

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

სალომე სეხნიაშვილი

არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურების
ხარისხის დადგენა და მათი გაწმენდის ფიტორემედიაციული მეთოდისთვის მცენარეების

შერჩევა

სადოქტორო პროგრამა: ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერია

შიფრი: 0711

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ეფერათი

თბილისი

2025 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში

ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელები : დიმიტრი ერისთავი
ნუგზარ ბუაჩიძე

რეცენზენტები: _____

რეცენზენტები: _____

დაცვა შედგება 2025 წელის „___“ _____, _____ საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის _____

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე

კორპუსი აუდიტორია _____

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - სტუ-ს ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი:

ასოცირებული პროფესორი

/...../

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი-----

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: საქართველოში, ბოლო წლებში საგრძნობლად გაიზარდა სტიქიური ანუ არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების რაოდენობა, განსაკუთრებით კი მის აღმოსავლეთ ნაწილში. სტიქიური ნაგავსაყრელები არ გამოირჩევიან დიდი ფართობით (5-10მ²) და მასში ძირითადად გვხვდება საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, რომლებიც გამოირჩევიან მრავალფეროვნებით. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ტიპის ნაგავსაყრელები ძირითადად არიან განლაგებული ხევებში, მდინარის პირას, არც თუ იშვიათად სამოვრებთან და დასახლებული პუნქტების მახლობლად (განსაკუთრებით რეგიონებში). უნდა ითქვას, რომ ხშირად ვერ ხერხდება მათი ტერიტორიების დასუფთავება და აქედან გამომდინარე ისინი ხდებიან დაბინძურების ერთერთი წყარო. შედეგად ბინძურდება მათი მიმდებარე ტერიტორიები და ის მდინარეები, რომლებიც იმყოფებიან მათთან სიახლოვეს. აუცილებლად უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ეს პრობლემა განსაკუთრებით საგულისხმოა საქართველოს პირობებში, რადგან სტიქიურ ნაგავსაყრელებზე ხშირად ხდება სახიფათო ნარჩენები, (აკუმულატორები, ბატარეები, საღებავები, საბურავები, წამლები, კოსმეტიკური საშუალებები და სხვა), რამაც რეგიონებში მცხოვრებ მოსახლეობას, ჯამრთელობის თვალსაზრისით, შეიძლება არაერთი პრობლემა შეუქმნას. ამიტომაც დღეს საკმაოდ აქტუალურ პრობლემად რჩება მათი ტერიტორიების კონტროლი დაბინძურების მხრივ, რათა შეფასებულ იქნას თუ რამდენად საშიშია მათი არსებობა როგორც გარემოს ასევე ადგილობრივი მოსახლეობის ჯამრთელობის მიმართ.

სადისერტაციო ნაშრომში საკვლევ რეგიონად აღებულია მდ. არაგვის ხეობაში, სოფ. ნატახტარის ტერიტორიაზე, „მატო ნატახტარის“ მიმდებარე უკონტროლო ნაგავსაყრელი. ნაგავსაყრელზე გადის წყლის არხი, რომელიც ისევე არის დაბინძურებული, როგორც ნაგავსაყრელი. ნიადაგიდან გრუნტის წყლებში მოხვედრილი ნაჟური წყლები და არხიდან გასული დაბინძურებული წყალი საბოლოოდ თავს იყრის მდ. არაგვში. მდ. არაგვიდან

წყლით მარაგდება თბილისის წყალსაცავი და შესაბამისად ქალაქი თბილისი. ამიტომ ამ ნაგავსაყრელის ნიადაგის და წყლის არხის დაბინძურების ხარისხის დადგენა და შემდეგ მისი გაწმენდა აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

კვლევის მიზანი: მდ. არაგვის ხეობაში (ნატახტარი) არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელებიდან დაბინძურებულ ნიადაგში და წყალში დამაბინძურებელი ქიმიური ელემენტების და ბაქტერიების განსაზღვრა და ფიტორემედიაციის მეთოდისთვის მცენარეების შერჩევა.

სამეცნიერო სიახლე: არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის ნიადაგში განვსაზღვრეთ მძიმე მეტალების რაოდენობები. შევარჩიეთ ფიტორემედიაციისთვის საცდელი მცენარეები. მათი შერჩევა მოხდა შემდეგი პრინციპით: 1. ისინი არიან ერთწლოვანი ბალახოვანი მცენარეები და შედეგი მიიღება ერთ წელიწადში. 2. ამ მცენარეთა ფესვთა სისტემა არ ცდება 60 სმ სიღრმეს. სწორედ ამ სიღრმეზე აკუმულირდება მძიმე მეტალები. შერჩეულმა მცენარეებმა მოახერხეს ნიადაგიდან მძიმე მეტალების გარკვეული რაოდენობების ამოღება. ექსპერიმენტის მეორე ეტაპზე, ლაბორატორიულ პირობებში ნაგავსაყრელიდან აღებული ნიადაგი გავამდიდრეთ სპილენძის სულფატის და ტყვიის ნიტრატის ორი სხვადასხვა კონცენტრაციით. აღმოჩნდა, რომ ამ მცენარეებს გაზრდილი კონცენტრაციის პირობებშიც შეუძლიათ ამოიღონ დამაბინძურებლები.

