე დუღილიც დაიწყება. თან შევანჯღრევთ, დუღილი გრძელდება 5 წუთის განმავლობაში.
4. შემდეგ კოლბას გავაცივებთ და მასში მყოფ ხსნარს გადავიტანთ 400-500 მლ მოცულობის ჭიქაში, რომელშიაც 150 მლ გამოხდილი წყალია ჩასხმული. კოლბს გამოვავლებთ გამოხდილ წყალს და ჩავასხავთ იმავე ჭიქაში. გამოხდილი წყლით ჭიქას შევავსებთ 250-300 მლ-მდე.
5. ჭიქაში ჩავამატებთ 2,5 მლ 85%-იან ფოსფორმჟავას (რომელიც შეკრავს რეაქციის შედეგად წარმოშობილ რკინის ჟანგს).
6. ინდიკატორად დავუმატებთ 8 წვეთ დიფენილამინის ხსნარს და დავტიტრავთ 0,2n მორის მარილის ხსნარით მანამ, სანამ ლურჯი ფერი არ გადავა მოლურჯო-მომწვანო ფერში.

გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი ფორმულით:

a-b.0,0010362 .100

ჰუმ. =----------------------

P

სადაც, a არის 22,5 მლ მორის მარილის ხსნარი;

b-დასატიტრად დახარჯული მორის მარილის ხსნარი. 0,0010362- ჰუმუსის შემცველობა გრამობით (მორის მარილის 0,2 n ხსნარის 1 მლ-ის შესაბამისი ჰუმუსის რაოდენობა);

P - ნიადაგის წონა გ-ით,

100 - პროცენტობით გამოსახვისათვის,

ჰუმ - ჰუმუსის რაოდენობა პროცენტობით საანალიზო ნიადაგში.

**2.8 ნიადაგის წყალბადმაჩვენებლის (pH) განსაზღვრა**

ნიადაგების მჟავიანობის განზაზღვრის მეთოდს ყოფენ 2 ჯგუფად pH -ს განსაზღვრა კოლორიმეტრული მეთოდით და 2) -ს განსაზღვრა ელექრომეტრული მეთოდით. ჩვენ წყალბადმაჩვენებლის განსაზღვრისათვის ვიყენებდით კოლორიმეტრულ მეთოდს,

**სინჯის აღება და მომზადება:** ავიღოთ ჰაერზე გამომშრლალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქამდე და ავიღოთ არა ნაკლებ 5 წერტილიდან 30 გ სინჯი.

**ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება:** ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 150 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური და ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის გან- მავლობაში. დავაყოვნოთ 5 წთ დასაწდომად.

**წყლიანი გამონაწვლილის pH-ის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით:**

15-20 მლ ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის სუსპენზია ჩავასხათ ქიმიურ ჭიქაში და გავზომოთ მისი pH ელექტროდების ჩადებიდან 1,5 წთ-ის შემდეგ. pH-მეტრის დაკალიბრება ხდება პერიოდულად ბუფერული ხსნარებით pH 4,01; 7,01; 9,18 ან 10,01. მუშაობის დროს კი ხელსაწყო პერიოდულად მოწმდება pH 6,86-ის ბუფერული ხსნარით.

**ნიადაგის კლასიფიკაცია მჟავიანობის აქტუალურობის დონის მიხედვით:** ძლიერმჟავა - pH3-4; მჟავა - pH 4-5; სუსტი მჟავა-pH 5-6; ნეიტრალური - pH 7; სუსტი ტუტე - pH 7-8; ტუტე- pH 8-9; ძლიერტუტე - pH 9-11.

**2. 9 ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა**

**გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით**

ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა ხდებოდა გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ანალიზის მსვლელობის დაწყებისას ირჩეოდა სვეტების, დეტექტორებისა და დაკალიბრების პროცედურები, რომლებიც შეესაბამებოდა კვლევის ინტერესს. იქმნებოდა მატრიქსის სპეციფიკური შესრულების მონაცემები და უზრუნველყოფილი იყო  ანალიტიკური სისტემის სტაბილურობა და ინსტრუმენტის დაკალიბრება თითოეული ანალიტიკური მატრიცისთვის. თავდაპირველად  ხორციელდებოდ წყლის ნიმუშების (LLE -თხევად თხევადი) ექსტრაქცია  ჰექსან-აცეტონი (1:1) ნარევით,  შემდეგ - ექსტრაქტის აორთქლება ამაორთქლებელზე და  მიღებული ექსტრაქტი ანალიზდება გაზურ ქრომატოგრაფზე. Agilent 7890B Series გაზური ქრომატოგრაფი ოფცია 114. შეესაბამება საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის (IEC) სტანდარტს: 61010-1 და EuroNorm (EN) 61010-1 სტანდარტს ხელსაწყო შექმნილი და წარმოებულია ISO 9001 ხარისხის სისტემის მქონე წარმოებაში. ხელსაწყოს გააჩნია შესაბამისობის სერთიფიკატი.

**2.10 მძიმე ლითონების განსაზღვრა აქსიალური ინდუქციური**

**პლაზმის (ICP-OES) სპექტრომეტრით**

მოცემულ ხელსაწყოს (ICP-OES) საშუალება აქვს ერთდროულად 2 წუთში განსაზღვროს პერიოდული სისტემის თითქმის ყველა მძიმე ლითონი. ხელსაწყო აკმაყოფილებს EPA სტანდარტით განსაზღვრულ მოთხოვნებს აღმოჩენის ზღვრებთან მიმართებაში;

დანიშნულება: თხევად გარემოში სხვადასხვა ელემენტების კონცენტრაციების გაზომვა. ხელსაწყოს შეუძლია ერთდროულად რამდენიმე ელემენტის განსაზღვრა მყარ ფაზური ტიპის დეტექტორის ტექნოლოგიით. ხელსაწყოს აქვს ერთბლოკიანი სამაგიდო დიზაინი. ინსტრუმენტს გააჩნია ეშელის ტიპის პოლიქრომატორი 400 მმ ფოკალური სიგრძით, რომელიც დაკავშირებულია მუხტით შეუღლებულ (CCD) დეტექტორთან. სისტემას გააჩნია კვარცის პრიზმის ჯვარედინი გამანაწილებელი. სისტემის გარჩევადობაა არანაკლებ 0.009ნმ-სა 200ნმ-ზე და არანაკლებ 0.019ნმ-ისა327.4ნმ-ზე. ოპტიკური სისტემა არის უძრავად დამაგრებული კორპუსზე და იძლევადაბერვა-გასუფთავების შესაძლებლობას.

სისტემას გააჩნია წყლის ცირკულაციით გაცივების შესაძლებლობა, გამაცივებელი სისტემა არ არის ჩამონტაჟებული ხელსაწყოს მთლიან ბლოკში და მისი დადგმა შეიძლება ხელსაწყოსგან მოშორებით. პოლიქრომატორის თერმოსტატირება ხდება 35°C. ხელსაწყოს მდგომარეობის შესაფასებლად და ოპტიკური სტაბილურობის შესამოწმებლად ხელსაწყოს არ ესაჭიროება ვერცხლისწყლის ან ნეონის რეკალიბრაციის სისტემა.

ელემენტების ატომიზაცია ხდება ლაზერული სხივის მონაწილეობით და შესაბამისად პლაზმის კონტროლი შესაძლებელია კომპიუტერით. ხელსაწყო იძლევა შესაძლებლობას დანახულ იქნას სულ მცირე 95% მაინც ემისიური სპექტრი 177 ნმ-დან 785 ნმ-დე დიაპაზონში.

საჭირო აირები, ძირითადი და დამხმარე მასალები: სტანდარტულია სისტემის დაბერვა-გასუფთავება 0.5 ლ/წთ სიჩქარით და დამატებითი ოფციონალური დაბერვა 3 ლ/წთ სიჩქარით პოლიქრომატორისათვის იმ შემთხვევე­ბისთვის, როდესაც გაზომვა ხდება 189 ნმ-ზე უფრო დაბალი ტალღის სიგრძეებისათვის. დაბერვა-გასუფთავებისათვის შესაძლებელია აზოტის ან არგონის გამოყენება (უფრო იხმარება არგონი) და გაზების ნაკადის გაკონტროლება ხდება ავტომატურად.

სერტიფირებული სტანდარტული ნიმუშები: მიქს სტანდარტი (ანუ დედა ან მუშა ხსნარი) (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Zn და სხვა -500მგ/ლ აზოტმჟავა; დეიონიზირებული წყალი; საზომი ჭურჭელი: კოლბები, მენზურები, ავტომატური პიპეტები, ქიმიური ჭიქ­ები.

გარემო პირობები (აპარატის ოპტიმალური პირობები): ხელსაწყოს პარამეტრებია: 145 სმსიგანე, 78 სმ სიღრმე და 100 სმ სიმაღლე, წონა 205კგ;

* ხელსაწყოზე გამოიყენება თხევადი ან აირადი არგონი სისუფთავით არანაკლებ 99.996% ჟანგბადის შემცველობა არაუმეტეს 5 ppm და აზოტის შემცველობა არაუმეტეს 20 ppm. აირადი არგონის 1 ბალონი ხელსაწყოს სრულყოფილ მუშაობას უზრუნველყოფს მხოლოდ 5 საათის განმავლობაში.

არგონის მიწოდება შესაძლებელია ზღვარში: 400-დან 600 kPa (57-დან 88 psi); ხელსაწყოს მუშაობის რეკომენდირებული წნევა: 550 kPa (80 psi) რეგულირებადირეგულატორით; რეკომენდირებულინაკადი: 0.7-32 ლ/წთ; სასურველია ელექტრო ენერგიის უწყვეტი და სტაბილური მიწოდება დაზღვეულია მუდმივი დენის წყაროს (UPS)-ის გამოყენებით.

მომზადება სამუშაოსათვის:

ხელსაწყო მუშა მდგომარეობაში მოგვყავს ტექნიკური აღწერილობისა და საექსპლუატაციო ინსტრუქციის შესაბამისად; 30 წუთის განმავლობაში მიმდინარეობს არგონის დაბერვა და მხოლოდ ამის შემდეგ იწყება ანალიზი; სტანდარტული ნიმუშებიდან მზადდება ხსნარები შესაბამისი სამუშაო კონცენტრაციებით; იგება შესაბამისი საკალიბრო მრუდები ხელსაწყოს ექსპლუატაციის ინსტრუქციისხელსაწყო აკმაყოფილებს EPA სტანდარტით განსაზღვრულ მოთხოვნებს აღმოჩენის ზღვრებთან მიმართებაში; ხელსაწყო თავსებადია ყველა EPA CRDL’s (3σ)-თან დაბალი ნაკადის კონვენტრული შემაფრქვეველის და ციკლონური ტიპის შეფრქვევის კამერის გამოყენებით; ხელსაწყოს მიხედვით;

**2.11 ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა თხელფენოვანი**

**ქრომატოგრაფიის მეთოდით**

მეთოდი გამოიყენება შემდეგი ქლორორგანული პესტიციდების - დდტ, დდე, დდდ, ჰექსახლორანი, ალდრინი, ტედიონა, დექტალა და სხვა, აღმოსაჩენად სხვადასხვა პროდუქტებში და მათ შორის ზედაპირულ წყლებში არსებულ თევზებშიც.

**მეთოდი დაფუძნებულია** ქლორორგანული პესტიციდების ქრომატოგრაფიულ განსაზღვრაზე ალუმინის ოქსიდის თხელფენოვან ფირფიტაზე (ან „სილუფოლი“ს გამზადებულ ფირფიტაზე) სხვადასხვა ტიპის გამხსნელების გამოყენებით. გამხსნელის, ანუ ფირფიტაზე მამოძრავებელ ხსნარად იყენებენ ჰექსანის ან ჰექსანისა და აცეტონის ნარევს. თევზის მასალის ექსტრაქტის გასუფთავების შემდგომ, მას ათავსებენ საცდელ ფირფიტაზე. ექსპერიმენტის ბოლოს ქრომატოგრაფირებული პესტიციდების ადგილმდებარეობას აღმოაჩენენ ფირფიტის ამიაკის ვერცხლის ხსნარის შესხურებისას და მისი შემდგომი ულტრაიისფერი ტალღის ქვეშ დასხივებისას.

**თევზის ექსტრაქცია** იწყება მისი გასუფთავებით, შემდგომ მას ატარებენ ხორცის საკებში ერთგვაროვანი მასალის მისაღებად. მიღებული მასალას 20 გრ. ოდენობით ურევენ უწყლო ნატრიუმის სულფატში და ათავსებენ დახურულ კოლბაში. პესტიციდების ექსტრაციას მიღებული მასალიდან ახდენენ გექსანისა და აცეტონის ხსნარების ნარევით (1:1) ორჯერ საათნახევრის განმავლობაში და აგროვებენ 50 მლ-ის პორციებით. მიღებულ ფილტრატს ფილტრავენ ნატრიუმის სულფატიან ფილტრზე. მშრალ ნარჩენს ხელახლა ხსნიან 20 მლ. გექსანში, ათავსებენ რა მას შემდგომ სილიკაგელით ჩატვირთულ ცილინდრზე, მას სორბენტიდან ელუირებენ 110 მლ ბენზოლისა და ჰექსანის ხსნარების ნარევით, ელუანტს აგროვებენ 250-300 მლ.-ის მოცულობის კოლბაში, რის შემდეგაც შეგროვებულ ელუანტს აორთქლებენ 0,1 მლ.-ის ოდენობამდე და ბოლოს დარჩენილ საანალიზო ხსნარს ათავსებენ „სილუფოლ“-ზე ქრომატოგრაფიისათვის.

**მიღებული შედეგის გამოთვლა:**

**X =**

**X –** საანალიზო სინჯში განსასაზღვრელი ნივთიერების კონცენტრაცია (მგ/კგ)

**A1 -** სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაცია (მკგ)

**S1 –** სტანდარტული ხსნარისმიერ დატოვებული ფართობის სიდიდე (მმ2)

**S2 -**საანალიზო ხსნარის მიერ დატოვებული ფართობის სიდიდე (მმ2)

**P** - საანალიზო ნიმუშის მასა (გრ.)

### თავი3.

**კვლევის შედეგები და მათი განხილვა**

**3.1 ალაზნის ველის ნიადაგების (ძველი ანაგა) დამლაშების ხარისხის შესწავლა და მათი გავლენა ადგილობრივ ბიომრავალფეროვნებაზე**

კლიმატის თანამედროვე ცვლილების პირობებში აუცილებელია მზარდი ყურადღება დაეთმოს ნიადა­გების, განსაკუთრებით, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დეგრადაციის კომპლექსურ კვლევას. ამის შედეგად სასურველია შეიქმნას ეფექტური მეთოდოლოგია დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების დეგრადაციის პრევენციისათვის და/ან შერბილებისათვის.

კლიმატის მიმდინარე გლობალური ცვლილება მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს საქართველოში სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე, კერძოდ გაზრდილი სიმძლავრის სტიქიური მოვლენები (წყალდიდობა, წყალმოვარდნები) იწვევენ სახნავი მიწების პროდუქტიულობის შემცირებას, მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას და უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ბიომრავალფეროვნებაზე.

საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში თითქმის 3 000 კვ.კმ ფართობის ტერიტორია, რომელიც მოქცეულია ნახევრადუდაბნოს ზონაში, განუწყვეტლივ ზიანდება გვალვებისა და ქარისმიერი ეროზიისგან, განიცდის დეგრადაცია-გაუდაბნოებას. გაუდაბნოების პროცესი კარგად არის გამოხატული ქიზიყის, გარე კახეთის და ქვემო ქართლის რიგ რეგიონებში.

მიწის დეგრადაციის პროცესები გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად. ბუნებრივ გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების მხრივ, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობა. ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას იწვევს დამლაშების და გაბიცოცობების პროცესები. ნიადაგში მიმდინარე დამლაშების პროცესები შესაძლოა დაკავშირებულ იქნას მარილშემცველი ქანების გამოფიტვის პროცესებთან, მინერალიზებული გრუნტის წყალთან ან რიგ სხვა ფაქტორებთან. აღსანიშნავია ასევე, არიდულ სამიწათმოქმედო წონაში რწყვის ნორმების და წესების დაუცველობაც, რომლის შედეგად ფორმირდება მეორადი დამლაშებული ნიადაგები. ნიადაგის ნაყოფიერება მცირდება ნიადაგის ძლიერი მჟავიანობითაც, რასაც სხვა ფაქტორებთან ერთად, იწვევს ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილების შემცველი სასუქების ინტენსიური და არარაციონალური გამოყენება.

