

აიპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

## ხათუნა ხუტაშვილი

გარდაბნის თბოელექტროსადგურის ზეგავლენა აგროლანდშაფტებზე და  
მისი რადიოეკოლოგიური დახასიათება

სპეციალობა—62 აგროეკოლოგია

## დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სოფლის მეურნეობის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

**სამეცნიერო ხელმძღვანელი:**

ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,  
სრული პროფესორი, საქართველოს  
მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი, თენგიზ ურუშაძე

**სამეცნიერო კონსულტანტი:**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა  
დოქტორი, ს.მ.მ-ის აკადემიის  
აკადემიკოსი, ზაურ ჩანქსელიანი

თბილისი

2011

## შინაარსი

შესავალი;

თავი I. გარდაბნის რაიონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები;

1.1 დელიეფი;

1.2 კლიმატი (საშუალო ნალექი, საშუალო ტემპერატურა, ტენიანობა);

1.3 გარდაბნის რაიონის ნიადაგების ზოგადი დახასიათება;

1.4 მცენარეული საფარის ზოგადი დახასიათება;

თავი II. გარემო და რადიოეკოლოგიური პრობლემები;

2.1 მიწათმოქმედება და გარემოს დაბინძურება;

2.2 გარემოს ანთროპოგენური დაბინძურება;

2.3 ნიადაგის ეროზიული მოვლენების ზოგადი დახასიათება;

2.4 სათბობ-ენერგეტიკული რესურსები და გარემოს დაცვა;

2.5 გარდაბნის რაიონის ბუნებრივი რადიაციული ფონის კარტოგრამა;

თავი III. ქიმიზაციის როლი გარდაბნის რაიონის ნიადაგების

რადიოეკოლოგიური დაბინძურების თვალსაზრისით;

თავი IV. გარდაბნის რაიონის ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლში

რადიონუკლიდების შემცველობა;

4.1 გარდაბნის რაიონის ეკოლოგიური ჯაჭვის რგოლში

რადიონუკლიდების ბალანსი;

4.2 გარდაბნის რაიონის ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლში მძიმე

მეტალების შემცველობა;

დასკვნები;

გამოყენებული ლიტერატურა.

## შესავალი

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე გარემოს დაცვას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. დღეს, როგორც არასდროს, არნახული ტემპით ვითარდება ატომური ფიზიკა, ქიმია და სხვა მრავალი საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს გარემოს დაცვა, რათა არ შემცირდეს მცენარეთა და ცხოველთა პროდუქტიულობა და ზიანი არ მიადგეს სამყაროს.

დღეისათვის, ატომური ფიზიკის სწრაფი ტემპებით განვითარების პირობებში, მსოფლიოს ყველა სახელმწიფო ცდილობს მწარმოებელი თუ არა მფლობელი მაინც გახდეს ატომური ბომბის, რაც იწვევს ატომურ თუ თერმობირთვულ აფეთქებებს, რომლის დროსაც წარმოიქმნება 200 დასახელების იზოტოპი. იზოტოპები, აფეთქების მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ატმოსფეროს ზედა ფენებში ქმნიან რადიოაქტიურ ღრუბლებს, რომელთა ნაწილაკები ნელ-ნელა ილექებიან დედამიწის ზედაპირზე. აღნიშნული იზოტოპები ადვილად ერთვებიან ნივთიერებათა წრებრუნვაში და კონცენტრირდებიან ნიადაგში, მცენარეში, ცხოველებში და ადამიანის ორგანიზმში. ორგანიზმში მოხვედრილი რადიოიზოტოპები ზრდიან შინაგანი დასხივების დოზას. ამან კი სრულიად შესაძლებელია მიგვიყვანოს დაავადებამდე და სიცოცხლის ხანგრძლივობის შემცირებამდე. ყოველივე ამის გამო, გარემო მოითხოვს რაციონალურ გამოყენებას და მის დაცვას.

დღეისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გარემო სამყაროს მონიტორინგის სისტემის შემუშავების დაცვის დანერგვას ადამიანის პრაქტიკულ საქმიანობაში. საქართველოში სასუქების გამოყენება ყოველწლიურად იზრდება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის და შესაბამისად, მცენარის დაბინძურებას.

ცნობილია, რომ მინერალური სასუქების გამოყენება, განსაკუთრებით ფოსფორისა და კალიუმის, ხელს უწყობს ნიადაგში რადიონუკლიდების და მძიმე მეტალების რაოდენობის ზრდას, რადგანაც სასუქები, ამა თუ იმ რაოდენობით შეიცავენ რადიოაქტიურ ნივთიერებებს.

ამრიგად, ნიადაგი, რომელიც საერთოდ ისედაც ბინძურდება აღნიშნული ელემენტებით, თანდათანობით ქიმიზაციის წყალობით კიდევ უფრო მდიდრდება ამ ეკოტოქსიკანტებით. საყურადღებოა ის გარემოება, რომ სასუქები, კერძოდ, აზოტოვანი, შეიცავენ მძიმე მეტალებს: მანგანუმს-2 მგ/კგ, სპილენძს-14 მგ/კგ, თუთიას-50 მგ/კგ,

ტყვიას-7 მგ/კგ, ნიკელს-8 მგ/კგ, რკინას-25 მგ/კგ, ხოლო რაც შეეხება ორმაგ სუპერფოსფატს იგი შეიცავს (გრ-ბით 1ტ) ქლორს 568გრ, მაგნიუმს-450 გრ, მანგანუმს-650გრ, ნიკელს-17გრ, ქრომს-41გრ, ტყვიას-38გრ, სპილენძს-13გრ, თუთიას-142გრ. კალიუმისანი სასუქები შეიცავენ დიდი რაოდენობით ქლორს და თუთიას (ო.ზარდალიშვილი 1979წ). მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის მეცნიერები შემფოთებას გამოთქვამენ ჩვენი პლანეტის ნიადაგური საფარის კატასტროფულად შემცირების და დაბინძურების გამო.

რადიონუკლიდების, მძიმე მეტალების შემცველობის შესწავლას ისეთ ბიოლოგიურ ობიექტებში, როგორცაა ნიადაგი, მცენარე, წყალი და მეცხოველეობის პროდუქტები და ა.შ. აქვს როგორც თეორიული, ასევე დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მიერ გარემოს დაცვის შესახებ შემუშავებული პროგრამით (იუნეპი) ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება განსაკუთრებულ კონტროლზეა აყვანილი. ადამიანის არასწორი ზემოქმედების შედეგად, ყოველ წელს ნიადაგის დიდი ფართობები გამოდიან მწყობრიდან.

გასულ საუკუნეში, გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის სოფლის მეურნეობისა და სასურსათო კომისიის (ფაო) მონაცემებით, დედამიწაზე ყოველწლიურად 5-7 მლ-3ა ნაყოფიერი ნიადაგი იკარგება.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარებისათვის, დიდი ადგილი აქვს დათმობილი ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას და მიწის რესურსების რაციონალურად გამოყენებას. მასში აღნიშნულია, რომ აუცილებელია საქართველოს ნიადაგდამცავი მიწათმოქმედების სისტემათა დანერგვა, მიწის რესურსების გამოყენებისას ყოველგვარი ეროზიისა და გაჭუჭყიანებისაგან ნიადაგის დაცვის კონტროლის გაძლიერება. სამწუხაროდ, ნიადაგის გამოფიტვისა და დეგრადაციის ფაქტორებად, უკანასკნელ ხანს გვევლინება მინერალური, სინთეზური სასუქებისა და პესტიციდების დიდი მასისა და სიმძლავრის სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მანქანების, წყლის, დაბინძურებული საწვავისა და ელექტროენერჯის სულ უფრო მზარდი გამოყენება, აგრეთვე ინტენსიური ტიპის მაღალმოსავლიანი ჯიშების კულტივირება, რომელსაც, მოსავალთან ერთად, გაცილებით მეტი საკვები გამოაქვთ ნიადაგიდან, ვიდრე ადრე გამოყენებულ (ჯიშებს) კულტურებს, რაც ნიადაგებში საკვები ელემენტების დეფიციტს წარმოშობს.

თანამედროვე პირობებში, კერძოდ, ჰუმუსის და საკვები ელემენტების მარაგის სისტემატური საჭირო რაოდენობით შევსების, ნიადაგის სტრუქტურის და ფიზიკური თვისებების, ნიადაგების

ნაყოფიერების დაცვისა და მისი განუხრელად ამაღლებისათვის, მეცნიერული გზების ძიების, ძირითადი სტრატეგიის გამოყენების გარეშე, ნიადაგის დეგრადაცია გარდაუვალია.

ნიადაგის ნაყოფიერების დაცვის და მისი განუწყვეტელი ამაღლებისათვის საჭიროა უმოკლეს ხანში კარდინალური ღონისძიებების გატარება. კერძოდ, სოფლის მეურნეობის სისტემაში ფიზიკური, ფიზიკურ-მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებების და რეჟიმის სრულყოფა და მაღალ დონეზე აყვანა, მიწის რესურსების რაციონალური გამოყენება, სახელმწიფო საუწყებო კონტროლის გაძლიერება.

### **კვლევის მიზანი და მეთოდика**

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებულ ნიადაგებში, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებსა და მეცხოველეობის პროდუქტებში რადიონუკლიდების და მძიმე მეტალების შემცველობის შესწავლა, აგრეთვე სასმელი წყლის, ჭის, სარწყავი არხის, ჯანდარის ტბის წყლისა და ატმოსფერულ ნალექებში რადიონუკლიდების შემცველობის განსაზღვრა.

2001-2006 წლებში აღნიშნული საკითხების შესწავლა ტარდებოდა შემდეგი მეთოდების გამოყენებით: ჩატარდა 4 ექსპედიცია, გაზომილი იქნა რადიაციული ფონი და აღებული იქნა ნიმუშები საანალიზოდ. ანალიზები ჩატარდა სსიპ აგრარული რადიოლოგიისა და ეკოლოგიის ინსტიტუტის ლაბორატორიებში. განისაზღვრა რადიონუკლიდების და მძიმე მეტალების შემცველობა.

2001-2003 წლებში გარდაბნის რაიონში გაიზომა რადიაციის ბუნებრივი ფონი—CPII-06-ზე.

ნიმუშებში რადიონუკლიდების შემცველობის განსაზღვრა განხორციელდა მრავალარხიანი აღფა და გამა სპექტრომეტრულ ანალიზატორზე.

მძიმე მეტალების განსაზღვრა წარმოებდა ფლუოროსცენტრული რენტგენო-ანალიზატორზე.

ბიოლოგიურ ჯაჭვში (ნიადაგი, მცენარე, წყალი, ცხოველი) ბალანსური მეთოდით რადიონუკლიდები განისაზღვრა.

ციფრობრივი მასალა რადიონუკლიდების ბალანსის შედგენისას ბიოლოგიური ჯაჭვის რგოლებისათვის ნიადაგსა და მეცხოველეობის პროდუქტებს შორის, აგრეთვე გარემოსა ცოცხალ ორგანიზმებს შორის. ციფრობრივი მასალა დამუშავდა მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდით კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით.

### **კვლევის ობიექტი**

საკითხის შესწავლის მიზნით 2001-2006 წლებში ჩატარდა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის შესწავლა ეკოლოგიური დაბინძურების თვალსაზრისით, რისთვისაც დაკვირვებები ტარდებოდა რაიონის შემდეგ წერტილებში: ქ.გარდაბანი, სოფლებში: ქესალო, ნაზარლო, ჯანდარა, ვახტანგისი, მთლიანი საკვლევი ზონა შეადგენდა 15კმ-მდე ტერიტორიას აზერბაიჯანის საზღვრამდე.

აღნიშნული პუნქტებიდან აღებული იქნა ნიმუშები ნიადაგის, წყლის, მცენარის და მეცხოველეობის პროდუქციიდან. შესწავლილი იქნა: გარდაბნის რაიონის მდელის ყავისფერი და დამლამებული ნიადაგების რადიონუკლიდების და მძიმე მეტალების შემცველობა,

სასმელი წყლის, მდინარის, ჭის, ჯანდარის ტბის წყლის და ატმოსფერულ ნალექებში რადიონუკლიდების შემცველობა, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების (ხილი, ბოსტნეული, მწვანილი), მეცხოველეობის (საქონლის, ღორის) პროდუქცია ძროხის ხორცი, სისხლი, შიგთავსი, რძე, ტყავი, ნაკელი. აღნიშნულ საკითხებზე გამოქვეყნებული იქნა ხუთი სამეცნიერო შრომა.

### **მეცნიერული სიახლე**

პირველად ჩვენს მიერ ჩატარდა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის რადიოეკოლოგიური მონიტორინგი.

ბიოლოგიურ ჯაჭვში—ნიადაგი, წყალი, მცენარე, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში, განისაზღვრა მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის შინაგანი ორგანოები, მძიმე მეტალების და რადიონუკლიდების რაოდენობა, (ხილი, ბოსტნეული, მწვანილი),

მეცხოველეობის (საქონლის, ღორის) პროდუქციაში განისაზღვრა რადიონუკლიდების, ხოლო ნიადაგში მძიმე მეტალების აკუმულაციის და მიგრაციის მაჩვენებლები. დასახულ იქნა ნიადაგების რეაბილიტაციის ზოგიერთი ღონისძიება.

**პრაქტიკული ღირებულება:** პირველად იქნა განსაზღვრული გარდაბნის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის რადიოეკოლოგიური მდგომარეობა. საერთოდ, პირველად იქნა განსაზღვრული ამ ლანდშაფტების ფართობებზე მოპოვებული საკვები კულტურებით გამოკვეთული მსხვილი რქოსანი პირუტყვის შინაგანი ორგანოების რადიონუკლიდური შემადგენლობა.

პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით, საინტერესოა თბოელექტროსადგურიდან 15კმ-იან ზოლში რადიონუკლიდური შეფასების გათვალისწინება. მიწათმოქმედებისა და მეცხოველეობის განვითარების პრაქტიკული გეგმის შედგენისას.

**ნაშრომის აპრობაცია:** დისერტაციის ძირითადი დებულებები მოხსენებულ იქნა: 1. რადიოლოგიის და ეკოლოგიის ინსტიტუტის ბიოტექნოლოგიის და ეკოლოგიის ლაბორატორიის სხდომაზე 2005 წლის 20 სექტემბერს. 2. აგრარული რადიოლოგიის და ეკოლოგიის ინსტიტუტის გაფართოებულ სხდომაზე – 2006 წლის 17 ივლისს.

**გამოკვლევის შედეგების პუბლიკაცია:** დისერტაციის ძირითადი ნაწილი გამოქვეყნებულია 5 სამეცნიერო ნაშრომში. დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა–სამუშაო მოიცავს 123 გვერდს და შედგება: შესავლის, 4 თავის, 11 ქვეთავის და დასკვნებისაგან.

ნაშრომში წარმოდგენილია 24 ცხრილი, 2 სქემა, 1 კარტოგრამა, 5 გრაფიკი, გამოყენებული ლიტერატურა 99.

## თავი I გარდაბნის რაიონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები

### 1.1 რელიეფი

ქვემო ქართლის ვაკეთა მხარე გარშემორტყმულია დაბალი ქედებით და სერებით. ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხრიდან გარდაბნის ვაკეს ესაზღვრება არხაშენის ქედი, რომლის აბსოლუტური სიმაღლე 650 მ-ს არ აღემატება. ჩრდილოეთით არხაშენის დენუცია განცდილი, მოსწორებული და გორაკებიანი ზედაპირის მქონე ქედი უშუალოდ გადადის შესთაფა 599 მ. და არმურტის მთების 120 მ-ის. სერებზე, თავის მხრივ ეს "მთები" კეტავენ აღმოსავლეთის მხრიდან ჯეირანის ველის ტაფობს. არხაშენის მთები აღმოსავლეთით გადაებმის უდაბნოს ქედს, რომლის უმაღლესი წერტილი დიდი უდაბნო, აღწევს 899 მ-ს, ხოლო პატარა უდაბნო 871 მ-ს.

დასავლეთის მხრიდან ქვემო ქართლის ვაკეთა მხარეს ესაზღვრება შუა ხრამის მთათა ჯგუფი, რომელიც მას გამოყოფს დმანისის, გომარეთისა და წალკის ვულკანური პლატოებისაგან. (ნ.კეცხოველი, "საქართველოს აგრობოტანიკური რუკა". თბილისი, 1972წ). მტკვრის მარცხენა მხარეზე ვიწრო ზოლად გაჭიმულია გარდაბნის ვაკე ველი. ეს ვაკე დაკავშირებულია მტკვრის ალუვიურ ტერასებთან, ნავთლულიდან რუსთავის მისადგომამდე წარმოდგენილი ქვედა ვაკე დაკავშირებულია მტკვრის პირველ ქალისზედა ტერასასთან. რუსთავის დასავლეთით წყალსაქაჩთან მდინარე მტკვარი აწყდება მარცხენა მხარეს და ტერასი გარეცხილია. ვაკე განვითარებას პოულობს იმავე ქალისზედა პირველ ტერასზე, რუსთავიდან აღმოსავლეთით და ჯანდარის მერიდიანზე მისი სიგანე 15 კმ-ს აღწევს. ვაკე, რომელიც ცნობილია გარდაბნის (ანუ ყარაიას) ველის სახელწოდებით, აღმოსავლეთით თანდათან ვიწროვდება, აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე ფოილოს მახლობლად მისი სიგანე 5 კმ-ს არ აღემატება.

გარდაბნის ვაკის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში მოთავსებულია ჯანდარის ტაფობი, რომლის დიდი ნაწილი ახლაც დაფარულია წყლით. ტბის ტაფობის სიგრძე 3-4 კმ-ს აღწევს, ხოლო სიგანე 2 კმ-ს არ აღემატება. (ჯავახიშვილი შ. საქართველოს სსრ. კლიმატოგრაფია, თბილისი, 1977წ).

რუსთავ-გარდაბნის ვაკის დასავლეთი ნაწილი 40-60 მეტრიანი საფეხურისებური ბექობით გამოყოფილია ჯეირანის ველიდან, მისი სამხრეთი ნაწილი საკმაოდ ჩარეცხილი და დანაწევრებულია ხრამებით და მშრალი ხევებით.



## 1.2 კლიმატი

გარდაბნის რაიონი მიეკუთვნება მშრალ სუბტროპიკულ ტრამალეების კლიმატურ ზონას. ზონა მოიცავს ქვემო ქართლის ვაკეს, ვაზიანის ქვემოთ 300-დან 450 მ. სიმაღლემდე, მდინარე იორის ზეგანს და შირაქის ზეგანს. ზონის ტერიტორია გაშლილი და დაქანებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ.

დასავლეთიდან ჰაერის მასების შემოჭრა ხშირია და დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინდის მსვლელობაზე საქართველოში ამინდის ანტიციკლონური ტიპის გაბატონების შედეგად, ზამთარი ქვემო ქართლში ცივი და მშრალია, ღრუბლიანობა კი ზომიერი, უცივესი თვის საშუალო ტემპერატურა მერყეობს  $0^{\circ}$  მახლობლად, მინიმალური ტემპერატურა ზამთრის თვეებში ხშირედ ეცემა  $0^{\circ}$ -მდე და უფრო და ქვემოთ.

პირველ ყინვას ზონაში ადგილი აქვს ნოემბრის პირველ დეკადაში, უკანასკნელს–აპრილის დასაწყისში. ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი შეიძლება ზონაში დაეცეს  $-20-23^{\circ}$ -მდე, მაგრამ ეს იშვიათობაა. საერთო წლიური აბოლუტური მინიმუმი  $12^{\circ}$ ის ფარგლებში მერყეობს. უთბილესი თვის (ივლისის) საშუალო ტემპერატურა  $24-25^{\circ}$ ზე მეტია, ხოლო დაბლობ ადგილებში კი  $26^{\circ}$  აღემატება. წელიცადში 40-45 დღე ჰაერის ტემპერატურე  $26^{\circ}$ -ზე მეტია, ხოლო 1-2 დღე  $30^{\circ}$ -ზედაც მეტია. მაქსიმალური ტემპერატურა, არც ისე იშვიათად,  $40^{\circ}$ -მდე ადის, ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა უდიდესია მთელს საქართველოში და დაახლოებით  $25^{\circ}$  უდრის. (მ. კორძახია, საქართველოს ჰავა, თბილისი, 1961წ).

წლის განმავლობაში ზონის ტერიტორიაზე გაბატონებულია ჩრდილო–დასავლეთის და დასავლეთის ქარები. ზაფხულის თვეებში აშკარად გამოსახულია ქარების მიმართულების დღე-ღამური ცვლა. დილისა და საღამოს საათებში მნიშვნელოვნად ჭარბობს დასავლეთის ქარების გამეორება. ძლიერი ქარიანი დღე ზონის ტერიტორიის მეტ ნაწილში 30 დღეზე მეტია, ზოგან 90 დღესაც აღწევს. ნალექების წლიური რაოდენობა მერყეობს 300 მმ-დან (ზონის აღმოსავლეთ დაბლობ ნაწილში) 500 მმ-მდე. ნალექის წლიურ მსვლელობაში, როგორც აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უმეტესს ნაწილში, საკმაოდ აშკარადაა გამოსახული 2 მაქსიმუმი და 2 მინიმუმი. მთავარ მაქსიმუმს ადგილი აქვს მაისში (60-90მმ), ივნისში

რამდენადმე ნაკლებია, მეორე მაქსიმუმი სექტემბერში (35-40მმ), ნალექების მთავარი მინიმუმი იანვარში (10-18მმ)-ია, მეორე მინიმუმს ადგილი აქვს აგვისტოში (25-30მმ).

ნალექების წლიური და განსაკუთრებით თვიური ჯამის მერყეობა წლიდან-წლამდე საკვლევ მხარეში, როგორც საქარველოს სხვა რაიონებშიც საკმაოდ მნიშვნელოვანია. დაახლოებით 5 წელიწადში ერთხელ წლიურ ნალექთა ჯამის გადახრა ნორმიდან აღემატება 30%-ს.

მხარის მთელ ტერიტორიაზე ხშირად არის მოსალოდნელი ნალექიანობის ძლერი დეფიციტი. განსაკუთრებით წლის ცივ პერიოდში და ზაფხულის 2 უკანასკნელ თვეებში-ივლისსა და აგვისტოში. მავე დროს არც ისეთი წლებია იშვიათი, როდესაც ცივი პერიოდი ან ზაფხულის მეორე ნახევარიც უხვ ნალექიანია.

ნალექი თოვლის სახით შეიძლება მოვიდეს ნოემბრიდან აპრილამდე, მაგრამ ასეთ დღეთა რიცხვი მცირეა, სულ 10-12 დღე წელიწადში. თოვლით იშვიათად იფარება ნიადაგი. სეტყვა ზონაში იშვიათად იცის, უფრო ხშირად გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში. ნისლი იშვიათი მოვლენაა, წელიწადში 14-16 დღე, ზამთარი ნისლიანია, ზაფხულის თვეებში ნისლი იშვიათად იცის.

ღრუბლიანობა ზომიერია, შედარებით მეტია ღრუბლიანობა ზამთარში და გაზაფხულობით (50-60%), უმცირესია ზაფხულში 30-40%. სინოტივე საშუალოდ უდრის იანვარში 5მმ, ივლისში-17,7მმ-ს.

აღნიშნული ზონის მსრალი სუბტროპიკული კლიმატის გამო მცენარეულობა მეტად ღარიბია, მორწყვის გარეშე ასეთ კლიმატურ პირობებში ხე-მცენარეულობა მასობრივად არ აღმოცენდება.

### **1.3 გარდაბნის რაიონის ნიადაგების ზოგადი დახასიათება**

გარდაბნის რაიონში გავრცელებულია ორი სახის ნიადაგი, ესენია: მდელოს რუხი-ყავისფერი და დამლაშებული ნიადაგები. მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები იმპერმაციდულ-ეჟსუდაციური ტიპის ტენის რეჟიმის პირობებში წარმოიქმნება. ამ ნიადაგების წარმოქმნა-განვითარების პროცესში განსაკუთრებულ როლს ჰიდროლოგიური პირობები თამაშობს. მიწისქვეშა წყალი წარმოადგენს პირველ პირობას, რომელიც მდელოს ტიპის ნიადაგთწარმოქმნას უწყობს ხელს. ამ ნიადაგების პროფილს რიგი სპეციფიკური დიაგნოსტიკური ნიშნები ახასიათებთ, უპირველეს

ყოვლისა, უნდა აღინიშნოს ამ ნიადაგების წარმოქმნის ჰიდრომორფული ხასიათი, რის გამოც მათი პროფილი ხასიათდება

ჰუმუსის რამდენადმე გადიდებული რაოდენობით, სიღრმითი ფენების გაღებებით, სხვადასხვა ხარისხის დამლაშებით, ხოლო ზოგჯერ ცალკეული ფენების გაბიცობებით. (გ. ტალახაძე და სხვები საქართველოს ნიადაგები, თბილისი 1983წ).

მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები, მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მძიმე თიხნარ-თიხიანია. ფიზიკური თიხის რაოდენობა ზედა ფენაში 73,7% უდრის და პროფილის შუა ნაწილში 80-82% აღწევს. სიღრმით კი თანდათან მცირდება და ღრმა ფენებში 65-68% არ აღემატება. პროფილის შუა ნაწილის გათიხებას ნათლად გვიჩვენებს პროფილში მიკრონული ფრაქციის შემცველობა და სიღრმით განაწილება, ყურადღებას იქცევს მისი გადიდებული რაოდენობა ზედა ფენაში 53,2%, რომელიც პროფილის შუა ნაწილში კიდევ უფრო მატულობს და აღწევს 57%. აქედან ჩანს, რომ მდელოს რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში ვერტიკალური პროფილის უფრო მეტი ნაწილია გათიხებული. მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა წარმოდგენილი წვრილი და მსხვილი მტვრის რაოდენობა, რაც შეეხება საშუალო მტვრის ფრაქციას, საგრძნობლად არის შემცირებული. მტვრის ფრაქციის ამგვარი განაწილება პროფილში მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგებისთვისაა დამახასიათებელი. ამ ნიადაგების მთელი პროფილის გათიხება გენეზისური ნიშანია, პროფილის მთლიანი გათიხების სურათს კარგად გვიჩვენებს გათიხების კოეფიციენტი, რომელიც ნიადაგში ყოველთვის მაღალია, ვიდრე ნიადაგწარმომქნელ ქანში. პროფილის შუა ნაწილში იგი ყველაზე მაღალ მაჩვენებლებს აღწევს. მდელოს რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში მიკროაგრეგირების პროცესი კარგადაა გამოხატული, რის გამოც მიკროაგრეგატების თითქმის ნახევარი წარმოდგენილია 0,25 -0,05 და 0,05-0,01 მმ. ზომის ფრაქციებით. აღსანიშნავია, რომ მიკროაგრეგატების რაოდენობა საკმაოდ მაღალია პროფილის ქვედა ფენებშიც.

მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები შედგება მონთმორილონიტის, ჰიდროქარსების, ჰიდროქარს-მონთმორილო-ნიტიანი და ქლორიტ-მონთმორილონიტიანი შერეული შრის წარმონაქმნებით. მინარევების სახით მონაწილეობს კვარცი, მინდვრის შპატები, კარბონატები და კაოლინიტი. ჰუმუსი, მართალია პროცენტულად მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ მისი შემცველობა დიდ სიღრმეზე ვრცელდება პროფილში და >1 მეტრს სიღრმეზე არც თუ იშვიათად <1მეტრს <1% -ია, მთლიანი აზოტის რაოდენობა ზედა ფენებში 0,01-0,16% უდრის, სიღრმით კი თანდათანობით მცირდება;

C:N-ის შევიწროვებული მაჩვენებელი ამ ნიადაგების ჰუმუსის აზოტით მადლობაზე მიგვანიშნებს. ეს ნიადაგები ფუძეებით მადარია. შთანთქავ კომპლექსში გაცვლითი კათიონებიდან კალციუმზე მოდის 80-88%, მაგნიუმზე 10-15%, ხოლო ნატრიუმი უმნიშვნელო რაოდენობითაა.

ამ ნიადაგების პროფილი ზედაპირიდანვე კარბონატულია და სიღრმით მეტ-ნაკლებად განიცდის მატებას. მდელის რუხი-ყავისფერი ნიადაგების არის რეაქცია ტუტეა. უმეტესად 8-ს უდრის და პროფილში თითქმის არ განიცდის ცვალებადობას.

მდელის რუხი-ყავისფერი ნიადაგების მოცულობითი წონა მაღალია, რაც მის მაღალ სიმკვრივეზე მიგვითითებს. წვრილდისპერსიული ფრაქციის შემცველობისა და მაღალი თიხიანობის გამო საგრძნობლად მაღალია ჰუმუსის კოეფიციენტი. ეს კი მიგვითითებს ამ ნიადაგებში მცენარისათვის მიუწვდომელი ტენის დიდ რაოდენობაზე. მდელის რუხ-ყავისფერ ნიადაგებს მეტად დაბალი ფილტრაციის მაჩვენებლები ახასიათებს. წყლის გატარება ზოგიერთ ფენაში უმნიშვნელოდ დაბალია.