თეორიული მნიშვნელობა: ფიტორემედიაციული მეთოდისთვის შევარჩიეთ ისეთი მცენარეები, რომლებიც კონკრეტული მძიმე მეტალების ამოღებას ახერხებენ ნიადაგიდან და ისინი საქართველოს ტერიტორიაზე ყველა კლიმატურ და ნიადაგურ პირობებში იზრდებიან.

კვლევის პრაქტიკული მნიშვნელობა: ფიტორემედიაციული მეთოდისთვის შერჩეული მცენარეებით შესაძლებელი იქნება არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელების ნიადაგის გასუფთავება, რის შემდეგაც შესაძლებელი გახდება ამ ტერიტორიების სასოფლო სამეურნეო და სხვა დანიშნულებით გამოყენება.

ნაშრომის აპრობაცია მოხდა ორ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე:

- მე-2 საერთაშორისო კონფერენცია და სეზონური სკოლა "მეცნიერება, განათლება, ინოვაციები და ქიმიური ტექნოლოგიები - იდეიდან დანერგვამდე, 2023"
- პროფესორ ვიქტორ ერისთავის 85 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია "გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება" – 2024წ.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

ნაშრომი განთავსებულია 114 გვერდზე. მოიცავს 3 რუკას, 14 ცხრილს 8 ნახაზს და 14 სურათს.

ნაშრომის შინაარსი

ფიტორემედიაციული კვლევები მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში XX საუკუნის 70-იანი წლებიდან დაიწყო. ის ითვალისწინებს მცენარეების საშუალებით ნიადაგიდან და წყლიდან დამაბინძურებლების ამოღებას. ამ მიმართულებით საქართველოში აქტიურად მიმდინარეობს ექსპერიმენტები. სადისერტაციო ნაშრომში სწორედ ასეთი ექსპერიმენტის შედეგებია განხილული. კვლევისთვის შერჩეულ არაკონტროლირებად ნაგავსაყრელზე დათესილ იქნა ერთწლოვანი მცენარეები და ჩატარდა კვლევა, რამდენად შეეძლოთ მათ ნაგავსაყრელის ნიადაგიდან მძიმე მეტალების ამოღება.

ლიტერატურულ მიმოხილვაში განხილულია კვლევაში გამოყენებული ტექნიკა და მეთოდები. ასევე დეტალურადაა ჩაშლილი ნაგავსაყრელის მოწყობის და ნარჩენების მართვის რეგულაციები და საკანონმდებლო აქტები.

ლიტერატურის მიმოხილვის მესამე და მეოთხე თავი ეძღვნება მძიმე მეტალების ზემოქმედებას ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ისინი იწვევენ მრავალ დაავადებას და ზოგიერთ შემთხვევაში სიკვდილს.

სადისერტაციო ნაშრომის 1.5 და 1.6 თავებში განხილულია ბიორემედიაციის და ფიტორემედიაციის მეთოდები და მათი უპირატესობები.

კვლევის ძირითადი შედეგები და მათი განხილვა

მცხეთა-მთიანეთში ოფიციალური ნაგავსაყრელის რაოდენობა 3-ია, რომლის საერთო ფართობი 8,7 ჰა-ია, თუმცა მათგან ერთი ნაგავსაყრელი მზადაა დასახურად. მასზე განთავსებული ნარჩენების რაოდენობა წელიწადში 14052 მ³ -ია.

წარმოდგენილ კვლევაში შევარჩიეთ სოფელ ნატახტარის (შიდა ქართლი) მიმდებარე ტერიტორიაზე განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელი, რომელიც იმყოფება მდინარე არაგვის სიახლოვეს და ერთერთი რესტორნის „მატო ნატახტარის“ მარჯვნივ, მის დასავლეთით. ნაგავსაყრელის მიმდებარედ ახლაც მიმდინარეობს მშენებლობები. აქვეა პატარა სავაჭრო

ობიექტები და მცირე ზომის დაწესებულებები (მეტალოპლასტმასის კარფანჯარის დამზადება, ავტომანქანის ვულკანიზაცია). ამიტომ სტიქიურ ნაგავსაყრელზე ხდება ყველანაირი ტიპის ნარჩენი: სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, ვადგასული საკვები პროდუქტები, ორგანული ნარჩენები, პესტიციდები და სხვა (სურათი 1,2) ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე გაედინება წყლის არხი, რომელიც დაბინძურებულია იმავე ნარჩენებით, რითაც უშუალოდ ნაგავსაყრელი. კვლევის ფარგლებში გამოვიკვლიეთ მოცემული სტიქიური ნაგავსაყრელის როგორც მიმდებარე, ასევე შიდა ტერიტორია.

ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე დაბინძურების პროცესში დამაბინძურებლების როლის და მნიშვნელობის სწორად შესაფასებლად, შევარჩიეთ, ფონური წერტილი (მდ. არაგვის ნაპირთან), რომელიც მდებარეობს ნაგავსაყრელიდან მოშორებით 500მეტრში. აქედან აღებული ნიადაგის სინჯის შედეგები შევადარეთ სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგიდან მიღებულ მონაცემებს. აგრეთვე, ნაგავსაყრელის ნიადაგიდან აღებული სინჯის ანალიზის შედეგები შევადარეთ განსაზღვრული კომპონენტების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ), ან მათ საორიენტაციო დასაშვებ კონცენტრაციებს (სდკ).



სურათი 1. არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელი



სურათი 2. არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელი

კვლევის პირველ ეტაპზე უშუალოდ ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე, ასევე მიმდებარე და ფონურ წერტილზე (მდ. არაგვის ნაპირი) აღებულ ნიადაგის საანალიზო სინჯებში განვსაზღვრეთ შემდეგი ტოქსიკური მეტალები - Pb, Cd, Mn, Cu და Zn. ჩავატარეთ მათი ქიმიური ანალიზი, ხოლო მიკრობიოლოგიური და ქიმიური ანალიზი შესრულებულ იქნა იმ არხის წყლის საანალიზო სინჯებში, რომელიც ჩამოედინება მოცემული სტიქიური ნაგავსაყრელის თითქმის შუაში და რომელიც ისევ დაბინძურებული ნარჩენებით, როგორც ნაგავსაყრელი (სურათი 3, 4).



სურათი 3. დაბინძურებული არხი



სურათი 4. დაბინძურებული არხი

კვლევის ფარგლებში არხის წყლის სინჯები ავიღეთ როგორც ნაგავსაყრელამდე, ასევე ნაგავსაყრელის მიმდებარედ (ცხრილი 1-3). ცხრილ 1-ში მოცემულია არხის წყლის ზედა კვეთის (ნაგავსაყრელამდე) მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები. ცხრილში 2-ში ნაჩვენებია ნაგავსაყრელის ტერიტორიის გავლის შემდეგ არხის წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები, ხოლო ცხრილ 3-ში მოცემულია არხის წყლის ქიმიურ-ფიზიკური ანალიზის შედეგები.

ცხრილი 1. არხის წყლის ზედა კვეთის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები

დასახელება	მაჩვენებელი	ნორმატივი
Total Coliforms	8500 ერთეული/ლ	
E.Coli	4800 ერთეული/ლ	5000 ერთეული/ლ
ფეკალური სტრეპტოკოკები	450 ერთეული/ლ	

ცხრილი 2. არხის წყლის ქვედა კვეთის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები

დასახელება	მაჩვენებელი	ნორმატივი
Total Coliforms	17400 ერთეული/ლ	
E.Coli	9800 ერთეული/ლ	5000 ერთეული/ლ
ფეკალური სტრეპტოკოკები	1250 ერთეული/ლ	

ცხრილი 3. არხის წყლის ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის შედეგები

ნიმუშის დასახელება	pH	ელექტროგამტარობა, მკსმ/სმ	მარილიანობა, %	Do, მგ/ლ	T°C
ნატახტარი სარწყავი არხი	8.02	298	0.02	5.1	10.7

როგორც ცხრილ 1 და 2-დან ჩანს, ნაგავსაყრელის გავლის შემდგომ არხის წყალში იზრდება სამივე მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლის რაოდენობა, E.Coli -ის შემცველობა არხის ქვედა კვეთში მის ნორმატივს აჭარბებს თითქმის 2-ჯერ. ასეთივე რაოდენობის მატება აჩვენა ტოტალურმა კოლიფორმებმაც.

რაც შეეხება მის ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს, ყურადღებას იპყრობს წყალში გახსნილი ჟანგბადის დაბალი მაჩვენებელი - 5.1 მგ/ლ. , ხოლო სხვა მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებშია.

Total Coliforms - ჯამური კოლიფორმები არის ბაქტერიების ჯგუფი, რომელიც გამოიყენება წყლისა და საკვების სანიტარული ხარისხის ინდიკატორად. ეს ბაქტერიები ბუნებრივად გვხვდება გარემოში, მათ შორის ნიადაგში, მცენარეულობაში და თბილისის ხლიდან ცხოველთა საჭმლის მომწოდებელ ტრაქტში.