დეგრადირებული ნიადაგების ერთ-ერთი გამოხატულებაა დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგები, რომლებიც გავრცელებულია ალაზნის ველზე. ნიადაგში მიმდინარე დამლაშების პროცესები სერიოზულ გავლენას ახდენს რეგიონის ლანდშაფტზე, ეკოსისტემაზე, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებსა და ზოგად, ბიომრავალფეროვნებაზე.

ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის დინამიკის და დამლაშების ხარისხის შესაფასებლად კვლევებს ვაწარმოებდით 2016-2017 წლებში სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ძველი ანაგის ტერიტორიაზე. ძველი ანაგა მდებარეობს გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთაზე, ზღვის დონიდან 400 მ. სიმაღლეზე.

სიღნაღის ტერიტორია ღარიბია წყლის რესურსებითა და ატმოსფერული ნალექებით. ზაფხულის თვეებში ჰაერის ტემპერატურა აღწევს 350-400 C-ს, რაც ხანგრძლივ უნალექო პერიოდებთან ერთად ხშირად იწვევს გვალვებს. აღინიშნება ხშირი გვალვიანობა, რომლის დროსაც, ნალექები ნორმაზე გაცილებით დაბალია, ჰაერის ტემპერატურა კი მაღალი, რის გამოც, ნიადაგში არსებული ტენის მარაგი მცირდება და იქმნება არახელსაყრელი პირობები მცენარეების ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის. ყოველივე ეს აქტუალურია გლობალური დათბობის პირობებში, როდესაც მოსალოდნელია გვალვიანი რეგიონის არეალის გადიდება, აორთქლების ხარჯზე ტენის დეფიციტის გაზრდა, აორთქლების ინტენსივობის ზრდასთან ერთად ნიადაგის დამლაშების პროცესების გაძლიერება, ნიადაგის ორგანული მასის სწრაფი მინერალიზაცია, გამოფიტვა და სახნავი ფართობების შემცირება ***[157]***

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვნად ჩავთვალეთ ალაზნის ველის დამლაშებულ ნიადაგებში ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის დინამიკისა და დამლაშების ხარისხის შესწავლა ვენახის და ბალახის ნიადაგებში ნიადაგების ნიმუშებს ვიღებდით ორ წერტილში, სოფელ ძველი ანაგის ტერიტორიაზე გამავალ ქვემო ალაზნის სარწყავი არხიდან დაახლოებით 500 და 1500 მ-ის დაცილებით. ნაკვეთი №1 - დრენაჟიანი სარწყავი ვენახიანი ტერიტორია და ნაკვ­ე­თი №2 - ბალახიანი ტერიტორია. ნიმუშებს ვიღებდით კვარტალში ერთხელ 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 სმ სიღრმეებზე. ორივე ნაკვეთში შევისწავლეთ მშრალი ნაშთის ანუ ადვილად ხსნადი მარილების საერთო შემცველობა 0-100 სმ სიღრმეზე დინამიკაში.

ვახდენდით ნიმუშების გაშრობას, სხვადასხვა ჩანართებისაგან გაწმენდას, დაფქვას, 1 მმ დიამეტრის საცერში გაცრას და აწონვას წყლის გამონაწურის მოსამზადებლად. წყლის გამონაწურში განისაზღვრა შემდეგი პარამეტრები: pH, Na+, **K+,** Ca2+, Mg2+, CL-, SO42-, **CO32- HCO3-** და მშრალი ნაშთი.

აღნიშნული პარამეტრების განსაზღვრისას გამოყენებული იქნა სტანდარტების საერთაშ­ო­რისო ორგანიზაციის (ISO) მეთოდიკები. ნიადაგის დამლაშების ხარისხის შესაფასებლად კი - ვ.ჩხიკვიშვილის გრადა­ციის სკალა [76]

გრაფ. 3.1.1 და 3.1.2-ზე მოცემულია მშრალი ნაშთის გასაშუალებული მნიშვნელობები 0-100 სმ სიღრმეზე დინამიკაში 2016 და 2017 წლების განმავლობაში. როგორც მიღებული შედეგების ანალიზი აჩვენებს (გრაფ. 3.1.1), ნაკვეთი №1–ის ნიადაგი, რომელიც დაფარულია ვენახით, მიეკუთვნება დაუმლაშებელი ნიადაგების კატეგორიას. 0-100 სმ სიღრმეზე მშრალი ნაშთის ანუ ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა სტაბილურად დაბალია ორივე წელს. 2016 წელს მისი რაოდენობა მერყეობს 0,141-0,252 %-ის ფარგლებში. ზედა ჰორიზონტებში 0-20 და 20-40 სმ სიღრმეზე შედარებით ნაკლებია (0,141-0,170%). ნიადაგის ზედა ფენებში არსებული მარილების რაოდენობა გახსნილია მოსულ ატმოსფერულ ნალექებში ან სარწყავ წყალში და ისინი ჩარეცხილია ნიადაგის ქვედა ჰორიზონტებში. 40-60 სმ-დან მშრალი ნაშთის რაოდენობა იზრდება და იცვლება 0,200-0,252 %-ის ფარგლებში. 2017 წელს მშრალი ნაშთი მერყეობს 0,200-0,284%-ის ფარგლებში. 80-100 სმ -ზე ანუ მეტრიან ფენაში ვენახის ნიადაგებში კიდევ უფრო იზრდება მარილების რაოდენობის მატება სიღრმეში და ჩარეცხვა. მოყვანილი გრაფიკების ანალიზი აჩვენებს, რომ ძველი ანაგის ვენახის ნიადაგებში მშრალ ნაშთს 2017 წელს აქვს მატების ტენდენცია 2016 წელთან შედარებით. როგორც ცნობილია, 2017 წელი აღინიშნებოდა განსაკუთრებული მაღალი ტემპერატურით და უნალექობით, რის გამოც, ნიადაგის მორწყვა მიმდინარეობდა ინტენსიურად და შესაბამისად მოხდა მარილების ჩარეცხვა უფრო ღრმა - 80-100 სმ ჰორიზონტებში. თუმცა უნდა აღინიშნის, რომ შესწავლილ სიღრმეზე ორივე წელს ვენახის ნიადაგი რჩება დაუმლაშებელ ნიადაგად ე.ი. მშრალი ნაშთი ნაკლებია 0,3%-ზე.

**გრაფიკი 3.1.1. მშრალი ნაშთის შემცველობა ვენახის ნიადაგში**

განსხვავებული მდგომარეობაა ნაკვეთ 2-ში, სადაც ნიადაგი დაფარულია ბალახით და გამოიყენება საძოვრად (გრაფიკი 3.1.2) ეს ნი­ა­დაგი ეკუთვნის ზედა ფენებში საშუალოდ და სიღრმეში ძლიერ და მეტად ძლიერ დამლაშებული ნიადაგის კატეგორიას. მშრალი ნაშთი 2016 წელს მერყეობს 0.860-1.670 %, 2017 წელს- 0.608-1.950 %-ის ფარგლებში. ბალახის ნიადაგებში 2016 წელს ზედა ფენები საშუალოდ დამლაშებულია; 40-60 სმ სიღრმიდან აღინიშნება მშრალი ნაშთის მატება ძლიერ დამლაშებულ დონემდე; 60-80 და 80- 100 სმ სიღრმეში სურათი დაახლოებით თანაბარია, დამლაშება - მეტად ძლიერ დამლაშებულია. 2017 წელს 0-20 სმ-იანი ფენა საშუალოდ დამლაშებულია; 20-40 სმ-იანი - ძლიერ დამლაშებული; ხოლო 40-60, 60-80 და 80-100 სმ - მეტად ძლიერ დამლაშებულია. შესაძლებელია ბალახის ნიადაგებში მშრალი ნაშთის რაოდენობა დაფიქსირდეს უფრო დიდი რაოდენობით. აღნიშნული ნიადაგები განიცდიან ბუნებრივი ჰიდრომეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენას. განსაკუთრებით ნალექებისა და აორთქლების, ვინაიდან, ძლიერი დამლაშების გამო, ისინი არ განიცდიან ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედებას (დამუშავება,მორწყვა და სხვა). ამიტომ ასეთი ნიადაგები ხასიათდებიან ზედაპირიდანვე მარილების დიდი რაოდენობის შემცველობით და ბუნებრივ პირობებში დაუმუშავებელ ნიადაგში, მით უმეტეს უნალექო პირობებში, ნაკლებად ხდება მარილების გახსნა და მათი გადაადგილება ქვედა ჰორიზონტებში.

**გრაფიკი 3.1. 2. მშრალი ნაშთის შემცველობა ბალახით დაფარული ნიადაგში**

გრაფიკებზე 3.1.3 – 3.1.6 მოცემულია ძველი ანაგის ვენახისა და ბალახის ნაკვეთების ნიადაგში ანიონებისა (Cl-, SO4-2) და კათიონების (Na+, Ca+2, Mg+2) გრაფიკები სიღრმეზე დამოკიდებულებით (0-100 სმ).

2016-2017 წლების მარტის თვისათვის. როგორც გრაფიკი 3.1.3-დან ჩანს, იონებიდან გამოირჩევა SO4-2-ის იონები, რომლის რაოდენობა მერყეობს 0,64-2,29 მგ/ექვ-ის ფარგლებში; Na+-ის იონების რაოდენობა ყველაზე მეტია 80-100 სმ სიღრმეზე (3,08 მგ/ექვ.); შემდეგ მოდის Ca+2, Mg+2 და Cl--ის იონები. აღინიშნება Ca+2-ის იონების 20-80 სმ ფენაში მატება (1,20-2,12 მგ/ექვ.), რაც გამოწვეულია ნიადაგის ამ ფენებში კარბონატების არსებობით თეთრი თვლების სახით. ნატრიუმისა და კალციუმის რაოდენობები აღემატებიან მაგნიუმის იონების რაოდენობას და ისინი განაპირობებენ ამ ნიადაგებში ნატრიუმის (Na2SO4) და კალციუმის (CaSO4) სულფატების შემცველობას. ყველაზე ნაკლები რაოდენობით აღინიშნება ქლორის იონების რაოდენობა (0,20-0,53 მგ/ექვ.).

**ნახაზი 3.1.3 მთავარი იონების შემცველობა ვენახის ნიადაგში**

2017 წლის ვენახის ნიადაგის მონაცემების მიხედვით (გრაფიკი 3.1.4), იონებიდან დომინირებს SO4-2-ის იონები (1,33-3,30 მგ/ექვ.), სიღრმეში მისი რაოდენობა იზრდება; სიღრმეში აღინიშნება აგრეთვე ნატრიუმის იონების მატება 3,39 მგ/ექვ-მდე; Na+> Ca2+>Mg2+; ქლორის იონები აქაც ყველაზე ნაკლები რაოდენობითაა (0,23-0,51მგ/ექვ.).

**გრაფიკი 3.1.4. იონების შემცველობა ვენახის ნიადაგში. ძველი ანაგა. 03.2017წ.**

**გრაფიკი 3.1.5. იონების შემცველობა ბალახით დაფარული ნიადაგში.**

**ძველი ანაგა 03.2016წ.**

როგორც მიღებული ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს (გრაფიკი 3.1.5 და 3.1.6), ბალახის ნიადაგებში, ვენახთან შედარებით, აღინიშნება კათიონების და ანიონების მაღალი შემცველობა,რაც ბალახის ნიადაგების მეტ დამლაშებაზე მიუთითებს. 2016 და 2017 წლის მონაცემების მიხედვით იონებიდან დომინირებს SO4-2-ის იონები და მათი მაქსიმალური რაოდენობა შეადგენს 22,11-23,94 მგ/ექვ., სიღრმეში რაოდენობა იზრდება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ დამლაშება სულფატური ტიპისაა; სიღრმეში აღინიშნება აგრეთვე ნატრიუმის იონების მატება 16,87- 17,21 მგ/ექვ-მდე; Na+> Ca+2>Mg+2>Cl- .

**გრაფიკი 3.1.6. იონების შემცველობა ბალახით დაფარული ნიადაგში.**

**ძველი ანაგა 03.2017წ.**

ამრიგად, ძველი ანაგის ვენახის ნიადაგის გარდა, რომელიც მიეკუთვნება დაუმლაშებელს, ბალახის ნიადაგები მიეკუთვნებიან ძლიერ და მეტად ძლიერ დამლაშებული ნიადაგების კატეგორიას. მარილებიდან ყველაზე მეტი ადგილი უკავიათ ნატრიუმის სულფატებს ( Na2SO4) და ნატრიუმის ქლორიდებს (NaCL).

როგორც ცნობილია, დამლაშებული ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი ბუნებრივი ნაყ­ოფიერებით. ნიადაგის ხსნარში ადვილად ხსნადი მარილების მაღალი კონცენტრაცია მკვეთრად არღვევს მცენარის მომარაგებას წყლით, რასაც მივყავართ მათი დაღუპვისაკენ. კულტურულ მცენარეებს დამლაშებულ ნიადაგებზე ერღვევათ ნივთიერებათა ცვლა და მინ­ე­რალური კვების რეჟიმი, ფერხდება განვითარება, განსაკუთრებით საწყის ფაზაში, სუს­ტ­დება ფოტოსინთეზი, რის შედეგადაც, მცირდება მოსავლიანობა და მისი ხარისხი. რაც უფრო ადვილად აღწევენ მარილები მცენარეში, მით უფრო შხამიანები არიან ისინი. შხამიანობის ზღვარი იზრდება სულფატებიდან სოდიან დამლაშებამდე. ყოველივე ეს საფრთხეს უქმნის აგრობიომრავალფეროვნებას. (ცხრ. 3.1.1).

**ნიადაგის დამლაშების ხარისხი და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების**

**მდგომარეობა**

**ცხრილი №3.1.1.**

|  |  |
| --- | --- |
| **ნიადაგის**  **დამლაშების ხარისხი** | **საშუალოდ მარილგამძლე**  **მცენარის მდგომარეობა** |
| პრაქტიკულად დაუმლაშებელი  (ან სუსტად დამლაშებული) | კარგი ზრდა და განვითარება.  (მცენარეთა გამოვარდნა არარის, მოსავლიანობა ნორმალური) |
| სუსტად დამლაშებული | სუსტი დათრგუნვა  (მცენარეთა გამოვარდნა და მოსავლიანობის კლება 10-20%-ით) |
| საშუალოდ დამლაშებული | საშუალოდ დათრგუნვა  (მცენარეთა გამოვარდნა და მოსავლიანობის კლება 20-50%-ით) |
| ძლიერ დამლაშებული | ძლიერი დათრგუნვა  (მცენარეთა გამოვარდნა და მოსავლიანობის კლება 50-80%-ით) |
| მლაშობები | გადარჩებიან ცალკეული მცენარეები (მოსავლიანობა პრაქტიკულად არა რის) |

კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ ყველა ქვეყანაში აქტუალური გახადა ადაპტაციის სტრატეგიის შემუშავება და განხორციელება ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის. ამ მხრივ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საირიგაციო სისტემების გაუმჯობესებას საკვლევ რეგიონში, ბიოტექნოლოგიების დანერგვას (გვალვაგამძლე და მარილგამძლე ჯიშების შერჩევა), ქარსაცავი ზონების გაშენებას, სამეცნიერო გამოკვლევებს სოფლის მეურნეობაში და სხვა. რაც დადებითად აისახება აგრო და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებაზე.

კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ალაზნის ველის (სოფელი ძველი ანაგა) დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა და დამლაშების ხარისხი განსხვავდება ვენახისა და ბალახით დაფარულ ნიადაგში. 0-100 სმ სიღრმეზე მშრალი ნაშთის ანუ ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა სტაბილურად დაბალია ორივე წელს და ისინი მიეკუთვნებიან დაუმლაშებულ ნიადაგის კატეგორიას. ბალახის ნი­ა­დაგი ეკუთვნის საშუალოდ და სიღრმეში ძლიერ და მეტად ძლიერ დამლაშებული ნია­დაგის კატეგორიას. ნიადაგში იონების შემცველობის შესწავლამ კი აჩვენა, რომ იონებიდან ყველგან დომინირებს SO4-2-ის იონები, რაც მიუთითებს დამლაშების სულფატურ ტიპზე. შემდეგ მოდის Na+, Ca+2, Mg+2 - და Cl--ის იონები. ნატრიუმისა და კალციუმის რაოდენობები აღემატებიან მაგნიუმის იონების რაოდენობას და ისინი განაპირობებენ ამ ნიადაგებში ნატრიუმის (Na2SO4) და კალციუმის (CaSO4) სულფატების შემცველობას.