დამლაშებული ნიადაგები ფართოდაა გავრცელებული აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის ზონაში, ეს ნიადაგები ჩვენში გავრცელებულია მზის ყველაზე მაღალი რადიაციის ზონაში, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ( $>10^{\circ}$ ) ჯამი  $4000^{\circ}$ -ია. საქართველოში გავრცელებული დამლაშებული ნიადაგები შეიძლება დაიყოს ორ დიდ ჯგუფად: 1. ბიც და ბიცნარ; და 2. ბიცობ და ბიცობნარ ნიადაგებად. ბიცი ნიადაგები ადვილად ხსნად მარილებს ზედაპირიდანვე შეიცავენ, ბიცნარები კი-ქვედა ფენების ამა თუ იმ სიღრმიდან შეიცავენ.

საქართველოს ბიცი და ბიცნარი ნიადაგები მძიმე მაქანიკური შედგენილობით ხასიათდებიან. გამოფიტვის ინტენსიური პროცესების შედეგად ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ფიზიკურ თიხას ( $<0,01\text{მმ}$ ) და მიკრონულ ( $<0,001\text{მმ}$ ) ფრაქცის.

ამ ნიადაგების უდიდესი ნაწილი თიხებს და ძლიერ მძიმე თიხებს მიეკუთვნებიან. მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემების მიხედვით, ამ ნიადაგებში  $\text{SiO}_2$ -ის რაოდენობა მნიშვნელოვან ფარგლებში მერყეობს. ზედა ფენებში 70-62%-ია, სიღრმით ის თანდათან კლებულობს 66-60%-მდე.

ანიონებიდან მთავარი ადგილი  $\text{SO}_4$ -ს უკავია. მისი მაქსიმალური რაოდენობა 1,5-2,3% მოდის ძლიერ დამლაშებულ ჰორიზონტზე. პროფილში მისი განაწილება კორელაციურ კავშირშია ადვილად

ხსნადი მარილების რაოდენობის ცვალებადობასთან. ქლორიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით იცვლება 0,01-0,5%-ის ფარგლებში. კათიონებიდან მონაწილეობენ Na; Ca და Mg. მათ შორის უდიდესი ნაწილი მოდის Na-ზე.

დამლაშებული ნიადაგები ხასიათდებიან ცუდი ფიზიკური, წყლოვანი და ჰაეროვანი თვისებებით, რაც გამოწვეულია ამ ნიადაგების ძლიერ მძიმე მექანიკური შედგენილობით, არამტკიცე სტრუქტურით, მიკროაგრეგატების მჭიდრო წყობით და მაღალდისპერსიული თიხა მინერალის-მონტმორილონიტის ჭარბი რაოდენობით. ამ ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია მაღალი მოცულობითი და ხვედრითი წონა. მოცულობითი წონა ზედა ჰორიზონტებში 1,19-1,42-ის ფარგლებშია, სიღრმით კი 1,45-1,55-მდე მატულობს. დაბალია საერთო ფორიანობასა და ზღვრულ ტენტევადობას შორის სხვაობა, ანუ თავისუფალი აერაცია, რაც ზედა ფენებში 11-8%-ს შეადგენს; სიღრმით ის მკვეთრად მცირდება 4-3%-მდე: ასეთ პირობებში ნიადაგს ახასიათებს გაძლიერებული ანაერობულ-აღდგენითი პროცესები, რაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე უარყოფითად მოქმედებს.

ეს ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი ფილტრაციის თვისებებით. ფილტრაციის კოეფიციენტი 0,0001-0,000095 სმ/წმ ფარგლებშია. ეს ნიადაგები წყლის ცუდი გამტარებია.

ჰუმუსის რაოდენობა ამ ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში 2,9-3,9%-ის ფარგლებშია. სიღრმით ის მკვეთრად მცირდება. საერთო აზოტის რაოდენობა ჰუმუსის შესაბამისად 0,25-0,17%-ის ფარგლებში იცვლება.

ბიცობები ეწოდება ისეთ ნიადაგებს, რომელთა ჰუმუსიანი ჰორიზონტი არ არის დამლაშებული და შეიცავს შთანთქმულ Na-ს, რაც განაპირობებს მის ბიცობიანობას—მაღალ ტუტე რეაქციას. ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მძიმე მექანიკური შედგენილობით, შეიცავენ მიკრონულ ფრაქციას ( $< 0,001$  მმ) და მიკრონული ფრაქციის

( $< 0,001$ მმ) გადიდებული რაოდენობა მკვეთრად არის გამოსახული გაბიცობებულ ჰორიზონტში, რაც პეკტიზირებული კოლოიდების ზემოდან ქვევით გადანაცვლებით არის გამოწვეული.

ქიმიური ანალიზის მონაცემებით ბიცობებისათვის დამახასიათებელია  $\text{SiO}_2$ -ის დაგროვება ზედა ფენებში და რკინა ალუმინის ჟანგეულების გადანაცვლება ბიცობიან ჰორიზონტში. ეს ნიადაგები ადვილად ხსნად მარილებს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავენ. ზედა ფენაში ხსნადი მარილების რაოდენობა 0,098-0,512%-ს არ აღემატება,

ღრმა ფენები დამლაშებულია. მარილების რაოდენობა ზოგიერთ ბიცობში 1 მეტრის სიღრმიდან 1,3-1,5%-ს აღწევს. ბიცობიანი ნიადაგების შთანთქმავ კომპლექსში შედის Ca, Mg და Na. შთანთქმული Na ამ ნიადაგების ძირითად გენეზისურ თავისებურებას, ბიცობიანობას განაპირობებს. ბიცობიანი ნიადაგების მნიშვნელოვანი ნაწილისათვის დამახასიათებელია შთანთქმული Mg-ის მაღალი შემცველობა 30-40% შთანთქმული ფუძეების ჯამიდან მაგნიუმის გადიდებული რაოდენობა ნატრიუმის მსგავსად აძლიერებს ნიადაგის ბიცობიანობას. შთანთქმული Na განაპირობებს ბიცობიანი ნიადაგების მაღალ ტუტეობას, pH 8,5-8,5 უდრის. გარდა ამისა Na-ის შემცველი კოლოიდები მაღალი ჰიდროფილურობით ხასიათდებიან და იწვევენ ნიადაგის ცუდ ფიზიკურ, წყლიერ და აეროვან თვისებებს. მოცულობითი წონა ამ ნიადაგების ზედა ფენებში 1,15-1,31 შეადგენს. სიღრმით ის მკვეთრად მატულობს 1,45-1,51-მდე. ასევე მაღალია ხვედრითი წონა, რომელიც პროფილში მცირე ფარგლებში იცვლება.

ბიცობ ნიადაგებს ახასიათებს მაქსიმალურ-მოლეკულური ტენტევალობის მაღალი მაჩვენებელი 26-17%-ის ფარგლებში; ამის შესაბამისად წყლის გამოყენებული, ანუ მკვდარი, მარაგი ნიადაგში საკმაოდ მაღალია.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის, არამტკიცე სტრუქტურის და მიკროაგრეგატების მჭიდრო წყობის მიზეზით ეს ნიადაგები ძლიერ დაბალი წყალგამტარელობის თვისებებით ხასიათდება, ფილტრაციის კოეფიციენტი (k) 0,000066-0,000007 სმ/წმ ფარგლებში მერყეობს.

ძლიერ ბიცობებში მაღალი ტუტე რეაქციის გამო ჰუმუსის მნიშვნელოვანი ნაწილი ხსნადია, არ მაგრდება ნიადაგში და ირეცხება. ეს ნიადაგები საერთო და გაცვლითი კალიუმით შედარებით უზრუნველყოფილია.

#### 1.4 მცენარეული საფარის ზოგადი დახასიათება

ნახევრადუდაბნოთა სარტყელი აღმოსავლეთ საქართველოში 200-800მ შორის მდებარეობს. გარდაბნის რაიონი წარმოადგენს ნახევრად უდაბნოს ზონას მისთვის დამახასიათებელი ტიპური მცენარეებით. მცენარე ზუსტად ასახავს თავისი საცხოვრისის ბუნებრივ პირობებს, მიკროელემენტებს და ა.შ. ამ ზონის ბალახოვანი მცენარეებია: მეიერის ავშანი, ყორღანი, ჩირანი, მანანისებური ყორღანი, ყოდანო, წითელწვერა და სხვა. აგრეთვე მდიდარია ეფემერული მცენარეულობითაც.

ბუჩქებიდან აღსანიშნავია: ძეძვი, ჯორის ძუა, თრიმლი, თუთუბო, უძრახელა, კოწახური ქართული, კოწახური ჩვეულებრივი, კენკრა.

აღნიშნულ ზონაში გვხვდება ატამი, გარგარი, ჭერამი, ლელვი, ნუში, ფსტა, უნაბი, აღმოსავლური ხურმა, ვაზი, ბროწეული.

ტყეში ვხვდებით გრელყუნწა მუხას, საკმლის ხეს, ნეკერჩხალს და სხვა. მდინარე მტკვარი, რომელიც სათავეს იღებს თურქეთის ტერიტორიაზე, გადის გარდაბნის რაიონში, რომელიც საკმაოდ

გამოიყენება სარწყავად. აღნიშნულ ზონაში მდებარეობს ჯანდარის ტბა, რომელიც გემრიელი თევზეულით გამოირჩევა, ესენია: კარჩხანი, კობრი, სქელშუბლა და ა.შ.

გარდაბნის რაიონი მთელ საქართველოში მოწინავე მხარედ ითვლება ბოსტნეულ-ბაღეულის მოყვანით. იგი აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითადად ამარაგებს აღნიშნული კულტურებით. (ნ. კეცხოველი, "საქართველოს აგროგეობოტანიკური რუქა" თბილისი).

## თავი II გარემო და რადიოეკოლოგიური პრობლემები

დედამიწის მოსახლეობის სწრაფმა ზრდამ, მრეწველობის, ენერგეტიკის და ტრანსპორტის განვითარებამ, სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციამ და სხვა ანთროპოგენურმა ფაქტორებმა ბუნებრივ პროცესებზე გამოიწვია ადამიანის ზეწოლის გაძლიერება და როგორც შედეგი, ჩამოყალიბებული ეკოსისტემების რღვევა მსოფლიოს მრავალ რეგიონში.

მიწების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ამალგების მიზნით, ადამიანმა აგრო-ეკოსისტემებში უნდა შექმნას ნიადაგის, კლიმატის და სხვა ოპტიმალური პირობები. მოსავლიანობის გადიდება და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება, მცენარეების დაცვა მავნებლების და დაავადებებისაგან, ბრძოლა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისა და ცხოველების დაავადებების გამწვავებასთან. ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღება და სხვა წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო მიმართულების ეკოლოგიის ანუ აგროეკოლოგიის შესწავლის ობიექტს. ეკოლოგიის მნიშვნელობა უაღრესად დიდია. ეკოლოგიური კავშირებისა და კანონზომიერებების ცოდნის გარეშე შეუძლებელია ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული უარყოფითი შედეგების გათვლა.

გარემოს დაბინძურება შეიძლება გამოწვეულ იყოს ბუნებრივი მიზეზებით და ადამიანის საქმიანობით (ანთროპოგენური). თავისი არსით დაბინძურება არის ნივთიერებების, ენერჯის, შრომის და სახსრების არასასურველი დანაკარგი. ის ცვლის გარემოს გლობალურ, ფიზიკურ, ქიმიურ პარამეტრებს. სხვადასხვა ფაქტორთა ზემოქმედების შესწავლა ცოცხალ ორგანიზმებზე, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში არსებობენ, ეკოლოგიის კვლევის საგანია.

განვითარების მაღალ საფეხურზე იწყება გარემოს გარდაქმნა. ადამიანი ცდილობს ნივთიერებებისა და საგნების გარდაქმნას, რათა თავისი არსებობისათვის შექმნას საჭირო ხელსაყრელი პირობები და საშუალებები. შრომის პროდუქტი წარმოადგენს ადამიანისა და ბუნების ერთობლივი ქმედების შედეგს. საწარმოო ძალების ზრდასთან ერთად ბუნებრივ რესურსული პოტენციალის გამოყენება ფართოვდება, იზრდება ბუნებრივი გარემოს “მონაწილეობა” საზოგადოებრივ წარმოების სისტემაში.

ტექნოგენეზი არის ადამიანის საწარმოო საქმიანობის ზემოქმედებით ბუნებრივი კომპლექსების შეცვლის კომპლექსი. ტექნოგენეზი განპირობებულია გეოქიმიური პროცესების ერთობლივობით. იგი დაკავშირებულია გარემოდან მთელი რიგი ქიმიური



ელემენტების, მათი მინერალური და ორგანული ნაერთების ამოღებით, კონცენტრაციით და გადაჯგუფებით. საბოლოო ჯამში ეს იწვევს ბიოსფეროს გარდაქმნას.

დაბინძურება წარმოადგენს რომელიმე გარემოში მათთვის ახალ უცხო ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური აგენტების შეტანას ან მათი ბუნებრივი საშუალო მრავალწლიური შემცველობის დონის გადაჭარბებას. დაბინძურების შედეგად ხდება ნიადაგების დაკარგვა, ეცემა ეკოლოგიური სისტემებისა და ბიოსფეროს პროდუქტიულობა.

საზოგადოებრივ განვითარების მაღალ საფეხურზე იწყება გარემოს გარდაქმნა. შრომის ყოველი პროდუქტი წარმოადგენს ადამიანისა და ბუნების ერთობლივი ქმედების შედეგს. (Марков Ю.Г. Социальная экология, Новосибирск 2001г).

ადამიანის სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა საქმიანობის შედეგად ხდება ნივთიერებების ტექნოგენური მიგრაცია, რომელიც იწვევს გარემოს დაბინძურებას.

რადიოეკოლოგიას, როგორც მეცნიერების დამოუკიდებელი ნაწილის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მაიონიზირებელი გამოსხივების ზემოქმედების შესწავლა ბიოგეოცენოზებზე და აგრეთვე რადიაციის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის შეფასება. არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ რადიოეკოლოგია მოიცავს გამოკვლევათა დიდ სპექტრს, იგი შედის იმ მეცნიერებათა კომპლექსში, რომლებიც შეისწავლიან მაიონიზირებელი რადიაციის გავლენას ბიოლოგიურ ობიექტებზე.

რადიოეკოლოგია მეცნიერებაა, რომელიც პირველ რიგში იკვლევს მაიონიზებელი გამოსხივების ზემოქმედებას ცალკეულ ორგანიზმებზე, პოპულაციებზე, თანასაზოგადოებებსა და ეკოსისტემებზე, შემდგომში კი რადიოაქტიური იზოტოპების განაწილებას ეკოლოგიურ თანასაზოგადოებებსა და პოპულაციებში.

რადიაციულ-ბიოგეოცენოლოგიური კვლევებიდან აღსანიშნავია იმ მეცნიერთა შრომები, რომლებშიც ასახულია გარემოს ბიოლოგიური ობიექტებისა და ბუნებრივი თანასაზოგადოებების რადიაციული დაბინძურების შედეგების შეფასებები. რადიაციული ბიოგეოცენოზებისათვის დამახასიათებელია პრობლემის კომპლექსური განხილვა რადიობიოლოგიასთან, ეკოლოგიასთან, რადიოქიმიასთან კონტაქტში.

რადიაციული ბიოგეოცენოზებისათვის დამახასიათებელია პრობლემის კომპლექსური განხილვა რადიობიოლოგიასთან, ეკოლოგიასთან, რადიოქიმიასთან კონტაქტში. დღესდღეობით რადიაციულ-ბიოგეოცენოლოგია წარმოადგენს მეცნიერების

დიფერენცირებულ ნაწილს, რომელიც იკვლევს რადიონუკლიდების ქცევებს, ბუნებრივ თანასაზოგადოებებში ეკოლოგიური პირობების ფართო ვარირებას.

სხვადასხვა ბუნებრივ ბიოგეოცენოზებში მაიონიზირებელი გამოსხივების ზემოქმედების კვლევა ცენოზურ დონეზე რადიაციული ბიოგეოცენოლოგიის ანუ რადიოეკოლოგიის ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანაა.

გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, საერთაშორისო კონვენციის თანახმად, ეკოლოგიურად საშიშ წარმოებებსა და ობიექტებს მიეკუთვნება: ატომური მრეწველობა, ენერგეტიკა (ატომური, ჰიდრავლიკური და თბოელექტროსადგურები), შავი და ფერადი მეტალურგია, ნავთობქიმია, ქიმიური მრეწველობა, მთამადნეულის მოპოვება, ცელულოზის წარმოება, ტოქსიკური და შხამიანი ნარჩენების ტრანსპორტირება, შენახვა-უტილიზაცია და ჩამარხვა, გზების, რკინიგზის, ტრასების, აეროპორტების მშენებლობა, კაშხალები და წყალსაცავები, ტყის გაჩეხვა, მსუბუქი მრეწველობა და სხვა. გარემოს დაბინძურებაში დიდი წილი მიუძღვის მრეწველობას. დაბინძურებაში არანაკლები როლი მიუძღვის ტრანსპორტს, რომელიც ცივილიზაციის უდიდესი მიღწევაა. თანამედროვე არსებობა ტრანსპორტის გარეშე ყოვლად შეუძლებელია. ტრანსპორტის პროგრესი არასოდეს შეჩერდება, ის გრძელდება დღესაც. ტრანსპორტის განვითარებამ მოიტანა გარკვეული პრობლემები გარემოს დაბინძურების მხრივ. უმეტესობა დაკავშირებულია საავტომობილო ტრანსპორტთან, განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში. ტრანსპორტის ზემოქმედება გარემოს დაბინძურებასა და ადამიანზე ღრმად გამოსაკვლევიან. ტრანსპორტის ზემოქმედება გარემოზე ვლინდება შემდეგში: ქიმიური დაბინძურება, საწვავის წვის პროდუქტებისა და საპოხი საშუალებების ნარჩენები, რომლებიც ძლიერად აბინძურებენ ატმოსფეროს და მკვეთრად აზიანებენ ნიადაგს, მცენარეებს და ცოცხალ ორგანიზმებს. ავტომობილების გამოტყორცნილმა საშიშ ნივთიერებათა კონცენტრაციამ ჰაერში შეიძლება მიაღწიოს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიშ ზღვრამდე.

გარემოს დაბინძურებაში დიდი როლი მიუძღვის თბოელექტროსადგურებს.

ენერგეტიკის განვითარება გავლენას ახდენს გარემომცველ სამყაროს ყველა სტრუქტურულ ელემენტზე: ატმოსფეროზე, წყალსატევებზე თუ ნიადაგზე. საზოგადოებრიობის წინაშე დგას საკაცობრიო პრობლემა—ენერგორესურსების მაქსიმალურად დაზოგვა და მათი ეკოლოგიურად უსაფრთხოდ გამოყენება. ყოველ ადამიანს უფლება აქვს ისუნთქოს ჰაერით, რომელიც ზიანს არ მიაყენებს მის

ჯანმრთელობას. ჰაერის დაბინძურება თბოელექტროსადგურებიდან მავნე გავლენას ახდენს გარემოზე, ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ენერგეტიკის განვითარება უარყოფითად მოქმედებს ბუნებრივი გარემოს ყველა კომპონენტზე: ატმოსფეროზე (ნახშიროჟანგის გამოყოფა, ნამწვი აირების, ორთქლის და მყარი ნაწილების გაფრქვევა), ჰიდროსფეროზე (წყლის გამოყენება, დაბინძურებული და გამთბარი წყლების ჩადინება), ლითოსფეროზე, (წიაღისეული სათბობის მოპოვება, წყლის ბალანსის შეცვლა, ლანდშაფტის შეცვლა, დედამიწის წიაღში ან ზედაპირზე მყარი, თხევადი ან აირადი ტოქსიკური ნივთიერებების ჩაშვება).

ცნობილია, თუ როგორ კლებულობს სახანავი ფართობები ყოველწლიურად. სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაცია, რომლის ძირითადი ნაწილი ქიმიზაციაა, საერთოდ მთელი მსოფლიოსა და განსაკუთრებით ჩვენი ქვეყნისათვის, დროის მოთხოვნის აუცილებლობაა და მას ვერსად წაუვალთ. ამავე დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ სასუქებს დიდ სიკეთესთან ერთად მნიშვნელოვნად უარყოფითი შედეგის მოტანაც შეუძლია, თუ დარღვეულია სასუქების გამოყენების დადგენილი წესები. ორგანულ და მინერალურ სასუქებში სხვადასხვა რაოდენობით მოიპოვება მთელი რიგი ტოქსიკური ნივთიერებები, როგორცაა: მძიმე მეტალები-Pb, Cd Hg, Mn, Ni, Co და სხვა. აგრეთვე ისეთი ჰალოგენები, როგორებიცაა: F, Cl და სხვა.

მცენარეთა დაავადებათა წინააღმდეგ გამოყენებული ქიმიური პრეპარატები, ნაკვეთებზე მძიმე ტექნიკის მუშაობა, მცენარეთა გასანოყიერებლად გამოყენებული ორგანული და მინერალური, კირის და თაბაშირის შემცველი სასუქები გარკვეულ ზიანს აყენებენ გარემოს.

მეცნიერული გამოკვლევებისა და პრაქტიკული გამოცდილების საფუძველზე დადგენილია, რომ მოსავლიანობის გადიდების ყველაზე მძლავრ და რადიკალურ საშუალებას წარმოადგენს ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება. მეცნიერთა გაანგარიშებით მოსავლიანობის მატების 41% სასუქებზე მოდის. სასუქების გამოყენების მატებასთან ერთად დიდად მატულობს ეკონომიური ეფექტი. უნდა გვახსოვდეს, რომ მინერალური სასუქებისა და ქიმიურ ნერთთა გამოყენება სოფლის მეურნეობაში, კაცობრიობისათვის იძულებითი ღონისძიებაა. სასუქების გამოყენების წესების დარღვევისას ზემოთ დასახელებული ტოქსიკანტები დიდი რაოდენობით ხვდებიან ნიადაგში, წყალში, მცენარეში და საბოლოო ჯამში—ადამიანის ორგანიზმში და იწვევენ მთელ რიგ მძიმე დაავადებებს. ამიტომ აუცილებელია ისეთი აგრო-

დონისძიებების შემუშავება, რომელნიც უზრუნველყოფენ ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღებას.

## 2.1 მიწათმოქმედება და გარემოს დაბინძურება

გარემოს დაბინძურებამ კაცობრიობის განვითარების დღევანდელ ეტაპზე გლობალური ხასიათი მიიღო. დაბინძურების წყაროები საკმაოდ მრავალგვარია. გარემოს დამაბინძურებლად ითვლება ყველა ის ახალი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური აგენტი, რომელიც ხვდება გარკვეულ ეკოსისტემაში და არ არის დამახასიათებელი მისთვის.

დაბინძურებათა უშუალო ობიექტებს წარმოადგენენ მიწა, წყალი, ნიადაგი, ატმოსფერო. ხოლო არაპირდაპირ ობიექტებს—მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები და ადამიანი. დამაბინძურებელი წყაროები მრავალგვარია: სამრეწველო და თბოენერგეტიკული კომპლექსები, საყოფაცხოვრებო და მეცხოველეობის ნარჩენები, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული სასუქები, პესტიციდები, ნავთობგადამამუშავებელი და წიაღისეულის მომპოვებელი საწარმოები და ა.შ.

გარემოს დაბინძურება შეიძლება იყოს ორგვარი: I ბუნებრივი, რომლის მიზეზი შეიძლება იყოს ბუნებრივი კატასტროფები. II ანთროპოგენური—გამოწვეული ადამიანის საქმიანობის შედეგად.

გარემოს დაბინძურება არის ნივთიერებათა და ენერჯის დაკარგვის არასასურველი პროცესი, გამოწვეული ადამიანის სამეურნეო მოქმედების შედეგად, როგორცაა ნედლეულის მოპოვება და გადამუშავება, რასაც თან ახლავს ბიოსფეროში ნარჩენების გამოყოფა და გაფანტვა. გარემოს დაბინძურებას მოყვება როგორც ცალკეული ეკოსისტემების, ასევე მთელი ბიოსფეროს შეუქცევადი რღვევა, მათი ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების შეცვლა. დაბინძურება პირდაპირ თუ

არაპირდაპირ აუარესებს ადამიანის, როგორც საზოგადოების ძირითადი წარმოებული ძალის ფიზიკურ და მორალურ მდგომარეობას. გარემოს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად მიწათმოქმედების ზეგავლენით საჭიროა სწორი ეკოლოგიური პოლიტიკის გატარება. ეს გულისხმობს იმ ღონისძიებებს, რომლებიც საჭიროა ისეთი გარემოს შესაქმნელად, რაც საჭიროა ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. გატარებულმა ღონისძიებებმა უნდა დაიცვან წყალი, ჰაერი და ნიადაგები მიწათმოქმედების უარყოფითი ზემოქმედებისაგან და ამით ააცილოს გარემოს დაბინძურება.

მიწათმოქმედების ერთ-ერთ ძირითად ხერხს, რითაც ის ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე, წარმოადგენს ქიმიურ ნაერთთა გამოყენება საფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში. ქიმიზაციას მრავალი დადებითი მხარეების გარდა თან ახლავს გარემოს დაბინძურება და ეკოსისტემების წონასწორობის რღვევა.

ქიმიზაციას ორი მხარე აქვს: I–იგი გვეხმარება გავზარდოთ მოსავლიანობა და ამით გამოვკვებოთ მილიონობით ადამიანი. II–მის განხორციელებას თან ახლავს უარყოფითი ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოზე.

მიწათმოქმედებაში გამოყენებულ ქიმიურ საშუალებათა შორის წამყვანი როლი ეკუთვნით მინერალურ სასუქებს. მათი გამოყენებით მკვეთრად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა, მაგრამ მისი გამოყენების რეგლამენტის (დოზა, გამოყენების ვადა) დარღვევა იწვევს უარყოფით ეკოლოგიურ შედეგებს, აზოტიანი სასუქების დოზების გადაჭარბებული ნორმების გამოყენება მავნებელ–დაავადებებისადმი გამძლეობის შემცირებას და მცენარეში ნიტრატების რაოდენობის გაზრდას. ასევე ნიადაგში შეტანილი აზოტის ნაწილი ირეცხება წყლის ზემოქმედებით. იგი ხვდება ტბებში, წყლებში, რაც იწვევს წყალმცენარეების გაძლიერებით ზრდას, რის გამოც მცირდება ჟანგბადის მარაგი წყალში, ეს კი იწვევს ცოცხალი ორგანიზმების ზრდა-განვითარების შეფერხებას და საბოლოოდ მათ დაღუპვას.

მინერალური სასუქები შეიცავენ დიდი რაოდენობით ბალასტს, მათ შორის ტოქსიკურ ელემენტებსაც. ფოსფორიანი სასუქების შემადგენლობაში საკმაოდ რაოდენობითაა F. ფტორიანი სასუქების ჭარბი რაოდენობით გამოყენება იწვევს ნიადაგში, შემდეგ მცენარეში ფტორის ჭარბი რაოდენობით დაგროვებას. ფოსფორიანი სასუქები ასევე შეიცავენ ტოქსიკურ ნივთიერებას–Hg. სასუქების გაზრდილი რაოდენობით ნიადაგში შეტანილი ვერცხლისწყალი შემდეგ გადადის მცენარეში,

ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმში. ორგანიზმში მოხვედრილი Hg გროვდება ღვიძლში, თირკმელებში და ტვინში, რაც იწვევს მძიმე დაავადებებს. ფოსფორიან სასუქებში მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა კადმიუმი.

აღსანიშნავია, რომ ფოსფორიანი სასუქების გადამუშავებისას მისი შემადგენლობის დიდი რაოდენობა სცილდება სასუქებს და გადადის საწარმოო ნარჩენებში, რომლებიც ხვდება ისევ გარემოში და აბინძურებს მას. ამ სახის სასუქების შემადგენლობაში შედის Pb. მისი სიჭარბე იწვევს სასუნთქი და საჭმლის მომნელებელი ორგანოების ფუნქციის მოშლას. კალიუმიანი სასუქების მიღების (ქარხნული დამუშავება) დროს დიდია გარემოს დაბინძურება. ეს სასუქები იწვევენ ქლორით დაბინძურებას, რომელიც ძლიერ ტოქსიკური ელემენტია და მისი სიჭარბე მთელ რიგ დაავადებებს იწვევს.

მე-20 საუკუნის შუა პერიოდიდან ცნობილი ხდება პროდუქციაში ნიტრატებისა და ნიტრიტების დაგროვების უარყოფითი გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე. ნიტრატები საკვებისა და სასმელი წყლის მეშვეობით ხვდება ადამიანის ორგანიზმში. აზოტიანი სასუქების გამოყენებით გარემოს დაბინძურების ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს აზოტის აქროლება. მათი გადიდებული დოზის შეტანა კი ნიადაგში იწვევს ნიტრატებისა და ნიტრიტების რაოდენობის გაზრდას, რომლებიც საშიშნი არიან ცოცხალი ორგანიზმებისათვის და იწვევენ სისხლძარღვებისა და სასუნთქი ორგანოების დაავადებებს.