ტაქსონომია და შემადგენლობა: ტერმინი „ჯამური კოლიფორმები“ მოიცავს ბაქტერიებს ისეთი გვარიდან, როგორიცაა: Escherichia (მაგალითად Escherichia Coli, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter. ეს ბაქტერიები გრამუარყოფითი, ფაკულტატური ანაერობები არიან და ლაქტოზას

ფერმენტაციას ახდენენ მჟავასა და აირის წარმოქმნით.

ჯამური კოლიფორმები ბინადრობენ ნიადაგში, წყალში და მცენარეებზე. ზოგი მათგანი ნაწლავური წარმოშობისაა, თუმცა ბევრ მათგანს შეუძლია დამოუკიდებლად გადარჩენა ექსტრემალურ ექსტრაენტერალურ (ნაწლავის გარეთ არსებულ) გარემოშიც. მათ ხშირად იყენებენ სასმელი წყლის მონიტორინგისთვის, რადგან მათი არსებობა მიუთითებს, რომ წყალი შეიძლება დაბინძურებული იყოს ორგანული ნარჩენებით, რაც მიკრობული საფრთხის მაჩვენებელია.

თვითონ ჯამური კოლიფორმები იშვიათად არიან პათოგენური. განსაკუთრებით ყურადღება მისაქცევია *E. coli*, რომლის ზოგიერთი შტამი *E.coli* 0157:H7 პათოგენურია და შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე დიარეა, ჰემოლიზურ-ურემიული სინდრომი და და სხვა დაავადებები.

ამ ბაქტერიის ყველაზე გავრცელებული მეთოდებია : მულტიპლოქს ტესტი (Most probable Number Method), მემბრანული ფილტრაციის მეთოდი, ფლუორესცენტული და ქიმიური ტესტები.

ჩატარებული კვლევის ფარგლებში არხის წყლის საანალიზო ნიმუშში მართლაც აღმოჩნდა ამ ბაქტერიის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელი - 9800 ერთეული ლიტრში, მაშინ როცა ნორმა 5000-ია.

დაბინძურება შეიძლება მომხდარიყო მრავალი წყაროდან. კერძოდ, მიმდებარე ტერიტორიაზე მრავლადაა ადამიანის საკვები ნარჩენები, ცხოველთა ფეკალური მასები, საყოფაცხოვრებო ნარჩენები და სხვა, რომლებიც პირდაპირ ხვდებიან არხში და ასევე თავს იყრიან ჩვენს მიერ შერჩეულ ნაგავსაყრელზე.

Escherichia coli – *E.coli* - არის გრამუარყოფითი, ფაკულტატურად ანაერობული ბაქტერია, რომელიც მიეკუთვნება *Enterobacteriaceae* -ს ოჯახს. ის ბუნებრივად გვხვდება ადამიანის და თბილსისხლიანი ცხოველების ნაწლავურ მიკრობიოტაში, სადაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საჭმლის მომნელებელ და იმუნური სისტემის რეგულირებაში.

Escherichia coli - ს მორფოლოგია: წვრილი, გრამუარყოფითი ბაცილა

(ჩხირი); საშუალო ზომა - 1-2 მკმ სიგრძეში და 0,5 მკმ დიამეტრში; არ წარმოქმნის სპორებს; ზოგიერთ შტამს აქვს გარსი (კაფსულა).

Escherichia coli ფაკულტატური ანაერობია, მას შეუძლია არსებობა როგორც ჟანგბადის არსებობის პირობებში, ისე მის გარეშე. ახასიათებს შაქრების დუღილი მჯავებისა და გაზების წარმოქმნით. ის წარმოქმნის კატალაზას და უარყოფითია ოქსიდაზაზე.

E.coli ფართოდ არის გავრცელებული და ძირითადად ნაწლავებში ბინადრობს. მათი ზოგიერთი შტამი განსაკუთრებით დიდხანს ძლებს გარემოში (წყალი, საკვები, მიწა). მიუხედავად იმისა, რომ ეს ბაქტერია ნაწლავური ფორმის ნორმალური კომპონენტია, მისი ზოგიერთი შტამი შეიძლება იყოს პათოგენური და გამოიწვიოს სხვადასხვა დაავადება.