ალაზნის ველის ტერიტორიებზე (სოფელი ძველი ანაგა) ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას იწვევს დამლაშებისა და გაბიცობების პროცესები. ნიადაგში მიმდინარე დამლაშების პროცესები შესაძლოა დაკავშირებული იქნას მარილშემცველი ქანების გამოფიტვის პროცესებთან, მინერალიზებული გრუნტის წყალთან და რიგ სხვა ფაქტორებთან. ყოველივე უარყოფით გავლენას ახდენს ადგილობრივ ეკოსისტემებზე, იწვევს ინვაზიური სახეობების შემცირებას, ფაბიტატების დეგრადაციას, ბიომრავალფეოვნების შემცირებას და სხვა.

გამოკვლევის შედეგები საშუალებას იძლევა საკვლევი ნაკვეთებისათვის მიეცეს შესაბამისი რეკომენდაციები დამლაშების ხარისხის შესამცირებლად, ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად და ბიომრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად.

**3.2 სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს ნიადაგებში ჰუმუსის და საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმების (N,P,K) განსაზღვრა**

**(ქვემო ქედი და ძველი ანაგა)**

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი მდებარეობს საქართველოს ტერიტორიის უკიდურეს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში, რომელიც ტრადიციულად ქიზიყის სახელითაა ცნობილი.

დედოფლისწყარო წარმოადგენს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ რეგიონს, რომელიც შერჩეულია როგორც გაუდაბნოების საფრთხის წინაშე მდგარი ტერიტორია, სადაც აუცილებელია გაუდაბნოებასთან დაკავშირებული საადაპტაციო ღონისძიებათა ეფექტური დანერგვა. დედოფლისწყარო მდიდარია ნაყოფიერი მიწებითა და ვრცელი საძოვრებით, მაგრამ ღარიბია წყლის რესურსებითა და ატმოსფერული ნალექით. ზაფხულის თვეებში ჰაერის ტემპერატურა აღწევს 35-40°C, რაც ხანგრძლივად უნალექო პერიოდებთან ერთად იწვევს გვალვას. ყოველივე ეს განაპირობებს რაიონის ეკონომიკის წამყვანი დარგის - სოფლის მეურნეობის მოწყვლადობის მაღალ ხარისხს კლიმატის ამჟამად მიმდინარე ცვლილების მიმართ და აქტუალურს ხდის მის ტერიტორიაზე საადაპტაციო ღონისძიებათა შემუშავებას და მათ განხორციელებას. 2100 წლისათვის პროგნოზირებული ნალექთა შემცირება 14%-ით გაზრდის ადგილო­ბრი­ვი კლი­მატის არ­იდულობას და გადააქცევს აქაურ ნახევრად არიდულ ლანდშაფტებს ნახევ­რ­ა­დუდაბნოსა და უდაბნოს ლანდშაფტებად [71].

გაუდაბნოება, სერიოზულ ზემოქმედებას ახდენს ბუნებრივ გარემოზეც. იგი არღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას, რაც უზრუნველყოფს მცენარეებისა და ცხოველების არსებობას არიდულ, სემიარიდულ ზონებში. ამ წონასწორობის რღვევა დასაწყისს აძლევს იმ პროცესების განვითარებას, რომლებიც იწვევენ ბუნებრივი ეკოსისტემების განადგურებას. გაუდაბნოების პროცესი, თავის მხრივ, აჩქარებს ნიადაგის დეგრადაციას, მცენარეულობის ბუნებრივი რეგენერაციის შეზღუდვას და ნიადაგების ქიმიურ დაბინძურებას.

აღმოსავლეთ საქართველოს, კახეთის რეგიონი (დედოფლისწყარო, სიღნაღი) წარმოადგენს გაუდაბნოების საფრთხის წინაშე მდგარ ერთ-ერთ პრიორიტეტულ რეგიონს. კლიმატის ცვლილება სერიოზულ გავლენას ახდენს ადგილობრივ ეკოსისტემასა და ბიომრავალფეროვნებაზე. ასევე, სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. ხდება სახნავი მიწების პროდუქტიულობის შემცირება და მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდა. გაუდაბნოების წინააღმდეგ ბრძოლა, მნიშვნელოვანია არსებული ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის. გლობალური დათბობის პირობებში, მოსალოდნელია გვალვიანი რეგიონის არეალის გადიდება, აორთქლების ხარჯზე ტენის დეფიციტის გაზრდა, აორთქლების ინტე­ნსივობის ზრდასთან ერთად ნიადაგის დამლაშების პროცესების გაძლიერება, ნიადაგის ორგანული მასის სწრაფი მინერალიზაცია და გამოფიტვა, ასევე, სახნავი ფართობების შემცირება. შესაძლებელია მოხდეს მნიშვნელოვანი ცვლილებები ეკოსისტემების, მცენარეთა თანასაზოგადოების, ფლორისა და ფაუნის სახეობების გავრცელებაში [157].

ამრიგად, აღნიშნულმა პრობლემებმა კახეთის რეგიონი (დედოფლისწყარო, სიღნაღი) დააყენა სერიოზული საფრთხის წინაშე. აუცილებელია მზარდი ყურადღება დაეთმოს ნიადაგების, განსაკუთრებით, სასოფლო სამეურნეო სავარგულების დეგრადაციის კომპლექსურ კვლევას. ასევე, ადგილობრივი ბიომრავალფეროვნების წინაშე მდგარ საფრთხეებს.

სიღნაღისა და დედოფლისწყაროს ნიადაგების დეგრადაციის პროცესი იწვევს სასოფლო - სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის შემცირებას. ამ მდგომარეობის გამო, მოსალოდნელია აგრეთვე, რეგიონის ბიომრავალფეროვნების რისკის წინაშე დადგომა. ძლიერი ქარები, ტყის საფარით ღარიბ დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტში, იწვევს ნიადაგის ჰუმუსით მდიდარი ზედა ფენის ეროზიას, რის შედეგად მისი ნაყოფიერება მნიშვნელოვნად მცირდება. ლიტერატურის მიხედვით, შირაქის შავმიწა ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობამ საშუალოდ დაიკლო 7,5%-დან 3,2%-მდე, რასაც შეესაბამება ჰუმუსის შემცველობის შემცირება საშუალოდ 1,4-ჯერ. შესაბამისად, თითქმის 2-ჯერ დაეცა ნიადაგის ნაყოფიერება. ნიადაგის დეგრადაციის ამ პროცესს, ძლიერი ქარების გახშირებასთან ერთად, საგრძნობლად შეუწყო ხელი ბოლო 15-20 წლის მანძილზე ქარსაფარი ზოლების მასიურმა გაჩეხვამ და სარწყავი სისტემის მწყობრიდან გამოსვლამ.

ძლიერი ქარების ზეგავლენით ნიადაგი დედოფლისწყაროს პირობებში 1 ჰა-ზე გადაანგარიშებით ყოველწლიურად კარგავს ათეულობით ტონა ყველაზე ნოყიერ ზედა ფენების მასას. ამ მასასთან ერთად ნიადაგიდან გაიტანება 15-20 ტონა ჰუმუსი, 0,5-1,0 ტონა აზოტი და 150-200 კგ ფოსფორი [8.14.26].

ნიადაგის ნაყოფიერების დადგენის მიზნით, ჩვენს მიერ, 2016 წლის სექტემბერში, სიღნაღის (ძველი ანაგა) და დედოფლისწყაროს (ქვემო ქედი) ყავისფერ ნიადაგებში განისაზღვრა ჰუმუსი და საკვები ელემენტების (N,P,K) შესათვისებელი ფორმები. ნიმუშების აღება ძველ ანაგაში ხდებოდა ვენახიანი ტერიტორიისა და ბალახიანი ტერიტორიის ნიადაგებიდან, ხოლო დედოფლისწყარო მუნიციპალიტეტის სოფელ ქვემო ქედში - ბალახიანი ტერიტორიიდან და იმ ტერიტორიის ნიადაგიდან, სადაც ითესება საშემოდგომო ხორბალი.

დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის სოფელი ქვემო ქედი მდებარეობს ზღვის დონიდან 700 მეტრზე. დედოფლისწყაროდან დაშორებულია 41 კილომეტრით.

ნიადაგის ნიმუშების აღება ხდებოდა 0-20, 20-40 და 40-60 სმ სიღრმეზე. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილებში №3.2.1. და 3.2.2. ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს, რომ სიღნაღის ვენახიან ნიადაგების pH მერყეობს ნეიტრალური არეს რეაქციის ფარგლებში (7,2-7,0) ხოლო ბალახიან ნიადაგებში - გადახრილია ტუტე რეაქციისკენ და იცვლება 8,5-8,0 -ის ფარგლებში. დედოფლისწყაროს ნიადაგებში არეს რეაქცია იცვლება 7,3-7,0 (საშ. ხორბალი) და 7,8-7,0-ის (ბალახი) ფარგლებში.

ვენახის ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა მცირეა, ზედა ფენებში მერყეობს 2,82-1,65 %-ის ფარგლებში (ცხრილი №3.2.1) ხოლო 40-60 სმ სიღრმეში მისი შემცველობა კლებულობს 1,44%-მდე.

**სიღნაღის ნიადაგების ჰუმუსი, pH და საკვები**

**ელემენტების შესათვისებელი ფორმები**

**ცხრილი № 3.2.1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **სიღნაღის საკვლევი ნიადაგები**  **09. 2016 წელი** | | | | | | |
| **ნიადაგის დასახელება** | **სიღრმე**  **სმ** | **pH** | **ჰუმუსი %** | **შესათვისებელი**  **მგ/100გ** | | **ჰიდროლიზური**  **N მგ/100გ** |
| **K2O** | **P2O5** |
| **ნაკვეთი №1 ვენახი** | 0-20 | 7.2 | 2.82 | 45.0 | 3.6 | 5.5 |
| 20-40 | 7.2 | 1,65 | 44.0 | 3.4 | 4.6 |
| 40-60 | 7.0 | 1.44 | 38.0 | 1.2 | 4.1 |
| **ნაკვეთი №2 ბალახი** | 0-20 | 8.5 | 2.20 | 44.8 | 2.0 | 4.5 |
| 20-40 | 8.4 | 1.42 | 42.0 | 1.5 | 4.0 |
| 40-60 | 8.0 | 1.20 | 28.5 | 1.1 | 3.6 |

**დედოფლისწყაროს ნიადაგების ჰუმუსი, pH და საკვები**

**ელემენტების შესათვისებელი ფორმები**

**ცხრილი №3. 2. 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **დედოფლისწყაროს საკვლევი ნიადაგები**  **09. 2016 წელი** | | | | | | |
| **ნაკვეთი** | **სიღრმე**  **სმ** | **pH** | **ჰუმუსი**  **%** | **მგ/100 გრ ნიადაგში** | | |
| **K2O** | **P2O5** | **N** |
| **ნაკვეთი №1 საშემოდგომო**  **ხორბალი** | 0-20 | 7.3 | 2.62 | 35.8 | 2.2 | 4.8 |
| 20-40 | 7.2 | 1.60 | 33.1 | 2.0 | 3.8 |
| 40-60 | 7.0 | 1.05 | 30.9 | 1.3 | 3.5 |
| **ნაკვეთი №2 ბალახი** | 0-20 | 7.8 | 2.12 | 33.2 | 1.9 | 3.4 |
| 20-40 | 7.5 | 1.50 | 30.3 | 1.2 | 3.1 |
| 40-60 | 7.0 | 1.10 | 28.7 | 0.9 | 2.8 |

ვენახის ნიადაგი მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით, განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში და შეადგენს 45,0 მგ/100გ ნიადაგში. სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს 38,0 მგ/100გ ნიადაგში. სამაგიეროდ მცირეა შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა (3,6 მგ/100გ ნიადაგზე), სიღრმეში კიდევ უფრო იკლებს შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა (1,2 მგ/100გ ნიადაგზე). ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა იცვლება ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით, მაქ­სი­მა­ლურია ზედა ჰუმუსიან ფენაში და შეადგენს 5,5 მგ/100 გ ნიადაგში. სიღრმეში კლებულობს მისი რაოდენობა - 4,1 მგ/100 გ. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევ ნიმუშებში დაბალია ჰიდროლიზური ანუ შესათვისებელი აზოტის შემცველობა, ე.ი. ნიადაგები ითვლებიან დაბალ­ ნაყოფიერ ნიადაგებად.

როგორც ცხრილი №3.2.1-დან ჩანს, ვენახიან და ბალახიან ნაკვეთებში განსხვავებული სურათია: ბალახიან ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა ვენახთან შედარებით ნაკლებია (2.20-1.42%), სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს 1,20%-მდე. ე.ი ეს ნიადაგები ჰუმუსით ნაკლებად უზრუნველ­ყოფილი ნიადაგებია.

ბალახის ნიადაგში ყველა სხვა მაჩვე­ნებელიც ნაკლებია ვენახის ნიადაგთან შედარებით. შესათვისებელი კალიუმი და ფოსფორი იცვლება შესაბამისად 44,8-28,5 და 2,0-1,1მგ/100გ ნიადაგზე; ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა - 4,5-3,6 მგ/100გ ფარგლებში.

ანალოგიური სურათია დედოფლისწყაროს ნიადაგებშიც (ცხრილი№3.2.2), სადაც ნიადაგის ნაყოფიერების ყველა მაჩვენებლის მიხედვით ისინი ითვლებიან კიდევ უფრო დაბალნაყოფიერ ნიადაგებად ე.ი. დედოფლისწყაროში, სიღნაღთან შედარებით, ნიადაგის დეგრადაცია უფრო მეტადაა გამოხატული, რაც განპირობებულია მოყვანილი სხვადასხვა ფაქტორით. ჰუმუსის შემცველობა საშემოდგომო ხორბლის ნიადაგში მცირეა, ზედა ფენებში მერყეობს 2,62-1,60%-ის ფარგლებში, ხოლო 40-60 სმ სიღრმეში მისი შემცველობა კლებულობს 1,05%-მდე. ბალახიან ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა შეადგენს 2,12-1,50%-ს, სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს 1,10%-მდე. ე.ი ეს ნიადაგებიც ჰუმუსით ნაკლებად უზრუნველ­ყოფილი ნიადაგებია.

საშემოდგომო ხორბლის ნიადაგი მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით, განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში და შეადგენს 35,8 მგ/100გ ნიადაგში. სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს 30,9 მგ/100გ ნიადაგში. სამაგიეროდ მცირეა შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა (2,2 მგ/100გ ნიადაგზე), სიღრმეში კიდევ უფრო იკლებს მისი რაოდენობა (1,3 მგ/100გ ნიადაგზე). ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა იცვლება ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით, მაქ­სი­მა­ლურია ზედა ჰუმუსიან ფენაში და შეადგენს 4,8 მგ/100 გ ნიადაგში, სიღრმეში კლებულობს მისი რაოდენობა - 3,5 მგ/100 გ. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევ ნიმუშებში დაბალია ჰიდროლიზური ანუ შესათვისებელი აზოტის შემცველობა, ე.ი.დედოფლისწყაროს ნიადაგებიც ითვლებიან დაბალ­ნაყოფიერ ნიადაგებად.

კიდევ უფრო დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდება დედოფლისწყაროს ბალახის ნიადაგები. შესათვისებელი კალიუმი და ფოსფორი იცვლება შესაბამისად 33,2-28,7 და 1,9-0,9 მგ/100გ ნიადაგზე; ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა - 3,4-2,8 მგ/100გ ფარგლებში.

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ დედოფლისწყაროსა და სიღნაღის რეგიონში, რომლებიც პრაქტიკულად მოწყვლადნი არიან კლიმატის ცვლილებების მიმართ, ნიადაგში ნაყოფიერების მაჩვენებელი დაბალია და ითვლება დაბალ ნაყოფიერ ნიადაგებად. სიღნაღთან შედარებით, დედოფლისწყაროში ნიადაგის დეგრადაცია უფრო მეტადაა გამოხატული. აღნიშნულ რეგიონებში მოსალოდნელია სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის დაბალი დონე ნიადაგის დეგრადაციისა და დაბალი ნაყოფიერების გამო.

კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული პრობლემები კახეთის რეგიონს აყენებს სერიოზული საფრთხის წინაშე. გაუდაბნოების პროცესი იწვევს ნიადაგების დეგრადაციას, ადგილობრივი ბიომრავალფეროვნების საფრთხის წინაშე დაყენებას და შესაბამისად, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების შემცირებას.

**3.3 ძველი ანაგის ტერიტორიაზე მდებარე წყლის ობიექტების**

**ეკოლოგიური მონიტორინგი**

მდინარე ალაზნის სარწყავი სისტემა მდებარეობს ალაზნის ველის მარჯვენა სანაპიროზე. ქვემო ალაზნის სარწყავი მაგისტრალური არხი, რომლის სიგრძე შეადგენს 91,2 კმ-ს, გადის თელავის, გურჯაანის და სიღნაღის მუნიციპალიტეტების ტერიტორიაზე. ამ არხის საშუალებით ხორციელდება ალაზნის ველის ათასობით ჰექტარი ტერიტორიების მორწყვა. ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემა განთავსებულია ალაზნის ველის მარჯვენა სანაპირო­ზე, სადაც ჩვენი კვლევის ობიექტია. 1970-იან წლებში ალაზნის ველის 35 ათასი ჰექტარი ტერიტორიის მორწყვა ხორციელდებოდა ქვემო ალაზნის მაგისტრალური არხის საშუალებით, რომლის წყლის ხარჯიც სათავე ნაგებობებთან შეადგენდა 18მ3/წმ, ხოლო მდინარე ალაზანში ვარდნისას 3მ3/წმ-ში [65.].

ბოლო 25-30 წლის განმავლობაში, თითქმის მთლიანად არის მწყობრიდან გამოსული ყველა კოლექტორულ-დრე­ნაჟული სისტემა, მოშლილია შიდა სამეურნეო ქსელი, მნიშვნელოვნად გაუარესდა ნიადაგის ხარისხი. ყოველივე ეს სერიოზულ უარყოფით გავლენას ახდენს როგორ სასოფლო - სამეურნეო კულტურებზე, ასევე, ადგილობრივ ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე.

გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან, მნიშვნელოვნად შემცირდა/გაუქმდა სარწყავი სისტემების ქსელი და შესაბამისად, სარწყავი ფართობები. მდინარე ალაზნის აუზში 3 მოქმედი საირიგაციო სისტემაა: ზემო ალაზნის, ნაურდალის და ქვემო ალაზნის. მიუხედავად სარეაბილიტაციო სამუშაოების დაწყებისა, დღეისათვის, ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემა მოიცავს 22 464 ჰა ფართობს, მაშინ, როცა 90-იან წლებში ირწყვებოდა 44 300 ჰა. ხოლო ქვემო ალაზნის სისტემა - 20 071 ჰა ფართობს. 90 -იან წლებში კი - 34 426 ჰა [86].

ალაზნის ველის ტერიტორიაზე სარწყავი არხების ფუნქციონირებამ, წყლის ფილტრაციის შედეგად, შეიძლება გამოიწვიოს მიმდებარე ტერიტორიების დაჭაობება და დამლაშება. დროთა განმავლობაში ამას მოყვება დიდი ტერიტორიების განადგურება და სასოფლო სამეურნეო სავარგულებიდან ამოღება. ასევე, უარყოფითად აისახება ეს ადგილობრივ ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე.

ალაზნის ველი, რომელიც წარმოადგენს ტაფობს, ჩადაბლებული რელიეფით, დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების მძიმე მექანიკური შედგენილობის გამო, ხასიათდება ძალზედ ცუდი წყალგამტარობით. ხოლო მინერალიზირებული გრუნტის წყლის სიახლოვე (1,5-2,5 მ) იწვევს ნიადაგის ჭარბ ტენიანობას, რის შედეგადაც, მატულობს ნიადაგის დამლაშების ხარისხი. გრუნტის წყლების ქიმიური შედგენილობა ფორმირდება მთელი რიგი ფაქტორების ზემოქმედებით. ამ პროცესზე განსაკუთრებულ ზეგავლენას ახდენს ორი ურთიერთდაკავშირებუ­ლი და ურთიერთმომქმედი ფაქტორი სარწყავი წყლის მინერალიზაცია და სარწყავი ტერიტორიის ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა.

დამლაშებულ ნიადაგებსა და გრუნტის წყლებში დიდი რაოდენობით გვხვდება ტოქსიკური მარილები, მათ შორის, ყველაზე მაღალი ტოქსიკურობა ახასიათებს სოდას, ხოლო ყველაზე ნაკლები - სულფატებს, გარდამავალი ადგილი კი უკავიათ ქლორიდებს. ტოქსიკური მარილები ადვილად ხვდებიან ნიადაგიდან და გრუნტის წყლებიდან ხელოვნურ წყალსაცავებში და იწვევენ მათ დაბინძურებას. ეს კი მეტად მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოქმნის როგორც წყალსაცავების ეკოსისტემებისათვის, თევზებისათვის, ასევე ეკონომიკური მიმართულებითაც. მოსახლეობამ საადაპტაციო ღონისძიებების გატარების მიზნით, დაიწყო ხელოვნური წყალსაცავების შექმნა და მათში თევზის მოშენება სარეალიზაციოდ, რაც განაპირობებს მოსახ­ლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას და სიღარიბის დაძლევას.

ყოველივე ზემო აღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვნად ჩავთვალეთ შეგვესწავლა ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, გრუნტის წყლისა და ხელოვნური წყალსაცავის ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარება, რის საფუძველზეც შეგვიძლია მათი ეკოლოგიური მდგომარეობის დადგენა. წყლის ობიექტების ეკოტოქსიკოლოგიური მონიტორინგი და მათი ხარისხის კონტროლი ერთ-ერთი საშუალებაა, რითაც შეიძლება შემოწმდეს მათი რეალურად არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობა.

აღებულ საანალიზო სინჯებში განვსაზღვრეთ წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები - t0, pH, ელ. გამტარობა, გამჭირვალობა, მინერალიზაცია, ბიოგენური ელემენტები - NO2-, NO3-, NH4+, PO43-; ბუნებრივი წყლების ძირითადი იონები - Na+, K+, Ca2+, Mg2+, Cl-, SO42-, HCO3- და მძიმე ლითონები - Cu, Pb, Ag. საველე პირობებში შესაბამისი მაჩვენებლების განსაზღვრა ხდებოდა უშუალოდ ადგილზე, საველე პორტატული აპარატით- HORIBA-10.

ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის და გრუნტის წყლების 2016-2017 წლების მარტის, ივნისისა და სექტემბერის თვეში ჩატარებული ანალიზის შედეგები მოყვანილია №3.3.1-ცხრილში, ხოლო ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, სოფელი ძველი ანაგის ტერიტორიაზე არსებული ხელოვნური წყალსაცავის და ამავე ტერიტორიაზე არსებული გრუნტის წყლების კომპლექსური ფიზიკურ-ქიმიური კვლევის შედეგები მოყვანილია *ცხრილებში №3.3.2; №3.3.3; №3.3.4; №3.3.5; №3.3.6.*

როგორც ცხრილი №3.3.1- დან ჩანს, ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალში 2016-2017 წწ. მარტის თვის მინერალიზაცია იცვლება 0,250-0,221 ივნისის თვეში - 0,290-0,310 და სექტემბრის თვეში - 0,268 –0.245 გ/ლ-ის ფარგლებში. აგროკულტურების სარწყავად გამოსაყენებელ წყალში, მარილების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის შემცველობა შეადგენს 1 გ/ლ. ე. ი ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი არ არის დაბინძურებული და მისი გამოყენება შესაძლებელია ალაზნის ველის ტერიტორიებზე არსებული სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოყენებული მიწების სარწყავად.

**ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის და გრუნტის წყლების ანალიზის შედეგები**

***ცხრილი №3.3.1***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **ნიმუშის აღების ადგილი** | **მაჩვენებლები** | | | |
| **დრო** | **pH** | **t°C** | **მინერალიზაცია, გ/ლ** |
| **1** | **ქვემო ალაზნის**  **სარ­წ­ყავი არხი** | 03.2016 | 7,65 | 8.2 | 0.250 |
| 06.2016 | 8.00 | 20.0 | 0.290 |
| 09.2016 | 8.00 | 21.0 | 0.268 |
| 03.2017 | 7,50 | 9.4 | 0.221 |
| 06.2017 | 8.00 | 20.0 | 0.310 |
| 09.2017 | 8.00 | 22.0 | 0.245 |
| **2** | **გრუნტის**  **წყალი**  **#1** | 03.2016 | 7.50 | 9.5 | 9. 521 |
| 06.2016 | 8.00 | 22.0 | 11.522 |
| 09.2016 | 8.20 | 21.0 | 17.555 |
| 03.2017 | 7,6 | 10.0 | 2.748 |
| 06.2017 | 7.5 | 22.0 | 12.524 |
| 09.2017 | 8.00 | 21.0 | 11.633 |
| **3** | **გრუნტის**  **წყალი**  **#2** | 03.2016 | 7.50 | 9.2 | 6.660 |
| 06.2016 | 7.50 | 20.0 | 8.542 |
| 09.2016 | 8.20 | 21.2 | 11.230 |
| 03.2017 | 7.50 | 10.0 | 10.500 |
| 06.2017 | 7.80 | 22.0 | 15.352 |
| 09.2017 | 8.00 | 21.0 | 10.950 |

ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს გრუნტის წყლების მინერალიზაციის ხარისხის მონიტორინგს. ალაზნის ვე­ლის გრუნტის წყლები საკმაოდ მინერალიზებულია, მარილიანია, მათი დონე მერყეობს სხვადა­სხვა ფარგლებში. როგორც ცხრილი №3.3.1-დან ჩანს, 2016-2017 წწ. მარტის, ივნისისა და სექტემბერის თვეებში, გრუნტის წყლების მინერალიზაცია იცვლება 2.748-17,555 გ/ლ-ის ფარგლებში. აღსანიშნავია, რომ 2016-2017 წწ ორივე გრუნტის წყლის მინერალიზაცია მარტის თვეში ნაკლებია, ივნისისა და სექტემბრის თვეებთან შედარებით. ჩვენი აზრით, მინერალიზაციის მატება განპირ­ო­ბებულია იმით, რომ ზაფხულის თვეებში ადგილი აქვს ჭაბურღილებიდან წყლის აორთქლებას, რის შედეგადაც, მათში მინერალიზაცია მატულობს. გაზაფხულზე ხდება სარწყავი ზონის ფილტრაციული წყლების მოხვედრა გრუნტის წყლებში, რომლებსაც ნიადაგიდან გამოაქვს ადვილად ხსნადი მარილები. როგორც ანალიზის შედეგებიდან ჩანს, გრუნტის წყლები საკვლევ ტერიტორიაზე მიეკუთვნებიან მარილიანი გრუნტის წყლების კატეგორიას.

როგორც ცხრილებიდან *№3.3.2* ჩანს, ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალში გამოკვლეული ყველა მაჩვენებელი თითქმის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში მერყეობს. მშრალი ნაშთის განმსაზღვრელი იონები (*Na+, K+, Ca2+, Mg2+ Cl-, SO42-, HCO3*-) და ბიოგენური ელემენტები (NH4+, NO2-, NO3-, PO43-) კონცენტრაციები, ამონიუმის იონების გარდა, მერყეობს ზდკ- ფარგლებში. ამონიუმის იონები 2016 წელს დაფიქსირდა - 0.435 მგ/ლ, ხოლო 2017 წელს - 0.480 მგ/ლ. ეს კი მიუთითებს სარწყავი არხის წყლის ახალ ფეკალური დაბინძურებაზე. წყლის pH 2016 წელს არის 7,65; 2017-ში - 7,50;

რაც შეეხება მძიმე ლითონების (Cu, Pb, Ag) შემცველობას, მათი მაჩვენებელი ზდკ-ზე დაბალია და შესაბამისად მერყეობს - 2016 წელს სპილენძი -0.0040; ტყვია - 0.0030; ვერცხლი - 0.0005 ხოლო 2017 წელს სპილენძი - 0.0035; ტყვია - 0.003; ვერცხლი - 0.0005.

**ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყლების ანალიზის შედეგები**

***ცხრილი №3.3.2***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **მაჩვებენლები** | **ზდკ\*** | **ქვემო ალ­აზ­ნის სარ­წყავი არხის წყალი** | |
| **2016 წელი**  **მარტი** | **2017 წელი**  **მარტი** |
| 1 | ტემპერატურა, t0C |  | 8.2 | 9.2 | |
| 2 | გამჭირვალობა, სმ |  | 10.0 | 10.5 | |
| 3 | pH | 6.5-8.5 | 7.65 | 7.50 | |
| 4 | შეწონილი ნაწილაკები, მგ/ლ |  | 47.5 | 40.8 | |
| 5 | ნახშირორჟანგი, მგ/ლ |  | 2.09 | 4.95 | |
| 6 | სიხისტე, მგ.ექვ./ლ |  | 2.40 | 2.58 | |
| 7 | ამონიუმი, მგN/ლ | 0.39 | 0.435 | 0.480 | |
| 8 | ნიტრიტი, მგN/ლ | 1.0 | 0.065 | 0.247 | |
| 9 | ნიტრატი, მგ N/ლ | 10.0 | 0.436 | 0.736 | |
| 10 | ფოსფატი, მგ/ლ | 3.5 | 0.030 | <0.001 | |
| 11 | სულფატი, მგ/ლ | 500 | 15.75 | 25.423 | |
| 12 | ქლორიდი, მგ/ლ | 350 | 2.46 | 3.62 | |
| 14 | ფტორიდი, მგ/ლ | 1.2 | 0.154 | 0.152 | |
| 15 | ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ |  | 122.45 | 141.48 | |
| 16 | კალიუმი, მგ/ლ | 50 | 1.15 | 1.3 | |
| 17 | ნატრიუმი, მგ/ლ | 200 | 5.65 | 8.45 | |
| 18 | კალციუმი, მგ/ლ | 180 | 35.15 | 36.5 | |
| 19 | მაგნიუმი, მგ/ლ | 40 | 8.24 | 9.50 | |
| 20 | ელექტროგამტარობა. sm/cm |  | 220 | 250 | |
| 21 | მინერალიზაცია მგ/ლ |  | 250.0 | 221,0 | |

**ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალში მძიმე ლითონების შემცველობა**

***ცხრილი №3.3.3***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **მაჩვენებლები** | **ზდკ\*** | **ქვემო ალ­აზ­ნის სარ­წყავი არხის წყალი** | |
| **2016 წელი**  **მარტი** | **2017 წელი**  **მარტი** |
| 1 | სპილენძი | 1,0 | 0.0040 | 0.0035 |
| 2 | ტყვია | 0,03 | 0.0030 | 0.003 |
| 3 | ვერცხლი | 0,001 | 0.0005 | 0.0005 |

***ზდკ\* - ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია***

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ალაზნის ველზე მდებარე ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი იმყოფება ანთროპოგენური დატვირთვის ქვეშ, მისი ეკოლოგიური მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია და მისი გამოყენება შესაძლებელია ალაზნის ველის ტერიტორიებზე არსებული სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოყენებული მიწების სარწყავად.

მნიშვნელოვანია აგრეთვე, აღნიშნულ ტერიტორიაზე არსებული ხელოვნური წყალსაცავის შესწავლა, რადგან ხელოვნური წყალსაცავების კვების წყაროდ გამოიყენება ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი, რომელიც მდინარე ალაზნის წყლით მარაგდება. მდინარის დაბინძურება კი ხდება სამრეწველო, კომუნა­ლური და სასოფლო-სამეურნეო ჩანადენებით. ისინი იწვევენ წყლის ხარისხის გაუარესებას სხვადასხვა ტოქსიკური ნივთიერებებით, მათ შორის პესტიციდებითა და სასუქებით. გარდა ამისა, დამლაშებულ ნიადაგებსა და გრუნტის წყლებში დიდი რაოდენობით არსებო­ბენ ტოქსიკური მარილები, რომლებიც ადვილად ხვდებიან წყალსაცავებში და იწვევენ მათ დაბინძურებას; წყალ­საცავებში ბიოგენური ელემენტების სიჭარბე იწვევს წყალ­მცე­ნარეების ინტენსიურ განვი­თა­რებას. ბიოგენების ჭარბი დაგროვება კი ევტოფიკაციას, რაც შესაძლებელია დამღუპველი აღმოჩნდეს თევზებისა და წყლის ეკოსისტემების სხვა ბინადრებისთვის.