მიუხედავად ამისა, სასუქების გამოყენებას არ გააჩნია რეალური ალტერნატივა და უახლოეს მომავალში ის დარჩება სოფლის მეურნეობის წარმოების პროდუქტიულობის ერთ-ერთ მთავარ ბერკეტად. სასუქების გამოყენება—ეს არის ბუნებაში ადამიანის აქტიური ჩარევა. ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა ხშირად საგრძნობლად ცვლის ბუნებრივი ბიოგეოქიმიური ციკლების მიმართულებას. სასუქების თანამედროვე მრეწველობა აფიქსირებს ატმოსფეროს აზოტს და აბრუნებს მას ნიადაგში იმ ზომით, რომელიც აღემატება ბიოლოგიურ ფიქსაციას.

აგროქიმიის მთავარი ამოცანაა მიწათმოქმედებაში ნივთიერებების წრებრუნვის შესწავლა და ქიმიურ პროცესებზე იმ საშუალებების გამოვლენა, რომელსაც მოსავლის ზრდა ან მისი შემადგენლობის შეცვლა შეუძლია. სასუქები აუმჯობესებენ ნიადაგის პროდუქტიულობას და წარმოადგენენ კვების წარმოების საფუძველს.

ძალიან დიდია აზოტის როლი მიწათმოქმედებაში. აზოტი მცენარეთა კვების ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია, ნიადაგში მისი შემცველობა ხშირად განსაზღვრავს

მოსავლის დონეს. აზოტი შედის ყველა მარტივი და რთული ცილების შემადგენლობაში. აზოტს შეიცავს ნუკლეინის მჟავები. აზოტი შედის აგრეთვე ქლოროფილის შემადგენლობაში, ფოსფატიდებში, ალკალოიდებში, ფერმენტებსა და სხვა ორგანულ ნაერთებში.

ფოსფორი ქიმიურად ძალზე აქტიური ელემენტია. იგი მოიპოვება მინერალების სახით. ფოსფორის მჟავას გარეშე ვერ იარსებებს ვერც ერთი ცოცხალი უჯრედი. ფოსფორიან სასუქებში საკმაო რაოდენობითაა სხვადასხვა ქიმიური ელემენტი, რომელთაგან ზოგიერთი ძლიერ საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის. ფოსფორიანი სასუქების სისტემატურად გამოყენებისას მატულობს ნიადაგში F შემცველობა, რასაც მოსავლიანობის შემცირებასთან ერთად ხარისხის გაუარესებაც მოჰყვება.

ფოსფორით გარემოს დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა დეტერგენტები (სარეცხი საშუალებები) და ეროზია. დეტერგენტები დიდი რაოდენობით შეიცავენ ფოსფოროვან ნაერთებს, რომელნიც რეცხვის პროცესში არ იშლებიან და მთლიანად გადადიან ჩამდინარე წყლებში. კალიუმის მნიშვნელობა მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესების ნორმალურ წარმართვაში ძალზე დიდია, იგი ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის გააქტიურებას, ნახშირწყლების დაგროვებას, კალიუმის ნაკლებობისას ფერხდება ცილების სინთეზი, რთული შაქრების წარმოქმნა და სხვა. კალიუმის სასუქების მიგრაცია ნიადაგში ძალიან მცირეა აზოტიან სასუქებთან შედარებით და ამიტომ არ ახდენენ მკვეთრ გავლენას გარემოზე. კალიუმთან ერთად ნიადაგში შეიტანება Cl. მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს გარემოს ის შლამები, რომლებიც რჩება კალიუმის სასუქების წარმოების შედეგად, რომელსაც უზარმაზარი ფართობი უკავია. მცენარის მოსავლიანობის ზრდაში მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნება მიკროელემენტების გამოყენებას, მაგრამ ამავე დროს ხდება გარემოს დაბინძურება. როგორც ცალკეული ელემენტებით, ასევე სხვადასხვა ბალასტი ნივთიერებებით, მძიმე მეტალებით.

ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღება ხდება ნაკელის გამოყენებით, რაც არ არის სწორი. რადგან გარემოში გამონაბოლქვი ტოქსიკური ნივთიერებები ხვდება ნიადაგსა და მცენარეში, აქედან კი ცხოველის ორგანიზმში, ბოლოს კი ნაკელში. ასე რომ ნაკელიც დაბინძურებულია მძიმე მეტალებით. ასევე ის საკვები კულტურები, რომლებიც გამოყენებულია ცხოველის საკვებად განოციერებულია მინერალური სასუქებით და ამდენად მიღებული ნაკელი

მინერალურ სასუქებში შემავალი კვლავწარმოებული მიკრო და მაკრო ელემენტების შემცველი საბოლოო პროდუქციაა. ცნობილია, რომ ნაკელი შეიცავს მთელი რიგი დაავადებების გამომწვევ მიკრობებს და მავნე გაზებს ( $H_2S$ ,  $NH_3$  და სხვა). მიწათმოქმედებაში გამოყენებული უმეტესი მინერალური სასუქი და ნაკელი შეიცავს სხვადასხვა მძიმე მეტალებს და რადიონუკლიდებს, ამდენად მათი გამოყენება მიწათმოქმედებაში იწვევს გარემოს დაბინძურებას მძიმე მეტალებით და რადიონუკლიდებით. (Бальина В.М. Сельскохозяйственная экология. Минск. 2000г.).

დღეისათვის, გლეხურ მეურნეობებში ნაკელის შეტანა შეზღუდულია საჭირო ტექნიკის და საწვავ-საცხები მასალების სიძვირის გამო. შესაბამისად ბიოჰუმუსის გამოყენება თვით გამოფიტულ და გამოყენებულ ნიადაგებს მაღალნაყოფიერს ხდის, რაც საქართველოს ნიადაგების ნაყოფიერების გაზრდას შეუწყობს ხელს. ბიოჰუმუსის გამოყენებით მოსავლიანობის გაზრდა შესაძლებელია 40-60%-ითაც.

## 2.2 გარემოს ანთროპოგენური დაბინძურება

ანთროპოგენური დაბინძურება—გამოწვეული ადამიანის საქმიანობის შედეგად იყოფა: ბიოლოგიურ, მექანიკურ, ფიზიკურ და ქიმიური ტიპის დაბინძურებად. ბიოლოგიური დაბინძურება გამოვლინდება მიკროორგანიზმების მასიურ გამრავლებაში ადამიანის გარემოზე ზემოქმედების შედეგად. მექანიკური დამაბინძურებლები ისეთი მექანიკური აგენტებია, რომლებიც არ იწვევენ გარემოში რაიმე ფიზიკურ, ქიმიურ ცვლილებებს. ფიზიკური დამაბინძურებლები იყოფა სითბურ, ხმაურის, სინათლის, ელექტრომაგნიტურ, რადიოაქტიურ დამაბინძურებლად. სითბური ანუ თერმული დაბინძურების მიზეზებია საწარმოდან ატმოსფეროში ცხელი ჰაერის მასების გამოყოფა, ცხელი წყლებისა და გაზების გამოყოფა. სინათლით დაბინძურების წყაროებია სხვადასხვა ხელოვნური განათებები, რომლებიც ანომალიებს იწვევენ მცენარეთა და ცხოველთა განვითარებაში. ხმაური განსაკუთრებით იგრძნობა დიდ ქალაქებში, ტრანსპორტისა და სამრეწველო კომპლექსების მუშაობის შედეგად. ელექტრო მაგნიტური დაბინძურების წყაროებია ელექტრო გადამცემი ხაზები, ფიჭური სატელეფონო კავშირები, რადიო და ტელევიზია, ზოგიერთი საწარმოთა დანადგარები და ა.შ. სხვადასხვა დამაბინძურებლები, რომლებიც ხვდებიან ბიო-გეოცენოზებში,



არღვევენ ნივთიერებათა წრებრუნვას, მათ ასიმილაციას, ენერჯის ნაკადს, რის შედეგად მოცემული ეკოსისტემა ირღვევა და ქვეითდება მისი პროდუქტიულობა.

ეკოსისტემების ანთროპოგენური დაბინძურების შესწავლისას ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ბუნებრივი რესურსების და ეკოლოგიური რეზერვების იმ რაოდენობის დადგენა, რომლის გამოყენების დროს გარემოში ცვლილებები არ განხორციელდება. (უკლება დ, სასაძე ა “საქართველოს ანთროპოგენური ფაქტორები”, თბილისი, 1980წ).

ანთროპოგენური დატვირთვის შედეგად გარემოს მდგომარეობის ცვლილებების გამოკვლევისას წარმოჩნდება ინფორმაციული სისტემის ორგანიზების აუცილებლობა. ეს გარემოს მდგომარეობაზე ანალიზის და დაკვირვებების სისტემა, რომელიც ძირითადად ემყარება ბიოსფეროს ანთროპოგენური დატვირთვისა და დაბინძურების შედეგად გამოწვეული ეფექტების მონაცემებს. აღსანიშნავია, რომ ასეთი სისტემა შემოთავაზებულ იქნა 1974 წ ი. იზრაელის მიერ. რომელსაც გარემოს მდგომარეობის მონიტორინგი ეწოდა, უფრო ზუსტად კი “გარემოს პირობების ანთროპოგენური ცვლილებების მონიტორინგი”.

მონიტორინგი განმარტებულია ლიტერატურული მონაცემებით, როგორც გარემოს ელემენტებზე დროსა და სივრცეში განსაზღვრული მიზნებით დაკვირვებების სისტემა, იგი შეესაბამება წინასწარ მომზადებულ პროგრამას. ეს განსაზღვრება შეიძლება მიზანშეწონილია, მაგრამ ძალიან ზოგადია. ი. იზრაელის განმარტებით, მონიტორინგის ძირითად ელემენტებად მიჩნეულია: ზემოქმედების ფაქტორებსა და გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვებები; გარემოს შესაძლო მდგომარეობის პროგნოზირება და ფაქტიური პროგნოზირების შედეგად მიღებული რეალობის შეფასება. ანთროპოგენური დაბინძურების პრობლემასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ მოცემულ გარემოზე ნებისმიერი სისტემის მორ გება, მისი მდგრადად არსებობის მიზნით მიიღწევა ამ სისტემის ორგანიზების განსაზღვრულ დონეზე. დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვის დადგენის ძირითადი კრიტერიუმებია: სისტემის სტაბილურობისა და პროდუქტიულობის შემცირების არარსებობა, ეკოსისტემებიდან ისეთი ცალკეული ორგანიზმების განდევნა, რომელიც, ამ შემთხვევაში, არ წარმოადგენს კრიტიკულს. ასეთივე მიდგომა შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს თანასაზოგადოებებსა და ბიოგეოცენოზებზე დასაშვები დატვირთვის განსაზღვრისას.

შედეგების შეფასების მიზნით, გარემოზე განსხვავებული ანთროპოგენური ზემოქმედების შესწავლის უნივერსალურ ინსტრუმენტს წარმოადგენს მისი

ყოველმხრივი ანალიზი. ისინი მიეკუთვნებიან ბიოსფეროზე სხვადასხვა ანთროპოგენური ზემოქმედების სისტემური ანალიზის მეთოდებს. ანალიზის მთავარი მახასიათებელია ზემოქმედების ძირითადი მხარეების დეტალური განხილვა.

თუ მას დავყოფთ ეტაპებად, შეიძლება ითქვას, რომ ყოველმხრივი ანალიზის პირველ ეტაპს წარმოადგენს გარემოზე სხვადასხვა ფაქტორით ზემოქმედების შესწავლის საკითხი, რომელიც შეიცავს ისეთი რგოლების გამოვლენით განსაზღვრული ბიოსფეროს ელემენტების რეაქციების ანალიზს, რომელთათვისაც ზემოქმედება კრიტიკულია. მეორე ეტაპის ამოცანაა ბუნებრივ სისტემებზე დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვის დადგენა. ყოველმხრივი ანალიზის მესამე ეტაპს განეკუთვნება ეკონომიკური და სოციალური ასპექტების გათვალისწინებით ეკოსისტემებზე დასაშვები დატვირთვების გამოთვლა. ეს ძირითადად განსაზღვრავს მიღებულ გადაწყვეტილებებს ანუ წარმოადგენს გარემოს რეგულირების სტრატეგიას. ზარალის შემცირების ან თავიდან აცილების მიზნით ანთროპოგენური ზემოქმედების ნეგატიური შედეგების შესწავლა და მათი შეფასება არსებითად მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს. სქემა 1-ში მოყვანილია ბიოსფეროზე ძირითად ანთროპოგენურ ფაქტორთა ზემოქმედების მონაცემები. ცხრილის პირველ სვეტში ასახულია სხვადასხვა ანთროპოგენური ზემოქმედების ფაქტორები. თითოეული ფაქტორის გავლენა იწვევს სხვადასხვა შედეგს. მოსალოდნელი ეფექტები ნაჩვენებია II-IV სვეტებში.

აღსანიშნავია, რომ ამ სვეტებში მოყვანილ მონაცემებს უნარი შესწევთ თვითონვე გამოიწვიონ შედეგთა ჯაჭვები, რის გამოც ისინი გადაიქცევიან ზემოქმედების ანთროპოგენურ ფაქტორებად. ეჭვგარეშეა, რომ ზემოქმედების ფაქტორებს ახასიათებთ ურთიერთგამაძლიერებელი ეფექტებიც.

**ბიოსფეროზე ძირითად ანთროპოგენულ ფაქტორთა  
ზემოქმედების შედეგების სქემა. №1**

I. ანთროპოგენული ზემოქმედების ფაქტორები	II. ბიოსფეროს ძირითადი ელემენტების ცვლილებების მახასიათებლები	III. გეოფიზიკური და გეოქიმიური შედეგები	IV. ეკოლოგიური და ბიოლოგიური შედეგები, ეკოსისტემების რღვევები
<p>1. ბიოსფეროში ფიზიკურ-ქიმიური აქტიური ნივთიერებების გაბნევა.</p> <p>2. ბიოსფეროში ინერტული ნივთიერებების გაბნევა.</p> <p>3. ბიოსფეროს პირდაპირი გაცხელება.</p> <p>4. მცენარეული საფარის ცვლილებების გამომწვევი ფიზიკური ზემოქმედება.</p> <p>5. ბიოლოგიური ზემოქმედება.</p> <p>6. რესურსების განადგურება.</p> <p>7. სატრანსპორტო მატარებლების ანთროპოგენული გამარტივება.</p>	<p>1. ატმოსფეროს მახასიათებლებს და შემაღვენლობის ცვლილება.</p> <p>2. ბუნებრივი წყალსატევების და მდინარეების თვისებების ცვლილება.</p> <p>3. ოკეანეების შემაღვენლობები და მახასიათებლების ცვლილება.</p> <p>4. ბიოტების, როგორც ბიოგეოფიზიკური გარემოს შემაღვენლობის ცვალებადობა.</p> <p>5. ლითოსფეროს ცვლილება.</p> <p>6. კრიოსფეროს ცვლილება.</p> <p>7. ხმელეთის ზედაპირის და ნიადაგის თვისებების ცვლა, მსხვილ სისტემათა გეოფიზიკური თვისებების ცვლილება.</p>	<p>1. ატმოსფეროს და ოკეანეებში დიდ მასშტაბიანი ცვლილებები.</p> <p>2. კლიმატის ცვლილება.</p> <p>3. არაბიოლოგიური რესურსების – კლიმატის, წყლის გადანიწილება.</p> <p>4. იონოსფეროს ოზონური ფენის რღვევა.</p> <p>5. ატმოსფეროს გამჭვირვალობის ცვლილება, მზის რადიაციის გავლისუნარიანობის მიმართ.</p> <p>6. ხმელეთის ეროზია.</p> <p>7. ბუნებრივი გეოქიმიური ციკლების დარღვევა.</p>	<p>1. ნიადაგისა და წყლის ეკოსისტემების ცვალებადობა, მათი მდგრადობის ცვლილება</p> <p>2. ოკეანეთა ეკოსისტემების სტრუქტურული გამარტივება</p> <p>3. გენეტიკური ფექტები.</p> <p>4. არსებული სახეობების გაქრობა, ახალი სახეობების წარმოშობა.</p> <p>5. ბიოპროდუქციულობის დაცემა, გამრავლების კოეფიციენტის და პოპულაციათა რიცხვის შემცირება, ტყეების დეგრადაცია, გაცარიელება.</p> <p>6. ნიადაგის დეგრადაცია, გამოფიტვა.</p> <p>7. ბიოსფეროს თვისებების აღდგენადი რესურსების აღდგენის მექანიზმის მოშლა, ბიოსფეროს ევოლუციის ხასიათის ცვლილება.</p>

აქედან სერიოზული პრობლემები შეიძლება დაკავშირებული იყოს ისეთ ანთროპოგენურ ზემოქმედებასთან, რომლებიც ხასიათდება:

1. წარმოჩენილი ეფექტებისა და ცვლილებების მასშტაბურობით;
2. მოსალოდნელი შედეგების ინერციულობის მნიშვნელობით;
3. ნეგატიური შედეგების სიმწვავეთ.

ასეთ კატეგორიებად დაყოფა პირობითია იმიტომ, რომ მრავალი მასშტაბური ეფექტი შეიძლება ეკუთვნოდეს ერთდროულად რამდენიმე კატეგორიას. ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგებიდან გამომდინარე, გლობალური ეკოლოგიური პრობლემებიდან აღსანიშნავია კლიმატის ცვლილება, ოზონის ფენის დარღვევა, ოკეანეების დაბინძურება, ატმოსფეროს ელექტრული თვისებების ცვალებადობა და ყველაზე მთავარი—მაიონიზირებელი გამოსხივების პრობლემა, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ანომალირება ერთად ან ცალ-ცალკე.

მოსალოდნელ ეკოლოგიურ კატასტროფებს ეძღვნება ნაშრომების მთელი რიგი, რომელთა შორის აღსანიშნავია დ. ფოსტერის, დ. მეადოვის, გ. მესაროვისისა და სხვა.

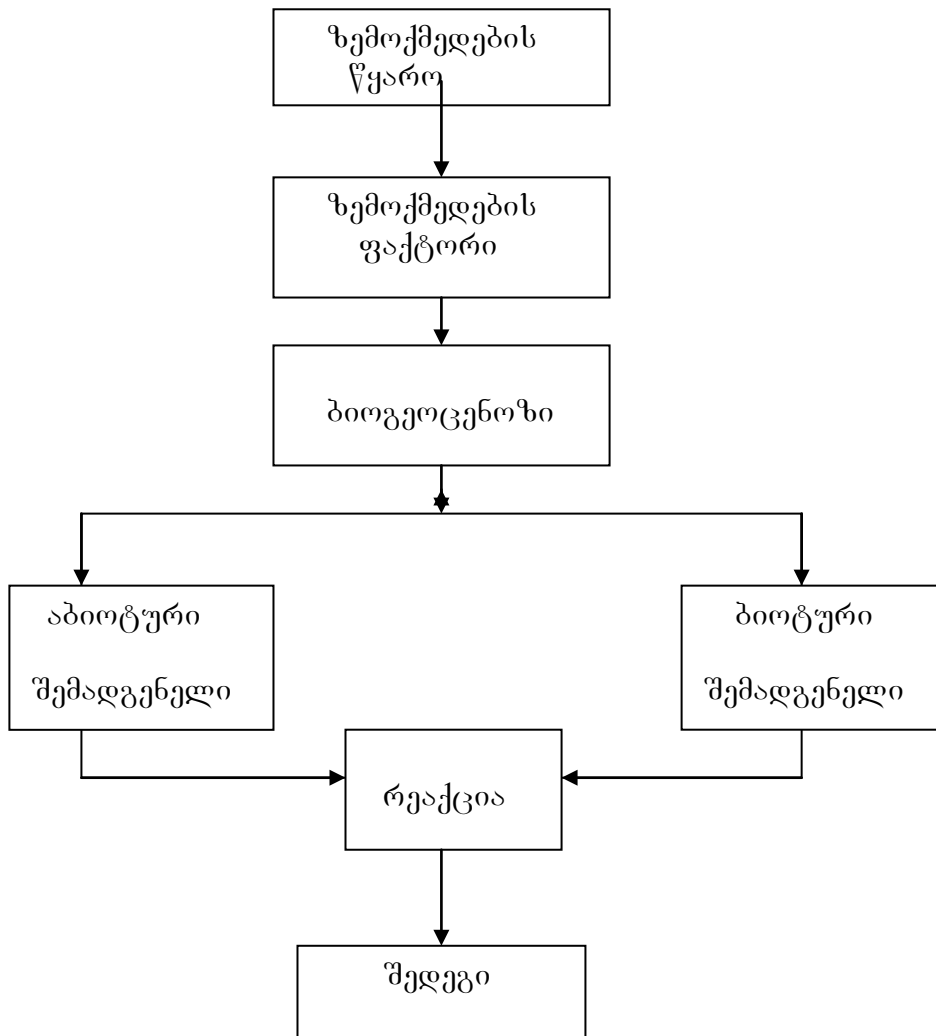
დასახელებული მეცნიერები მიუთითებენ ბიოსფეროზე ნეგატიური შედეგების მქონე ანთროპოგენური ფაქტორების ტენდენციას. ეკოსისტემებზე დასაშვები დატვირთვის დადგენისას ისმის კითხვა, თუ ფაქტორთა ზემოქმედების რა ინტენსივობა შეუძლია “გადაიტანოს” მოცემულმა ეკოსისტემამ დასაშვები ეკოლოგიური რეზერვების ფარგლებში. ანთროპოგენური ზემოქმედების ეკოლოგიური რეგულირება უნდა დაიწყოს ეკოსისტემების სხვადასხვა დონეზე დასაშვები ზემოქმედების განსაზღვრით.

ზემოქმედების ყოველი ფაქტორის წყაროს მნიშვნელობის გამოკვლევისათვის სავალდებულოა ამ ფაქტორის გავრცელების კანონების ცოდნა ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან გარემოსთან მიმართებაში. აღნიშნული სტადიისათვის ანალიზის შემდგომი ეტაპი არის რამდენიმე განსხვავებული ფაქტორის ერთდროული ზემოქმედების, მათი შეგუების, გაძლიერების ან შესუსტების განსაზღვრა სისტემის სხვადასხვა დონეებზე.

ბიოსფეროს ელემენტებზე ცალკეულ ორგანიზმზე და მთელ ეკოლოგიურ სისტემებზე განსხვავებულ ფაქტორთა ზემოქმედების კვლევისას უნდა ვიცოდეთ, რომ მოცემულ ფაქტორს ახასიათებს თუ არა განსაზღვრული შეზღუდული ზემოქმედება,

რომლის ზემოთაც ეფექტი არსებობს, ხოლო ქვემოთ კი ნულის ტოლია. ცალკეულ ორგანიზმებზე ზემოქმედების შედეგების შეფასებისას ზღვრული ფუნქცია წარმოადგენს პრაქტიკულად აუცილებელს, მაგრამ თანასაზოგადოებაზე დასაშვები დატვირთვის დადგენისას, ეკოსისტემები უფრო “სწორად” იყენებენ ზემოქმედებაზე ალბათური მდგრადობის კონცეფციას. ეკოსისტემებზე ზემოქმედებით დაზიანებული ორგანიზმების არაერთგვაროვანი განაწილების დროს, ასეთი მიდგომა არსებული დატვირთვის კომპლექსურ, ყოველმხრივ შეფასების შესაძლებლობას იძლევა, მათ შორის დასაშვები დატვირთვების დაბალ დონეებზეც კი.

სქემა №2



ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების ზოგადი სქემა 2 ზემოქმედების თითოეული წყაროს მნიშვნელობის განსაზღვრის დროს მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას:

ცნობილი ფუნქციებით აღწერილი განსაზღვრული ზემოქმედების განაწილების კანონების კონცენტრაცია.

ზემოქმედების მთელი პროცესის ან მისი ნაწილების მათემატიკური მოდელირება.

ლაბორატორიებში და საველე პირობებში ექსპერიმენტების დაყენება, რათა გამოვლენილ იქნას მოცემული ფაქტორების ზემოქმედების ეფექტები, როგორც ცალკეული პოპულაციებისათვის, ისე თანასაზოგადოებებისა და მთელი ეკოსისტემებისათვის.

ბუნებრივ პირობებში დაკვირვების შედეგებით ზემოქმედების შესწავლა, აღნიშნული საშუალებები დაგეხმარებიან გამოვლენილი ეფექტების სინთეზის განხორციელებაში, რათა მივიღოთ საერთო-კომპლექსური სურათი.

სხვადასხვა ტიპის დაზიანებით განსაზღვრული მდგომარეობის ანალიზი შეიცავს არაერთგვაროვან ფაქტორთა სიმრავლეს, რომელთა შორის მთავარია მოცემული ზემოქმედების ფაქტორთა ინტენსივობა, ტოქსიკურობა და ზემოქმედების ბიოლოგიური ეფექტების მაჩვენებლები. ასევე, პოპულაციის შემადგენელ ორგანიზმთა რაოდენობა, რომლებმაც განიცადეს ზემოქმედება. ზოგიერთმა დაგროვილმა ფაქტორმა შესაძლებელია საგრძნობლად შეცვალოს პოპულაციათა მდგომარეობა და ბიოსფეროს ელემენტები.

განსხვავებულ კრიტერიუმთა გამოყენებით საჭიროა აღინიშნოს ამა თუ იმ ზემოქმედების სამი ძირითადი მიდგომა:

1. ზემოქმედების მიმართ მგრძობიარობის თვალსაზრისით განსაზღვრა, ეკოსისტემის ცვლილება მის საწყის მდგომარეობასთან შედარებით.
2. მთელი ეკოსისტემის ან მისი ძირითადი ნაწილის განსაზღვრა კრიტიკულობის თვალსაზრისით.
3. აბსოლუტური ცვლილებების თვალსაზრისით განსაზღვრა, რომელიც გამოითვლება პოპულაციის ცალკეული ორგანიზმების საშუალო ცვლილებების რაოდენობის ნამრავლით, დაზიანებულ პოპულაციათა რიცხვზე. ჯგუფური ნიშნებით და

პოპულაციათა რიგებისათვის კომპლექსური ზემოქმედების შესწავლით შესაძლებელია გამოიყოს ზემოქმედების ფაქტორთა პრიორიტეტულობა.

ანთროპოგენური ზემოქმედების დროს საპასუხო რეაქციების ინტერპრეტაციის და აღწერისას, გარემოზე ასეთი ზემოქმედების ინტენსიურობის შეფასებისას გამოიყენება მრავალფაქტორიანი ანალიზური მიდგომა. ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შესწავლისას გამოსადეგია იმიტაციური მოდელირების მეთოდები. ბიოგეოცენოზებზე დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვები კონცეფციის ფორმულირებისას აუცილებელია ბიოლოგიური პროგრესის სხვადასხვა გზების გათვალისწინება, ბიოგეოცენოზის სტრუქტურას განსაზღვრავს ბიოლოგიური პროგრესის სხვადასხვა ხერხებით მიღწევა ორგანიზმებთან და პოპულაციის დონეებთან მიმართებაში.

ბიოსფეროს ელემენტებზე სხვადასხვა ფაქტორით ზემოქმედების დასაშვები რაოდენობის შეფასებისას აუცილებელია ზემოქმედებით გამოწვეული საზიანო ეფექტების ზღვრული ნორმებისა და “ დოზა ეფექტის” დამოკიდებულების ხასიათის ცოდნა. სხვადასხვა ბიოლოგიურ დონეებზე, განსაზღვრულ ფაქტორთა დიდი დროით ზემოქმედებისას ადაპტაციის მაგალითები მრავალია. მაგ. როდესაც ხდება რადიაციის ფონის აწევა რაღაც ზღვრამდე, მიმდინარეობს ნორმალური ზრდა-განვითარება.

“ეკოლოგიური მდგრადობა“, აღნიშნული ტერმინის ქვეშ იგულისხმება ეკოსისტემის უნარი დიდი ხნის განმავლობაში წინააღმდეგობა გაუწიოს “შემამფოთებელ ეფექტს”, სისტემის ცალკეული კომპონენტების დეგრადაციის ან დაღუპვის გარეშე. ეკოსისტემის ასეთ უნარს ეწოდება მდგრადობა. ა. ლიამუნოვის აზრით ლოგრანჟის მიხედვით მდგრადობა წარმოადგენს ზემოდან და ქვემოდან შეზღუდებს ყველა იმ ტრაექტორიებისათვის, რომლებიც მიიღებიან მოდელის ფაზისული სივრცის განსაზღვრისას.

არის შემთხვევები, როდესაც ეკოსისტემის მდგრადობა განიხილება, როგორც ზემოქმედების ეფექტების მნიშვნელობათა მდგრადობის ზომა, ხოლო სტაბილურობა არის სისტემის ტენდენცია, რათა იგი დარჩეს მიახლოებით წონასწორობაში, რომელიც მას ეკავა ზემოქმედებაზე. ეკოსისტემის მდგრადობის ზომად მიღებულია მისი მრავალგვაროვნება. ეს განმარტება დაფუძნებულია კორელაციის კოეფიციენტის დიდ მნიშვნელობაზე. ეკოსისტემის სტაბილურობასა და მრავალგვაროვნებას შორის, რაც დამტკიცებულია ექსპერიმენტის შედეგებით. მრავალგვაროვნება ხშირად განისაზღვრება

სახეობათა რაოდენობით ერთეულ ფართობზე ან მოცულობაზე. ეს ტერმინი ფაქტიურად გულისხმობს ორ მნიშვნელობას:

1.სახეობათა რაოდენობის სიჭარბეს და 2.თითოეულ სახეობაში შემავალი ერთეულების თანაბარ განაწილებას ან შედარებით გავრცელებას. მრავალგვაროვნება ნიშნავს სახეობებს შორის ალბათურ კონკურენციას. რაც მეტია მრავალგვაროვნება, მით უფრო ძლიერია ეკოსისტემის მდგრადობა. იგულისხმება, რომ ამ სიტუაციაში ნებისმიერი დონის ანთროპოგენური დატვირთვა რეალიზდება მრავალგვაროვნებასთან მიმართებაში, რაც საბოლოოდ, განსაზღვრავს ზოგად ინტეგრირებულ საპასუხო რეაქციას და ეს გარემოება გასათვალისწინებელია ეკოსისტემის ანთროპოგენური ზემოქმედების განსაზღვრის და ანალიზის დროს.