ფეკალური სტრეპტოკოკები (*Enterococcus spp*) - გრამდადებითი ბაქტერიებია, რომლებიც ნორმალურად გვხვდება ადამიანის და ცხოველი ნაწლავურ ფლორაში. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ხშირად უვნებელია, გარკვეულ პირობებში შეიძლება პათოგენური გახდნენ და სხვადასხვა ინფექციური დაავადებები გამოიწვიონ. ფეკალური სტრეპტოკოკები ძირითადად ეკოლოგიურ ინდიკატორებად გამოიყენება, რადგან მათი არსებობა წყალში ან საკვებში ფეკალურ დაბინძურებაზე მიუთითებს. ისინი შეიძლება ორგანიზმში მოხვდნენ დაბინძურებული წყლის, საკვების და დაუბანელი ხელების მეშვეობით.

რაც შეეხება არხის წყლის ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს, მათი მნიშვნელობები მიანიშნებს იმას, რომ არხში სინჯების აღების დროს და მანამდეც ადგილი არ ქონია რაიმე სერიოზული ან დიდი რაოდენობით დამაბინძურებლების ჩაყრას, რის შედეგადაც შეიძლებოდა შეცვლილიყო ამ მაჩვენებლების სიდიდეები.

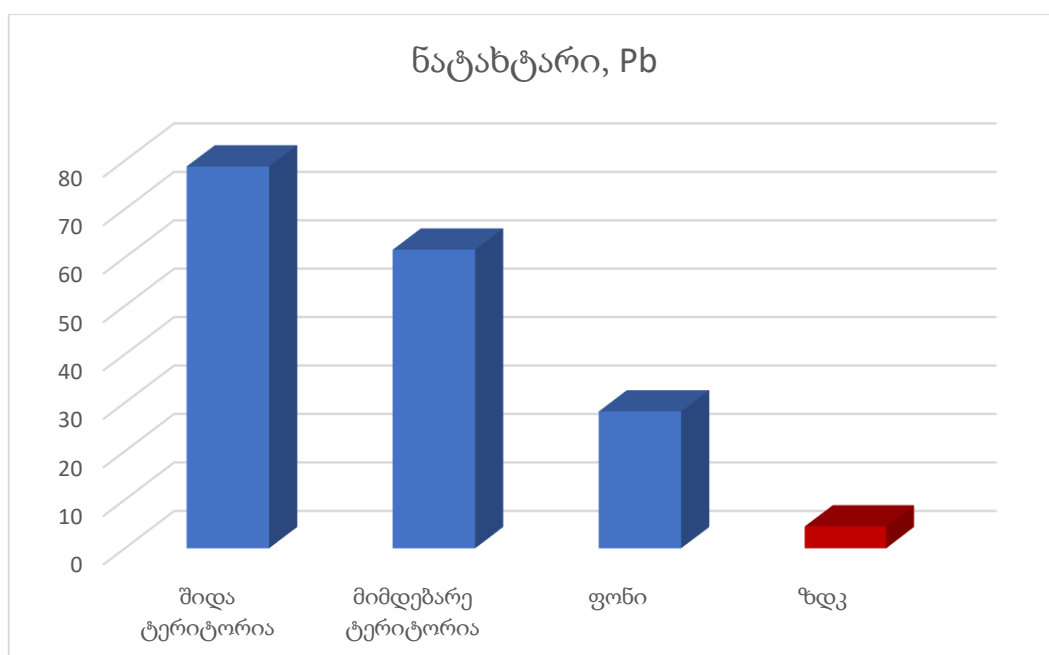
ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიის დაბინძურების პროცესში ნაგავსაყრელის როლის და მნიშვნელობის სწორად შესაფასებლად (რამდენად დიდია დაბინძურება), შევარჩიეთ, ასე ვთქვათ, ფონური წერტილი (მდ. არაგვის ნაპირთან, ნაგავსაყრელიდან 500მ - ის დაშორებით) რომელიც

მდებარეობს ნაგავსაყრელიდან მოშორებით. არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან აღებულ სინჯებში განვსაზღვრეთ შემდეგი მეტალები: Pb, Cd, Mn, Cu და Zn. მიღებული შედეგები შევადარეთ ფონური წერტილიდან მიღებულ შედეგებს, რომელიც აღებული გვექონდა მდინარე არაგვის ნაპირზე, ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდვ), ან საორიენტაციო დასაშვებ კონცენტრაციებს (სდვ).