ნიადაგიდან აზოტიანი სასუქების ჩამორეცხვის შედეგად, არსებობს ხელოვნური წყალსაცავის (თევზის მოშენებისათვის გაკეთებული საგუბარი), აზოტიანი სასუქებით დაბინძურების საშიშროება. აზოტიანი სასუქები წყალში კარგად იხსნება და ადვილად გადაადგილდება. ჩარეცხილი აზოტის დაახლოებით 90% ნიტრატული ფორმის აზოტზე მოდის. წყალსაცავის წყლის დაბინძურების შედეგად, შესაძლოა შეიცვალოს მისი ფიზიკური თვისებები, ქიმიური შედგენილობა და მიკროფლორა. ყოველივე ეს, უარყოფითად აისახება წყალსაცავის ბიომრავალფეროვნებაზე და წყლის ეკოსისტემების რესურსულ ღირებულებაზე.

ჩვენს მიერ მოპოვებული ინფორმაციით, სოფელ ძველი ანაგას ტერიტორიაზე მდებარე ხელოვნური წყალსაცავში (X 41572457, Y 46084036) მოშენებულია ბრტყელშუბლა, კარპი, ალაზ­ნის ლოქო და სხვა ჯიშის თევზები. თევზები, თბილსისხლიან ცხოველებთან შედარებით, უფრო მეტად მგრძნობიარენი არიან ტოქსიკური ნივთიერებების მიმართ. ლაყუჩების საშუალებით მათ ორგანიზმში ხვდება უფრო მეტი ტოქსიკური ნივთიერება, ვიდრე, თბილსისხლიანი ცხოველი ღებულობს ჰაერიდან სუნთქვის დროს.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე, მოსახლეობის მიერ, სასურველი ეკონომიკური ეფექტის მისაღწევად გაკეთებული ხელოვნური წყალსაცავები, ხშირ შემთხვევაში უარყოფით ეფექტს იძლევა. ხდება სახნავი მიწების განადგურება, დაჭაობების პროცესების გაძლიერება, ჰიდროლოგიური პროცესების გარდაქმნა და სხვა. რაც გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს ადგილობრივ ეკოსისტემას და ბიომრავალფეროვნებას. ალაზნის ველის დამლაშებულ ნიადაგზე ასეთი ზემოქმედების შედეგად, ხდება მიწების დეგრადაცია.

აღსანიშნავია, რომ ხელოვნური წყალსაცავების დაშრობის (გაუქ­მების) შემთხვევაშიც კი გართულებული იქნება დაკარგული ეკოსისტემებისათვის ეკოლოგიური ფუნქციების აღდგენა. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ხელოვნური წყალსაცავების სიჭარბის შემთხვევაში, ასევე, ძნელი იქნება ისეთი წამყვანი ენდემური ჯიშების მოსავლიანობის და ხარისხის შენარჩუნება, როგორიცაა ვაზი და ხორბალი, რომლებსაც უყვართ მშრალი ჰავა.

ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ეკოქიმიური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილებში №3.3.4 და 3.3.5. მონაცემებიდან ჩანს, რომ წყალში აღინიშნება ნატრიუმის (2016 წელი -275.0 მგ/ლ და 2017 წელი - 277.45 მგ/ლ) და სულფატების იონების მაღალი შემცველობა (2016 წელი - 606.00 მგ/ლ, 2017 წელი - 683.90 მგ/ლ), რაც იმის მაჩვენებელია, რომ წყალსაცავები გაშენებულია დამლაშებულ ნიადაგებზე (სიღნაღის მუნიციპალიტეტში). წყალსაცავის წყლის მინერალიზაცია 2016 წელს შეადგენს 1049,2, ხოლო 2017 წელს - 1005,6 მგ/ლ. ე.ი. ეს წყალსაცავი მიეკუთვნება მაღალი (>1000 მგ/ლ) მინერალიზაციის მქონე წყლებს. [48]. ბიოგენური ნივთიერებებიდან, მხოლოდ ამონიუმის იონების კონცენტრაციები აღემატებიან ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს და შეადგენს - 2016 წელს 0.725 მგ/ლ, ხოლო 2017 წელს - 0.504 მგ/ლ.

მძიმე ლითონებიდან, ჩვენს მიერ განსაზღვრულია Pb; Cu; Ag. ისინი ხასიათდებიან ტოქსიკურობით. წყალსატევის წყალში მათი დაბალი კონცენტრაციებიც კი, შესაძლებელია დამღუპველი აღმოჩნდეს თევზებისა და წყლის ეკოსისიტემის სხვა ბინადრებისათვის. ტყვია ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ტოქსიკანტია, წყალსატევების დაჭუჭყიანებაში ის დიდი როლს თამაშობს. სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული პესტიციდებიდან წამყვანი ადგი­­ლი კი უკავია - შაბიამანს, კუპრაზანს, კუპერვალს, იროკოს, ციანიდებს და სხვა. მათი უმეტესო­ბის ძირითადი შემა­დგენელი კო­მ­პონენტია სპილენძი, რომელიც ხვდება ჰაერში, წყალში, საკვებ პროდუქტებში და ადა­მი­ანის ორგანიზმში. Cu ნაკლებად ტოქსიკურია, ვიდრე რკინა. რაც შეეხება ვერცხლს - სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ჩატარების დროს, რეაგენტი PbI2 -ის ნაცვლად, გამოიყენება ვერცხლის იოდიდი (AgI).

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს (ცხრილი №3.3.5). მძიმე ლითონების შემცველობა წყალსაცავის წყალში უმნიშვნელოა და მათი შემცველობა ზდკ-ზე ბევრად დაბალია. 2016 წელს დაფიქსირდა: სპილენძი -0.0045 მგ/ლ; ტყვია -0.0026 მგ/ლ; ვერცხლი - 0.0003 მგ/ლ. 2017 წელს - სპილენძი -0.0080 მგ/ლ; ტყვია - 0.0036 მგ/ლ; ვერცხლი - 0.0005 მგ/ლ. ნათლად ჩანს, რომ ხელოვნური წყალსაცავის წყლის დაჭუჭყიანება მძიმე ლითონებით არ ხდება.

**ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ანალიზის შედეგები**

***ცხრილი №3.3.4***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **მაჩვენებლები** | **ზდკ\*** | **ხელოვნური წყალსაცავის**  **წყალი** | |
| **2016 წელი**  **მარტი** | **2017 წელი**  **მარტი** |
| 1 | ტემპერატურა, t0C |  | 9.0 | 8,9 |
| 2 | გამჭირვალობა, სმ |  | 11.0 | 8.3 |
| 3 | pH | 6.5-8.5 | 7.15 | 7.45 |
| 4 | შეწონილი ნაწილაკები, მგ/ლ |  | 55.6 | 42.2 |
| 5 | ნახშირორჟანგი, მგ/ლ |  | 2.65 | 2.54 |
| 6 | სიხისტე, მგ.ექვ./ლ |  | 4.00 | 3.78 |
| 7 | ამონიუმი, მგN/ლ | 0.39 | 0.725 | 0.504 |
| 8 | ნიტრიტი, მგN/ლ | 1.0 | 0.016 | 0.087 |
| 9 | ნიტრატი, მგ N/ლ | 10.0 | <0.001 | 1.230 |
| 10 | ფოსფატი, მგ/ლ | 3.5 | 0.025 | 0.128 |
| 11 | სულფატი, მგ/ლ | 500 | 606.00 | 683.90 |
| 12 | ქლორიდი, მგ/ლ | 350 | 40.90 | 39.00 |
| 14 | ფტორიდი, მგ/ლ | 1.2 | 0.145 | 0.087 |
| 15 | ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ |  | 198.30 | 188.00 |
| 16 | კალიუმი, მგ/ლ | 50 | 2.20 | 1,05 |
| 17 | ნატრიუმი, მგ/ლ | 200 | 275.0 | 277.45 |
| 18 | კალციუმი, მგ/ლ | 180 | 54.46 | 55.40 |
| 19 | მაგნიუმი, მგ/ლ | 40 | 19.20 | 15.45 |
| 20 | ელექტროგამტარობა, sm/cm |  | 878 | 995 |
| 21 | მინერალიზაცია, მგ/ლ |  | 1049.2 | 1005.6 |

*ზდკ\* - ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია*

**ხელოვნური წყალსაცავის წყალში მძიმე ლითონების შემცველობა**

***ცხრილი №3.3.5***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **მაჩვენებლები** | **ზდკ\*** | **ქვემო ალ­აზ­ნის სარ­წყავი არხის წყალი** | | |
| **2016 წელი**  **მარტი** | **2017 წელი**  **მარტი** | |
| 1 | სპილენძი | 1,0 | 0.0045 | | 0.0080 |
| 2 | ტყვია | 0,03 | 0.0026 | | 0.0036 |
| 3 | ვერცხლი | 0,001 | 0.0003 | | 0.0005 |

*ზდკ\* - ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია*

ასევე, დიდი მნიშვნელობა აქვს ალაზნის ველის გრუნტის წყლების მინერალიზაციის ხარისხის შესაწავლას. კვლევებმა აჩვენა, რომ საკმაოდ მინერალიზებულია და მარილიანობის დონე სხვადასხვა ფარგლებში მერყეობს. გრუნტის წყლები საკვლევ ტერიტ­ორ­ი­ა­ზე მიეკუთვნებიან მარილიანი გრუნტის წყლების კატეგორიას. როგორც ცხრილებიდან ჩანს, 2016-2017 წლების მარტის, ივნისის და სექტემბრის მონაცემებით, გრუნტის წყლის მინერალიზაციის დონე იცვლება. ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა 2017 წლის მარტის თვეში და შეადგინა -2748,8 მგ/ლ, ხოლო ყველაზე მაღალი - 2016 წლის სექტემბერში -17555 მგ/ლ. მინერალიზაციას აქვს ტენდენცია შეიცვალოს წლის სეზონების მიხედვით. კერძოდ, მინერალიზაცია იზრდება ზაფხულსა და შემოდგომაზე.

გრუნტის წყალში აღინიშნება სულფატების, ქლორიდების, ნატრიუმის და მაგნიუმის მაღალი შემცველობები ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებთან (ზდკ) შედარებით. ეს კანონზომიერია, რადგან გრუნტის წყლის ასაღები ჭა მდებარეობს დამლაშებულ ნიადაგებზე, საიდანაც ხდება გრუნტის წყლების კიდევ უფრო გაჯერება აღნიშნული ინგრედიენტებით.

**გრუნტის წყლების ანალიზის შედეგები**

**ცხრილი №3.3.6**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **ინგრედიენტი** | **ზდკ\*** | **გრუნტის**  **წყალი** | **გრუნტის**  **წყალი** |
| **2016 წელი.**  **მარტი** | **2017 წელი.**  **მარტი** |
| 1 | ტემპერატურა, t0C |  | 9.5 | 10.0 |
| 2 | გამჭირვალობა, სმ |  | 12.0 | 11.0 |
| 3 | pH | 6.5-8.5 | 7.50 | 7.60 |
| 4 | შეწონილი ნაწილაკები, მგ/ლ |  | - | - |
| 5 | ნახშირორჟანგი, მგ/ლ |  | 0.89 | 1.34 |
| 6 | სიხისტე, მგ.ექვ./ლ |  | 11.53 | 20.22 |
| 7 | ამონიუმი, მგN/ლ | 0.39 | 0.569 | 0.456 |
| 8 | ნიტრიტი, მგN/ლ | 1.0 | <0.001 | <0.001 |
| 9 | ნიტრატი, მგ N/ლ | 10.0 | 0.267 | 0.161 |
| 10 | ფოსფატი, მგ/ლ | 3.5 | <0.001 | <0.001 |
| 11 | სულფატი, მგ/ლ | 500 | 3154.6 | 1355.80 |
| 12 | ქლორიდი, მგ/ლ | 350 | 525.6 | 296.30 |
| 14 | ფტორიდი, მგ/ლ | 1.2 | 0.135 | 1.96 |
| 15 | ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ |  | 122.34 | 251.55 |
| 16 | კალიუმი, მგ/ლ | 50 | 0.89 | 6.5 |
| 17 | ნატრიუმი, მგ/ლ | 200 | 496.50 | 345.7 |
| 18 | კალციუმი, მგ/ლ | 180 | 27,5 | 37.4 |
| 19 | მაგნიუმი, მგ/ლ | 40 | 11.3 | 64.8 |
| 20 | ელექტროგამტარობა, sm/cm |  | 6025 | 2279 |
| 21 | მინერალიზაცია, მგ/ლ |  | 6660,0 | 2748,8 |
| 22 | სპილენძი | 1.0 | 0.0048 | 0.0057 |
| 23 | ტყვია | 0.03 | 0.0012 | 0.0019 |
| 24 | ვერცხლი | 0.001 | 0.0002 | 0.0004 |

*ზდკ\* - ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია*

**3.4. ხელოვნური წყალსაცავის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრა და მათი მოქმედება თევზებზე**

გარემოს გლობალური დაბინძურების მესამედი სოფლის მეურნეობაში გამოყენებულ სასუქებზე და პესტიციდებზე მოდის. კაცობრიობის სასურსათო უზრუნველყოფისათვის ერთ-ერთი რეალური გზაა სოფლის მეურნეობაში სასუქებისა და პესტიციდების გამოყენების ინტენსიფიკაცია. აუცილებელია მიღწეული იყოს გარემოსადმი მიყენებული ზიანის მინიმიზაცია და მისი დაცვა.

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ქლორორგანული პესტიციდები, ფოსფორორგანულებთან შედარებით, უფრო მდგრადებია და დიდხანს რჩებიან ნიადაგში. მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენს ქვეყანაში დდტ ამოღებულია იმ სიიდან, რომლებიც რეკომენდირებულია სოფლის მეურნეობაში მავნებლებთან, მცენარეთა დაავადებებსა და სარეველებთან საბრძოლველად, მათი მდგრადობის გამო, შესაძლებელია ნარჩენი პესტიციდების აღმოჩენა ეკოსისტემებში.

ქლორორგანული პეტიციდები ხასიათდებიან მდგრადობით, გარემოს სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებისადმი. ისინი ძალიან დიდხანს, მრავალი წლის განმავლობაში არ იშლებიან ნიადაგში. ამ პესტიციდების დაშლის პროდუქტები უფრო ტოქსიკურია, ვიდრე თვითონ პრეპარატები. ქლორორგანული პესტიციდები გამოირჩევა წყალხსნარებში მაღალი მდგრადობით. კარგად იხსნებიან ცხიმებში. მათთვის დამახასიათებელია ცოცხალი ორგანიზმების ქსოვილებში დაგროვების ტენდენცია. ქლორორგანული ნაერთები ადამიანის ორგანიზმში ხვდება ძირითადად საკვებით. მათი ნიადაგში მყარად დამკვიდრების უნარის გამო, უმეტესი ნაწილი ჯერ კიდევ დაუშლელ მდგომარეობაშია. ისინი ჩართულნი დედამიწის წრებრუნვის სხვადასხა ციკლში და შესაძლებელია აღმოჩნდნენ იმ ტერიტორიაზეც, სადაც არასდროს გამოუყენებიათ [ 66]

ქლორორგანულ შხამიან ნივთიერებებს შეუძლიათ გამოიწვიონ ქრონიკული მოწამვლა. ორგანიზმში მათი მოხვედრა დასაშვებ ზღვარზე მეტი რაოდენობით, იწვევს მწვავე მოწამვლას, ნერვული სისტემის დაზიანებისა და სხვა კლინიკურ გამოვლინებას. ცოცხალ ორგანიზმებში ამ ნივთიერებების აკუმულირების შემდეგ, ისინი ხვდებიან ნივთიერებათა ცვლის ბიოქიმიურ ჯაჭვში, და ბოლოს, ადამიანის ორგანიზმში [41].

მიაჩნიათ, რომ პესტიციდების გამოყენების დროს, გამიზნულ ტერიტორიაზე ხვდება პრეპარატის 50–80 %, ხოლო ნაწილი იფანტება შენახვა- ტრანსპორტირების პროცესში. საქართველოში, მათ შორის კახეთში, წლების განმავლობაში არ იყო დაცული მათი შენახვის უსაფრთხოების წესები. გარემოში პესტიციდებით ყველაზე მეტად დაბინძურებულია ნიადაგი. მათი ნაწილი იხარჯება მხოლოდ დანიშნულებისამებრ, დანარჩენი ირეცხება ატმოსფერული, საირიგაციო, გრუნტის წყლებით და ხვდება ღია წყალსატევებში [40].