გარემოს დაბინძურება გასული საუკუნის დამახასიათებელი თვისებაა. ამ პროცესმა დიდი მასშტაბები მე-20 საუკუნის 30-იანი წლებიდან მიიღო. გარემოს დაბინძურებაში განსაკუთრებული ადგილი მრეწველობას და ავტოტრანსპორტს ეკუთვნის. მათ მიერ გამოტყორცნილი მავნე ნივთიერებები ნაწილდება როგორც ხმელეთისა და წყალსაცავების, ისე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ზედაპირზე.

შიგაწვის ძრავის მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე, ნებისმიერი მარკის საავტომობილო ბენზინის წვის შედეგად ატმოსფერო ბინძურდება 200-მდე მავნე ნივთიერებით.

გარემოს დაბინძურებაში დიდია რადიოაქტიური წყაროების როლი. ატომური ბომბების აფეთქება, ატომური სადგურების მიერ გარემოში გაბნეული რადიონუკლიდები და მძიმე მეტალები, სხვა-დასხვა რადიოლოგიური ავარიების დროს გარემოში გამოფრქვეული რადიონუკლიდები, ადამიანის საწარმოო საქმიანობით ბუნებრივი და ხელოვნური წარმოშობის რადიონუკლიდების გადანაწილება გარემოში: სასუქების გამოყენება, მადნეულის მოპოვება და სხვა.

ატმოსფეროს ანთროპოგენურმა დაბინძურებამ დიდი გავლენა მოახდინა დედამიწის რადიაციულ ბალანსზეც, რაც გამოიხატება ტემპერატურის თანდათანობით მატებაში. საყურადღებოა ე.წ. სათბურის ეფექტის მქონე გაზური მინარევები, მათი ანთროპოგენური წყაროები პირობითად დაიყო 5 სექტორად: სამრეწველო, ენერგეტიკული, სოფლის მეურნეობის, მიწათსარგებლობის ცვლის და მეტყვეობის ნარჩენების.



ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ნარჩენების მინდვრული წვისას გაიფრქვევა: CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>. სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგებიდან ხდება CO<sub>2</sub>-ის ემისია (კულტივირებული მიწები) და შთანთქმა (მიტოვებული მიწები). შინაური ცხოველები CH<sub>4</sub>-ის წყაროა, ხოლო სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგებში ორგანული და არაორგანული სასუქის გამოყენების დროს ემიტირდება N<sub>2</sub>O. ამ სექტორში გამოყენებული სატრანსპორტო საშუალებები ერთ-ერთი მძლავრი წყაროა ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი გაზისა.

ატმოსფეროს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად მიწათმოქმედების ზეგავლენით საჭიროა სწორი ეკოლოგიური პოლიტიკის გატარება. ეს გულისხმობს იმ ღონისძიებებს, რომლებიც საჭიროა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის. გატარებულმა ღონისძიებებმა უნდა დაიცვას მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო. მათ უნდა დაიცვან ჰაერი, წყალი და ნიადაგები უარყოფითი, ზემოქმედებისაგან და ამით აიცილოს გარემოს დაბინძურება.

გასატარებელი ღონისძიებების ასარჩევად და მათ ჩასატარებლად ეკოლოგიური ხერხებისა და მეთოდების შესარჩევად საჭიროა იმ შეცდომების გამოსწორება, რაც კაცობრიობამ დაუშვა, ან თანამდევ პროცესების შესწავლა, რაც ახლავს მიწათმოქმედებას. მიწათმოქმედების ერთ-ერთ ძირითად ხერხს, რითაც ადამიანი ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე, ქიმიურ ნაერთთა გამოყენება წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში. მრავალი დადებითი მხარეების გარდა ქიმიზაციას თან ახლავს გარემოს დაბინძურება და ეკოსისტემების წონასწორობის რღვევა.

გარემოს დაბინძურებაში უდიდესი წილი მრეწველობასა და ტრანსპორტზე მოდის. ცნობილია, რომ პლანეტაზე 2,4 მილიარდი ტონა ქვანახშირი მოიხმარება, რის შედეგადაც დედამიწაზე ყოველდღიურად გაიბნევა 280 ათასი ტონა დარიშხანი, 224 ათასი ტონა ურანი. ამ დროს მსოფლიოში იწარმოება 40 ათასი ტონა დარიშხანი და 30 ათასი ტონა ურანი. აქედან გარკვევით ჩანს რამდენად ჭარბობს გარემოს დაბინძურება ამ ნივთიერებებით. ქვანახშირით და მისი გადამუშავებით და ასევე მისი გამოყენებით გარემოს დაბინძურება რეალურია და ანგარიშგასაწევი.

გასულ საუკუნეებში ჩვენი თანამემამულის ი. თარხანოვის ნაშრომებში ჩამოყალიბებული ახალი მეცნიერების-რადიაციული ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის, დამსახურებაა მთელი რიგი ფუნდამენტალური აღმოჩენები და კანონზომიერებები ბიოლოგიაში. ამავე დროს სხვადასხვა ნივთიერებებისა და შენაერთების მიგრაციის

კანონზომიერებებს კვლევების სხვადასხვა ტიპის გეოცენოზებში, უდიდესი დამოუკიდებელი მნიშვნელობაც გააჩნია, გარემოს და ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის საქმეში.

XX საუკუნის 80-იან წლებში საქართველოში რადიოეკოლოგიურ და რადიობიოლოგიურ კვლევებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭა. დღეისათვის ცნობილია გლობალური რადიოაქტიური დაბინძურების არსებობა და მისი გეოეკოლოგიური კანონზომიერებების განაწილებები.

ჩერნობილის ავარიის შემდეგ საქართველოში რადიაციულმა ფონმა ძალზე მოიმატა. საერთო რადიაციული ფონი ნორმასთან შედარებით 20-ჯერ მეტად გაიზარდა.

ნიადაგი, როგორც ბუნებრივი რესურსების ნაირსახეობა, ხასიათდება რიგი თავისებურებებით. იგი, ამა თუ იმ ქანის ხანგრძლივი ბიოლოგიური გარდაქმნის პროდუქტია. პირობები, რომელშიც თანამედროვე ნიადაგი ფორმირდება, ნაწილობრივ ან მთლიანად შეიცვალა. მიწა, ბუნების ფასდაუდებელი ნაბოძვარია, ხალხის განუსაზღვრელი სიმდიდრეა.

პლანეტაზე ყოველდღიურად 5 მილიარდ ტონა სხვადასხვა მადნეულს იღებენ. 32 მილიარდ ტონა წყალს იყენებენ საწარმოები. ფაბრიკა-ქარხნების მიერ მტვრის სახით გამოიყოფა და ნიადაგზე ილექება 250 მილიონი ტონა მტვერი, 70 მილიონი ტონა ტოქსიკური აირადი ნივთიერებები, რაც იწვევს მილიონობით ჰექტარი მიწის მწყობრიდან გამოსვლას.

საქართველოში, ნიადაგების ტოქსიკური ელემენტებით დაბინძურების საქმეში დიდი ადგილი უჭირავს ნავთობმომპოვებელ და ნავთობპროდუქტების მომხმარებელ დარგებს. ავარიული სიტუაციების შედეგად დაღვრილი ნავთობი 5-10 სმ სიღრმემდე აღწევს, არის შემთხვევები 40-50 სმ-მდე, რაც მკვეთრად აუარესებს აერაციის პირობებს და აქვეითებს ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალს, იქმნება ანაერობული გარემო, ნიადაგის ზედა შრეში მკვეთრად მატულობს ორგანული ნახშირბადის რაოდენობა. ნიადაგის კუთრი წონა იმდენად არ არის დამოკიდებული თიხის შემცველობასთან, ქვიშასთან, რამდენადაც ჰუმუსის შემცველობაზე. ეს აძლევს ფერსაც

ნიადაგს, რადგანაც ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგი მუქია (შავმიწაა). თუ იგი მოლურჯო მოშავოა, მაშინ იგი შეიცავს რკინის ოქსიდს. ჰუმუსები და თიხიანი ნიადაგები წყალგამტარი და შემაკავებელი უნარის არიან, ვიდრე ქვიშიანი. ეს უკანასკნელი ამიტომ არის მშრალი, ხოლო პირველი ნოტიო, უმთავრესად სველი და ჭაობიანი. ჰუმუსის

შემადგენლობა მოქმედებს აგრეთვე სითბურ ძალაზე, რადგან მუქი ფერი შთანთქავს სითბურ სხივებს. ასევე დიდ როლს თამაშობს ნიადაგში წყლის შემადგენლობა, რადგან წყლის აორთქლება სითბოს დაკარგვასთან არის დაკავშირებული.

სასოფლო-სამეურნეო რადიობიოლოგიის პრობლემებს შორის ერთ-ერთი ძირითადი ადგილი უკავია ნიადაგში ბუნებრივი რადიონუკლიდების შემადგენლობის შესწავლას (მსხილაძე, მგელაძე, 2000წ).

მინერალური სასუქების გამოყენება (განსაკუთრებით ფოსფორისა და კალიუმისა) ხელს უწყობს ბიოგენურ ნივთიერებათა წრებრუნვაში რადიოიზოტოპების, აგრეთვე სხვა დაბინძურების ჩართვას, რადგანაც სასუქები ამა თუ იმ რაოდენობით ყოველთვის შეიცავენ რადიოაქტიურ ელემენტებს და ზოგიერთ ტოქსიკურ მეტალებს. ნიადაგში მაღალი რადიონუკლიდების შემცველი სასუქების შეტანა იწვევს მცენარეში მათ გადასვლას, რასაც არასასურველ შედეგებამდე მივყავართ. აღნიშნულიდან გამომდინარე, აუცილებელია შეფასდეს ინტენსიური ქიმიზაციის გავლენა ბუნებრივი რადიონუკლიდების მიგრაციულ თვისებებზე ნიადაგში და მთლიანობაში – ნიადაგი–მცენარე–ცხოველი–ადამიანის სისტემაში.

ბიოლოგიური თვალსაზრისით Sr-90 და Cs-137 ატომური აფეთქებათა შედეგად წარმოქმნილ რადიოაქტიურ ნივთიერებათა შორის დიდ საშიშროებას წარმოადგენენ, რომლებიც გროვდებიან ძვლებში, ქსოვილებსა და ორგანიზმში და ქმნიან გენეტიკური აპარატის დაზიანების ძირითად წყაროს.

ცნობილია, რომ ნიადაგში რადიონუკლიდების შემცველობა პირდაპირ კავშირშია გამოლექილ ატმოსფერულ ნალექებთან. ამასთანავე ატმოსფეროდან გამოლექილი რადიონუკლიდების მაქსიმალური რაოდენობა აღმოჩენილი იყო 1956-64 წ-ში. ამ პერიოდში შეიმჩნეოდა ნიადაგში რადიონუკლიდების: Sr-ის Cs-ის თანდათანობით მატება. 1968 წელს რადიოაქტიური გამოლექვის დონე 10-ჯერ შემცირდა 1963 წელთან შედარებით. ხოლო 1974 წელს კვლავ შეიმჩნეოდა რადიონუკლიდების წლიური გამოლექვის მატება. (თეზისების კრებული, 2000წ.)

1986 წელს ჩერნობილის ატომური სადგურის კატასტროფამ მნიშვნელოვნად შეცვალა საქართველოში, კერძოდ დასავლეთ საქართველოში, რადიაციული მდგომარეობა, რამაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა Cs -137 და Sr-90 ის შეფარდებაზე. დაბინძურების დონის ზრდა ჩერნობილის ატომური სადგურის ავარიის შემდეგ ძირითადად განპირობებულია რადიოაქტიური ცეზიუმის ჭარბი რაოდენობის

გამოლექვით. როგორც ცნობილია, რადიონუკლიდების განაწილებაზე ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორად გვევლინება ატმოსფერული ნალექები, ქარის მიმართულება და სხვა.

გათვალისწინებულია, რომ აფეთქებიდან 3-9 წლის შემდეგ რადიაციული საშიშროების ძირითად ფაქტორად გვევლინება ნიადაგი, რომელიც დაბინძურებულია ხანგრძლივი სიცოცხლისუნარიანი რადიონუკლიდების სტრონციუმითა და ცეზიუმით. ამ დროისათვის გამოლექვის სიმკვრივე გლობალური ნალექებისა მნიშვნელოვნად მცირდება. მცენარის და მოსავლის დაბინძურების 80% ხდება ნიადაგიდან მცენარეში რადიონუკლიდების გადასვლის ხარჯზე. რაც იმაზე მიგვითითებს, რომ ჩერნობილის ავარიიდან გავიდა 20 წელი და აუცილებელია უფრო ეფექტურად ვაწარმოთ კონტროლი ცალკეული ობიექტებისა, ნიადაგისა და საკვები პროდუქტების რადიაციული გამოკვლევებისა (მოსულიშვილი დ. შონია ნ. ქათამაძე ნ. გინტური ნ. 1991წ).

რეგიონში საწარმოო და სამეურნეო საქმიანობის განვითარებამ განაპირობა ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი სხვადასხვა სახის ნარჩენებისა და გადანაყარის დაგროვება, რაც აუარესებს დასახლებული ადგილისა და მდინარეების სანიტარულ მდგომარეობას და ქმნის რიგი ინფექციებისა და ინვაზიების გავრცელების საშიშროებას.

უნდა აღინიშნოს, რომ გარდაბნის რაიონზე გადის სარკინიგზო და სატრანსპორტო მაგისტრალი. ავტომანქანების ნამუშევარი აირების, ანუ გამონაბოლქვისაგან იქმნება ეკოლოგიური პრობლემები და წარმოადგენენ დაბინძურების უმნიშვნელოვანეს წყაროს. მავნე ნივთიერებათა უდიდესი ნაწილი ატმოსფეროში საავტომობილო ძრავების გამომშვები სისტემიდან ხვდება.

გამოკვლევების შედეგად ცნობილია, რომ ნებისმიერი მარკის საავტომობილო ბენზინის წვის შედეგად ატმოსფერო ბინძურდება 200-მდე მავნე ნივთიერებით, რადგან ერთი ავტომობილი 1000 კმ-ის გავლისას ხარჯავს ჟანგბადის ისეთ რაოდენობას, რამდენიც საჭიროა ერთი ადამიანისთვის მთელი წლის განმავლობაში.

### **2.3 ნიადაგის ეროზიული მოვლენების ზოგადი დახასიათება**

გარემოს დაბინძურების ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს ეროზია. მისი მეშვეობით ერთი ადგილიდან ხდება მეორე ადგილზე დაბინძურების გამომწვევი მასალის

გადატანა. ეროზიისაგან ნიადაგების დაცვის პრობლემა სულ უფრო აქტუალური ხდება. ნიადაგი არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითადი საშუალებაა, არამედ ეკოსისტემების უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი. დედამიწაზე ენერჯის მძლავრი აკუმულატორი, ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს შემადგენლობის რეგულატორი და საიმედო ბარიერია დამაბიძურებელი ნივთიერებების მიგრაციის გზაზე.

ნიადაგის ეროზიისაგან ზიანდება სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგები, რომლებიც ირეცხება მინდვრებიდან, ილექება ტბორებში, ტბებში, წყალსატევებში, ხვდება არხებსა და მდინარეებში. ნიადაგების ეროზიის განვითარებამ დაბინძურებულ ტერიტორიაზე, შეიძლება გამოიწვიოს ჩამორეცხილი ნიადაგების აკუმულაციის ადგილებში რადიონუკლიდებით გადიდებული შემცველობის რადიოაქტივობის ახალი კერების წარმოქმნა.

ეროზიის შედეგად ოკეანეში ყოველწლიურად ჩაედინება 60 მილიარდი ტონა მასა. ნიადაგის ამ უზარმაზარ მასასთან ერთად ყოველწლიურად ჩაირიცხება 5,4 მილიონი ტონა N, 1,7-1,8 ტონა მილიონი P, 36 მილიონი ტონა K და სხვა.

პროფესორ ო. ზარდალიშვილის (1975წ.) გამოკვლევების მიხედვით საქართველოში 80-იან წლებში ეროზიის შედეგად მიწათმოქმედებაში იკარგებოდა 28400 ტონა N, 21000 ტონა P და 33000 ტონა K.

ნიადაგის ეროზიას განსაზღვრავს ნიადაგის ტიპი, მისი გამოყენების ფორმა, ტემპერატურა, ქარი, რელიეფი, ამინდის სეზონური და დღეღამური ცვლილება, შეფარდებითი ტენიანობა. დასახელებულ ფაქტორთა ერთობლიობა წარმოადგენს კლიმატს, ხოლო მასში თუ რომელი ფაქტორი სჭარბობს, კლიმატიც იმის მიხედვით იცვლება. (თუ კლიმატი იცვლება, ე.ი. იცვლება ეროზიის პირობებიც).

ცნობილია, რომ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებში ყველაზე მეტი ნალექები მოდის, რომელიც განაპირობებს ეროზიას. ტემპერატურა დიდ ადგილს იჭერს კლიმატის ტიპის ფორმირებაში. ამინდის სეზონურობა ცვლის ნიადაგის ტენიანობას, რაც ძირითადად იწვევს ეროზიის ინტენსიურ ცვლილებებს. ნიადაგწარმოქმნის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ფაქტორს კლიმატი წარმოადგენს, რომლის გავლენითაც კლიმატის სხვადასხვა პირობებში სხვადასხვა ტიპის ნიადაგი წარმოიქმნება. ეროზიის ინტენსიურობას განსაზღვრავს ნიადაგში ტენისა და ორგანული ნივთიერებების შემცველობა, ასევე ნიადაგის ტიპი განსაზღვრავს მიწათმოქმედების ხასიათს და ფორმას, საბოლოოდ კი იგი განსაზღვრავს ეროზიის ინტენსიურობას.

გარდაბნის ვაკის მდელის რუხი-ყავისფერი ნიადაგები მოქცეულია დრენირების პირობებში, გრუნტის წყალი აქ დიდ სიღრმეზეა, რომელიც გავლენას არ ახდენს ნიადაგში მიმდინარე პროცესებზე. ეს ნიადაგები შედგება მონთმორინოლიტის (თიხამინერალები) ჰიდროქარსების, ჰიდროქარს-მონთმორინოლიტიანი შერეული შრის წარმონაქმნებით. მინარევების სახით მონაწილეობს კვარცი, მინდვრის შპატები, კარბონატები და კაოლინიტი. ამ ნიადაგებში ჰუმუსი პროცენტულად მცირე რაოდენობითაა. ხოლო ნიადაგები ფუძეებით მამლარია.

ეროზიის განვითარებაზე ასევე გავლენას ახდენს ტერიტორიის რელიეფი. რელიეფი თვით ნიადაგის ტიპის წარმოქმნაზე ახდენს გავლენას, რაც მეტია დახრილობა, მით მეტია ეროზიის ინტენსიურობა. დიდია ფერდობის კონფიგურაციის და მისი სიგრძის გავლენა ეროზიაზე. მაგალითად, ამოზნექილი ადგილი ადვილად შრება და იგი დასველებისას ადვილად იშლება. დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერდობის სამხრეთის თუ ჩრდილოეთის მიმართულებებს. ჩრდილოეთში მეტი მცენარეულობაა და ნაკლებია აორთქლება, რაც იცავს ეროზიისაგან ნიადაგს. სამხრეთის ფერდობზე კი ძლიერ იცვლება ტემპერატურა და ტენი, რაც იწვევს ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების დაგროვებას და მცენარეული საფარის სხვადასხვაობას, ამიტომ ეროზიის ინტენსიურობა სამხრეთში მეტია, ვიდრე ჩრდილოეთის მიმართულებით. (ვ.მაჭავარიანი, ნიადაგის ეროზია და დაცვის ღონისძიებები, თბილისი, “მეცნიერება” 1987წ).

გარდაბნის რაიონი წარმოადგენს ნახევრად უდაბნოს ზონას, მისთვის დამახასიათებელი ტიპიური მცენარეებით. გეოგრაფიულად გარდაბნის რაიონი წარმოადგენს აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილს. რუხი ყავისფერი ნიადაგების როგორც ბიოკლიმატური ტიპის წარმოქმნის თავისებურებებზე დიდ გავლენას ახდენს მცენარეული საფარი. ნალექიანი ზაფხულის პირობებში უხვად განვითარებული ღრმა ფესვიანი მცენარეები-ავშანი და სხვა მისთანები, აგრეთვე ეფემერები საკმაო რაოდენობით ქმნიან ორგანულ მასას, რომელიც ზაფხულის ცხელ პერიოდში სწრაფად განიცდის დაშლა-გარდაქმნას და შემოდგომით პროფილში სიღრმით გადაადგილებას. ამის გამო წარმოიქმნება დიდი სისქის ჰუმუსირებული პროფილის ნიადაგი. წვიმის წვეთებით, ან ქარით რომ არ მოხდეს ნიადაგის ნაწილაკების დაშლა, მაშინ, მას უნდა ჰქონდეს ისეთი მექანიკური შემადგენლობა, რაც წინააღმდეგობას გაუწევს მათ მოქმედებას. ნიადაგში თიხის შემცველობა განსაზღვრავს

მის მექანიკურ შემადგენლობას, ხოლო თიხის სიმტკიცე (თიხამ შეინარჩუნოს სიმტკიცე დატენიანებისა და გამოშრობისაგან) დამოკიდებულია მასში კათიონებისა და ორგანული ნივთიერების შემცველობაზე.

მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგების პროფილს რიგი სპეციფიკური დიაგნოსტიკური ნიშნები ახასიათებთ. უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს ამ ნიადაგების წარმოქმნის ჰიდრომორფული ხასიათი, რის გამოც მათი პროფილი ხასიათდება ჰუმუსის რამდენადმე გადიდებული რაოდენობით, სიღრმითი ფენების გაღებებით, სხვადასხვა ხარისხის დამლაშებით. გარდაბნის რაიონი მიეკუთვნება მშრალი სუბტროპიკული (ტრამალეების) კლიმატის ზონას. ზონის ტერიტორია გაშლილი და დაქანებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ამინდის ანტიციკლონური ტიპის გაბატონების შედეგად ზამთარი ცივი და მშრალია, ღრუბლიანობა კი ზომიერი.

მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგების წარმოქმნა-განვითარების პროცესში განსაკუთრებულ როლს ჰიდროლოგიური პირობები თამაშობს. მიწისქვეშა წყალი წარმოადგენს პირობას, რომელიც მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ტიპის ნიადაგწარმოქმნას უწყობს ხელს. მცენარეთა საფარი და მათი ნარჩენები ნიადაგს იცავს წვიმის წყლის წვეთების ფიზიკური დარტყმისაგან და ქარის პირდაპირი ზემოქმედებისაგან. აღსანიშნავია, რომ მცენარის ორგანოების განლაგებას სივრცეში დიდი მნიშვნელობა აქვს. მცენარის ძირითადი მასა თუ განლაგებულია ჰორიზონტალურად ახლოს, იგი იცავს მას ეროზიისაგან, ვიდრე ვერტიკალურად მზარდი მცენარე.

აღსანიშნავია, რომ მცენარე თავისი ფიზიოლოგიური ფუნქციის მეშვეობით, ეროზიისაგან იცავს ნიადაგს. იგი ტრანსპირაციის გზით მას ათავისუფლებს ტენისაგან, რათა ნიადაგმა შთანთქოს წვიმის ან თოვლის სახით მოსული ტენი, რაც შეამცირებს ჩამონადენს. ეს უკანასკნელი კი ამცირებს ეროზიის ინტენსიურობას. თვით მცენარეთა მჭიდრო საფარი ხელს უწყობს ნიადაგში ტენის მდგრადობას, ამით ნიადაგი ინარჩუნებს ნორმალურ მდგომარეობას, რაც ხელს უწყობს ეროზიისადმი ნიადაგის მდგრადობას.

ნიადაგის ეროზია მრავალგვარია, იგი დამოკიდებულია გამომწვევ ფაქტორებზე, მოქმედების ინტენსიობაზე, დარღვევით-დამლითი მოქმედების ხარისხზე და სხვა. განვითარების ტემპების მიხედვით არჩევენ ნორმალურ და აჩქარებით ეროზიას.

აღსანიშნავია, რომ ნიადაგთწარმოქმნის სიჩქარე და ნიადაგის ეროზიული პროცესების ინტენსიობა განპირობებულია მრავალი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორით.

ნიადაგის ნორმალურ ეროზიას, ბუნებრივ გეოლოგიურსაც უწოდებენ. გეოლოგიური ანუ ნორმალური ეროზია, რომელიც ასეულ წლების მანძილზე მიმდინარეობს, სასარგებლო პროცესია. ზედაპირის ასეთი ნელი ცვლილება ალუვიური ვაკეების წარმოქმნის შესაძლებლობას იძლევა. აჩქარებული ეროზია ისეთი პროცესია, როდესაც ნიადაგის ზედა ფენის ჩამორეცხვის ტემპები ბევრად სჭარბობს ნიადაგთწარმოქმნის პროცესების ტემპს. აჩქარებული ეროზია განპირობებულია ადამიანის არასწორი სამეურნეო მოქმედებით: ტყეების განადგურება, ფერდობების არასწორი ათვისება-დამუშავება, დაბალი აგროტექნიკა და სხვა.

ნიადაგის ეროზიული პროცესი აუარესებს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს, ამცლებს ნიადაგის დამუშავებას, ადიდებს ჩამონადენებს, იწვევს ნიადაგის გამოშრობას, რეცხავს ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებებს, აუარესებს მიკრობიოლოგიურ პროცესებს, იზრდება წყლის სიმღვრივე და ქვეითდება მისი ხარისხი. ამასთან ფერდობით ჩამონადენთან ერთად მდინარეებში, წყალსატევებში ირეცხება ნიადაგში შეტანილი სასუქები, ჰერბიციდები, პესტიციდები და სხვა ქიმიური პრეპარატები. ეროზირებულ მიწებზე უარესდება ფლორის და ფაუნის სიცოცხლის პირობები. მაშასადამე ნიადაგების დაცვა ეროზიისაგან გარემოს დაცვის მნიშვნელოვანი პირობაა.

აგროტექნიკა, გეოლოგიურ ეროზიისაგან განსხვავებით, ხელს უწყობს ანთროპოგენური ეროზიის დაჩქარებას. აგროტექნიკური ღონისძიებებიდან, პირველ რიგში, ეროზიის ხელშემწყობია ნიადაგის მოხვნა და დამუშავება. ამ დროს ხდება ნიადაგის დატკეპვნა და მისი ფორიანობის შემცირება, რაც ხელს უწყობს ინფილტრაციის გაუარესებას. ცხადია, ამით შემცირდება ნიადაგის ეროზიისადმი მდგრადობა. ამასთან, ამ დროს ხდება საკვები ელემენტებით და ტენით ქვედა ფენების მისი უზრუნველყოფა, რაც ხელს უწყობს მცენარეს ღრმად განავითაროს ფესვები და ნიადაგში წარმოქმნას მეტი ორგანული ნივთიერებები, ეს კი ხელს უწყობს ნიადაგის ეროზიისადმი მდგრადობას. სარწყავი მიწათმოქმედების პირობებში სწორად უნდა იქნას გათვალისწინებული ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა ფაქტორი და თვით რწყვის პროცესიც, რათა არ შემცირდეს ნიადაგის ეროზიისადმი მდგრადობა.



როგორც ავღნიშნეთ, ეროზია ნიადაგის რღვევის პროცესია. ქარისმიერ ეროზიას აღმოსავლეთ საქართველოში განიცდის ბევრი რაიონი, მათ შორის ჩვენი საკვლევი რაიონის ტერიტორიაც. აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში (გარდაბანი) ქარისმიერი ეროზიის განვითარების ძირითადი მიზეზია ძლიერი ქარების ზონაში მინდორსაცავი ტყის ნარგავების უქონლობა. ზამთარ-გაზაფხულის პერიოდში მცენარეებით დაუფარავი ნიადაგები განიცდიან ქარისმიერ ეროზიას, რასაც ხელს უწყობს უთოვლო ზამთრები და მოსული ნალექების უმნიშვნელო რაოდენობა ამ პერიოდში.

ნიადაგის ეროზიას ხელს უწყობს სასუქების შეტანა, როგორც ფიზიკური პროცესი ნიადაგზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, ცხადია მის მიზანს წარმოადგენს, რაც შეიძლება სწრაფად განვითარდეს მცენარე და შექმნას ნიადაგის საფარი, რაც ხელს შეუწყობს ნიადაგის ეროზიისადმი მდგრადობის ამაღლებას.