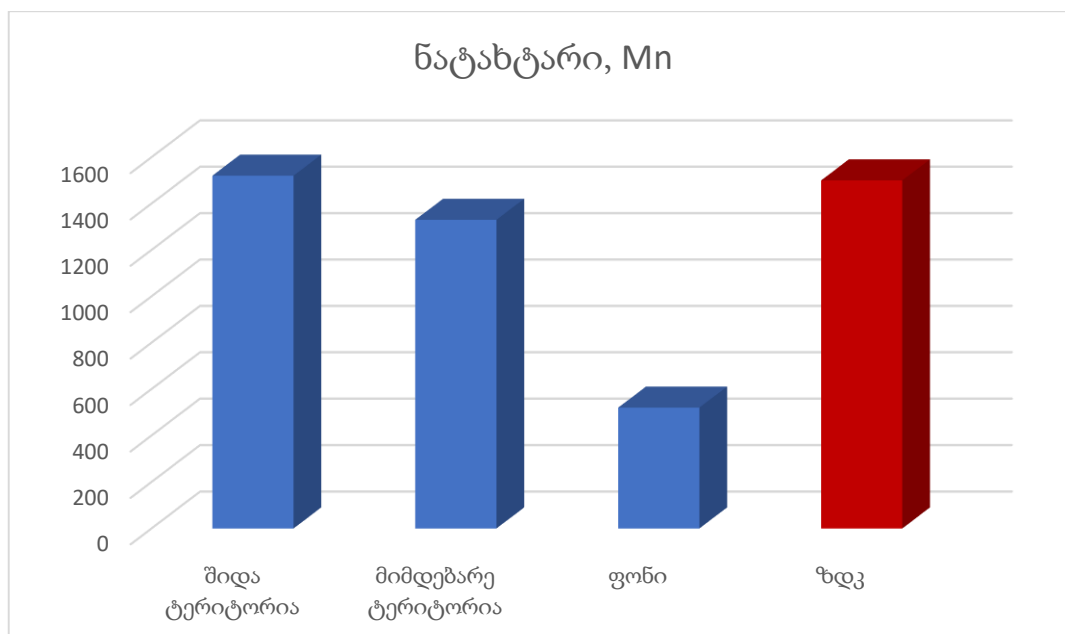
მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილიში 4 და ნახაზებზე 1-4.

ცხრილი 4. მძიმე ლითონების შემცველობები ნიადაგის საანალიზო ნიმუშებში

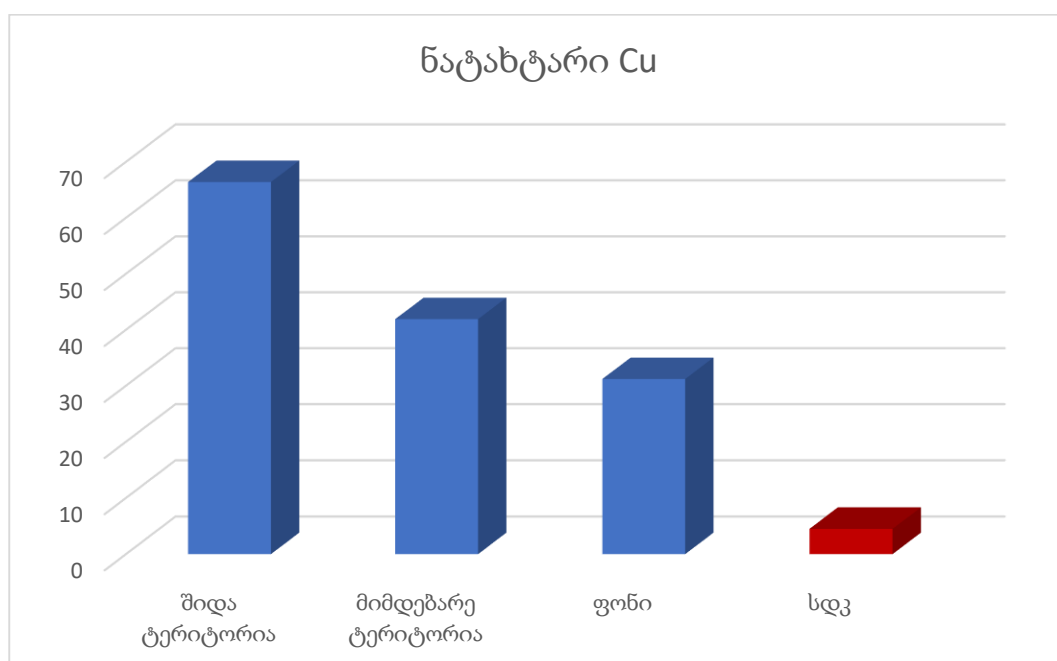
№	ნიმუშის დასახელება	Pb, მგ/კგ	Cd, მგ/კგ	Mn, მგ/კგ	Cu, მგ/კგ	Zn, მგ/კგ
1	მდ. არაგვის ნაპირი (ფონური წერტილი)	28.2	<2.0	520	31.2	98.5
2	ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორია	78.8	<2.0	1520.2	66.4	205.7
3	ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია	61.6	<2.0	1330	41.9	183.3
4	ზდვ	32		1500		
5	სდვ				132	220
	გამოცდის მეთოდი		ISO 14869-1:2001			