მოსახლეობის მიერ პესტიციდების არაკვალიფიციური და უკონტროლო გამოყენების გამო, მაღალია სასურ­სათო-საკვები პროდუქტების დაბინძურების რისკიც. ამიტომ, მნიშვნელოვანია ალაზნის ველზე განთავსებული ერთ-ერთი ხელოვნური წყალსაცავის წყალსა ფსკერულ ნალექებში ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობის განსაზღვრა. ასევე ხელოვნურ წყალსაცავში მოშენებულ თევზში ქლორორგანული პესტიციდის არსებობის დადგენა.

ჩვენი კვლევის ობიექტად შერჩეული ხელოვნური წყალსაცავი, რომელიც მდებარეობს ძველი ანაგას ტერიტორიაზე (X 41572457, Y 46084036). ხელოვნურ წყალსაცავში სარეალიზაციოდ მოშენებულია თევზების რამდენიმე სახეობა. ხელოვნური წყალსაცავის კვების წყაროდ გამოყენებულია ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალი, რომელიც მარაგდება მდინარე ალაზნის წყლით. მდინარეში ჩაედინება სამრეწველო, კომუნა­ლური და სასოფლო-სამეურნეო ჩამონადენები. რის შედეგად, შესაძლებელია ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ხარისხის გაუარესება სხვადასხვა ტოქსიკური ნივთიერებებით, მათ შორის, პესტიციდებით. ყოველივე ეს, უარყოფითად აისახება წყალსატევის ეკოსისტემაზე და ჰიდრობიონტებზე.

პესტიციდების უმრავლესობას მაღალი ბიოკონცენტრირების კოეფიციენტი აქვთ. მათი მასიური გამოყენება, გადანაწილება ჰაერში, სასმელ წყლებში და საკვებ პროდუქტებში შესაძლო პირობებს ქმნის ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრისათვის. ამიტომ, საჭიროა ოპერატიულად გამოვლინდეს დამაბინძურებლები და მათი ზეგავლენა ეკოსისტემებსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე. დაისახოს ქმედითი ღონისძიებები დაბინძურების აღკვეთის/შერბილების მიზნით.

ხელოვნური წყალსაცავის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში (სედიმენტებში) ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობის მონაცემები მოყვანილია (ცხრილებში №3.4.1; 3.4.2; 3.4.3) კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ წყალსაცავის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში აღმოჩენილია შემდეგი ქლორორგანული პესტიციდები - Dieldrin; DDE და DDD, Endosulfan-alpha; Heptachlor DDT

ცხრილი №3.4.2 წყალსაცავის წყალში DDE, DDD და Dieldrin კონცენტრაციები შეადგენს <0.001 მგ/ლ. ხოლო endosulfan-alpha-ის 0,002მგ/ლ. რაც ბევრად ნაკლებია ზდკ-ზე. რაც შეეხება ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობას წყალსაცავის წყლის ფსკერულ ნალექებში (ცხ.№3.4.3), აღმოჩნდა მხოლოდ Heptachlor <0.007 და <0.005 ზდკ-ზე დაბალი კონცენტრაციები.

**ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობა**

**ძველი ანაგის - ხელოვნური წყალსაცავის წყალში**

**ცხრილი №3.4.1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **დასახელება** | **ერთეული** | **გაზომვის შედეგები** | **გამოყენებული მეთოდი** |
| 1 | 2,4,5,6-Tetrachloro-m-xylene | **მგ/ლ** | N.D | **METHOD 8081BGAS CHROMATOGRAPHY** |
| 2 | a-HCH | N.D |
| 3 | b-HCH | N.D |
| 4 | g-HCH | N.D |
| 5 | d-HCH | N.D |
| 6 | Heptachlor | N.D |
| 7 | Aldrin | N.D |
| 8 | heptachlor epoxide | N.D |
| 9 | trans/cis-chlordane | N.D |
| 10 | endosulfan-alpha | 0,002 |
| 11 | trans/cis-chlordane | N.D |
| 12 | Dieldrin | <0.001 |
| 13 | DDE | <0.001 |
| 14 | Endrin | N.D |
| 15 | endosulfan-beta | N.D |
| 16 | DDD | <0.001 |
| 17 | endrin aldehyde | N.D |
| 18 | endosulfan sulfate | N.D |
| 19 | DDT | N.D |
| 20 | endrine ketone | N.D |
| 21 | Methoxychlor | N.D |
| 22 | Decachlorobiphenyl | N.D |

**ცხრილი #3.4.2**.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **დასახელება** | **ერთეული** | **გაზომვის შედეგები** | **გამოყენებული მეთოდი** |
| 1 | Endosulfan-alpha | მგ/ლ | 0,002 | METHOD 8081BGAS CHROMATOGRAPHY |
| 2 | Dieldrin | <0,001 |
| 3 | DDE | <0,001 |
| 4 | DDD | <0,001 |

**ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობა წყალსაცავის**

**ფსკერულ ნალექებში (სედიმენტებში)**

**ცხრილი №3.4.3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **დასახელება** | **ერთეული** | **გაზომვის შედეგები** | **გამოყენებული მეთოდი** |
| 1 | 2,4,5,6-Tetrachloro-m-xylene | **მგ/ლ** | N.D | **METHOD 8081B GAS CHROMATOGRAPHY** |
| 2 | a-HCH | N.D |
| 3 | b-HCH | N.D |
| 4 | g-HCH | N.D |
| 5 | d-HCH | N.D |
| 6 | Heptachlor | <0.007 |
| 7 | Aldrin | N.D |
| 8 | heptachlor epoxide | N.D |
| 9 | trans/cis-chlordane | N.D |
| 10 | endosulfan-alpha | N.D |
| 11 | trans/cis-chlordane | N.D |
| 12 | Dieldrin | N.D |
| 13 | DDE | N.D |
| 14 | Endrin | N.D |
| 15 | endosulfan-beta | N.D |
| 16 | DDD | N.D |
| 17 | endrin aldehyde | N.D |
| 18 | endosulfan sulfate | N.D |
| 19 | DDT | <0.005 |
| 20 | endrine ketone | N.D |
| 21 | Methoxychlor | N.D |
| 22 | Decachlorobiphenyl | N.D |

წყლის ხარისხს უდიდესი და გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს როგორც თევზის, ასევე წყლის სხვა ცხოველების არსებობისათვის. წყალსაცავის წყლის დაბინძურების შედეგად, შესაძლოა შეიცვალოს მისი ფიზიკური თვისებები, ქიმიური შედგენილობა და მიკროფლორა. ყოველივე ეს, უარყოფითად აისახება წყალსაცავის ბიომრავალფეროვნებაზე და წყლის ეკოსისტემების რესურსულ ღირებულებაზე.

კვლევის ობიექტად შერჩეულ სოფელ ძველი ანაგას ტერიტორიაზე მდებარე ხელოვნურ წყალსაცავში, ჩვენს მიერ მოპოვებული ინფორმაციით, მოშენებულია ბრტყელშუბლა, კარპი, ალაზ­ნის ლოქო და სხვა ჯიშის თევზები. თევზები, თბილსისხლიან ცხოველებთან შედარებით, უფრო მეტად მგრძნობიარენი არიან ტოქსიკური ნივთიერებების მიმართ. ლაყუჩების საშუალებით მათ ორგანიზმში ხვდება უფრო მეტი ტოქსიკური ნივთიერება, ვიდრე, თბილსისხლიანი ცხოველი ღებულობს ჰაერიდან სუნთქვის დროს.

პესტიციდებიდან განსაკუთრებით სახიფათოა ქლორორგანული ნაერთები მათი მდგრადობისა და მოქმედების სხვადასხვა ეფექტის გამო (ტოქსიკური, მუტაგენური, კარცეროგენური). ისინი არა მარტო პირდაპირ, არამედ, ირიბად ზემოქმედებას ახდენენ წყლის ეკოსისტემებზე. პესტიციდები იწვევენ ადამიანის ქრონიკულ და მწვავე მოწამვლას თავიანთი აკუმულაციური უნარის გამო. წყლის გარემო ქმნის ნივთიერებათა ბიოაკუმულაციის ყველაზე კარგ პირობებს, თევზები კი ფილტრავენ და თავიაანთ ორგანიზმში ატარებენ წყლის უდიდეს რაოდენობას, რის შედეგადაც, ორგანიზმში ხდება წყალში გახსნილი ტოქსიკანტების დაგროვება.

2017 წლის ნოემბრის თვეში ხელოვნური წყალსაცავის წყლიდან ანალიზის ჩასატარებლად ამოყვანილი იქნა 5 ცალი თევზი - კარპი, შპს. გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენის და სამედიცინო ეკოლოგიის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის საგამოცდო ლაბორატორიაში, ,,საკვებ პროდუქტებში ქლორორგანული პესტიციდების თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიული მეთოდით’’ განვსაზღვრთ თევზის ორგანიზმში ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β და γ იზომერების შემცველობა. ლაბორატორიული ანალიზის კვლევის შედეგები მოყვანილია ცხრილში №3.4.5

**ხელოვნური წყალსაცავის წყალში დაჭერილი თევზის საანალიზო ნიმუშებში ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β და γ იზომერები შემცველობა**

ცხრილი №3.4.4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| სოფელი ძველი ანაგა | | | | |
| ხელოვნური წყალსაცავის თევზი - კარპი | | | | |
| გამოსაკვლევი მაჩვენებელი | ნიმუშის აღების დრო | გაზომვის  ერთეული | მიღებული  შედეგი | გამოცდის  მეთოდი |
| ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β და γ იზომერები | 07.11.2017 | მგ/კგ | არ აღმოჩნდა | მ.მ 2142-80 |

ამრიგად, ანალიზის შედეგებიდან ჩანს, რომ წყალსაცავის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში ქლორორგანული პესტიციდებიდან - *Dieldrin, DDE, DDD Endosulfan-alpha Heptachlor DDT,*  ზდკ-ზე ბევად მცირე კონცენტრაციით, მაგრამ მაინც დაფიქსირდა. რაც შეეხება თევზს, მისი ორგანიზმიდან აღებულ ნიმუშებში ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β და γ იზომერები არ აღმოჩნდა. ე. ი წყალი არ წარმოადგენს წყალსაცავის ეკოსისტემისათვის და მათში ბინადარი ჰიდრობიონტებისათვის დაბინძურების წყაროს. ხელოვნური წყალსატევის წყალი ეკოლოგიურად სუფთაა. ხელოვნური წყალსაცავის წყალი ეკოლოგიურად სუფთაა

ჩვენი აზრით, პესტიციდების ძალიან მცირე კონცენტრაციების აღმოჩენა გამომოწვეულია იმით, რომ სოფლის მოსახლეობაში მავნებლებთან საბრძოლველად და მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით, ძირითადად პესტიციდებსა და სასუქებს იყენებს, რომლებიც ყოველგვარი ნორმების დაცვის გარეშე შეაქვთ. ყოველივე ამან, შეიძლება გამოიწვიოს პესტიციდების დაგროვებას წყალში, ნიადაგსა და ფსკერულ ნალექებში. ამიტომ საჭიროა არა მარტო მონიტორინგის ჩატარება, არამედ, მოსახლეობის გათვითცნობიერება, რომ მათ მიერ ნორმირების გარკვეული დარღვევით შეტანილი პესტიციდები შესაძლოა დაგროვდეს ნიადაგსა და ფსკერულ ნალექში, რაც გამოიწვევს მათ ჩართვას წყალსატევებში არსებულ ცოცხალ სისტემების კვების ჯაჭვში. ამიტომ, პესტიციდების გამოყენებისას საჭირო მკაცრი ნორმების დაცვა.