კარგად განვითარებული მცენარეული საფარი იცავს ნიადაგს წვიმის წვეთების დარტყმისაგან, ზრდის ნიადაგის წყალგამტარობას. ყველაზე მაღალი ეროზიის საწინააღმდეგო უნარით ხასიათდებიან მრავალწლიანი ბალახები, რომლებიც ათჯერ და ასჯერ ამცირებენ ნიადაგების ჩამორეცხვებს.

ეროზიის პროცესებზე მრავალმხრივ გავლენას ახდენენ მცენარეების წვრილი ფესვები, ისინი ამაგრებენ ნიადაგურ აგრეგატებს და ზრდიან მათ წყალგამძლეობას. დადგინდა, რომ იონჯა და კონდარი ზრდიან ეროზიისადმი გამძლეობას ორჯერ.

ნიადაგის ეროზიას უდიდესი ზარალი მოაქვს სოფლისა და სახალხო მეურნეობებისათვის, იკარგება საკვები ელემენტების უდიდესი რაოდენობა, ძალიან მცირდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობა, იკარგება ნიადაგი, ყველაზე დიდი სიმდიდრე კაცობრიობისა.

ძალზე უარყოფითი შედეგი მოსდევს ეროზიას მაშინ, როცა ეროზირებული ნაკვეთები ბუნებრივი წყალსატევების ახლოსაა განლაგებული. ნიადაგის ეროზიისადმი მდგრადობის გაზრდის საყურადღებო საშუალებას წარმოადგენენ ე.წ. “მწვანე სასუქები” და სარეველა ბალახები. “მწვანე სასუქების” გამოყენება და სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა უნდა ემყარებოდეს მეცნიერულ საფუძვლებს და არ შეიძლება მისი სტიქიურად გამოყენება.

## 2.4 სათბობ-ენერგეტიკული რესურსები და გარემოს დაცვა

დღეისათვის კაცობრიობამ მნიშვნელოვნად დააბინძურა საკუთარი სასიცოცხლო გარემო. მართალია, ის დამაბინძურებელი ნივთიერებები, რომლებიც აღწევენ ატმოსფეროში ყოველწლიურად, შეადგენენ ატმოსფეროს წონის მცირე ნაწილს, მაგრამ მათ დროთა განმავლობაში დაგროვების ტენდენცია ახასიათებთ. კონცენტრაცია განსაკუთრებით მაღალია ურბანიზებულ რაიონებში.

თუ ვისაუბრებთ ატმოსფეროს ენერგეტიკულ დაბინძურებაზე და მომავლის პროგნოზირებაზე, უნდა დავუშვათ ატმოსფეროს შემადგენლობაში ნახშიროჟანგის გაზის მნიშვნელოვანი მომატება 21-ე საუკუნეში. ნახშიროჟანგის მომატება გამოიწვევს ჰავის დათბობას, რაც თავისთავად მცინვარების დნობას დააჩქარებს. ჟანგბადის და ნახშიროჟანგის თანაფარდობა ორგანული სამყაროსათვის მეტად მნიშვნელოვანია.

თუ ტექნიკურმა საზოგადოებამ არ შეცვალა სათბობ-ენერგეტიკული წარმოება-მოხმარების სტრუქტურა, მოსალოდნელია ჟანგბადის ნაკლებობის გლობალური საშიშროება. ატმოსფეროს ენერგეტიკულ ბალანსთან უშუალო დამოკიდებულებაშია დედამიწის ზედაპირის სითბური ბალანსი. ჭარბი რაოდენობის CO<sub>2</sub> შემცირების მიზნით საჭიროა ხმელეთზე ფიტომასის წარმოების გაფართოება. ატმოსფეროში ანთროპოგენური მიზეზებით ნახშიროჟანგით (CO<sub>2</sub>)-ის მატებასთან ერთად შეინიშნება ასევე ტოქსიკური აირების მატება, როგორცაა ნახშიროჟანგი (CO), გოგირდწყალბადი (H<sub>2</sub>S), გოგირდის გაზი (SO<sub>2</sub>), გოგირდმჟავა (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), აზოტის ორჟანგი (NO<sub>2</sub>) და სხვა.

ატმოსფეროს დაბინძურების ძირითადი წყაროა მრეწველობა. ენერგეტიკის განვითარება განუყოფელია ადამიანის ქმედებათა ყველა მიმართულებისაგან, რაც დაკავშირებულია ენერჯის მოხმარებასთან (მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, მშენებლობა, კომუნალური მეურნეობა).

ენერგეტიკის განვითარება გავლენას ახდენს ბუნებრივი გარემოს ყველა კომპონენტზე: ატმოსფეროზე (ნამწვი აირების, ორთქლის და მყარი ნაწილაკების გაფრქვევა), ჰიდროსფეროზე (წყლის გამოყენება, ახალი წყალსაცავების შექმნა, დაბინძურებული და გამთბარი წყლებისა და სხვა სითხეების ჩადინება), ლითოსფეროზე (წიაღისეული სათბობის მოპოვება, წყლის ბალანსის შეცვლა,

ლანდშაფტის შეცვლა, დედამიწის წიაღში ან ზედაპირზე მყარი, თხევადი ან აირადი ტოქსიკური ნივთიერებების ჩაშვება).

მსოფლიო ენერგორესურსების მოხმარების კოლოსალური მასშტაბები მძიმე დაღს ასვამს გარემომცველ ბუნებას, ენერგომოხმარება დღითიდღე იზრდება.

ენერგია და ენერგორესურსი, როგორც ჰაერი და წყალი ადამიანთა უპირველეს მოთხოვნილებათა რიგს განეკუთვნება. თანამედროვე საზოგადოების მიერ მოხმარებული ენერგიის 87% ორგანული სათბობის (ნავთობი, გაზი, ქვანახშირი) დაწვის შედეგად მიიღება, საყოველთაოდ არის აღიარებული, რომ მომავალ საუკუნეშიც, ორგანული სათბობი დომინირებას შეინარჩუნებს კაცობრიობის ენერგოუზრუნველყოფის საქმეში.

დიდი გლობალური პრობლემა, რომელიც უკავშირდება ენერგოეფექტურობას, არის გარემოს დაცვა ანუ ენერგეტიკის გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების შემცირება. ენერგეტიკის განვითარება გავლენას ახდენს გარემომცველ სამყაროს ყველა სტრუქტურულ ელემენტზე: ატმოსფეროზე, ჰიდროსფეროზე თუ ლითოსფეროზე. ენერგორესურსების მაქსიმალურად დაზოგვა და მათი ეკოლოგიურად უსაფრთხოდ გამოყენება თანამედროვე საკაცობრიო პრობლემაა. საქართველოს ენერგოსისტემის დაბალეფექტურობა უშუალო კავშირშია გარემოს დაბინძურების მასშტაბებთან. საქართველოს ენერგოსისტემა და მისი მთავარი ობიექტი თბილსრესი, რომელიც ორგანული სათბობის უდიდესი მომხმარებელი იყო ქვეყანაში, ამავდროულად ატმოსფერული ჰაერის ყველაზე დიდი დამაბინძურებელიც იყო. ორგანული სათბობის წვის შედეგად ატმოსფეროში გამობოლქვილი მავნე ნივთიერებების SO<sub>2</sub>-ის, NO<sub>x</sub>, CO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> და მტვრის ემისიების 25% სწორედ თბილსრესის ენერგობლოკების მუშაობის შედეგი იყო. აქედან გამომდინარე გასაგებია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს თბილსრესის ეკოლოგიური მახასიათებლების გაუმჯობესებას, რადგან, მცირე სიმძლავრის დანადგარების არასწორმა ექსპლუატაციამ, გარემოს შეიძლება გამოუსწორებელი ზიანი მოუტანოს.

ენერგო სისტემების ფუნქციონირების მავნე ზეგავლენა გარემოზე იწვევს როგორც გლობალურ, ისე ლოკალურ კრიზისებს.

ჰაერის დაბინძურება ისეთი სადგურებიდან, როგორც თბილსრესია, მავნე გავლენას ახდენს გარემოზე, ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

თბილისის სახელმწიფო თბოელექტროსადგური-თბილსრესი, რომელიც 1963 წელს ამოქმედდა, მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, თბილისიდან 36კმ-ის

დაშორებით, დაბა გარდაბანში, მდინარე მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე, რაიონის კლიმატი კონტინენტალურია, ზამთრის ყველაზე ცივი თვის (იანვრის) საშუალო თვიური ტემპერატურაა  $0^{\circ}\text{C}$ , ყველაზე ცხელი თვის (ივლისი) კი  $25^{\circ}$ .

თბილსრესში დადგმული სიმძლავრე 1850 კვტ-ს შეადგენს, საპროექტო გამომუშავება 9,5 მლრდ კვტს.იგი შედგება 10 ელექტრო ბლოკისაგან. მუშაობს გაზსა და მაზუთზე. თბილსრესს აქვს რკინიგზის ჩიხი; მაზუთსაცავი 25 რეზერვუარით, საერთო მოცულობით  $V=289000\text{ტ}$ . რაც უზრუნველყოფს სადგურის ნორმალურ მუშაობას 24 დღე-ღამის განმავლობაში.

თბილსრესში ეკოლოგიური დანიშნულების რაიმე აგრეგატები, სპეციალური მოწყობილობებით აღჭურვილნი არ არის. მხოლოდ 9 ბლოკის ქვაბ-აგრეგატთან დამონტაჟებულია ნამწვავი აირების სარეცირკულაციო მოწყობილობა,  $\text{NO}_x$ -ის რაოდენობის შესამცირებლად ნამწვავ აირებში. მაგრამ ეს დანადგარი არ მოქმედებს. თბილსრესი მუშაობს ორგანულ საწვავზე (ქვანახშირი, გაზი, ნავთობი).

ორგანული სათბობის (ქვანახშირი, ნავთობი, გაზი) შემადგენლობაში შედის მწვადი და არამწვადი ნივთიერებები. მწვადი მასა ეს არის ნახშირბადის, წყალბადის, გოგირდის და აზოტის ქიმიური შენაერთები, რომლებიც სხვადასხვა სათბობში სხვადასხვა პროპორციით არიან წარმოდგენილნი.

სხვადასხვა ორგანული სათბობის ტექნიკურობის (მაგნებლობის) შედარებითი მახასიათებლები					
საწვავის დასახელება	მაგნებლობის ფართობითი შემადგენლები				ჯამური მაგნებლობის კოეფიციენტი
	ნაცარი	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1.ბუნებრივი აირი	-	-	4,07	-	4,07
2.მაზუთი	-	0,76	6,41	1,91	9,08
გოგირდშემცველობით S <sup>a</sup> =0,5%	-	3,82	6,41	9,54	19,77
S <sup>a</sup> =2,5%	-	5,34	6,41	13,36	25,11
S <sup>a</sup> =3,5%	-	14,58	7,26	-	22,86
3.ქვანახშირი	1,12				

თბოენერგეტიკული დანადგარიდან ღრის ერთეულში ატმოსფეროში გაფრქვეული ტოქსიკურ ნივთიერებათა რაოდენობა დამოკიდებულია სათბობის შემადგენლობაზე, სახეობაზე, დანადგარის ტექნიკურ მდგომარეობაზე, წვის რეჟიმზე და სხვა მრავალ ფაქტორზე.

**ატმოსფეროში ზოგიერთი მაგნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები**

ნივთიერებები	ზ.დ.კ. მგ/მ <sup>3</sup>	
	მაქსიმალური ერთჯერადი	საშუალო დღე-ღამური
1.აზოტის ორჟანგი NO <sub>x</sub>	0,085	0,085
2.გოგირდის ორჟანგი SO <sub>2</sub>	0,5	0,05
3.ნახშირორჟანგი CO	3,0	1,0
4.ვანადიუმის ხუთჟანგი V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0,002
5.არატოქსიკური მტვერი	0,5	0,15
6.ჭვარტლი	0,15	0,05
7.ბენზოპირინი	-	1x10 <sup>-5</sup>

ატმოსფერული ჰაერის დაცვა მავნე ნივთიერებათა გამოფრქვეული დაბინძურებისაგან უაღრესად აქტუალურია.

მეცნიერთა აზრით, 21-ე საუკუნეში კაცობრიობის სასიცოცხლო პრობლემა იქნება გარემოს დაბინძურების და ბუნებრივი რესურსების შემცირება. ამიტომ გარემოს დაცვითი და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ ხარჯვასთან დაკავშირებული სამუშაოები განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენენ. (აღნიშნული მასალები მოკვლეულია საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკის სამინისტროში, სათბობის სუფთა ტექნოლოგიების განვითარების ცენტრში 1999 წელს, ცენტრის ხელმძღვანელი ქ-ნი ნელი ვერულავა).

## **2.5 გარდაბნის რაიონის ბუნებრივი რადიაციული ფონის კარტოგრამა**

ნიადაგი წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს რადიაციული ფონის წყაროს, რადიონუკლიდების მიგრაციის ბიოლოგიურ და გეოლოგიურ წრებრუნვის ძირითად რგოლს. ნიადაგის რადიონუკლიდური გამოკვლევა განპირობებულია ადამიანის ყოფითი პირობებისა და მისი სამიწათმოქმედო ზემოქმედების შესასწავლად.

მე-XX საუკუნის 20-იან წლებში მ. ჩხეტიანის მიერ (დ.ნაცვალაძე, მ.ციციშვილი, გ.თუმანიშვილი, მ.არდია, ჯ.მანჯგალაძე, რადიაციული გამოკვლევები ტ. VIII. 1998) გაზომილ იქნა ბუნებრივი გარემოს რადიაციული ფონი. 60-იანი წლების დასასრულს მ.ციციშვილმა, ხოლო 80-იანი წლების მიწურულს ნ.ვეფხვაძემ ჩაატარეს პირველი რადიოეკოლოგიური შეფასებები ბუნებრივი რადიაციული ფონის მნიშვნელობის შესახებ. ამ პერიოდში გამოიყენებოდა ელექტროსკოპის პრინციპის საზომი ხელსაწყოები.

საქართველოს ტერიტორიაზე ხელოვნური რადიონუკლიდების შემოღწევა განპირობებულია 1963 წლიდან წარმოებული ბირთვული იარაღის გამოცდებით და შემდგომ ბირთვული ენერგეტიკის ობიექტებზე რადიოლოგიური ავარიებით.

მტკვრის მარცხენა მხარეზე ვიწრო ზოლად გაჭიმულია გარდაბნის ვაკე-ველი. გენეტურად ეს ვაკე დაკავშირებულია მტკვრის ალუვიურ ტერასებთან. რუსთავის დასავლეთით წყალსაქაჩთან მდინარე მტკვარი აწყდება მარცხენა მხარეს. ვაკე განვითარებას პოულობს პირველ ტერასაზე რუსთავიდან აღმოსავლეთით და ჯანდარის მერიდიანზე, მისი სიგანე 15კმ-ს აღწევს. ვაკე, რომელიც ცნობილია გარდაბნის (ანუ ყარაიას) ველის სახელწოდებით, აღმოსავლეთით თანდათან ვიწროვდება, აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე ფოლიოს მახლობლად მისი სიგანე 5კმ-ს არ აღემატება. გარდაბნის ვაკის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში მოთავსებულია ჯანდარის ტაფობი, რომლის დიდი ნაწილი ახლაც დაფარულია წყლით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ზონაში ქარებისა და ნალექების განაწილების თავისებური კანონზომიერება გამოიხატება. ასეთივე კანონზომიერება აღმოჩნდა ბუნებრივი რადიაციული ფონის თვალსაზრისითაც.

ქვემო ქართლის ბარის უმეტეს ნაწილში და გარდაბნის რაიონში გავრცელებულია მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგები. ეს ტერმინი რუხი-ყავისფერი ნიადაგის სახელწოდება პირველად ამიერკავკასიაში ს.ზახაროვმა შემოიტანა ტყის ნიადაგებისათვის. ამ ნიადაგების შესწავლაში დიდი წვლილი მიუძღვის მ. საბაშვილს, ა. ვოზნესენსკის და სხვა.

ეს ნიადაგები იმპერმაციდულ-ექსუდაციური ტიპის ტენის რეჟიმის პირობებში წარმოიქმნება. მათ კარგად ემჩნევა კარბონატულ-ალუვიური ჰორიზონტი.

ასევე ქვემო ქართლში, გარდაბნის რაიონში (ჯანდარა) გვხვდება დამლაშებული ნიადაგები. ეს ნიადაგები გავრცელებულია მზის ყველაზე მაღალი რადიაციის ზონაში, რომელიც იძლევა ძვირფასი კულტურის წარმოების შესაძლებლობას. საქართველოს დამლაშებული ნიადაგების შესწავლა 30-იანი წლებიდან დაიწყო, შესწავლაში დიდი წვლილი მიუძღვით: დ.გედევანიშვილს, მ. საბაშვილს, გ. ახვლედიანს, ვ. ჩხიკვიშვილს, ი. ანჯაფარიძეს და სხვა.

ამრიგად, ჩვენი გამოკვლევებით საერთო რადიაციული ფონი მკვეთრად არ განსხვავდება მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგებისაგან დამლაშებულ ნიადაგთან შედარებით.

ბუნებრივი რადიაციული ფონი არის განმსაზღვრელი და ძირითადი რადიოეკოლოგიური სიტუაციის შეფასებისათვის ამა თუ იმ ზონისათვის. ამიტომ ჩვენს მიერ 2000-2003 წლებში ჩატარებულ იქნა გარდაბნის რაიონის ნიადაგების ბუნებრივი რადიაციული ფონის შესწავლა საველე ხელსაწყოს სპრ-68-01-ის მეშვეობით.

როგორც ცხრილ 3-დან ჩანს, ყველაზე დიდი წლიური დოზა 120 ნგრ/სთ, 1,06 მზვ/წელი აღირიცხა სოფელ ვახტანგისში, აზერბაიჯანის საზღვართან. შედარებით ნაკლები რადიაციული ფონი აღინიშნება თბილსრესის მიმდებარე ტერიტორიაზე 70ნგრ/სთ, 0,62მზვ/წელი. ცნობილია, რომ მსოფლიოს ე.წ. “ნორმალური” რეგიონების საშუალო მონაცემებია 0,7 მზვ/წელიწადში. თუ შევადარებთ ამ ციფრს გარდაბნის ზონის მონაცემებს, ვნახავთ, რომ გარდაბნის რაიონი მომატებული რადიაციული ფონის რეგიონთა რიცხვში შედის (0,79). რადიაციული ფონის მიხედვით შედგენილია გარდაბნის რაიონის კარტოგრამა.

### გარდაბნის რაიონის ბუნებრივი რადიაციული ფონი

ცხ.№3

საკვლევი ტერიტორია	რადიაციული ფონი მკრ/სთ	(ნრ/სთ) რად.ფონი	მზვ/წ დასხ.წლიური დოზა	მ.ზ.ვ/წ. 20% რეალურად მოქმედი დოზა	წელი
სრესის მიმდებარე ტერიტორია.	7	70	0,62	0,12	2001
ნაზარლო.	9	90	0,79	0,16	2001
ქესალო.	9	90	0,79	0,16	2001
ჯანდარა.	9	90	0,79	0,16	2001
ვახტანგისი.	12	120	1,06	0,21	2001
სრესის მიმდ. ტერიტორია.	9	90	0,79	0,16	2002
ნაზარლო.	9	90	0,79	0,16	2002
ქესალო.	9	90	0,79	0,16	2002
ჯანდარა.	9	90	0,79	0,16	2002
ვახტანგისი.	10	100	0,88	0,18	2002
სრესის მიმდ. ტერიტორია.	7	70	0,62	0,12	2003
ნაზარლო.	9	90	0,79	0,16	2003
ქესალო.	9	90	0,79	0,16	2003
ჯანდარა.	9	90	0,79	0,16	2003
ვახტანგისი.	8	80	0,70	0,12	2003
საშუალო	8,93	89,33	0,79	0,16	



### თავი III. ქიმიზაციის როლი გარდაბნის რაიონის ნიადაგების რადიოეკოლოგიური დაბინძურების თვალსაზრისით

დღეს, როგორც არასდროს, დედამიწაზე საჭიროა ეკოლოგიური ბალანსის განსაკუთრებული შენარჩუნება, რადგან იგი მთელი მსოფლიოს პრობლემას წარმოადგენს. ტერმინი “ეკოლოგია”-საბუნებისმეტყველო დარგის მეცნიერებმა თუ იცოდნენ მხოლოდ, დღეს იგი საყოველთაოდ ცნობილია და ფაქტობრივად, მეცნიერების ახალ დარგად ჩამოყალიბდა.

ადამიანმა უკანასკნელ წლებში აღიარა ქიმიური ნაერთების მრავალი საფრთხე, მაგრამ დღეს ძირითადად საფრთხეს ქიმიური მრეწველობა კი არ წარმოადგენს, არამედ მისი პროდუქტები, მეტნაკლებად მომშხამავი ქიმიკატები. მრავალ ნივთიერებას მავნეობა მოაქვს ადამიანისათვის პირდაპირი კონტაქტის დროს, ხოლო ზოგიერთი ხვდება ნივთიერებათა წრებრუნვაში და დროთა განმავლობაში იწვევს არასასურველ შედეგებს. დაბინძურების ძირითად წყაროს პირველ რიგში წარმოადგენს ქიმიური, ნავთობქიმიური, მეტალურგიული, ცემენტის, ტრანსპორტის და სხვა სამრეწველო ქარხნები, რომელთაგან გამონაბოლქვი ატმოსფეროში გაიფრქვევა.

მრავალი ქიმიური შენაერთები დიდი რაოდენობით ხვდებიან გარემომცველ გარემოში ნარჩენების სახით და ზიანს აყენებენ ცოცხალ არსებებს. ეს ნივთიერებები გროვდება რა გარემოში, აუარესებს წყლის, ნიადაგის და ჰაერის შემადგენლობას.

საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერებები მოხვდებიან რა ბუნებრივ წრებრუნვაში, სწრაფად გარდაიქმნებიან უვნებელ ფორმად, ხოლო მათი უმრავლესობა კი თავის თვისებებს არ კარგავს ათეული წლის მანძილზე.

ატმოსფეროში ასეთი ნივთიერებების განუწყვეტელი შეღწევა იწვევს დედამიწის ზედაპირის ჰაერის ფენაში მავნე გაზების უდიდესი რაოდენობით დაგროვებას. ზოგიერთი ნივთიერებები, რომლებიც აბინძურებენ გარემოს, გროვდებიან მასში და იწვევენ ცოცხალი არსებების დაზიანებას. განსაკუთრებით საშიშია დაგროვება ჯაჭვურ კვებაში. რადგან ჯაჭვური კვების ერთი რგოლიდან მეორეში დამაბინძურებელი სულ უფრო მატულობს და ბოლოს ხვდება უკანასკნელ ჯაჭვურ რგოლში, სადაც ხშირად აღმოჩნდება ადამიანი.

სამწუხაროდ, სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში იშვიათად თუ იცავენ სასუქების, პესტიციდების გამოყენების ნორმებს. იგი ჩვეულებრივ აღემატება საჭიროების რეალურ

დონეს, რომლის შედეგად ნიადაგში იქმნება მინერალური აზოტის სიჭარბე. ამ უკანასკნელის მეტი წილი ნიადაგში გროვდება ნიტრატების სახით და ნიტრიტული დაბინძურების საფრთხეს უქმნის ბუნებრივ გარემოს.

ამ მხრივ გამონაკლისი არც გარდაბნის რაიონია. ამ ზონაში ძირითადად განვითარებულია მეზოსტნეობა, შედარებით ნაკლებად მეხილეობა და მეცხოველეობა. დასახელებული დარგების მიერ დაკავებული ფართობების სტრუქტურა მოცემულია 4 ცხრილში. ხოლო ცხრილ 5-8-ში მოცემულია ცალკეული კულტურების განოყიერებისათვის საჭირო სასუქების რაოდენობა. როგორც ცხრილიდან ირკვევა, გარდაბნის რაიონის სავარგულებში მინერალური სასუქებით შეტანილია მძიმე მეტალები შემდეგი თანაფარდობით  $Pb > Cd > Cu > Zn$ .

1973-1982 წლებში გარდაბნის რაიონის ნიადაგების სახნავ ფენაში (ცხ. 5, 6, 7, 8) ბოსტნეულის, კარტოფილის, სიმინდის და საშემოდგომო ხორბლის ფართობებში მინერალური სასუქების სახით შეტანილია  $Pb$  430,9131;  $Cd$  30,655179;  $Cu$  577,978926;  $Zn$  3243,642406 ა.შ. აღნიშნული რაოდენობები, რა თქმა უნდა, არ არის ძალიან დიდი მასშტაბების, მაგრამ ისინი ჩაერივნენ რა ბიოგეოქიმიურ წრებრუნვაში სხვა უარყოფით ფაქტორებთან (პესტიციდები, ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი და სხვა) ერთად, ბუნებრივია მათ შეასრულეს უარყოფითი ზეგავლენა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის ბიოცენოზის შემდგომ განვითარებაზე.

ქვემოთ მოყვანილია გარდაბნის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სტრუქტურა: როგორც ( 4) ცხრილიდან ჩანს, წლების მიხედვით ფართობის ძირითადი ნაწილი უკავია ბოსტნეულ კულტურებს გარდა აღნიშნულისა, საკმაოდ დიდი ფართობი უკავია მარცვლეულ კულტურებს.

გარდაბნის რაიონის ნათესი ფართობების სტრუქტურა

ცხრ.№4

წელი	სასოფლო-სამეურნეო კულტურა	ნათესი ფართობი ჰა	საერთო მოსავალი	საშუალო მოსავალი ტ/ჰა
1	2	3	4	5
1973	საშემოდგომო ხორბალი	4189	61578	1,47
	სიმინდი	850	18020	2,12
	კარტოფილი	306	21848	7,14
	ბოსტნეული	3978	637673	16,03
1974	საშემოდგომო ხორბალი	4131	81380	1,97
	სიმინდი	1612	35625	2,21
	კარტოფილი	305	27480	9,01
	ბოსტნეული	3889	654129	16,82
1975	საშემოდგომო ხორბალი	4139	92299	2,23
	სიმინდი	755	16685	2,21
	კარტოფილი	319	29092	9,12
	ბოსტნეული	4040	678316	16,79
1976	საშემოდგომო ხორბალი	3589	83623	2,33
	სიმინდი	1009	15135	1,50
	კარტოფილი	159	14405	9,06
	ბოსტნეული	4120	700812	17,01
1977	საშემოდგომო ხორბალი	4658	112723	2,42
	სიმინდი	1071	24097	2,25
	კარტოფილი	265	24804	9,36
	ბოსტნეული	4145	709209	17,11
1978	საშემოდგომო ხორბალი	4541	102172	2,25
	სიმინდი	1213	25715	2,12
	კარტოფილი	302	28025	9,28
	ბოსტნეული	4899	848506	17,32
1979	საშემოდგომო ხორბალი	4763	104309	2,19
	სიმინდი	444	9235	2,08
	კარტოფილი	303	27330	9,02
	ბოსტნეული	5041	875621	17,32
1980	საშემოდგომო ხორბალი	3779	78603	2,08
	სიმინდი	500	11050	2,21
	კარტოფილი	397	36841	9,28
	ბოსტნეული	4977	852560	17,13
1981	საშემოდგომო ხორბალი	2726	68695	2,52

	სიმინდი	768	11750	2,35
	კარტოფილი	304	37159	9,36
	ბოსტნეული	5309	801297	161
1982	საშემოდგომო ხორბალი	3343	78560	2,35
	სიმინდი	714	17493	2,45
	კარტოფილი	277	250962	9,06
	ბოსტნეული	5132	892968	174
1983	საშემოდგომო ხორბალი	2313	205857	89
	სიმინდი	949	15278	1,61
	კარტოფილი	277	25677	9,27
	ბოსტნეული	5053	904992	17,91

გარდაბნის რაიონის ს/ს კულტურების ქვეშ (1973-1982) აზოტიანი, ფოსფორიანი და ფოსფორიანი სასუქებით ნიადაგში შეტანილი მძიმე მეტალების რაოდენობა კგ/მგ-ით.

ცხრN5

ხორბალი					
	N	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	774,965	9,495956	0,144918	10,8468	38,74825
1974	764,235	9,364477	0,142912	10,69662	38,21175
1975	765,715	9,382612	0,143189	10,71733	38,28575
1976	663,965	8,135829	0,124161	9,293186	33,19825
1977	861,73	10,55912	0,161144	12,0612	43,0865
1978	840,085	10,2939	0,157096	11,75825	42,00425
1979	881,155	10,79714	0,164776	12,33309	44,05775
1980	699,115	8,566536	0,130735	9,785163	34,95575
1981	504,31	6,179512	0,094306	7,058575	25,2155
1982	618,455	7,578176	0,115651	8,656205	30,92275
ხორბალი					
	P	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	427,27	4,995769	0,85454	9,909374	192,5193
1974	421,36	4,926668	0,84272	9,772308	189,8564
1975	422,17	4,936138	0,84434	9,791093	190,2214
1976	366,07	4,2802	0,73214	8,490005	164,9438
1977	475,11	5,555129	0,95022	11,01889	214,0751
1978	463,18	5,41564	0,92636	10,74221	208,6996
1979	485,82	5,680353	0,97164	11,26728	218,9008
1980	385,45	4,506797	0,7709	8,939472	173,6761
1981	278,05	3,251044	0,5561	6,448619	125,2838
1982	340,98	3,98684	0,68196	7,90811	153,6388
ხორბალი					
	K	Pb	Cd	Cu	Zn

1973	75,4	0,994074	0,0754	0,16064	0,20122
1974	74,35	0,98023	0,07435	0,158403	0,198418
1975	74,5	0,982208	0,0745	0,158722	0,198818
1976	64,6	0,851686	0,0646	0,13763	0,172398
1977	83,84	1,105347	0,08384	0,178621	0,223744
1978	81,73	1,077528	0,08173	0,174126	0,218113
1979	85,73	1,130264	0,08573	0,182648	0,228788
1980	68,02	0,896776	0,06802	0,144917	0,181525
1981	49,06	0,646807	0,04906	0,104522	0,130926
1982	60,17	0,793281	0,06017	0,128192	0,160576

გარდაბნის რაიონის ს/ს კულტურების ქვეშ (1973-1982) აზოტიანი, ფოსფორიანი და ფოსფორიანი სასუქებით ნიადაგში შეტანილი მძიმე მეტალების რაოდენობა კგ/მგ-ით.