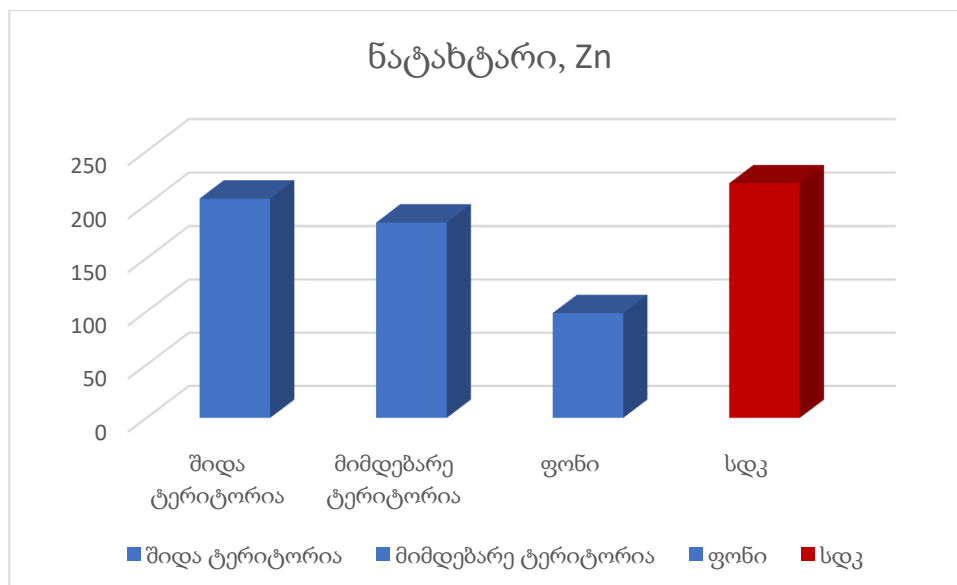
ნახ 1. სოფ. ნატახტარის სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან და ფონური წერტილიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯებში ტყვიის შემცველობა



ნახ 2. სოფ. ნატახტარის სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან და ფონური წერტილიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯებში მანგანუმის შემცველობა



ნახ 3. სოფ. ნატახტარის სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან და ფონური წერტილიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯებში სპილენძის შემცველობა



ნახ 4. სოფ. ნატახტარის სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან და ფონური წერტილიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯებში თუთიის შემცველობა

როგორც ვხედავთ, ჩვენს მიერ შერჩეულ სტიქიური ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორიის ნიადაგში ტყვიის შემცველობა აღმოჩნდა 2.7-ჯერ მეტი ვიდრე ფონური წერტილიდან აღებულ სინჯებში, ხოლო 2.5-ჯერ გადააჭარბა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ). ანალოგიურად, ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებულ ნიადაგის სინჯებშიც ტყვიის შემცველობა აღმოჩნდა მეტობაში ზდკ-სა და ფონური წერტილის მნიშვნელობებთან შედარებით, კერძოდ 1.9-ჯერ და 2-ჯერ.

რაც შეეხება მანგანუმის შემცველობას, ნაგავსაყრელის ნიადაგის როგორც შიდა ასევე მიმდებარე ტერიტორიის სინჯებში, მისი მნიშვნელობები მერყეობს ზდკ-ს მნიშვნელობების ფარგლებში, ხოლო ფონური წერტილის მნიშვნელობას კი გადააჭარბა დაახლოებით 2.5-ჯერ. კადმიუმის, სპილენძისა და თუთიის შემცველობები ნორმის ფარგლებში აღმოჩნდა (ცხრილი 4 და ნახაზი 1-4).

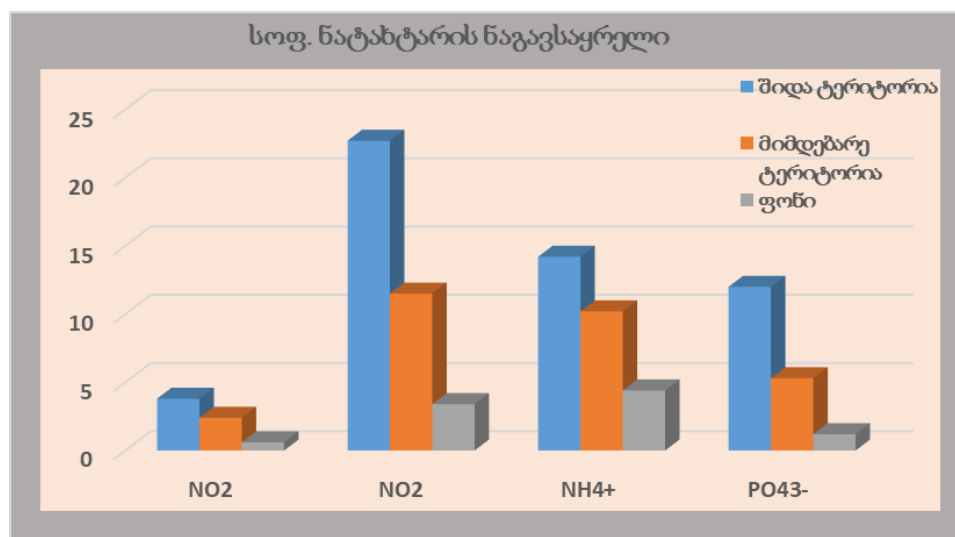
სტიქიური ნაგავსაყრელები ქმნიან საშიშროებას, რომ მასში მოხვედრილი ტოქსიკური ელემენტები მოხვდნენ ადამიანის ორგანიზმში არაპირდაპირი გზით. მაგალითად ძალიან ხშირად არის შემთხვევები, როდესაც შინაური ცხოველები მიირთმევენ ნაგავსაყრელზე ნაპოვნ პროდუქტს, ხოლო შემდეგ ადამიანი იყენებს მათ ხორცს ან რძის პროდუქტს.