**დასკვნები**

1. ჩატარებული, 2016-2017 წლებში, ალაზნის ველზე მდებარე ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის, გრუნტის წყლებისა და ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ეკოლოგიური მონიტორინგი; განვსაზღვრეთ ხელოვნური წყალასაცავის წყალში და მასში ბინადარ თევზებში ქლორორგანული პესტიციდების შემცველობა; შესწავლილია ალაზნის ველის (ძველი ანაგა) დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის დინამიკა და დამლაშების ხარისხი ვენახისა და დაბალახით დაფარული ნიადაგების მაგალითზე; გამოვლენილია აღნიშნულ ნიადაგებში ანიონების (Cl-, SO42-) და კათიონების (Na+, Ca+2, Mg+2) შემცველობა ნიადაგის სიღრმეზე დამოკიდებულებით; ნიადაგის ნაყოფიერების დადგენის მიზნით, შესწავლილია ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების (N,P,K) შესათვისებელი ფორმები სიღნაღისა (ძველი ანაგა) და დედოფლისწყაროს (ქვემო ქედი) ნიადაგებში; შესწავლილია საკვლევი რეგიონის მიწის რესურსების დეგრადაცია ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე; დადგენილია ადგილობრივი ეკოსისტემების ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე.
2. კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ალაზნის ველის (სოფელი ძველი ანაგა) დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა და დამლაშების ხარისხი განსხვავდება ვენახისა და ბალახების ნიადაგში. 0-100 სმ სიღრმეზე ვენახის ნიადაგში, მშრალი ნაშთის ანუ ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობა სტაბილურად დაბალია 2016-20017 წლებში. მათი რაოდენობა 2016 წელს მერყეობს 0,141-0,252 %, ხოლო 2017 წელს-0,200-0,284 %-ის ფარგლებში. ისმიეკუთვნება დაუმლაშებულ ნიადაგის კატეგორიას.
3. ბალახით დაფარული ნი­ა­დაგი ზედა ფენაში ეკუთვნის საშუალოდ და სიღრმეში ძლიერ და მეტად ძლიერ დამლაშებული ნია­დაგის კატეგორიას. მშრალი ნაშთი 2016 წელს მერყეობს 0.860-1.670 %, 2017 წელს- 0.608-1.950 %-ის ფარგლებში. ნიადაგში იონების შემცველობის შესწავლამ კი აჩვენა, რომ იონებიდან ყველგან დომინირებს SO4-2-ის იონები, რაც მიუთითებს დამლაშების სულფატურ ტიპზე. ნატრიუმისა და კალციუმის რაოდენობები აღემატებიან მაგნიუმის იონების რაოდენობას და ისინი განაპირობებენ ამ ნიადაგებში ნატრიუმის (Na2SO4) და კალციუმის (CaSO4) სულფატების შემცველობას.
4. ძველი ანაგის ტერიტორიაზე გაშენებული ვენახის ნიადაგის ზედა ფენებში ჰუმუსის პროცენტული შემცველობა 2016 წელს მერყეობს 2,82-1,65-ის ფარგლებში. ხოლო 40-60 სმ სიღრმეში - კლებულობს 1,44%-მდე. მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, ის ჰუმუსით ნაკლებად უზრუნველ­ყოფილი ნიადაგებია.კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ვენახის ნიადაგი მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით, განსაკუთრებით, ზედა ჰორიზონტებში და შეადგენს 45,0 მგ/100გ ნიადაგში. სიღრმეში კი- 38,0 მგ/100გ ნიადაგში. შესათვისებელი ფოსფორი კი შედარებით მცირეა - 3,6 მგ/100გ ნიადაგზე, სიღრმეში უფრო კლებულობს და შეადგენს -1,2 მგ/100გ ნიადაგზე. ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით, იცვლება ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა. მაქსიმალურია ზედა ჰუმუსიან ფენაში (5,5 მგ/100გ ნიადაგში). სიღრმეში კი მისი რაოდენობაა კლებულობს (4,1მგ/100გ ნიადაგში). ხოლო ბალახის ნიადაგში, ვენახის ნიადაგთან შედარებით, ყველა მაჩვენებელი დაბალია. უსის შემცველობა ზედა ფენაშია - 2.20 %, სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს - 1.20 %. შესათვისებელი კალიუმი და ფოსფორი იცვლება შესაბამისად 44,8-28,5 და 2,0-1,1მგ/100გ ნიადაგზე; ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა კი - 4,5-3,6 მგ/100გ ფარგლებში. ე.ი ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალნაყოფიერებით.
5. დედოფლისწყაროში, ნიადაგის დეგრადაცია კიდევ უფრო მეტად არის გამოხატული. კერძოდ, ჰუმუსის შემცველობა საშემოდგომო ხორბლის ნიადაგში მცირეა, ზედა ფენებში მერყეობს 2,62-1,60%-ის ფარგლებში, ხოლო 40-60 სმ სიღრმეში მისი შემცველობა კლებულობს 1,05%-მდე. საშემოდგომო ხორბლის ნიადაგი მდიდარია შესათვისებელი კალიუმით, განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში (35,8 მგ/100გ ნიადაგში). სიღრმეში მისი რაოდენობა კლებულობს (30,9 მგ/100გ ნიადაგში). მცირეა შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა (2,2 მგ/100გ ნიადაგზე), სიღრმეში კიდევ უფრო იკლებს მისი რაოდენობა (1,3 მგ/100გ ნიადაგზე). ასევე იკლებს ჰიდროლიზური აზოტის შემცველობა ქვედა ფენებში და შესაბამისად მერყეობს 4,8 მგ/100 გ -3,5 მგ/100 გ. ნიადაგში.
6. ბალახით საფარით დაფარულ ნიადაგში ჰუმუსის (2.12-1.10%), შესათვისებელი კალიუმის (33,2-28,7მგ/100გ ნიადაგში), ფოსფორის (1,9-0,9 მგ/100გ ნიადაგში) და ჰიდროლიზური აზოტის რაოდენობა (- 3,4-2,8 მგ/100გ) ნიადაგის ზედა ფენებიდან, ქვედა ფენებში კლებულობს.
7. ალაზნის ველის ტერიტორია, რომელიც მოწყვლადია კლიმატის ცვლილების მიმართ, ნიადაგში მიმდინარე დამლაშების პროცესების გამო, მისი ნაყოფიერების მაჩვენებელი დაბალია და ითვლება დაბალ ნაყოფიერ ნიადაგებად. ნიადაგში მიმდინარე დამლაშების პროცესები შესაძლოა დაკავშირებული იქნას მარილშემცველი ქანების გამოფიტვის პროცესებთან, მინერალიზებული გრუნტის წყალთან და სხვ. სიღნაღთან შედარებით, დედოფლისწყაროში ნიადაგის დეგრადაცია უფრო მეტადაა გამოხატული. აღნიშნული პრობლემები კახეთის რეგიონს აყენებს სერიოზული საფრთხის წინაშე. ყოველივე უარყოფით გავლენას ახდენს ადგილობრივ ეკოსისტემებსა და ბიომრავალფეროვნებაზე, იწვევს ინვაზიური სახეობების შემცირებას, ჰაბიტატების დეგრადაციას. ასევე, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების და აგროკულტურების მოსავლიანობის შემცირებას.
8. კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ქვემო ალაზნის სარწყავი არხის წყალში გამოკვლეული ყველა მაჩვენებელი თითქმის ზდკ. ფარგლებში მერყეობს. თუმცა, შეინიშნება ამონიუმის იონების შემცველობა ზდკ-ზე მაღალია (2016 წ - 0.435 მგ/ლ, 2017 წელს - 0.480 მგ/ლ). რაც მიუთითებს მის ფეკალურ დაბინძურებაზე. მძიმე ლითონების შემცველობა ზდკ-ზე დაბალია. წყლის მინერალიზაციის მაჩვენებლები მიუთითებს, რომ ის არის საშუალოდ მინარელიზებული. მიუხედავად იმისა, რომ არხის წყალი იმყოფება ანთროპოგენური დატვირთვის ქვეშ, მისი ეკოლოგიური მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია და მისი გამოყენება შესაძლებელია ალაზნის ველის ტერიტორიებზე არსებული სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოყენებული მიწების სარწყავად.
9. საკვლევ ტერიტორიაზე არსებული გრუნტის წყლები, რომლებიც მიეკუთვნება მარილიანი გრუნტის წყლების კატეგორიას, აღინიშნება ნატრიუმის, მაგნიუმის, სულფატებისა და ქლორიდების ზდკ-ზე მაღალი კონცენტრაციები. ეს კანონზომიერია, რადგან გრუნტის წყლის ასაღები ჭა მდებარეობს დამლაშებულ ნიადაგებზე, საიდანაც ხდება გრუნტის წყლების კიდევ უფრო გაჯერება. მინერალიზაცია მერყეობს სეზონების მიხედვით. ყველაზე მაღალი დაფიქსირდა 2016 წლის სექტემბერში , ყველაზე დაბალი კი 2017 წლის მარტში.
10. ხელოვნური წყალსაცავის წყლის ეკოქიმიური ანალიზის შედეგებიდან ჩანს, რომ ის მიეკუთვნება მაღალი მინარალიზაციის მქონე წყლებს. წყლის მინარალიზაციამ 2016 წელს შეადგინა - 1049.2მგ/ლ, ხოლო 2017 წელს - 1005.6მგ/ლ. მაღალია ნატრიუმის (2016-275.0 მგ/ლ; 2017-277,45 მგ/ლ) და სულფატების შემცველობაც. ეს კი მიუთითებს, რომ წყალსატევი გაშენებულია დამლაშებულ ნიადაგზე. წყალსაცავის წყალში მძიმე ლითონები (ტყვია, სპილენძი, ვერცხლი) შემცველობა ზდკ-ზე ბევრად დაბალია; ბიოგენური ნივთიერებებიდან კი ამონიუმის იონების კონცენტრაცია აღემატება ზდკ- ს (2016 წ-0,725 მგ/ლ), ხოლო 2017 წ -0.504 მგ/ლ)
11. წყალსაცავის წყალში, ფსკერულ ნალექებში და მასში ხელოვნურად გაშენებულ თევზში ქლორორგანული პესტიციდების განსაზღვრამ აჩვენა, რომ ის წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა წყალსატევს. წყალში Dieldrin, DDE, DDD<0.001; Endosulfan-alpha -0.002 დაფიქსირდა ზდკ-ზე ბევრად დაბალი კონცენტრაციები. ფსკერულ ნალექში კი - Heptachlor<0.007; DDT<0.005. რაც შეეხება თევზს, მისი ორგანიზმიდან აღებულ ნიმუშებში ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α, β და γ იზომერები არ აღმოჩნდა. წყალი არ წარმოადგენს წყალსაცავის ეკოსისტემისათვის და მათში ბინადარი ჰიდრობიონტებისათვის დაბინძურების წყაროს. ხელოვნური წყალსატევის წყალი ეკოლოგიურად სუფთაა.