ცხნ<sup>6</sup>

კარტოფილი					
	N	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	55,99	0,686067866	0,01047	0,783664	2,7995
1974	55,81	0,683862254	0,010436	0,781145	2,7905
1975	58,37	0,715230958	0,010915	0,816976	2,9185
1976	29,09	0,356451406	0,00544	0,407158	1,4545
1977	48,49	0,594167366	0,009068	0,67869	2,4245
1978	55,26	0,677122884	0,010334	0,773447	2,763
1979	55,44	0,679328496	0,010367	0,775966	2,772
1980	72,65	0,89020951	0,013586	1,016846	3,6325
1981	55,63	0,681656642	0,010403	0,778625	2,7815
1982	50,69	0,621124846	0,009479	0,709483	2,5345
კარტოფილი					
	P	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	30,9	0,36129207	0,0618	0,716642	1,39228
1974	30,8	0,36012284	0,0616	0,714323	1,387774
1975	32,21	0,376608983	0,06442	0,747024	1,451305
1976	16,05	0,187661415	0,0321	0,372236	0,723174
1977	26,76	0,312885948	0,05352	0,620626	1,205741
1978	30,5	0,35661515	0,061	0,707365	1,374257
1979	30,6	0,35778438	0,0612	0,709684	1,378763
1980	40,09	0,468744307	0,08018	0,929779	1,806359
1981	30,7	0,35895361	0,0614	0,712004	1,383268
1982	27,97	0,327033631	0,05594	0,648689	1,260261
კარტოფილი					
	K	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	5,5	0,072512	0,0055	0,011718	0,014678
1974	5,49	0,07238016	0,00549	0,011696	0,014651
1975	5,74	0,07567616	0,00574	0,012229	0,015318

1976	2,86	0,03770624	0,00286	0,006093	0,007632
1977	4,77	0,06288768	0,00477	0,010162	0,01273
1978	5,43	0,07158912	0,00543	0,011569	0,014491
1979	5,45	0,0718528	0,00545	0,011611	0,014544
1980	7,14	0,09413376	0,00714	0,015212	0,019055
1981	5,47	0,07211648	0,00547	0,011654	0,014598
1982	4,98	0,06565632	0,00498	0,01061	0,01329

გარდაბნის რაიონის ს/ს კულტურების ქვეშ (1973-1982) აზოტიანი, ფოსფორიანი და ფოსფორიანი სასუქებით ნიადაგში შეტანილი მძიმე მეტალების რაოდენობა კგ/მგ-ით.

ცხნ7

ბოსტნეული					
	N	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	708,08	8,676387	0,132411	9,910642	35,404
1974	692,24	8,482294	0,129449	9,688937	34,612
1975	719,12	8,811665	0,134475	10,06516	35,956
1976	733,36	8,986153	0,137138	10,26447	36,668
1977	737,81	9,040681	0,13797	10,32676	36,8905
1978	896,51	10,9853	0,167647	12,548	44,8255
1979	897,29	10,99485	0,167793	12,55892	44,8645
1980	885,9	10,85529	0,165663	12,3995	44,295
1981	945	11,57946	0,176715	13,22669	47,25
1982	913,49	11,19336	0,170823	12,78566	45,6745
ბოსტნეული					
	P	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	497,25	5,813996	0,9945	11,53237	22,40489
1974	486,12	5,683861	0,97224	11,27424	21,9034
1975	505	5,904612	1,01	11,71211	22,75409
1976	515	6,021535	1,03	11,94403	23,20466
1977	518,12	6,058014	1,03624	12,01639	23,34524
1978	612,37	7,160014	1,22474	14,20227	27,59192
1979	630,12	7,367552	1,26024	14,61393	28,39169
1980	622,12	7,274014	1,24424	14,42839	28,03123
1981	663,62	7,759244	1,32724	15,39087	29,90112
1982	641,5	7,50061	1,283	14,87786	28,90445
ბოსტნეული					
	K	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	87,51	1,153732	0,08751	0,18644	0,233538
1974	85,55	1,127891	0,08555	0,182264	0,228307
1975	88,88	1,171794	0,08888	0,189359	0,237194
1976	90,64	1,194998	0,09064	0,193109	0,241891
1977	91,19	1,202249	0,09119	0,19428	0,243359
1978	107,77	1,42084	0,10777	0,229604	0,287606
1979	110,9	1,462106	0,1109	0,236272	0,295959
1980	109,49	1,443516	0,10949	0,233268	0,292196

1981	116,79	1,539759	0,11679	0,248821	0,311677
1982	112,9	1,488474	0,1129	0,240533	0,301296

გარდაბნის რაიონის ს/ს კულტურების ქვეშ (1973-1982) აზოტიანი, ფოსფორიანი და ფოსფორიანი სასუქებით ნიადაგში შეტანილი მძიმე მეტალების რაოდენობა კგ/მგ-ით.

ცხნ#8

სიმინდი					
	N	Pb	Cd	Cu	Zn
1973	459	5,624311	0,085833	6,424394	22,95
1974	870,48	10,66634	0,16278	12,18367	43,524
1975	407,7	4,995711	0,07624	5,706373	20,385
1976	544,86	6,676388	0,101889	7,626133	27,243
1977	578,34	7,086631	0,10815	8,094736	28,917
1978	655,02	8,026222	0,122489	9,167987	32,751
1979	239,76	2,937875	0,044835	3,355801	11,988
1980	270	3,308418	0,05049	3,779055	13,5
1981	414,72	5,08173	0,077553	5,804628	20,736
1982	385,56	4,724421	0,0721	5,396491	19,278
სიმინდი					
	P	Pb	Cd	Cu	Zn
სიმინდი					
1973	141,95	1,659722	0,2839	3,292147	6,395926
1974	269,2	3,147567	0,5384	6,243367	12,12951
1975	126,08	1,474165	0,25216	2,924085	5,680862
1976	168,5	1,970153	0,337	3,907903	7,592206
1977	178,85	2,091168	0,3577	4,147943	8,058552
1978	202,57	2,368509	0,40514	4,698064	9,127318
1979	74,14	0,866867	0,14828	1,719477	3,34057
1980	631,09	7,378894	1,26218	14,63643	28,4354
1981	128,25	1,499537	0,2565	2,974412	5,778637
1982	119,23	1,394073	0,23846	2,765218	5,372218
სიმინდი					
	K	Pb	Cd	Cu	Zn
სიმინდი					
1973	75,65	0,99737	0,07565	0,161172	0,201887
1974	143,46	1,891377	0,14346	0,305642	0,382852
1975	67,19	0,885833	0,06719	0,143148	0,17931
1976	89,8	1,183923	0,0898	0,191319	0,239649
1977	95,31	1,256567	0,09531	0,203058	0,254354
1978	107,95	1,423213	0,10795	0,229987	0,288086
1979	39,51	0,5209	0,03951	0,084176	0,10544
1980	44,5	0,586688	0,0445	0,094807	0,118757
1981	68,35	0,901126	0,06835	0,14562	0,182406
1982	63,54	0,837711	0,06354	0,135372	0,169569

## თავი IV. გარდაზნის რაიონის ეკოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლში

### რადიონუკლიდების შემცველობა

ნიადაგი წარმოადგენს ეკოლოგიური ჯაჭვის უმთავრესს და უპირველეს რგოლს. ცნობილია, რომ რადიოაქტიური იზოტოპების საერთო რაოდენობა ნიადაგში არ არის მთავარი მაჩვენებელი მცენარისათვის გამოყენების თვალსაზრისით, რადგანაც რადიონუკლიდების ძირითადი მასა არის მტკიცედ შეკავშირებული ანუ არა გაცვლით ფორმაში ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსში. ნიადაგის ტიპის მიხედვით განისაზღვრება რადიონუკლიდების გაცვლითი ფორმების რაოდენობა. გარემოს დაბინძურების მდგომარეობა განისაზღვრება რადიონუკლიდების საერთო რაოდენობით და მათი რგოლი უფრო სახიფათოა ადამიანისათვის. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნიადაგში არსებული რადიონუკლიდები შეითვისება მცენარის მიერ და ხდება მისი სხვადასხვა ორგანოს(ფესვი, ღერო, ფოთოლი, ნაყოფი) მიერ აკუმულაცია. ნიადაგსა და მცენარეს შორის დასახელებული თავისებურებების გამო წარიმართება რადიონუკლიდების მცირე ან გრძელი წრებრუნვა. მცირეა, როდესაც ნიადაგიდან რადიონუკლიდი მოხვდება მცენარის რომელიმე ორგანოში და იქიდან ისევ დაუბრუნდება ნიადაგს (ნიადაგი-მცენარე ფოთოლი-ნიადაგი). გრძელი წრებრუნვა იქნება, როდესაც რადიონუკლიდი მოხვდება მცენარეში, ხოლო იქიდან ცხოველის ორგანიზმში, შემდეგ ადამიანში და ისევ ნიადაგში (ნიადაგი-მცენარე-ცხოველი-ნიადაგი) ან ნიადაგი-მცენარე-ცხოველი-ადამიანი-ნიადაგი). ნიადაგი წრებრუნვის დასახელებულ ჯაჭვში არის ერთ-ერთი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს რადიონუკლიდების შეღწევამდე მცენარეში. ეს თვისება ძირითადად გამოიხატება იმაში, რომ რადიოაქტიური ელემენტები ქიმიური ბუნებით ისეთივეა, როგორც არა რადიოაქტიური იგივე ელემენტები. ამიტომ ნიადაგის ხსნარიდან მცენარეში მათი მოხვედრა ემყარება იგივე კანონზომიერებას, რომლითაც არის სხვა ქიმიური ელემენტებისათვის (სინერგიზმი, ანტაგონიზმი, მათი სიჭარბე და დეფიციტი შთანთქმის კომპლექსში შეკავშირების უნარი ელექტრომუხტის სიდიდის მიხედვით და ა.შ) ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსი, ყოველივე ამის გამო წინააღმდეგობებს უწევს რადიონუკლიდების მიგრაციას, გადაადგილებას, ნიადაგის ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ პროფილში. ეს იწვევს მათი ძირითადი მასის დაგროვებას ნიადაგის 0-5 სმ-ის ფენაში (ჰუმუსოვანი ფენა) სათიბ-საძოვარზე, ხოლო სახნავი ნიადაგის პირობებში კი ისინი ნაწილდებიან ხვნის სიღრმეზე, ეს თვისება კი ამცირებს(შთანთქმა) მცენარეში მათ მოხვედრას, მაგრამ მეორე მხრივ მათი ნიადაგის ზედა ფენაში დაგროვება ხელს უწყობს მოსავლის



საერთო რაოდენობაში მეტ მოხვედრას. (Архипов Н.П.; Февралева Л.Т. Роль осадков в удалении радионуклидов с растений при их некорневом загрязнении. Экология. 1979г.)

საერთოდ, მუავე რეაქციის ნიადაგებიდან უფრო ადვილად ხდება რადიონუკლიდების გამოღვენა, ვიდრე ნეიტრალური რეაქციის ნიადაგებიდან. დამტკიცებულია, რომ ნიადაგის ხსნარში კათიონების რაოდენობის გაზრდა ამცირებს  $^{90}\text{Sr}$ -ის რაოდენობას და  $^{137}\text{Cs}$ -ის რაოდენობას ხსნარში. ნიადაგის ხსნარში კალციუმის კონცენტრაციის გაზრდა ამცირებს  $^{90}\text{Sr}$ -ის რაოდენობას და ამცირებს  $^{137}\text{Cs}$ -ის რაოდენობას. ნიადაგის შთანთქმის უნარის მატარებელია მისი მინერალური ნაწილი და ორგანული უნარით ხასიათდება ნივთიერებები. ნიადაგი, რომელიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით, მეტი რადიონუკლიდების შთანთქმით გამოირჩევა. ორგანული ნივთიერებების შეტანით იზრდება ნიადაგში რადიონუკლიდების შთანთქმის სიმტკიცე და ძნელდება მათი იქიდან გამოძევება. ი. გულიაკინის და ე. იუდენცევას (1973წ) მონაცემებით, მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანით  $^{90}\text{Sr}$ -ის გამოძევება კორდიან-ეწერი ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსიდან უსასუქო ვარიანტზე  $\text{CaCO}_3$ -ის გამოყენებით შეადგენს 91,7%, ხოლო სრული მინერალური სასუქებით (NPK) განოყიერებულ ვარიანტიდან კი 84,1%, ხოლო სრული მინერალური სასუქების (NPK) და ნაკელის ერთობლივი გამოყენების შემთხვევაში კი გამოძევებულ იქნა მხოლოდ 62,5%. აღნიშნული მონაცემები მკაფიოდ ადასტურებს ზემოთ გაკეთებულ თეორიულ დასკვნებს რადიონუკლიდების შთანთქმისა და მათი გამოძევების მდგომარეობის შესახებ. რადიონუკლიდების შთანთქმის სიმტკიცე ნიადაგის მიერ დამოკიდებულია მის მექანიკურ შემადგენლობაზე. მიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგები (წვრილ დისპერსიული მასის შემცველი) უფრო მეტად შთანთქავენ რადიონუკლიდებს, ვიდრე მსუბუქი მექანიკური (სილნარი) შემადგენლობის ნიადაგები.

ცნობილია, რომ ნიადაგში რადიონუკლიდების მიგრაცია დამოკიდებულია მათი ხსნადობის უნარზე. მეცნიერების მიერ გამოკვლეულია, რომ ნიადაგის ზედაპირზე რადიონუკლიდების: Cs-ის, Sr-ის და I-ის დალექვა ხდება ხსნადი ნაერთების სახით, ის ხელს უწყობს მცენარის მიერ მათ ადვილად შეთვისებას. ნიადაგის ზედა ფენაში სხვა რადიონუკლიდები კავდება, რადგანაც ისინი კოლოიდების სახით გვევლინებიან. სასოფლო-სამეურნეო რადიოლოგიისა და რადიოეკოლოგიის გამოკვლევებით (Ананян В.Л. Агрохимические исследования искусственных радионуклидов в Армянской ССР, г Ереван, 1983г). დადგენილია, რომ რადიოსტრონციუმი (Sr) ქიმიური ბუნებით მსგავსია კალციუმისა (Ca), ხოლო რადიოცეზიუმი (Cs) კი—კალიუმის (K). ამის გამო მათი მიგრაცია ბიოლოგიური ჯაჭვის რგოლებში: ნიადაგი—მცენარე, მიმდინარეობს ერთად. ჩვენ უკვე ზემოთ ავღნიშნეთ, რომ რადიოსტრონციუმი (Sr) 1,4-ჯერ უფრო მტკიცედ უკავშირდება

შთანთქმის კომპლექსს, ვიდრე კალციუმი (Ca) და 30-ჯერ უფრო მტკიცედ უკავშირდება ცეზიუმი (Cs), ვიდრე კალიუმი (K). ყოველივე ამის გამო რადიობიოლოგიაში იყენებენ გადასვლის კოეფიციენტებს ნიადაგიდან მცენარეში. ამისთვის უნდა ვიცოდეთ საწყისი თანაფარდობა ნიადაგში:  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  და  $^{137}\text{Cs}/\text{K}$  და ამის შემდეგ ამავე თანაფარდობას ვსაზღვრავთ მცენარეში. ერთმანეთს შევადარებთ და ვადგენთ რომელი ელემენტი გაიზარდა ან შემცირდა გადასვლის დროს.

უნდა ვიცოდეთ, რომ რადიონუკლიდების ერთი რგოლიდან მეორეში გადასვლის სურათი ყოველთვის შეიძლება არ ემორჩილებოდეს კანონზომიერებებს, თუ არ გაითვალისწინებთ ატმოსფერული ნალექებით მცენარის ზედაპირზე მოხვედრილი რადიონუკლიდების რაოდენობას. ბიოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლში რადიონუკლიდების გადასვლის შესწავლისას გასათვალისწინებელია მრავალი ფაქტორი. თვით ნიადაგიდან მცენარეში გადასვლისას რადიონუკლიდების რაოდენობას მხოლოდ ზემოთ აღნიშნული თანაფარდობა არ განსაზღვრავს, არამედ იგი დამოკიდებულია ნიადაგის არეს რეაქციაზე. ნიადაგის არეს რეაქციის ცვლილება შეიძლება გამოიწვიოს მიწათმოქმედებაში მინერალური სასუქების და მელიორანტების გამოყენებამ.

რადიობიოლოგიის ზემოთ აღნიშნული კანონზომიერების შესწავლა წარმოადგენს საფუძველს ისეთი ღონისძიებების შემუშავებისათვის, რითაც შემცირებული იქნება ცხოველურ და მცენარეულ პროდუქტებში რადიონუკლიდების დაგროვება. მიწათმოქმედებაში ღონისძიებებიდან აღსანიშნავია აგრო-ქიმიური, მექანიკური, აგროტექნიკური და ბიოლოგიური. აგროქიმიური ღონისძიება ითვალისწინებს ნიადაგის თვისებებისა და მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებებს და ამასთანავე მოიცავს ყველა დანარჩენ მეთოდსაც. აგროქიმიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სასუქების შეტანით მცირდება რადიონუკლიდების დაგროვება პროდუქციის მასის ერთეულზე. სასუქების შეტანით მოსავლიანობა საგრძნობლად იზრდება, უსასუქოსთან შედარებით და რადიონუკლიდების საერთო რაოდენობა, გადანაწილებული მოსავლის მთელ რაოდენობაზე, იწვევს ნაკლები რადიონუკლიდების რაოდენობის მიღებას მასის ერთეულზე. ამასთან, სასუქების მეშვეობით ხდება ნიადაგში (Ca) კალციუმის და (K) კალიუმის რაოდენობის ზრდა, რაც თვისთავად იწვევს რადიონუკლიდების მცენარეში გადასვლის შემცირებას. ასევე ნიადაგში სასუქების შეტანით იზრდება მასში ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა, რაც იწვევს რადიონუკლიდების შებოჭვას ნიადაგში და მათი რაოდენობის შემცირებას პროდუქციაში.

კვლევის ობიექტად ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა გარდაბნის რაიონი კერძოდ, გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორია და განლაგებული

სოფლები: ლელა-აშხა, ქესალო, ნაზარლო, ჯანდარა, ვახტანგისი-აზერბაიჯანის საზღვრამდე. აღნიშნულ სოფლებში ჩატარებულ იქნა ექსპედიციები 2001-2006 წლებში. ამ სოფლებიდან აღებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები. ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები (ბადრიჯანი, სიმინდი, გარგარი, ხახვი, ქინძი, კარალიოკი, წიწმატი, ცოცხი, იონჯა, პომიდორი) და წყლის ნიმუშები (სასმელი წყალი, ჭა, არხი).

მოცემული ნიმუშების ანალიზები შესრულდა რადიოეკოლოგიისა და მოდელირების ლაბორატორიაში. რადიონუკლიდები განისაზღვრა ინსტრუმენტალური მეთოდით "CANBERRA"-ს ფირმის მრავალარხიან ალფა და გამა სპექტრომეტრულ ანალიზატორზე.

2001 წელს აღებული ნიადაგების ნიმუშების ანალიზის შედეგები მოყვანილია №9 ცხრილში (გვ 79). როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღნიშნული ტერიტორია დაბინძურებულია სხვადასხვა რადიონუკლიდებით. ყველა ნიმუშში აღმოჩნდა რადიონუკლიდი  $^{40}\text{K}$ , რომლის რადიონუკლიდური და ტოქსიკოლოგიური თვისებები ნაკლებად არის შესწავლილი. მისი შემცველობა ნიადაგში განისაზღვრება ნიადაგის ტიპის მიხედვით და გამოყენებული კალიუმის სასუქების დოზების შესაბამისად.

ჩვენს მიერ აღებული ნიადაგის ნიმუშები საერთო კალიუმის მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივი  $^{40}\text{K}$ -ის შემცველობა შესაბამისად მაღალია. გარდა ამისა, ამ ზონაში სასუქების გამოყენების ყოველწლიურმა დოზებმაც გარკვეულწილად გამოიწვია  $^{40}\text{K}$ -ის შემცველობის ასეთი დონე. გარდა  $^{40}\text{K}$ -ისა საკვლევ ნიადაგებში აღმოჩენილია რადიონუკლიდი  $^{137}\text{Cs}$ , რომლის შემცველობაც 0-20 სმ სიღრმეზე ყველაზე დიდი რაოდენობა სოფელ ლელა-აშხაში აღინიშნა 37,6 ბეკ/კგ, ყველაზე მცირე კი სოფელ ვახტანგისში და შეადგინა 24,1 ბეკ/კგ. ამასთან №9 ცხრილიდან ჩანს, რომ აღნიშნული სოფლების ნიადაგში აღმოჩნდა რადიონუკლიდები: რადონი ( $^{226}\text{Ra}$ ), თალიუმი ( $^{208}\text{Tl}$ ), ბისმუტი ( $^{211}\text{Bi}$ ), ( $^{226}\text{Ra}$ ) – ის ნახევრად დაშლის პერიოდი 1590 წელია და ის ბუნებრივი რადიონუკლიდია. მისი მაქსიმალური რაოდენობა მოცემულ ნიმუშებში დაფიქსირდა სოფელ ვახტანგისში

0-20 სმ სიღრმეზე და შეადგინა 57ბეკ/კგ.

იზოტოპ  $^{208}\text{Tl}$ -ის ნახევრად დაშლის პერიოდი 3,1 წუთია, იგი შედის თორიუმის ( $^{232}\text{Th}$ )-ის ოჯახში, ამიტომ მისი არსებობა სავსებით კანონზომიერია. ეს იზოტოპი დაფიქსირდა სოფელ ვახტანგისში და შეადგინა 46,8ბეკ/კგ.

რადიონუკლიდ ბისმუტის ( $^{211}\text{Bi}$ ) ნახევრად დაშლის პერიოდი სულ რაღაც 2,1 წუთია, მაგრამ იგი შედის ურანის( $^{235}\text{U}$ ) ოჯახში, რომლის ნახევრად დაშლის პერიოდი

7,07×10<sup>8</sup> წელია. ბისმუტის არსებობა ნიმუშებში განპირობებულია ურანის არსებობით. იგი დაფიქსირდა სოფელ ვახტანგისში 0-20 სმ სიღრმეზე და შეადგინა 108,8 ბეკ/კგ.

№10 ცხრილში მოცემულია რადიონუკლიდების შემცველობა მცენარეებში, ძირითადად აქცენტი გაკეთდა <sup>137</sup>Cs, რომლის რაოდენობა საკმაოდ დიდია გარგრის ნიმუშში სოფელ ლელა-აშხაში, რომელმაც შეადგინა 108ბეკ/კგ.

რუნ-2000 ჰიგიენური ნორმატივების მიხედვით დასაშვები ნორმაა ხილში <sup>137</sup>Cs-ის 40ბეკ/კგ, რომელიც 2,5-ჯერ აღემატება ზდკ-ს აღნიშნული ცხრილის ნიმუშებს, ხოლო ნაზარლოში აღებულ ქინძის ნიმუშში აღმოჩნდა <sup>137</sup>Cs 118ბეკ/კგ, ზდკ მიხედვით ბოსტნეულში ნორმა არის 320ბეკ/კგ, რომელიც ნაკლებია ნორმაზე.

გარდაბნის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში რადიონუკლიდების შემცველობა 2001 წ. ბეკ/კგ.

ცხრილი№10

ნიმუშის აღების ადგილი	დაშორება თბილ- სრესიდან კმ-ით	ნიმუშის სახეობა	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი		
			<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	ზდკ
ლელა- აშხა	1კმ	კარტოფილის ტუბერი	671		ბოსტნეულში ზდკ <sup>137</sup> Cs=40 ბეკ/კგ
ლელა- აშხა	1კმ	კარტოფილის კანი	977		ხილში ზდკ <sup>137</sup> Cs=320ბეკ/კგ
ლელა- აშხა	1კმ	ჭარხალი	410,5		
ლელა- აშხა	1კმ	ჭარხლის კანი	2003		
ლელა- აშხა	1კმ	ჭარხლის ფოთოლი	1758	62,0	
ლელა- აშხა	1კმ	გარგარი	1266	108	
ლელა- აშხა	1კმ	ღვინო	769		

ნაზარლო	7-კმ	იონჯა	2350	5,0	
ნაზარლო	7-კმ	ქინძი	1997	118,0	
ნაზარლო	7-კმ	თივა	1520	33	
ნაზარლო	7-კმ	ხორბალი	404,5		

№11 ცხრილში მოცემულია რადიონუკლიდ  $^{40}\text{K}$  შემცველობა როგორც არხში, ასევე ჭაში და ონკანის სასმელ წყალში. საანალიზო ნიმუში აღებული გვაქვს სხვადასხვა ადგილებიდან: ვახტანგისი 3-4 მ (ჭა), ჯანდარა 30მ (ჭა), მინისტრთა საბჭოს მეურნეობის სასმელი წყალი (ონკანი). როგორც ცხრილიდან ჩანს  $^{40}\text{K}$ -ის შემცველობა მატულობს 35 ბეკ/ლ-დან 203 ბეკ/ლ-მდე. რაც ძირითადად გამოწვეულია ნიადაგების ეროზიული პროცესებით. ნიადაგების ეროზიული პროცესების შედეგად სახნავი მიწის ნაკვეთებიდან, სადაც შეტანილია მინერალური კალიუმიანი სასუქები, ნიადაგის ზედა ფენა ირეცხება და ჩაირეცხება არხში. მდინარისათვის და სარწყავი წყლებისათვის დასაშვები ნორმები მომავალში შესამუშავებელია.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, თბოელექტროსადგურის ტერიტორიაზე სასმელი წყალი შეიცავს  $^{40}\text{K}$ -ს, რომლის დასაშვები ნორმაა 2,2, თბილსრესის სასმელ წყალში კი აღმოჩნდა 190 ბეკ/ლ, რაც ნორმას ბევრჯერ აღემატება, აღნიშნული წყალი აგრეთვე შეიცავს  $^{235}\text{U}$ , რომელიც დაფიქსირდა 5,5ბეკ/ლ, ამ რადიონუკლიდის ზღვ არის 3,0. ამ შემთხვევაში რადიონუკლიდის რაოდენობა თითქმის ორჯერ აღემატება დადგენილ ნორმას. (ცხრ. 11, გვ. 82).

2001 წელს გარდაბნის რაიონში აღებული ნიმუშების ანალიზის საფუძველზე განისაზღვრა ის წერტილები, საიდანაც 2002წელს უნდა ყოფილიყო ნიმუშები აღებული. ეს სოფლებია: ლელა-აშხა, ქესალო, ნაზარლო, ჯანდარა, ვახტანგისი.

№-12 ცხრილში (გვ. 85.) მოცემულია ამ სოფლებში აღებული ნიადაგის ნიმუშების რადიონუკლიდების ვრცელი ანალიზი. ცხრილიდან აშკარად ჩანს, რადიონუკლიდების კლების კანონზომიერება სიღრმესთან მიმართებაში. თუ გავითვალისწინებთ თბილსრესიდან გამომავალ კვამლის გადაადგილებას გაბატონებული ქარის მიმართულებით, აშკარად დავინახავთ  $^{137}\text{Cs}$  მატებას სოფელ ჯანდარამდე, ხოლო შემდეგ კლებას.