**ლიტერატურა**

1. ალფენიძე, მ., ელიზბარაშვილი, ე., და ხარაძე, კ. (2003). ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია. თბილისი: განათლება.
2. ანთია, მ. (2008) ეკოლოგიური განათლება. თბილისი.
3. ანჯაფარიძე, ი. (1977) მელიორაციული ნიადაგმცოდნეობა. - “განათლება”, თბილისი.
4. ბერიტაშვილი, ბ. (2011) კლიმატი და მისი ცვლილება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი.
5. ბერიტაშვილი, ბ. კაპანაძე, ნ. ჩოგოვაძე, ი. (2010). გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების შეფასება. თბილისი.
6. გაიპარაშვილი ი. (2007) კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონის ტყეებსა და სოფლის მეურნეობაზე. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების მასალები. თბილისი.
7. გაუდაბნოებასთან ბრძოლის მოქმედებათა ეროვნული პროგრამა. 2003
8. გაუდაბნოებასთან ბრძოლის მოქმედების მეორე ეროვნული პროგრამა. 2014. თბილისი
9. გედევანიშვილი, დ. ტალახაძე, გ. (1981). ნიადაგმცოდნეობის კურსი თბილისი.
10. გელაძე, ვ. ყარალაშვილი, თ.მაჭავარიანი, ნ. (2013). კახეთის წყლის რესურსების მართვის პრობ­ლე­მე­ბი გაუდაბნოების პროცესის ფონზე - ვა­ხუ­შ­ტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ახალი სერია #5(84).
11. გოგატიშვილი, ა. იაშვილი, ნ. (1983). ნიადაგის აღდგენა. „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი.
12. გოგობერიძე, ი. (1984). აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები. -“ცოდნა”, თბილი­სი.
13. გოგობერიძე, ი. მძელური, მ. (1981). აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგების სასოფლო-სა­მეურნეო ათვისება. - საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის სა­მეცნიერო ტექნიკური ინფორმაციისა და ტექნიკურ-ეკონომიკურ გამოკვლევათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, სერია 6, “სოფლის მეურნეობა”, #2, თბილისი.
14. დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტის კლიმატის ცვლილების და კატასტროფების შემცირების საადაპტაციო გეგმა (2013). თბილისი.
15. დანელია, ა., ერისთავი ვ., ალასანია, რ., გარემოს დაჭუჭყიანების წყაროები. თბილისი
16. ელიზბარაშვილი, ე. (2007). საქართველოს კლიმატური რესურსები. - თბილისი.
17. ელიზბარაშვილი, ე. ტატიშვილი, მ. ელიზბარაშვილი, მ. მესხია, რ. ელიზბარაშვილი, შ. (2013). საქართ­ვე­­ლოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პირობებში. თბილისი.
18. ელიზბარაშვილი, ე., და სულხანიშვილი, ნ.. (2003). გლობალური გეოეკოლოგია. თბილისი: განათლება.
19. ვაშაკიძე, ა. (1989). სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის შხამების ტოქსიკოლოგია და ჰიგიენა. თბილისი: მეცნიერება 14(17): 67-69.
20. ზარდალიშვილი, ო., ურუშაძე, თ., (1992). სასუქების გამოყენება და გარემო. თბილისი.
21. თავართქილაძე, კ. ელიზბარაშვილი, ე..მუმლაძე, დ. ვაჩნაძე, გ. საქართველოს მიწისპირა ტემპერა­ტუ­რული ველის ცვლილების ემპირიული მოდელი. თბილისი.
22. თხელიძე, ა., (2009). სასუქების გამოყენების სისტემა. თბილისი. მწიგნობარი.
23. თხელიძე, რ., ლიპარტელიანი, რ., მუმლაძე, ნ., ხომასურიძე, ხ., და დანელია, გ. (2009). სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა. თბილისი.
24. კახეთის რეგიონში 2012 წლის სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარების შედეგები და პროგნოზი 2013 წლისათვის. - საინფორმაციო ბიულეტენი, თავი 9, გარემოს ეროვნული სააგენ­ტოს გეოლოგიური საშიშროების მართვის დეპარტამენტი. 2013.
25. კვინიკაძე, ზ., დავითაია, ზ., კვინიკაძე ლ. 2010. ეკოლოგიის მოკლე კურსი. თბილისი
26. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე (2008) თბილისი.
27. კორახაშვილი ა. (2013). საქართველოს სოფლის მეურნეობის მდგომარეობა და პერსპექტივები. „მეცნი­ე­რება და კულტურა“, ტ. 2, თბილისი.
28. კორძახია, მ. (1961) საქართველოს ჰავა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამოცემა, თბილისი.
29. კოდიაშვილი ა. (2007) გაუდაბნოების პროცესი დედოფლისწყაროში და მისი შედეგების შემარბილებელი ღონისძიებები. დაცული ტერიტორიების დედოფლისწყაროს განყოფილება. დედოფლისწყარო.
30. მარუაშვილი, ლ. (1971). საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. თბილისი.
31. [მარუაშვილი ლ](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%9C_%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%A3%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%95%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%98)., (1990) ენციკლოპედია „საქართველო“, ტ. 1, გვ. 89, თბილისი
32. [მარუაშვილი ლ., (1975)](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94" \l "cite_note-Mar-1) [[ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94" \l "cite_note-Mar-1)](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A5%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%97%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98_%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%AD%E1%83%9D%E1%83%97%E1%83%90_%E1%83%94%E1%83%9C%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%99%E1%83%9A%E1%83%9D%E1%83%9E%E1%83%94%E1%83%93%E1%83%98%E1%83%90)[, ტ. 1. თბილისი](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%90%E1%83%96%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%A1_%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%94" \l "cite_note-Mar-1)
33. მელაძე, გ.მელაძე, მ. (2010). საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. – „უნივერსალი“.
34. მეთოდური მითითებები ნიადაგების ქიმიური ნივთიერებებით გაბინძურების საშიშროების ხარისხის შეფასებაზე. მმ2.1.7.004-03 (სსმ,III,№16,2003)
35. მზარელუა, ლ. (2017).  ნიადაგმცოდნეობა და მიწის რესურსები. [ს.ს.უ. გამომცემლობა](https://elibrary.sou.edu.ge/ge/publishers?id=3)
36. ონიანი, ჯ (2003) ,,ცოცხალი ბუნების დაცვა’’თბილისი. უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
37. ონიანი, ჯ (2000) ,,ზოგადი ჰიდრობიოლოგია’’ თბილისი.
38. საქართველოს დაცული ტერიტორიები (2007) თბილისი.
39. საბაშვილი მ. (1970) ნიადაგმცოდნეობა. თსუ გამომცემლობა.
40. პეპენაშვილი, ნ., კლიმიაშვილი, ლ., და მაღრაძე, კ. (2008). გარემო და მდგრადი განვითარება. თბილისი: განათლება.
41. ჟორჟოლიანი, ც., გორდაძე, ე., (2010) ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება’’ ქუთაისი.
42. საქართველოს ბიომრავალფეროვნების დაცვის სტრატეგია (2005) თბილისი
43. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება. (1999). გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. თბილისი.
44. საქართველოს  მეორე ეროვნული შეტყობინება (2007). გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიმართ. თბილისი.
45. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიმართ. 2015
46. საქართველოს ბიომრავალფეროვნების დაცვის სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა, 2014.
47. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისრტო. სტატისტიკის დეპარტამენტი. (2009) საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და გარემოს დაცვა. თბილისი
48. საქართველოს კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი. (2011). თბილისი.
49. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. 2013-2015 წლების ანგარიში.
50. საქართველოს სტატისტიკური დეპარტამენტის მასალები. (2009). “მიწის ფართობი და მისი სტრუქ­ტუ­რა მიწათმფლობელობისა და მიწათსარგებლობის სხვადასხვა ფორმის მიხედვით”.
51. სიღნაღის მუნიციპალიტეტის საბაზისო კვლევა (2010). თბილისი.
52. სუპატაშვილი, გ. (2009). გარემოს ქიმია (ეკოქიმია), თსუ გამომცემლობა, თბილისი.
53. სუპატაშვილი, გ., ქაჯაია, გ., (2001). გარემო და ადამიანი. თბილისი.
54. ტალახაძე გ. (1964). საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ტიპები. - “ცოდნა”, თბილისი.
55. ტალახაძის გ. ანჯაფარიძე ი. (1984) საქართველოს ნიადაგების ატლასი, „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი.
56. ურუშაძე თ, ქვრივიშვილი თ. (2014) საქართველოს ნიადაგების სარკვევი. „მწიგნობარი“, თბილისი.
57. ურუშაძე თ. (1999).საქართველოს ნიადაგების რუკა, მასშ. 1:500 000, თბილისი.
58. ურუშაძე, თ (1997). საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. „მეცნიერება“, თბილისი.
59. ურუშაძე, თ. ბლუმი, ვ (2011). ნიადაგმცოდნეობა გეოგრაფიის საფუძვლებით. თსუ, თბილისი.
60. ურუშაძე, თ. სანაძე, ე, ქვრივიშვილი თ. (2010). ნიადაგის მორფოლოგია. „მწიგნობარი“, თბილისი.
61. უკლება დ., (1974).აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანი მხარეების ლანდშაფტები და ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონები, თბ.,
62. ქაჯაია, გ. (2002). გამოყენებითი ეკოლოგიის საფუძვლები. თბილისი: განათლება.
63. ქაჯაია, გ. (2005). ჯანმრთელობა და გარემო. SENCER.
64. ქაჯაია, გ. (2008). გარემოს დაცვის ეკოლოგიური ამოცანები. “ინტელექტი” თბილისი.
65. დედოფლისწყაროს საბაზისო კვლევა.
66. ღოღობერიძე, მ. (1992). წყლის ეკოსისტემები, დაცვა და რაციონალური გამოყენება. თბილისი: მეცნიერება.
67. ყრუაშვილი, ი., ინაშვილი, ი., კუპრავიშვილი, მ., და ბზიავა, კ. (2008). წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა. სსაუ, თბილისი.
68. შავლიაშვილი, ლ. კორძახია, გ. ელიზბარაშვილი, ე. კუჭავა, გ. ტუღუში, ნ. (2011). საქართ­ვე­ლ­ოს მიწის რე­ს­ურსების დეგრადაცია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომათა კრებული, თბილისი, ტ.117, თბილისი.
69. შავლიაშვილი, ლ. კორძახია, გ. ინწკირველი, ლ. ბუაჩიძე, ნ. კუჭავა გ. (2011). საქართველოს მიწის რესუ­რ­ს­ების მდგრადი მართვა მიწის დეგრადაციის შემცირებისა და სიღარიბის დაძლევისათვის. ვა­ხუ­შ­ტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ახალი სერია #3(82), თბილისი.
70. შავლიაშვილილ., კორძახია, გ. ტუღუში, ნ.კუჭავა, გ.ბაქრაძე ე (2013). ალაზნის ველის ნიადაგებში ადვილად ხსნად მარილთა მიგრაცია კლიმატურ კომპონენტებთან კავშირში. - ვა­ხუ­შ­ტი ბაგ­რა­ტიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ახალი სერია #5(84), თბილისი.
71. შავლიაშვილი., ლ. კორძახია, გ., ელიზბარაშვილი,ე., კუჭავა გ., ტუღუში, ნ. კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე ალაზნის ველის დამლაშებული ნიადაგების დეგრადაცია (2014) თბილისი.
72. შავლიაშვილი, ლ. კორძახია, გ.ნასყიდაშვილი, ნ.ტუღუში, ნ.კუჭავა, გ.ბაქრაძე, ე. (2012) კლინოპ­ტი­ლოლითის გამოყენება ალაზნის ველის ურწყავ ნიადაგებზე. - საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ.12, #2.
73. შავლიაშვილი, ლ. კუჭავა, გ.ინწკირველი, ლ.ტუღუში ნ. (2011) დამლაშებულ და ბიცობინ ნიადა­გე­ბში ტოქსიკური და არატოქსიკური მარილების შემცველობა. - საქართველოს ტექნიკური უნი­ვ­ე­რსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, თბილისი, ტ.116, თბილისი.
74. ჩანქსელიანი, ზ., და ზარდალიშვილი, ო. (1992). აგროქიმიის ეკოლოგიური საფუძვლები. თბილისი:1980.
75. ჩხიკვიშვილი, ვ. (1960). აღმოსავლეთ საქართველოს დამლაშებული ნიადაგები და მათი სასოფლო-სა­მე­ურნეო ათვისება. - “საბჭოთა საქართველო”, თბილისი.
76. ჩხიკვიშვილი, ვ. (1976). საქართველოს ბიცობიანი ნიადაგების კლასიფიკაცია. - ნიადაგმცოდნეობის, აგ­რო­ქიმიის და მელიორაციის ინსტიტუტის შრომები, ტ.VII,
77. ხმალაძე, გ. (1997). საქართველოს წყლის რესურსები. სტრატეგიული კვლევისა და განვითარებსი ცენტრი. ბიულეტენი 1(2).
78. ჯავახიშვილი, შ. (1977). საქართველოს სსრ კლიმატოგრაფია. - თბილისი.
79. ჯავახიშვილი, ი. (1977). საქართველოს კლიმატოგრაფია. თბილისი: უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
80. ჯავახიშვილი შ., (1981) [ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A5%E1%83%A1%E1%83%94), საქართველო.
81. Акимова Т. А. Кузьмин А.П (2001) Экология , природа, человек, техника. Москва
82. Андерсон Дж. (1985). Экология `и наука об окружающей среде. Москва
83. Банников А.Р. (1996). Основы экологии и охрана окружающей среды. Москва
84. Бастман Т. К. (1993)окружающей среды. Москва
85. Беспомятников Г. Кротов Ю. (1985). Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Москва
86. Боголюбов С.А. (1999). Экология. Москва
87. Воробьёв А. (1998) Человек и биосфера. Москва
88. Грожимека Б. (1988),,Экологические очерки о природе и человеке,, Москва
89. Комарова Н.Г (2003). Геоэкология и природа –пользование. Москва
90. Константинов А.С. (1990) ,, Общая гидробиология ,, Издательство.
91. Константинов В.М Челидзе Ю.Б (2001) Экологические основы природопользования. Москва
92. Ковда В. - Почвенная карта мира. - Известия АН СССР. Серия биоло­гическая, №2, 1966.
93. Львович М. (1996) Вода и жизнь. Москва.
94. Никаноров А.М. Хоружая А. (2001) Глобальная экология. Москва
95. Никитин А. Новиков Ю. (1980) .Окружающая среда и человек. Москва
96. Николайнин Н. Бринская (1992) Охрана окружающей среды. Москва
97. Новиков Ю.В. (2002) Экология окружающей среды и человек. Москва
98. Протасов В.Ф. (2001) Экология здоровье и охрана среды. Москва.
99. Прохоров Б.Б. (2005) Экология человека. Москва
100. Фомин Г.С. Фомин А.Г. (2001) Почва, контроль качества и экологические безопасности по междуна­ род­ным стандартам. - Москва ВНИИ стандарт.
101. Чантладзе З., Шавлиашвили Л. (1982). Загрязнённость природных вод и почв Грузинской ССР в результате химизации сельского хозяйства. - Ленинград, Гидрометеоиздат
102. Чибышев Н.В. Филлипова А.В. (2004) Основы экологии. Москва.
103. Элизбарашвили Э.Ш, Месхия Р.Ш, Элизбарашвили М.Э. (2005) Изменения климата Западного Зак­а­вказья. Известия РАН, серия географическая, № 4.
104. Элизбарашвили Э.Ш,.Элизбарашвили М.Э. (2005) .О возможной трансформации природных ланд­ша­ф­тов Кавказа в связи с глобальным потеплением. Метеорология и гидрология, № 10.
105. Элизбарашвили Э.Ш., Татишвили, М.Р, Элизбарашвили, М.Э,.Элизбарашвили Ш.Э Месхия Р.Ш.,.Го­р­гишели В.Э,.Лашаури К.А. (2013) Создание сеточных массивов климатических данных высо­кого разр­еш­ения для территории Грузии. Метеорология и гидрология, № 9,
106. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. (2002) Реакция различных типов ландшафтов Закавк­а­зья на глобальное потепление. Известия РАН, серия географическая, № 5.
107. Элизбарашвили, Э.Ш, Татишвили М.Р.,.Элизбарашвили М.Э,.Элизбарашвили, Ш.Э.Мес­хия Р.Ш. (2013) Тенденции изменения температуры воздуха в Грузии в условиях глобального потеп­ле­ния. Метеорология и гидрология, № 4.
108. Генеральная схема противоэрозиознных мероприятий Грузинской ССР на 1981-1990 годы и на период до 2000 года. – Изд. «Сабчота Сакартвело» т.8, 1988.
109. Почвоведение под редакцией И.С.Кауричева - «Колос», 495 ст., 1975.
110. В.Чхиквишвили - Проблема мелиорации и сельско-хозяйственого освоения засолён­ных почв Грузии. - В кн.: Материалы науч. сессии посвящ. 30-летию основания института (НИИ почвоведения, агро­хи­мии и мелиорации СХ ГССР), Тбилиси, 1976.
111. Чхиквишвили В. - Мелиорация и сельскохозяйственное освоение засоле­н­ных и солонцовых почв Грузии. - Сборник трудов к X международному конгрессу почво­ве­дов, Тбилиси, ст.25-65, 1974.
112. Чикваидзе Г.Д. - Характер вертикального влагообмена и перемещения солей в почвогрунтах нижне­ала­занского орошаемого массива. - Труды закНИГМИ выпуск 52(58) ст.124-153,1976.
113. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР. - Ленинград, Гидрометеоиздат, ст.342, 1978.
114. Э.Ш.Элизбарашвили, М.Р.Татишвили, М.Э.Элизбарашвили, Ш.Э.Элизбарашвили Р.Ш.Месхия, В.Э.Го­р­гишели, К.А.Лашаури. - Создание сеточных массивов климатических данных высо­кого разр­еш­ения для территории Грузии. Метеорология и гидрология, № 9, ст.71-79, 2013
115. Мелиорация земель Алазанской долины под Цнорский животноводческий комплекс. Технический проект-мелиоративное строительство «Гипроводхоза», Тбилиси, 145 ст., 1973.
116. Фомин Г.С. Фомин А.Г. - Почва, контроль качества и экологические безопасности по междуна­ род­ным стандартам. - Москва ВНИИ стандарт, 300 ст, 2001.
117. М.Швелидзе О.Г. - Режим испарения с сельскохозяйственных полей на территории Алозанской долины. - Тр. Гидрометеоиздат, вып. 52(58), ст.111-118, 1976.
118. Ковба В.А. - Происхожение и режим засоленных почв. - т.1 М-Л, Изд. АН СССР, 568 с, 1946.
119. Э.Н.Халилов, Р.А.Багиров. – Природные цеолиты, их свойства, производство и применение – Баку-Берлин, с.350, 2002
120. Р.В.Челищева. – Использование природных цеолитов для повышения плодородия дерного-подзолистых почв – Труды симпозиума по применению природных цеолитов в сельском хозяйстве – Тбилиси, «Мецниереба», ст.104-108, 1980
121. С.А.Алиев, И.Ш.Искендеров, К.З.Зердиев, С.Н.Иаиедова. - Использование природ­ных цеолитов под пшеницу - Труды симпозиума по применению природных цеолитов в сельском хозяйстве – Тбилиси, «Мецниереба», ст.109-114, 1980.
122. Г.В.Цицишвили, Т.Г.Андроникашвили, Н.Нестеров, В.Г.Лабутин - природные цеолиты в сельском хозяйстве - Тбилиси, «Мецниереба», 150 ст., 1984.
123. З.И.Чантладзе, Г.Д.Чикваидзе – Химический состав коллекторно-дренажных вод, сбрасываемых с территории нижнеалазанской оросительной системы. – Тр. ЗакНИИ, вып. 52(58), Гидрометео­издат, Л., ст.166-172, 1976.
124. Л.М.Харебава, З.И.Чантладзе, Г.Д.Чикваидзе – Минерализация и химический состав грунтовых и промывочно-поливных вод засоленных земель правобережья р.Алазани - Тр. ЗакРНИИ, вып. 2, Гидрометеоиздат, Л., ст.70-73, 1985.
125. Б.А.Доспехов – Методика полевого опыта – «Колос», Москва, 415 ст., 1979.
126. Б.А.Доспехов – Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данныхю -«Колос», Москва, 205 ст., 1972.
127. Б.А.Доспехов, И.П.Васильев, А.М.Туликов–Практикум по земледелию-«Колос», Москва, 367 ст., 1977.
128. Bates, B.C., Z.W> Kundzewicz, S.Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp;
129. Bates, B.C., Z.W> Kundzewicz, S.Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp;
130. Beaton, G. Oppropriate uses of anthropomitic indices in children. *Geneva,* Inited Vations. 7(2):322.
131. Climate Change 2007 – Synthesis Repor, Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88008 Hardback; 978 0521 70595-1 Paperback);
132. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88010-7 Hardback; 978 0521 70597-4 Paperback);
133. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88011-4 Hardback; 978 0521 70598-1 Paperback);
134. Climate Change 2007: The physical Sciences Base. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback);
135. Diasamidze, R., and Karchava G. (2003). Enviromrnts ecological audit for sustainable deveiopment of the region on the exemple of Ajara. Bul. Of Georgian Acad.of Sciences, 167(2): 354-356.
136. Dynsson, D. (1998). Stagnant sulphidic basin waters. Sci. Total environmental Scitnce, 1(2) :123.
137. FAO and Georgia Ministry of Agriculture Winter 2011.Georgia: Agriculture Sector Bulletin.
138. FAO and Georgia Ministry of Agriculture Winter 2011.Georgia: Agriculture Sector Bulletin.
139. FAO.2011. Food Security and Agriculture Highlights. Food Security information Decision Making.
140. FAOSTAT. 2010. Production. <http://faostat.fao.org/default.aspx?PageID=567#ancor>.
141. Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Coastal Management Subgroup of the IPCC. Response Strategies Working Group. 1992;
142. Hand Book for Condacting Tecnology Weeds Assessment for Climate Change. – UNDP, p.130, 2009.
143. Heikkinen, P., Kosma, V., and Huuskonen H. (2001). Int J. Radiat Biol. 1(77).
144. Industrial Economics. 2012. CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURE COUNTRY NOTE.
145. Jaiani, E., Natroshvili, G., Tediashvili, M., Giorgadze, N., and Lashkhi N. (1999). Investigation of microbial pollution in aquatic reservoires of Tbilisi by biological methods. I Caucasian Symposium on medical-Biological Sciences, Thesis, September 21-25, Tbilisi mecniereba., p73-74.
146. Karchava, G., and Diasamidze, R. (1998). Estimate of the coastal waters contamination and their sanitary-biological state within the Black Sea resorts zone (with the examples of Batumi) Experimental Biology and Medicine (Megobari Publishing Hause),24(1-5):53-57.
147. Shavliashvili L., G.Kordzakhia, E.Elizbarashvili, G.Kuchava - Same aspects of land resources degradation on Georgia due to temporary climate change – Annals of agrarian science, v.10, #4. 2012.
148. Mchedluri, T., Vepkhvadze, A., Shavliashvili L., Research on the Salinity Level of Alazani Valley Soils and Their Impact on Agrobiodiversity of the Region. European Researcher - Sochi. 2017, 2(1)
149. Mchedluri, T., Vepkhvadze, A., Shavliashvili L., The impact of global climate changes on biodiversity of Kakheti region. ,,Ученые записки" международный журнал. Гянджа. 2017,4-5 may
150. Mchedluri, T., Vepkhvadze, A., Shavliashvili L., Ecological monitoring of the Alazani valley water sites in Eastern Georgia. 2\_nd International Conference February 28, 2018. San Francisco, California, USA
151. Mchedluri, T., Vepkhvadze, A., Shavliashvili L., Organ chlorine pesticides contamination in man-made reservoir, located on Alazani valley (Dzveli Anaga) and their impact on the fish. VI International Conference. Science and Practice: a new level of integration in the modern world. 2018, Sheffield, UK
152. Mchedluri, T., Makharoblidze, N., Vepkhvadze, A. ,,The impact of pesticides on ecological condition of the river Alazani’’,,Ученые записки" международный журнал. 2017. 17, 18 October
153. Shavliashvili L., Kordzakhia G., Elizbarashvili E., Kuchava G. (2012) Same aspects of land resources degradation on Georgia due to temporary climate change – Annals of agrarian science, v.10, #4.,.
154. Shiklomanov, I. A., and John C. Rodda. (2003). World Water Resources at the Begin-ning of the Twenty-First Century. Cambridge University Press; illustrated edition edition.
155. Tediashvili, M., Eliashvili, T., Chanishvili, N., and Mdzinarashvili T. (2001). Study of Cb and Sd bacteriphages used as a tracers in water environment, Abstraqt Q
156. Trudi Strain Trueit. (2002). The Water Cycle (Watts Library Series). Scholastic Library Publishing.
157. Vepkhvadze, A., Lali Shavliashvili, L., Mchedluri,T
158. Vepkhvadze, A., Lali Shavliashvili, L., Mchedluri,T. ,,The impact of global climate changes on biodiversity of Kakheti region’’,,Ученые записки" международный журнал. Гянджа2017,4-5may
159. Vepkhvadze, A., Mchedluri, T., Shavliashvili, L. ,,Research on the Salinity Level of Alazani Valley Soils and Their Impact on Agrobiodiversity of the Region’’European Researcher - Sochi Гянджа. 2017, 2(1)
160. Vischer, D. L., and Hager W. H. (1998). Dam Hydraulics, Wiley; 1 edition, 1998.
161. Water Environment Federation, GIS Implementation for Water and Wastewater TreatmentFacilities: WEF Manual of Practice No. 26, McGraw-Hill Professional; 1 edition,(2004).
162. WHO working Ground. (1986). Use and interpretation of antropometric indicators of nutritional status. Dylletion of the WHO,64(34): 929-941.
163. World Bank. 2007.Intergrating Environment into Agriculture and Forestry, Progress and Prospects in Eastem Europe and Central Asia: Volume //, Georgia Country Review.
164. World Bank. 2007.Intergrating Environment into Agriculture and Forestry, Progress and Prospects in Eastem Europe and Central Asia: Volume //, Georgia Country Review.
165. <http://www.fao.org/docrep/014/am599e/am599e00.pdf>
166. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/tc/tce/pdf/>