ნიადაგის ყველა ნიმუშში მკვეთრად არის გამოხატული  $^{212}\text{Pb}$  ტყვიის შემცველობა. რადიონუკლიდის ნახევრად დაშლის პერიოდი 10,6 საათია, ანუ 106 საათის გასვლის შემდგომ მისი აქტივობა ნულისკენ მიისწრაფვის, მაგრამ აღნიშნული იზოტოპი შედის Th დაშლის რიგში (რომლის ნახევრადდაშლის პერიოდი  $1.3 \cdot 10^{10}$  წელი). რადიონუკლიდი გამოყვავით იმის გამო, რომ იგი ყველა ნიმუშშია გამოხატული. მისი მაქსიმალური რაოდენობა 0-20 სმ. სიღრმეზე—106,7 ბეკ/კგ-ია, რომელიც დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში, ხოლო მინიმალური—სოფელ ნაზარლოში იმავე სიღრმეზე 46,5 ბეკ/კგ. (ცხრ. 12)

გარდაბნის რაიონის წყლებში რადიონუკლიდების

შემცველობა ბეკ/ლ, 2002წ

ცხრილი №13

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე, მ-ით	დაშორება თბილ- სრესიდან, კმ-ით	წყლის დასახელე ბა	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი						
				<sup>7</sup> Be	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>208</sup> Tl	<sup>211</sup> Bi	<sup>212</sup> Pb	<sup>234</sup> Rn
ლეღა-აშხა	25მ	1-კმ	ჭა	23,6	69,2		5,5	26	5,6	
ნაზარლო		7-კმ	სარწყავი არხი		84,9					
ჯანდარა	20მ	12-კმ	ჭა	17,7	124			13,9		
ჯანდარა		12-კმ	ტბა	57		3,6		70,6		
ვახტანგისი	20მ	10-კმ	ჭა		133,6		5,5			1,9
ძღკ					2,2					

საკვლევ პერიოდში გარდაბნის რაიონში 2002 წელს ნიადაგურ და მცენარეულ ნიმუშებთან ერთად აღებულია წყლის ნიმუშებიც, რომლის შედეგებიც მოყვანილია №13 ცხრილში. გარდაბნის ტერიტორიაზე სოფლების სარწყავი არხის, ჭის და ტბის წყლების ანალიზების შედეგად აღმოჩენილია რადიონუკლიდების ფართო სპექტრი.

№13 ცხრილში მოცემულია ჭის, ტბის და სარწყავი არხის წყლების ანალიზების შედეგად აღმოჩენილი რადიონუკლიდები, აღნიშნული ცხრილიდან ჩანს, რომ, აღმოჩენილია 6 რადიონუკლიდი. როგორც ვხედავთ <sup>40</sup>K აღმოჩენილია თითქმის ყველა ნიმუშში, მისი მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნა სოფელ ვახტანგისის ჭის წყალში და შეადგინა 133,6 ბეკ/ლ, ხოლო მინიმალური რაოდენობა

ამ რადიონუკლიდის აღმოჩნდა სოფელ ლელა-აშხას ჭის წყალში და შეადგინა 69,2 ბეკ/ლ. რადიონუკლიდი <sup>137</sup>Cs დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში და შეადგინა 3,6 ბეკ/ლ.

**გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში რადიონუკლიდების  
შემცველობა ბეკ/კგ, 2003წ**

ცხრილი№14

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე სმ-ით	დაშორება თბილ- სრესიდან კმ-ით	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი					
			<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>208</sup> Tl	<sup>211</sup> Bi	<sup>212</sup> Bi	<sup>212</sup> Pb
ლელა- აშხა	0-20სმ	1-კმ	1215		106		79	63
ლელა- აშხა	20-40სმ	1-კმ	1209		100	172	74	60
ლელა- აშხა	40-60სმ	1-კმ	1278		95	111	70	58
ქესალო	0-20 სმ	5-კმ	1708	44	127		96	96,4
ქესალო	20-40 სმ	5-კმ	1328	27	111		83	70,4
ნაზარლო	0-20 სმ	7-კმ	1465		150	190	114	82
ნაზარლო სიბინდის ქვეშ	0-20 სმ	7-კმ	1279	18	139		105	77
ნაზარლო სიბინდის ქვეშ	20-40 სმ	7-კმ	1351			85		
ნაზარლო	20-40 სმ	7-კმ	1410		125	177	94	71
ნაზარლო	40-60 სმ	7-კმ	1419		117	139	88	68
ჯანდარა	0-20სმ	12-კმ	1426	37	378	195	296	180
ჯანდარა	20-40 სმ	12-კმ	1061	20	341		266	164
ჯანდარა	40-60 სმ	12-კმ	947		162		124	87
ვახტანგისი	0-20სმ	12-კმ	1716		103		77	62
ვახტანგისი	20-40 სმ	12-კმ	1582	36	86	128	63	74
ვახტანგისი	40-60 სმ	12-კმ	1393	24	59		42	48
ჯანდარის ტბის ქვიშა		12-კმ	1131		23		57	51



კვლევის პერიოდში 2003 წელს გარდაბნის რაიონის სოფლებიდან აღებული ნიადაგების ნიმუშების ანალიზის შედეგები მოყვანილია №14 ცხრილში როგორც ჩანს, 5 სოფლის 17 ნიმუშშივე აღმოჩნდა  $^{40}\text{K}$  გარკვეული რაოდენობით.

№14 ცხრილიდან აშკარად ჩანს, რომ ყველა აღებულ ნიმუშში ანალიზის შედეგად გამოვლინდა  $^{212}\text{Pb}$ , გარდა სოფელ ნაზარლოში სიმინდის ნათესებში  $^{212}\text{Pb}$  –ის მაქსიმალური რაოდენობა დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში 0-20 სმ სიღრმეზე 180 ბეკ/კგ, ხოლო მინიმალური რაოდენობა სოფელ ვახტანგისში 62 ბეკ/კგ-ზე 0-20 სმ სიღრმეზე. რაც შეეხება რადიონუკლიდ  $^{211}\text{Bi}$ , მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი სულ რაღაც 2,1 წუთია, მაგრამ იგი შედის ურანის ( $^{235}\text{U}$ ), ოჯახში, რომლის ნახევრად დაშლის პერიოდი  $7,07 \cdot 10^8$  წელია. ბისმუტის არსებობა ნიმუშებში განპირობებულია ურანის არსებობით.  $^{211}\text{Bi}$ -ის ყველაზე მაქსიმალური რაოდენობა დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში 0-20სმ სიღრმეზე–195 ბეკ/კგ, ხოლო ყველაზე მცირე რაოდენობა სოფელ ნაზარლოში 0-20 სმ სიღრმეზე და შეადგინა 190 ბეკ/კგ. სიღრმის მატებასთან ერთად რადიონუკლიდების რაოდენობა იკლებს.

**გარდაბნის რაიონის წყლებში, ღვინოში და ნალექებში რადიონუკლიდების შემცველობა ბეკ/ლ, 2003 წ**

ცხრილი №15

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე, მ-ით	დაშორება თბილისიდან, კმ-ით	წყლის დასახელება	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი		
				<sup>40</sup> K	<sup>211</sup> Bi	<sup>235</sup> U
ლელა-აშხა	28მ	1-კმ	ჭა	141		
ლელა-აშხა		1-კმ	ღვინო	219		
ლელა-აშხა		1-კმ	წვიმა (ნალექი)	144		
ქესალო	4მ	5-კმ	ჭა	192	62	
ნაზარლი	8,5მ	7-კმ	ჭა	97		5,3
ჯანდარა		12-კმ	ტბა	88		
ჯანდარა		12-კმ	სარწყავი	105		
ვახტანგისი		10-კმ	სარწყავი	149		
ზღკ				2,2		3

№15 ცხრილში მოყვანილია 2003 წელს გარდაბნის რაიონის წყლებში, ღვინოში და ნალექში რადიონუკლიდების რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლები, ცხრილიდან ჩანს, რომ <sup>40</sup>K-ის მაქსიმალური რაოდენობა 219 ბკ/ლ აღმოჩენილია სოფელ ლელა-აშხას ღვინოში. შემდეგ სოფელ ქესალოს ჭის წყლის ნიმუშში 192 ბკ/ლ. გარდაბნის რაიონის წყლებში აღმოჩენილია <sup>235</sup>U, რაც იმას ნიშნავს, რომ სოფელ ნაზარლოს ჭის წყალი საკმაოდ დაბინძურებულია. მოცემულ შემთხვევაში კი ნაზარლოში დაფიქსირდა 5,3 ბკ/ლ. აგრეთვე აღმოჩენილია <sup>211</sup>Bi სოფელ ქესალოს წყლის (ჭის) ნიმუშში, რომელიც შეადგენს 62 ბკ/ლ. როგორც ჩვენთვის ცნობილია, <sup>211</sup>Bi შედის <sup>235</sup>U-ის ოჯახში.

როგორც ჩვენთვის ცნობილია, საკვებ პროდუქტებში <sup>40</sup>K-ის შემცველობის სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმები ჯერჯერობით არ არის მოცემული, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ იგი მიეკუთვნება საკვებიდან სისხლში გადასვლის სწრაფი ტიპის რადიონუკლიდს. ამიტომ იგი მეტად საინტერესო რადიონუკლიდია და მოითხოვს შემდგომ გამოკვლევებს, მისი რადიობიოლოგიური როლის და თვისებების გამო, რომელიც აღებულ ნიმუშებში ყველგანაა დაფიქსირებული. ყველაზე მაქსიმალური

რაოდენობა ამ რადიონუკლიდისა აღმოჩენილია ქ. გარდაბნის ქინძის ნიმუშში და მან შეადგინა 7334 ბეკ/კგ. ყველაზე მცირე რაოდენობით აღმოჩნდა სოფელ ლელა-აშხას ხილში, კერძოდ, მსხალში-340 ბეკ/კგ და კარალიოკში-339 ბეკ/კგ.

როგორც №16 ცხრილიდან ჩანს,  $^{234}\text{Th}$  დაფიქსირდა ლელა-აშხას სიმინდის მარცვალში 197 ბეკ/კგ, ხოლო იგივე სიმინდის ფუჩენში აღმოჩნდა 1992 ბეკ/კგ, ანუ მარცვალთან შედარებით ეს რადიონუკლიდი სიმინდის ფუჩენში თითქმის 10-ჯერ მეტია. იგივე კანონზომიერება მივიღეთ  $^{40}\text{K}$ -ის შემთხვევაში, სიმინდის მარცვალში  $^{40}\text{K}$ -ის რაოდენობა იყო 408 ბეკ/კგ-ზე, ხოლო იგივე სიმინდის ფუჩენში-1348 ბეკ/კგ-ზე. აგრეთვე ნიმუშებში დაფიქსირდა ტყვიის  $^{212}\text{Pb}$  შემცველობაც. მაგალითად, ლელა-აშხას კარალიოკში მივიღეთ 56 ბეკ/კგ, ხოლო იგივე სოფლის იონჯაში 22 ბეკ/კგ-ზე.

როგორც ჩვენთვის ცნობილია,  $^{234}\text{Th}$ -ის ნახევრად დაშლის პერიოდი სულ რაღაც 24,5 დღეა და მისი გაქრობა 245 დღეში მოხდება, მაგრამ იგი შედის  $^{238}\text{U}$ -ის დაშლის რიგში, მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი  $4,5 \cdot 10^9$  წელია, ამიტომ მისი არსებობა განპირობებულია  $^{238}\text{U}$ -ის არსებობით. აღსანიშნავია, რომ ლელა-აშხაში აღებულ 2 ნიმუშში აღმოჩენილია  $^{235}\text{U}$ . მაგალითად, იონჯაში  $^{235}\text{U}$  არის 79 ბეკ/კგ, ხოლო იგივე დაფქულ იონჯაში დაფიქსირდა 18 ბეკ/კგ.

2004 წელს მოხდა ჩვენს მიერ მცენარეული ნიმუშების აღება. განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციეთ ბადრიჯნის, პომიდორის და ცოცხის ნიმუშებს, რომელთა შედეგები მოყვანილია №17 ცხრილში, როგორც აღნიშნული ცხრილიდან ჩანს, ყველა ნიმუშში მკაფიოდ გამოიხატა რადიონუკლიდები  $^{40}\text{K}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{235}\text{U}$ . ყველაზე დიდი რაოდენობა კი რადიონუკლიდ  $^{40}\text{K}$ -ის, რომლის მაქსიმალური რაოდენობა (2624ბეკ/კგ) აღმოჩნდა სოფელ ქესალოს ცოცხის ნიმუშში, თუმცა მასში რადიონუკლიდი  $^{212}\text{Pb}$  საერთოდ არ აღინიშნა,  $^{235}\text{U}$  იყო 35 ბეკ/კგ. მინიმალური რაოდენობა რადიონუკლიდ  $^{40}\text{K}$  დაფიქსირდა ანალოგიურ სოფელში ბადრიჯნის ნიმუშში, რომელიც შეადგენდა 117 ბეკ/კგ. თუმცა იგივე ნიმუშში  $^{235}\text{U}$  არ დაფიქსირდა. ხოლო რადიონუკლიდი  $^{212}\text{Pb}$ -ის რაოდენობამ შეადგინა 13 ბეკ/კგ. სოფელ ნაზარლოს პომიდორში აღმოჩენილია რადიონუკლიდი  $^{234}\text{Th}$ . მისმა რაოდენობამ შეადგინა 344 ბეკ/კგ. თუმცა სხვა ნიმუშებში ეს რადიონუკლიდი არ დაფიქსირდა. რადიონუკლიდი  $^{235}\text{U}$ -ის ყველაზე მაღალი რაოდენობა 121 ბეკ/კგ დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარას ცოცხის ნიმუშში.

გარდაბნის რაიონის მცენარეებში რადიონუკლიდების შემცველობა. ბეკ/კგ, 2004წ

ცხრილი №17

ნიმუშის აღების ადგილი	დაშორება თბილ- სრესიდან კმ-ით	ნიმუშის დასახელება	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი			
			<sup>40</sup> K	<sup>212</sup> Pb	<sup>234</sup> Th	<sup>235</sup> U
ქესალო	5-კმ	ბადრიჯანი	117	13		
ქესალო	5-კმ	ცოცხი	2624			35
ნაზარლო	7-კმ	ბადრიჯანი	158	27		13
ნაზარლო	7-კმ	პომიდორი	268		344	11
ნაზარლო	7-კმ	ცოცხი	1913	27		15
ჯანდარა	12-კმ	ცოცხი	2027	90		121

2006 წელს ჩავატარეთ ექსპედიცია გარდაბნის რაიონის აღნიშნულ სოფლებში, რათა კიდევ ერთხელ გადაგვემოწმებინა იქ არსებული სიტუაცია. 2006 წელს ნიმუშების აღება მოხდა როგორც აღნიშნულ სოფლებში, ასევე სოფლებშორისაც, რომლებიც დაშორებული იყვნენ გარდაბნის თბოელექტროსადგურიდან რამოდენიმე კმ-ით. როგორც №18 ცხრილიდან ჩანს, გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში ბუნებრივი რადიონუკლიდი <sup>40</sup>K ყველა ნიმუშში დაფიქსირდა. ნიადაგებში ბუნებრივი რადიონუკლიდი <sup>40</sup>K-ის არსებობა განპირობებულია ნიადაგების დედაქანების შემადგენლობით და ასევე ფოსფორიანი სასუქების მზარდი გამოყენებით. ასევე ცხრილიდან ჩანს, რომ <sup>40</sup>K-ის რაოდენობა გაცილებით მეტია 0-20 სმ სიღრმეზე, ვიდრე 20-40 სმ.

რადიონუკლიდი <sup>137</sup>Cs-ის მიგრაცია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებით ნიადაგებში გამოწვეულია მისი ქიმიური ბუნებით, რომელიც მსგავსია

კალიუმის, რის გამოც გარემოდან მცენარეში მისი გადასვლა ურთიერთკავშირშია კალიუმის შემცველობასთან ნიადაგში. როგორც ცხრილიდან ჩანს რადიონუკლიდი <sup>137</sup>Cs-ის მაქსიმალური რაოდენობა 47 ბეკ/კგ დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში, ხოლო მინიმალური რაოდენობა ქ. გარდაბანსა და სოფელ ქესალოს შორის 3 ბეკ/კგ. სოფელ ლელა-აშხას ნიადაგებში ეს რადიონუკლიდი საერთოდ არ დაფიქსირდა.

**გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში რადიონუკლიდების შემცველობა  
ბეკ/კგ, 2006 წელი**

ცხრილი №18

ნიმუშის აღების აღილი	სიღრმე სმ-ით	დაშორება თბილ- სრესიდან კმ-ით	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი					
			<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>208</sup> Tl	<sup>11</sup> Bi	<sup>212</sup> Pb	<sup>214</sup> Pb
ლელა- აშხა	0-20სმ	1კმ	1414			91		73
ლელა- აშხა	20-40სმ	1კმ	1033		18	119	24,6	68
გარდაბანი- ქესალო	0-20სმ	3კმ	1332	11	31	114	30	79
გარდაბანი- ქესალო	20-40სმ	3კმ	1258	3				52
ქესალო	0-20სმ	5კმ	1471	19				80
ქესალო	20-40სმ	5კმ	1377	13			46	63
ნაზარლო	0-20სმ	7კმ	1519	25				56
ნაზარლო	20-40სმ	7კმ	919	20				46
ჯანდარა	0-20სმ	12კმ	1286	47	41	211	34	117
ჯანდარა	20-40სმ	12კმ	1273	17			22	103
ნაზარლო- ვახტანგისი	0-20სმ	3კმ	1262	29	23	146	27	60

ნაზარლო- ვახტანგისი	20-40სმ	3კმ	1259	22				49
ვახტანგისი	0-20სმ	7კმ	897	25	28		29	60
ვახტანგისი	20-40სმ	7კმ	840	20			20	50

2006 წელს გარდაბნის რაიონის სოფლების წყლების ნიმუშებში კერძოდ; ჭის და სარწყავ არხში აღმოჩენილია შემდეგი რადიონუკლიდები:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ . ჩატარებული ანალიზების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ჭის წყალში  $^{234}\text{Th}$  შემცველობა აღმოჩნდა 87–114 ბეკ/ლ, სარწყავ არხში კი 191-247 ბეკ/ლ-მდე. ციფრობრივ მონაცემთა საფუძველზე დავასკვნით, რომ სარწყავი არხი და ჭის წყალები საკმაოდ დაბინძურებულია, რადგან რადიონუკლიდი  $^{234}\text{Th}$  შედის რადიონუკლიდ  $^{238}\text{U}$ -ის დაშლის რიგში (მის ნახევრადდაშლის პერიოდია მილიონობით წელი) ამიტომ იგი მუდმივად იარსებებს აღნიშნულ წყლებში, რომელიც აქტიურად ერთეება ეკოლოგიურ ჯაჭვში–ნიადაგი, მცენარე, პროდუქცია და საბოლოოდ აღმოჩნდება ადამიანის ორგანიზმში. ხოლო სოფელ ქესალოს სასმელ წყალში აღმოჩენილია რადიონუკლიდი  $^{212}\text{Bi}$ , რომელმაც შეადგინა 12 ბეკ/ლ. აღნიშნული ელემენტი შედის  $^{235}\text{U}$  ის ოჯახში, ამიტომ სავარაუდოა ურანის არსებობაც (ცხრ. 19).

გარდაბნის რაიონის წყლებში და ღვინოში რადიონუკლიდების შემცველობა ბეკ/ლ, 2006 წელი  
ცხრილი № 19

ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე მ-ით	დაშორება თბილ- სრესიდან კმ-ით	წყლის დასახელება	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი			
				<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>234</sup> Th	<sup>212</sup> Bi
ღელა-აშხა	22მ	1კმ	ჭა	181	0,3	114	
ღელა-აშხა		1კმ	სარწყავი არხი	232	1,7	247	
ღელა-აშხა		1კმ	ღვინო	389	1,6		
გარდაბანი- ქესალო	10მ	3კმ	ჭა	113	2,3	91	
ქესალო	15მ	5კმ	ჭა	206			
ქესალო	12მ	5კმ	ჭა	113			12
ნაზარლო		7კმ	სარწყავი არხი	103	14,3	217	
ჯანდარა		12კმ	სარწყავი არხი	232	11,1	191	
ნაზარლო- ვახტანგისი	10მ	3კმ	ჭა	183	3,2	87	
ვახტანგისი	7მ	10კმ	ჭა	178	4,2	112	
ზღკ				2,2			

№20 ცხრილში მოყვანილია გარდაბნის რაიონის მცენარეებში რადიონუკლიდების შემცველობა. როგორც ცხრილიდან ჩანს, თითქმის ყველა ნიმუშში როგორცაა: მსხალი, კარალიოკი, ბროწეული, ღელქაში, ცოცხი, ღობიო აღინიშნა რადიონუკლიდი <sup>40</sup>K, <sup>212</sup>Pb, <sup>211</sup>Bi. რადიონუკლიდი <sup>40</sup>K-ის მაქსიმალური რაოდენობა 2004 ბეკ/კგ დაფიქსირდა სოფელ ღელა-აშხის ბროწეულში, ხოლო მინიმალური იმავე სოფლის მსხლის ნიმუშში და შეადგინა 445 ბეკ/კგ. ყველაზე მაქსიმალური 2459 ბეკ/კგ რაოდენობა აღმოჩნდა ცოცხის ნიმუშში, რომელიც აღებულ იქნა ქ. გარდაბანსა და სოფელ ქესალოს შორის აღებულ ნიმუშში.

ჩატარებული კვლევის შედეგად გარდაბნის რაიონის ყველა ნიმუშში აღმოჩნდა რადიონუკლიდი <sup>212</sup>Pb. მაქსიმალური რაოდენობა დაფიქსირდა სოფელ ჯანდარაში,

რომელიც დაშორებულია გარდაბნის თბოელექტროსადგურიდან 8კმ-ით და შეადგინა 334 ბეკ/კგ, ხოლო მინიმალური რაოდენობა-სოფელ ლელა-აშხაში, რომელიც დაშორებულია თბოელექტროსადგურიდან 1კმ-ით და მისმა რაოდენობამ შეადგინა 113 ბეკ/კგ. ცხრილიდან აგრეთვე ჩანს, რომ ზოგიერთ ნიმუშში აღმოჩენილია რადიონუკლიდი  $^{211}\text{Bi}$ , მისმა მაქსიმალურმა რაოდენობამ შეადგინა სოფელ ნაზარლოს კარალიოკში 97 ბეკ/კგ, ხოლო მინიმალური 13 ბეკ/კგ, სოფელ ლელა-აშხას მსხალში.

გარდაბნის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებში რადიონუკლიდების შემცველობა ბეკ/კგ, 2006წ  
ცხრილი№20

ნიმუშის აღების ადგილი	დაშორება თბილ-სრესიდან კმ-ით	ნიმუშის დასახელება	რ ა დ ი ო ნ უ კ ლ ი დ ე ბ ი		
			$^{40}\text{K}$	$^{211}\text{Bi}$	$^{212}\text{Pb}$
ლელა-აშხა	1კმ	მსხალი	445	13	113
ლელა-აშხა	1კმ	ღობიო	445	27	221
ლელა-აშხა	1კმ	კარალიოკი	1573	29	311
ლელა-აშხა	1კმ	ბროწეული	2004		211
გარდაბანი-ქესალო	3კმ	ცოცხი	2459	21	195
ქესალო	5კმ	კარალიოკი	1687	41	193
ნაზარლო	7კმ	კარალიოკი	1921	97	201
ჯანდარა	12კმ	ლელქაში	1989		334
ვახტანგისი	10კმ	კარალიოკი	1536	62	193
ვახტანგისი	10კმ	ცოცხი	2322	31	202

როგორც ცნობილია, სოფლების განლაგება თბოელექტროსადგურიდან შემდეგია: ლელა-აშხა, ქესალო, ნაზარლო, ჯანდარა, ვახტანგისი. უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა



სოფელი განლაგებულია დაბლობზე, ხოლო სოფელი ჯანდარა მდებარეობს მაღლობზე. ამიტომ ჩვენი ვარაუდი გამართლდა და რადიონუკლიდური შემადგენლობის პიკი სწორედ ამ სოფელში დაფიქსირდა, თბოელექტროსადგურიდან გამოსული გამონაბოლქვი ყველაზე მეტად ამ სოფელს ეფინება. ეს განპირობებულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ გაბატონებული ქარის ნიადაგზე.

ჩვენი მოსაზრების დასამტკიცებლად 2001-2006 წლებში ზემოთ აღნიშნული სოფლებიდან აღებულ იქნა ნიადაგის, წყლის, მცენარის და სხვადასხვა საკვები პროდუქტების ნიმუშები. რომლებშიც განისაზღვრა რადიონუკლიდური შემადგენლობის სრული სპექტრი. მიღებული შედეგებიდან თვალსაჩინოებისათვის აქცენტი გავაკეთეთ რადიონუკლიდ  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ; მიღებული ციფრობრივი მასალების საფუძველზე, რომლებზეც აგებულ იქნა გრაფიკები. როგორც ყველა გრაფიკიდან ჩანს, რადიონუკლიდი  $^{137}\text{Cs}$  სიღრმესთან მიმართებაში (0-20სმ. I-შრე და 20-40სმ II-შრე) თანაბრად მცირდება. ეს რადიონუკლიდი პიკს იძლევა 2001 წელში და შემდეგ თანაბრად მცირდება, ანუ აღინიშნა ხსენებული რადიონუკლიდის შემცირების ტენდენცია წლებთან მიმართებაში.

რაც შეეხება რადიონუკლიდ ტყვიის 212-ე იზოტოპს ( $^{212}\text{Pb}$ ), იგი პიკს ყველა სოფელში გვაძლევს 2003 წელს და შემდეგ ეცემა.

როგორც  $^{137}\text{Cs}$ -ის შემთხვევაში, ასევე აქაც, ნიადაგის შრეებთან მიმართებაში იგივე კანონზომიერება დაფიქსირდა. მიღებული შედეგებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რადიონუკლიდებით რომ ყველაზე მეტად დაბინძურებულია სოფელი ჯანდარა.

#### 4.1 გარდაბნის რაიონის ეკოლოგიური ჯაჭვის რგოლში რადიონუკლიდების ბალანსი

ბიოსფეროს გარსში, ნიადაგი წარმოადგენს ბუნების ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს, რომელშიც ხდება ხელოვნური და ბუნებრივი რადიონუკლიდების ლოკალიზაცია. მათი გარემოში მოხვედრა ხდება ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის შედეგად. შევეცადეთ დაგვედინა რადიონუკლიდების მიგრაციის სქემა, რისთვისაც გამოკვლეული იქნა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურიდან 800-1000მ მოშორებით ნიადაგის, წყლის, მცენარეების, მეცხოველეობის პროდუქტების ნიმუშები. ასევე შესწავლილი იქნა მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის: ხორცის, ტყავის, კუჭში ნახევრად გადამუშავებული საკვების და ამავე საქონლის ნაკელის საანალიზო

ნიმუშები. ყველა ნიმუშში ვაწარმოებდით რადიონუკლიდების განსაზღვრას მრავალარხიანი ალფა და გამა სპექტრომეტრული ანალიზატორით.

**რადიონუკლიდების შემცველობა სოფელ ლელა-აშხას  
ნიმუშებში 2003 წ**

ცხრილი №21

ნიმუშის აღების ადგილი	ნიმუშის დასახელება	დაშორება სრესიდან კმ-ით	რადიონუკლიდ ები ბეკ/კგ-ბეკ/ლ
			<sup>40</sup> K
ლელა-აშხა	ნიადაგი	1კმ	1252
ლელა-აშხა	ჭის წყალი	1კმ	141
ლელა-აშხა	სიმინდის მარცვალი	1კმ	408
ლელა-აშხა	სიმინდის ფუჩენი	1კმ	1348
ლელა-აშხა	იონჯის თივა	1კმ	3631
ლელა-აშხა	ძროხის რძე	1კმ	211
ლელა-აშხა	ძროხის ხორცი	1კმ	406
ლელა-აშხა	ძროხის ტყავი	1კმ	257
ლელა-აშხა	კუჭში გადამუშავებ ული საკვები	1კმ	277
ლელა-აშხა	ნაკელი	1კმ	701

ძირითადი აქცენტი აღებულ იქნა ისეთ რადიონუკლიდზე, რომლის შემცველობა იყო ყველა ობიექტში და კერძოდ <sup>40</sup>K, ზემოთ აღნიშნულ 21 ცხრილიდან გამომდინარე,

შევეცადეთ შეგვედგინა  $^{40}\text{K}$  ბალანსი ბიოლოგიური ჯაჭვის მიხედვით: ნიადაგი-წყალი-საკვები-მეცხოველეობის პროდუქცია ( რძე, ხორცი, ტყავი).

$^{40}\text{K}$ -ის შემცველობა შემდეგია: რუხ-ყავისფერ ნიადაგში 1252 ბეკ/კგ, ჭის წყალში 141 ბეკ/ლ, სიმინდის მარცვალში 408 ბეკ/კგ, სიმინდის ფუჩეჩში 1348 ბეკ/კგ, იონჯის თივაში 3631 ბეკ/კგ, ძროხის რძეში 211 ბეკ/ლ, ძროხის ხორცში 406 ბეკ/კგ, ძროხის ტყავში 257 ბეკ/კგ, კუჭში ნახევრად გადამუშავებული საკვები 277 ბეკ/კგ, ნაკელი 701 ბეკ/კგ.

ერთი ძროხა დღე-ღამეში ზამთრის პერიოდში საშუალოდ სვამს 30 ლ. წყალს, ჭამს 2 კგ. სიმინდის მარცვალს, 5 კგ. სიმინდის ფუჩეჩს, 2 კგ. იონჯის თივას. გამონაგარიშებულ იქნა საშუალოდ ერთი ძროხის დღე-ღამური ულუფა.

1. წყალი 141 ბეკ/ლ.  $30=4230$  ბეკ/ლ.
2. სიმინდის მარცვალი 408 ბეკ/კგ.  $2$  კგ= $816$  ბეკ/კგ.
3. სიმინდის ფუჩეჩი 1348 ბეკ/კგ.  $5$  კგ= $6740$  ბეკ/კგ.
4. იონჯის თივა 3631 ბეკ/კგ  $2$  კგ= $7262$  ბეკ/კგ.

სულ დღე-ღამეში ერთი სული ძროხა დებულობს საორიენტაციოდ  $4230+816+6740+7262=19048$  ბეკ/კგ

რაც შეეხება გასავალს, თუ ძროხა იწველება 8 ლ. რძეს  $8 \times 211=1688$  ბეკ/ლ. ნაკელის სახით გამოყოფს ორგანიზმიდან  $20 \times 701=14220$  ბეკ/კგ, ხოლო შარდის სახით (20% ნაკელის რაოდენობიდან)  $142 \times 10=1420$  ბეკ/კგ გასავალი სულ შეადგენს ( $1688+14220+1420=17328$ ) ანუ ორგანიზმში ყოველდღიურად რჩება  $19048-17328=1720$  ბეკ/კგ რადიონუკლიდი  $^{40}\text{K}$  ცხოველის ორგანიზმში ასე განაწილდა: ყველაზე მეტი აღმოჩნდა ცხოველის ნაკელში 701 ბეკ/კგ, შემდეგ ხორცში 406 ბეკ/კგ, კუჭში გადამუშავებულ ნივთიერებაში 277 ბეკ/კგ და ყველაზე ნაკლები ცხოველის ტყავში 257 ბეკ/კგ. იმისთვის, რომ შეგვესწავლა ცხოველის საკვებში  $^{40}\text{K}$ -ის შემცველობა განვსაზღვრეთ სიმინდის მარცვალი, სიმინდის ფუჩეჩი. აღმოჩნდა, რომ სიმინდის მარცვალში იყო 408 ბეკ/კგ, ხოლო სიმინდის ფუჩეჩში 1348 ბეკ/კგ, თუ ზოგად ბალანს გავაკეთებთ  $^{40}\text{K}$ -ის რადიონუკლიდისა, 1კგ. საკვებზე გადაანგარიშებით მივიღებთ ასეთ სურათს (ეს ძალზე პირობითი იქნება, მაგრამ ამავე დროს ძალზე საგულისხმო) სიმინდის მარცვლის აქტივობას დამატებული მისი ფუჩეჩის აქტივობა ( $408+1348=1756$  ბეკ/კგ), ხოლო ცხოველის ორგანიზმსა და მის გამონაყოფში აღმოჩნდა:  $701+406+277+257=1641$  ბეკ/კგ და დაგვრჩა ბალანსში სხვაობა 115 ბეკ/კგ, რაც ალბათ იმ ორგანიზმში, რაშიც ვერ

განვსაზღვრეთ რადიონუკლიდები, კერძოდ, სისხლში, შარდში და სხვა. ამდენად, ბალანსში მიღებულ საკვებსა და მისი ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოებს შორის გვამღევს სურათს, თუ როგორ ნაწილდება რადიონუკლიდები ბიოლოგიურ ჯაჭვში. საგულისხმოა ისიც, რომ რადიონუკლიდების 50–60% ცხოველის ორგანიზმიდან გამოიყოფა გარემოში, ხოლო დანარჩენი დეპონირდება სხვადასხვა ორგანოებში. სწორედ ეს ორგანოებია კვლევის შემდეგი საგანი, რათა განვსაზღვროთ მათი იქიდან გამოდევნა სხვადასხვა ჩვენს მიერ შექმნილი რადიოპროტექტორების, ანუ რადიონუკლიდების გამოდევნის ე.წ. რადიოშარდმდენის, რადიონალველმდენის თვისების მქონე სხვადასხვა მცენარეული ექსტრაქტების გამოყენებით.

ჩვენს მიერ ზემოთ მოყვანილი მასალებიდან ჩანს, რომ შესაძლებელია შეიქმნას რადიონუკლიდების ბალანსი ბიოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლებისათვის და არა მხოლოდ ნიადაგისა, მეცხოველეობის პროდუქციას შორის, არამედ გარემოსა და ცოცხალ ორგანიზმებს შორისაც (მცენარე, ცხოველი, ადამიანი).

#### 4.2 გარდაბნის ეკოლოგიური ჯაჭვის რგოლებში მძიმე მეტალების შემცველობა

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მძიმე მეტალების დაგროვება ხდება როგორც წყალში, ნიადაგში, ასევე ცოცხალ ორგანიზმებში. ადამიანისა და ცხოველებისათვის საშიშია შემდეგი მძიმე მეტალები: Zn, Ac, Fe, Pb, Ag, Cu, Ni, Cr და სხვა.

გარემოში მძიმე მეტალების დაგროვების წყაროს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი, ბუნებრივი გაზის წვის პროდუქტები, თბოელექტროსადგურები, ატომური ელექტროსადგურები, სამრეწველო ორგანიზაციებისა და საწარმოების ჩამდინარე წყლები. ასევე მათი დაგროვების გარკვეული წილი ეკუთვნით სამრეწველო ნარჩენებისა და ს/მ ქიმიზაციის საშუალებებს.

თუთია (Zn)-ყველაზე ტოქსიკურია მცენარეთათვის სხვა მეტალებთან შედარებით (მინევი და სხვები, 1984წ). თუთიის რაოდენობა ნიადაგში იზრდება მჟავიანობის გაზრდასთან ერთად. კარბონატულ ნიადაგებში კი ხშირია მისი ნაკლებობა და 2 მგ/კგ-ით ნაკლები რაოდენობით შემცველობისას თუთია ითვლება ნაკლებად.

ტყვია (Pb)-ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ტოქსიკანტია და მისი შემცველობა ბენზინში 75%-ს შეადგენს გამონაბოლქვის სახით, ჰაერიდან იგი ხვდება ნიადაგში და იქიდან მცენარეში. ცხოველთა საკვებში იგი არ უნდა აღემატებოდეს 2მგ/კგ-ს ყოველ კგ. ცოცხალ მასაზე დღე-ღამის ულუფაში.

დარიშხანი (Ac) წარმოადგენს სამრეწველო გადამუშავების და მცენარეთა დაცვის საშუალებების გამოყენების ნარჩენს. ყველაზე მეტი რაოდენობით Ac გვხვდება ზღვის წყალში და თევზში. ამიტომ ადამიანის რაციონში ზღვის პროდუქტების გაზრდა იწვევს მის მოხვედრას ორგანიზმში.

ადამიანის ორგანიზმში მძიმე მეტალების მოხვედრის გზებს წარმოადგენს: ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, მცენარე. გარემოსა და ადამიანის ორგანიზმში შესაძლო მოხვედრის ყველაზე უნიკალურ ინდიკატორს წარმოადგენს მცენარეში მძიმე მეტალების შემცველობა. მიწათმოქმედების ზეგავლენით გარემოსა და ადამიანის ორგანიზმში მძიმე მეტალების მოხვედრის წყაროს წარმოადგენს მინერალური სასუქების და პესტიციდების შეტანა ნიადაგში. აღნიშნული საშუალებები დიდი რაოდენობით შეიცავენ ბალასტ ნივთიერებებს, რომელთა შორისაა მძიმე მეტალები. შემდეგ ისინი ნიადაგიდან ხვდებიან ს/ს კულტურებში, ხოლო მათი პროდუქტის მეშვეობით ადამიანის საკვებში.

მძიმე მეტალების შემცველობის შესახებ ანალიზები ჩატარებულ იქნა სსიპ რადიოლოგიისა და ეკოლოგიის კვლევით ინსტიტუტში რენდგენოფლოროცენტრულ ანალიზატორზე.

მძიმე მეტალების შემცველობა გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში  
2001 წ

ცხრილი №22

ნიმუშის ადების ადგილი	მძიმე მეტალების შემცველობა 2001წ, გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში, მგ/კგ		
	Zn	Pb	Fe
ლელა-აშხა 0-20სმ	770	360	3492
ლელა-აშხა 20-40სმ	260	320	3426
თბილსრესიდან 2კმ რუბეროიდის ქარხანა 0-20სმ	920	280	3105
თბილსრესიდან 2კმ რუბეროიდის ქარხანა 20-40სმ	650	220	2988
ვახტანგისი 0-20სმ	910	280	3534
ვახტანგისი სიმინდის ქვეშ 20-40სმ	850	240	3447
ვახტანგისი 20-40სმ	750	220	3360
ზ.დკ	300	130	420

მძიმე მეტალების შემცველობა გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში  
2002 წ

ცხრილი №23

ნიმუშის აღების ადგილი	მძიმე მეტალები შემცველობა 2002წ, გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში, მგ/კგ		
	Zn	Pb	Fe
ლეღა-აშხა 0-20სმ	370	–	3632
ლეღა-აშხა 20-40სმ	130	–	3588
ქესალო 0-20	220	40	3977
ქესალო 20-40სმ	280	50	3607
ნაზარლო 0-20სმ	370	50	3643
ნაზარლო 20-40სმ	330	50	3398
ჯანდარა 0-20სმ	320	–	3870
ჯანდარა 20-40სმ	610	110	3638
ვახტანგისი 0-20სმ	490	50	3310
ვახტანგისი 20-40სმ	560	–	3592
ზ.დკ	300	130	420

მძიმე მეტალების შემცველობა გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში  
2003 წ

ცხრილი №24

ნიმუშის აღების აღვილი	მძიმე მეტალები შემცველობა 2003წ, გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში, მგ/კგ		
	Zn	Pb	Fe
ლეღა-აშხა 0-20სმ	240	–	3510
ლეღა-აშხა 20-40სმ	100	–	3286
ლეღა-აშხა 40-60სმ	90	–	2984
ნაზარლო 0-20სმ	380	80	3838
ნაზარლო 0-20სმ სიმინდის ქვეშ	390	–	3971
ნაზარლო 20-40სმ	330	140	3810
ნაზარლო 20-40სმ სიმინდის ქვეშ	360	180	3834
ნაზარლო 40-60სმ	300	60	3697
ქესალო 0-20სმ	360	180	4035
ქესალო 20-40სმ	180	40	3656
ქესალო 40-60სმ	160	40	3556
ჯანდარა 0-20სმ	470	160	3800
ჯანდარა 20-40სმ	450	120	3770
ჯანდარა 40-60სმ	430	100	3691
ჯანდარის ტბის ქვიშა	420	100	3419
ვახტანგისი 0-20სმ	360	80	4004
ვახტანგისი 20- 40სმ	300	–	3964
ვახტანგისი 40- 60სმ	260	–	3961
ზ.დკ	300	130	420



ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგებში მძიმე მეტალების შემცველობა, კერძოდ Zn, Pb, და Fe.

როგორც ირკვევა, ნიადაგებში აღნიშნული მძიმე მეტალების შემცველობა სხვადასხვანაირია. ნიადაგის ნიმუშების აღების სიღრმის მატებასთან ერთად მძიმე ელემენტების შემცველობა კლებულობს. კერძოდ, როგორც 24 ცხრილიდან ჩანს, 40-60 სმ სიღრმეზე აღებულ ნიმუშში თუთიის შემცველობა სოფელ ნაზარლოში იყო 300 მგ/კგ, Pb შემცველობა 60 მგ/კგ, ხოლო Fe 3697 მგ/კგ. რაც შეეხება ნიადაგს, რომლის ნიმუშიც აღებული იქნა 0-20 სმ, აღნიშნული მძიმე მეტალების შემცველობა საგრძნობლად მაღალი აღმოჩნდა. ასე მაგ. სოფელ ნაზარლოში თუთია 380 მგ/კგ, Pb 80 მგ/კგ, Fe 3838 მგ/კგ. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ქვეშ მძიმე მეტალების შემცველობა სხვადასხვანაირია. კერძოდ, როგორც 22 ცხრილიდან ჩანს, სოფელ ვახტანგისში სიმინდის კულტურის ქვეშ მძიმე მეტალების შემცველობა ნიადაგის 20-40 სმ სიღრმეზე Zn-ის შემცველობა 850 მგ/კგ-ია, მაშინ, როცა ჩვეულებრივ ნიადაგში (სიმინდის კულტურის გარეშე) 750 მგ/კგ შეადგენს. რაც შეეხება Pb შემცველობას 240 მგ/კგ–220 მგ/კგ ანალოგიურ კანონზომიერებას ემორჩილება Fe 3447 მგ/კგ–3360 მგ/კგ. საყურადღებოა ის გარემოება, რომ გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგების მძიმე მეტალების შემცველობა, კერძოდ Zn, Pb, Fe-ის შემცველობა დასაშვებ ნორმასთან მაღალია. (ცხრილი 22, 23, 24).

ჩატარებული კვლევის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ: გარდაბნის რაიონის თბოელექტროსადგურის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგები განიცდიან მის (მძიმე მეტალების) ზემოქმედებას, რაც გამოიხატება ნიადაგებში მძიმე მეტალების დასაშვებ ნორმასთან მატებაში.

## დასკვნები

ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე დავადგინეთ:

1. გარდაბნის რაიონის მოსახლეობის სასმელი და სარწყავი წყლის ძირითად ობიექტებში რადიონუკლიდების შემცველობა არ აღემატება რადიაციული ნორმებით დადგენილ სიდიდეებს.
2. ეკოლოგიურ ჯაჭვში რადიონუკლიდების მიგრაციის გზები და მათი ზღვრული შემცველობები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციასა და ნიადაგებში ზღვრულად დასაშვებ ნორმების ფარგლებშია;
3. თბოელექტროსადგურიდან 8 კმ-ის მანძილზე გაბატონებული ქარის მიმართულებით ხდება რადიონუკლიდებისა და მძიმე მეტალების შემცველობის გაზრდა, ხოლო შემდეგ იგი კლებულობს 15 კმ-ის ფარგლებში.
4. დადგენილ იქნა, რომ მძიმე მეტალების შემცველობა გარდაბნის ნიადაგებსა და პროდუქციაში იზრდება შეტანილი მინერალური სასუქების რაოდენობის შესაბამისად. მათი შემცველობა ჯერჯერობით ზღვარს ზემოთ არ დაფიქსირებულა, მაგრამ საჭიროა მისი მონიტორინგის გაგრძელება.
5. ჩვენი გამოკვლევებით აუცილებელია გარდაბნის თბოელექტროსადგურის გამონაბოლქვის გამწმენდი საშუალებების სისტემური მონიტორინგი და მათი განახლება.
6. გარდაბნის თბოელექტროსადგურიდან 8 კმ-იან ზონაში გათვალისწინებული უნდა იქნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროტექნიკა და რადიონუკლიდებისა და მძიმე მეტალების დაგროვებისადმი მათი მიდრეკილება.
7. გარდაბნის რაიონის მეცხოველეობის საკვებით მომარაგებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას დასახელებულ 8 კმ-იან ზონაში საკვები კულტურების მოყვანის მიზანშეწონილობა, წინააღმდეგ შემთხვევაში აუცილებლად მოხდეს მისი ლაბორატორიული შემოწმება.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა რესპუბლიკური კონფერენციის თეზისები. თბილისი, 1990წ.
2. ახალგაზრდა აგარარკოს მეცნიერ-მუშაკთა და ასპირანტთა სამეცნიერო კრებული ტ. I, II საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია თბილისი, 1999წ.
3. აფხაზავა ი, გიგინეიშვილი ი, კობახიძე ა, უკლება დ, ჭაბაშვილი მ. საქართველოს სსრ გეოგრაფიული სახელობის ორთოგრაფიული ლექსიკონი. თბილისი, 1999წ.
4. აფციაური შ, თურმანიძე თ, რამიშვილი გ. ბუნების დაცვა და ეკოლოგიის საფუძვლები. თბილისი, 1989წ.
5. ახალგაზრდა მეცნიერთა და სპეციალისტთა II რესპუბლიკური სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენციის მეცნიერება-პრაქტიკას მასალები. თბილისი, 1986წ.
6. ბუაჩიძე კ. პესტიციდური აქტივობის მცენარეები. თბილისი, 1995წ.
7. გეგენავა ვ, უგრეხელიძე დ. მცენარეთა ქიმიური დაცვის საფუძვლები. თბილისი, 1991წ.
8. გოგებაშვილი მ და სხვები მცენარის ზოგიერთი რადიობიოლოგიური ტესტ-სისტემად გამოყენება ეკოლოგიური ექსპერტიზის დროს. კრებული ბუნება და ენერგეტიკა, თბილისი, 1996წ.
9. გულისაშვილი ვ. ურუშაძე თ. ბუნების დაცვის საფუძვლები. თბილისი, 1983წ.
10. დარახველიძე ვ. მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი და გარემოს დაცვა. თბილისი, 1986წ.
11. ერისთავი ვ, დანელია ა, ალასანია რ, არხიპოვა ლ. გარემოს გაჭუჭყიანების წყაროები და მათი ლიკვიდაციის ტექნიკური ღონისძიებები. თბილისი, 1985წ.
12. ენუქიძე ლ. გავუფრთხილდეთ და შევინარჩუნოთ ჯანმრთელობა. თბილისი, 2000წ.
13. ეკოლოგიური და ბუნებრივი რესურსების მართვა. თბილისი, 1998წ.
14. ეკოლოგია და ბუნებრივი რესურსების ეფექტური გამოყენება. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 1990წ.
15. ვაშაკიძე ვ. სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის შხამების ტოქსიკოლოგია და ჰიგიენა, თბილისი, 1989წ.
16. ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. საქართველოს გეოგრაფია(ფიზიკური გეოგრაფია) I ნაწილი, მეცნიერება, 2000წ.
17. ზარდალიშვილი ო, დანელია ნ, გრიგოლაშვილი ე. აზოტის დანაკარგი აგრილებით ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქებიდან. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, ტ.12, 1966წ.
18. ზარდალიშვილი ო. სასუქების ეკოლოგია. თბილისი, 1999წ.
19. ზარდალიშვილი ო. მიწათმოქმედების ძირითადი კანონები და სასუქების გამოყენება. თბილისი, 1979წ.
20. ზარდალიშვილი ო. ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების საფუძვლები. თბილისი, 1999წ.
21. თეზისების კრებული. ახალგაზრდა მეცნიერები და გარემოს დაცვის პრობლემები ახალი ათასწლეულის მიჯნაზე. თბილისი 2000წ.
22. კეცხოველი ნ, საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960წ.
23. კრეტოვიჩი ნ. მცენარეთა ბიოქიმიის საფუძვლები. თბილისი, 1971წ.
24. კორძახია მ. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 1961წ.
25. კოსტავა ი, ცაგარეიშვილი შ. ქიმია და სასოფლო-სამეურნეო ანალიზი. თბილისი.

26. კობალაძე მ, საბიაშვილი ჯ, გოგებაშვილი მ. მრავალწლიანი მცენარეების ორგანოებში რადიონუკლიდების აკუმულაცია. თბილისი.
27. მარშანია ი. აგროქიმია, თბილისი, 1991წ.
28. მოსულიშვილი დ, შონია ნ, ქათამაძე ნ, გინტური ე. რადიონუკლიდური მონიტორინგის ზოგიერთი მონაცემები საქართველოში ჩერნობილის კატასტროფის შემდეგ. თბილისი, 1991წ.
29. მელაძე გ. ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლები.
30. მარუაშვილი ლ. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. თბილისი, 1964წ.
31. მაჭავარიანი ვ. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები. თბილისი, 1972წ.
32. მიქელაძე მ, ჩანქელიანი ზ. ზოგიერთი დამაბინძურებელი საწარმოების მიმდებარე აგროლანდშაფტების მცენარეული საფარის რადიოეკოლოგიური მონიტორინგი. თბილისი.
33. ნაცვალაძე დ, ციციშვილი მ, თურმანიშვილი გ, არდია მ, მანჯგალაძე ჯ. მიწისპირა რადიოაქტიური გამოსხივების ექსპოზიციური დოზების დადგენისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე, რადიაციული გამოკვლევები, ტ. 8, თბილისი, 1998წ.
34. ნაკაიძე ი, აბესაძე გ. აგროქიმია, თბილისი, 1991წ.
35. ონიანი ო, მარგველაშვილი ე. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. თბილისი, 1975წ.
36. ონიანი ო. კალიუმის აგროქიმია. თბილისი, 1978წ.
37. რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები(რუნ-2000), თბილისი, 2000წ.
38. რადიაციული გამოკვლევები ტ.7. თბილისი 1994წ.
39. რადიაციული გამოკვლევები ტ.8. თბილისი 1998წ
40. რადიაციული გამოკვლევები ტ.9. თბილისი 2000წ
41. რადიაციული გამოკვლევები ტ.10. თბილისი 2002წ
42. საბაშვილი მ. საქართველოს სსრ ნიადაგები. თბილისი, 1965წ.
43. სარიშვილი ი. აზოტის სასუქები. თბილისი, 1953წ.
44. სარიშვილი ი, მენაღარიშვილი ა, გერასიმოვი ბ. აგროქიმიის პრაქტიკუმი. თბილისი, 1972წ.
45. სარიშვილი ი, ნაკაიძე ი. საქართველოს სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საკითხები. საქართველოს სოფლის მეურნეობა, 1939წ
46. საქართველოს სოფლის მეურნეობა.1998წ.საქართველოს სტატისტიკის სახელწიფო დეპარტამენტის სტატისტიკური ბიულეტენი. თბილისი, 1999წ.
47. საქართველოს რადიობიოლოგთა VII სამეცნიერო კონფერენციის თეზისების კრებული. აგრარული რადიოლოგიისა და ეკოლოგიის ს/კ ინსტიტუტი, 1999წ.
48. სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემო არეს დაცვა. (საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო შრომათა კრებული). თბილისი, 1998წ.
49. სასუქების გამოყენება და გარემო. თბილისი, 1992წ.
50. ტულუში გ, ხარაიშვილი ო, აბაშიძე ლ. კლიმატური ფაქტორის შეფასების კრიტერიუმები მოსავლის პროგრამირებისათვის. თბილისი.
51. ტალახაძე გ. ზოგადი ნიადაგმცოდნეობის დაფუძვლები. თბილისი, 1971წ.
52. ტალახაძე გ, მინდელი კ. კერძონიადაგმცოდნეობა. თბილისი, 1976წ.
53. ტალახაძე გ, ჯაფარიძე ი, ლატარია ლ, კირვალიძე რ, მინდელი კ, ნაკაშიძე ლ, მინდელი მ. საქართველოს ნიადაგები. თბილისი, 1983წ.
54. ურუშაძე თ. აგროეკოლოგია. თბილისი, 2001წ.
55. ურუშაძე თ, ლორია ვ. ეკოლოგიური სამართალი. თბილისი, 1999წ.
56. უკლება დ, სასაძე ა. საქართველოს ანთროპოგენული ფაქტორები. თბილისი, 1980წ.

57. Алпатъев А.М.–Развитие, преобразование и охрана природной среды. 1983г.
58. Агрохимическая служба Грузинской ССР ответственный за выпуск. Цомаи И. Н, г.Тбилиси 1982г.
59. Архипов Н.П, Февралева Л.Т.–Роль осадков в удалении радионуклидов с растений при их некорневом загрязнении, Экология.№6.
60. Алехин А. Г. и другие. –Проблема оптимизации структуры экономико-экологических систем и особенности описания экологических процессов. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Гидрометеиздат. 1980г.
61. Ананян В.Л.Агрохимические исследования искусственных радионуклидов в Армянской ССР, г Ереван,1983г.
62. Антоновский М.Я. и другие–Метеорология построения балансовых экономико-экологических моделей. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Гидрометеиздат. 1980г.
63. Астенин А , Благовоснов А. –Охрана природы, г.Москва. 1978г.
64. Агафонов В.А.–К охране растительного покрова Белорусской и Курской областей. . Проблемы интродукций и экологий. Центр Черноземья, г. Воронеж. 1996г,стр.65.
65. Бадина В. М. –Сельскохозяйственная экология, г. Минск, 2002г.
66. Безопасность ядерной энергетики insag-5, доклад международной группы по ядерной безопасности. Международное агенства по атомной энергий, г. Вена, 1994г. стр.56-67.
67. Бюллетень МАГАТЕ-том 40№4, 1998г, г.Вена, стр.54.
68. Бюллетень МАГАТЕ-том №39/4, гВена, 1997г стр.9.
69. Баников–Охрана природы.
70. Войнер А.О.–Биологическая роль элементов в организме животных и человека, г.Москва, изд."Советская наука"–1959г.
71. Вуфьямин О.И, Парацуков Н.П, Фомкина Н.Д, Алексахин Р.М.–Распределение некоторых радионуклидов в системе почва–оросительная вода (модельный опыт), Почвоведение, 1983г, №8, стр.133.
72. Вопросы радиоэкологий ( перевод с английского Флексахина Р.М. и Перчевского В.П) Г. москва, 1968г, стр.330.
73. Вредные химические вещества (радиоактивные вещества), г.Ленинград, 1990г,стр.463.
74. Вардзелашвили Н.С.–Основные черты геохимии радиоактивных и радиогенных элементов в гранитоидах кристаллического фундамента Артивно-Болнической глыбы, г. Тбилиси, 1986г, стр.188.
75. Галибин Г.П; Новиков Ю.М.–Токсикология промышленных соединений урана, г.Москва, 1976г, стр.185.
76. Гилярова А.М; Фролова Ю.М.–(Перевод с английского). Биосфера, изд. "Мир",г.Москва.1972г.
77. Глonti Г; Габилодзе А; Гамазова Н; Лабадзе Н; Мачарашвили Г; Сихарулидзе В.– Радиоэкология долгоживущих радиоактивных элементов стронция- 90 и цезия -137 и принципы практических мероприятий по снижению поступления их в сельскохозяйственную продукцию на территориях Грузинской ССР. Груз.НИИ. Сельскохозяйственной радиологии, г.Тбилиси, 1987г.
78. Гогешашвили М.Э. и другие–Деиствие малых доз гамма-радиации на регенерационные процессы в зоне срастания растительных трансплантатов. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Гидрометеиздат. 1980, т3, стр.248-362.
79. Горестко А.Г и другие–Метод дискретного оптимального управления в решении задачи оптимизаций мониторинга экосистем. Гидрометеиздат. 1982, т5, стр.219-229.
80. Гулякин И.В; Юдинцева Е.В.– Радиоактивные продукты деления в почве и растениях, г.Москва, 1962г, стр.275.
81. Гулякин И.В; Юдинцева Е.В.Сельскохозяйственная радиобиология, г.Москва, 1973г, стр.272.
82. Джованович Дж.–Ускоренное и постоянное использование атомной энергий как средства снижения парникового эффекта. информационный бюлетен межведомственного совета по

- информации и связям с общественностью в области атомной энергии, г. Москва.1991г, стр. 104-106.
83. Дергунов И.Д; Данильченко А.В.–Накопление стронция- 90 и цезия- 137 в урожае культур, районированных в Узбекской ССР, Агрехимия 1976г, №11, стр.101.
  84. Довыдова В.Н Школьник М.Я; Крупникова Т.А.–Влияние цинка на содержание сложных эфиров оксикоричных кислот в листьях кукурузы. Физиология растений, 1972г, т.№19, стр.339.
  85. Иванов В.И. и другие – Радиобиология, том 8 .№1,1968г, стр.118.
  86. Израель Ю.А.–Экология и контроль состояния природной среды. Москва, Гидрометеиздат. 1984, стр.560.
  87. Ильин А.А; Степанов И.Д.–О фоновом содержании тяжелых металлов в растениях. Известия А.Н.ССР. 1981г, Выпуск 1№5, стр.26.
  88. Искра А.А; Бахуров В.Г.–Естественные радионуклиды в биосфере. Москва, 1981г, стр123.
  89. Кауричова И.С.–Практикум по почвоведению. Москва, 1980г.
  90. Книжникова В.А; Бахуров Г.М.–Сравнительная оценка радиационной опасности для населения от выбросов в атмосферу тепловых и атомных электростанции. Атомная энергия. 1977г, том.43, выпуск 3, стр191.
  91. Маликов В.Г, Жуков Б.И, Перепелятикова – Влияние минеральных удобрений и промышленных отходов на размеры поступления радиоактивных изотопов в урожай растений в условиях Северного Кавказа, Агрехимия– 1982, №8, ст.114.
  92. Hofer A–Die intracellulare lokalisation von Phenolase in Tabakblatt. Plants, 1964 Bd62. H.2,S.159.
  93. Moevus F. –Zur Physiologie und biochemie der selbststerilitat bei forsythia, Biol. Zbl.1950, Bd. 69, Y.5/6, s. 197.
  94. Marshen H, Mengel K .–Der einfluss von Ca und H–Ionen bei unterschiedlichen Stoffumhselfbedingungen die Membranpermeabilitat junger Gerstenwurzeln. Z. Pflanzenern, Dung, Bodenk,1966 Bd 112, H.1, S.49.
  95. Munn R. E. Global environmental monitoring sistem. SCOPE, rep. 3, Toronto, 1973, 130p.
  96. Global possible:Resources, development and the new century. The statement and action agenda of an international conference sponsored by the resources institute, 1984, May.
  97. Van Voris P. Ett al. / functional complexity and ecosystem stabiliti. Ecologi, 1980, vol. 61, №6, p. 1352.–1360.
  98. Palstzky A; Bergmann W.–Ein beitrage zur reduzierung von zinkuberschus–Schaden auf einem mit zink kontaminierten Boden. Arch. Phytop. Pflanzenschutz, 1979, Bd. 15. N2.S.131.
  99. Untervention criteria in a Nuchaer or radiation emergency. Unternational atomic enercv. Vienna 1994. p.78.–87.