ასე ხვდება დამაბინძურებელი ადამიანის ორგანიზმში. აქედან გამომდინარე საინტერესოა ის დასაშვები რაოდენობები ტოქსიკური ელემენტებისა, რომელიც დასაშვებია ადამიანისთვის კვირის განმავლობაში.

ნიადაგში ბიოგენური ელემენტები გვიჩვენებს არის თუ არა ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორიის ნიადაგში დაბინძურება და როგორი ხარისხისაა ის ფონურ და მიმდებარე ტერიტორიის მაჩვენებლებთან შედარებით. თვალსაჩინოებისათვის მოყვანილი გვაქვს ცხრილი 5 და ნახაზი 5. სადაც მოცემულია სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან და ფონური წერტილიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო სინჯებში ბიოგენური ელემენტების ბუნებრივი ფორმების შემცველობები.

ცხრილი 5. ბიოგენური ელემენტების ბუნებრივი ფორმების მაჩვენებლები

	ნიმუშის დასახელება	pH	NO ₂ -მგ N/კგ	NO ₃ -მგ N/კგ	NH ₄ ⁺ მგ N/კგ	PO ₄ ³⁻ მგ/კგ
	მდ. არაგვის ნაპირი (ფონური წერტილი)	7.08	0.6	3.4	4.4	1.2
	ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორია	7.26	3.8	22.7	14.2	12.0
	ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია	7.14	2.4	11.5	10.2	5.3



ნახ 5. ბიოგენური ელემენტების ბუნებრივი ფორმების მაჩვენებლები

როგორც ვხედავთ, ყველა შემთხვევაში NO₂-, NO₃-, NH₄⁺ -ისა და PO₄³⁻-ის სიდიდეები აჭარბებენ ფონური წერტილების მიღებულ მნიშვნელობებს.

ამონიუმის იონის კონცენტრაციამ 3.2-ჯერ გადააჭარბა ფონური წერტილში ამონიუმის შემცველობას, ხოლო აზოტის დიოქსიდის კონცენტრაციამ კი ფონური მნიშვნელობას გადააჭარბა 6-ჯერ.

ნიადაგში აზოტისა და ფოსფორის ორგანული და არაორგანული კომპონენტების დიდი რაოდენობა იწვევს მთელ რიგ ეკოლოგიურ და აგრონომიულ პრობლემებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ როგორც ნიადაგის ხარისხზე, ისე გარემოსა და სოფლის მეურნეობაზე.

NO_3^- და PO_4^{3-} ადვილად ირეცხება წვიმისა და მორწყვით და ხვდება მდინარეებსა და ტბებში, სადაც ხშირად იწვევს ეუტროფიკაციას.

ნიადაგის გაწმენდა ტოქსიკური კომპონენტებისაგან არის საკმაოდ აქტუალური და მნიშვნელოვანი თემა ნებისმიერი ქვეყნისათვის, განსაკუთრებით კი საქართველოსთვის, მისი დღევანდელი მდგომარეობიდან არსებობს სხვადასხვა მიდგომები ნიადაგის ტოქსიკური ნივთიერებისგან გათავისუფლების მიზნით, ერთ-ერთი მათგანია ნიადაგის გაწმენდა იმ ტიპის მცენარეების დახმარებით, რომლებიც ნიადაგიდან ითვისებენ ტოქსიკურ კომპონენტებს და შედეგად აუმჯობესებენ ნიადაგის ხარისხს. ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი არის ფიტორემედიაციის მეთოდი.

ამისათვის, ჩვენს კვლევაში ჩავრთეთ შემდეგი ექსპერიმენტი - შევიძინეთ ზოგიერთი ერთწლოვანი ბალახოვანი მცენარის (ხორბალი, სტაფილო, ჭარხალი, სალათი) თესლები და დავთესეთ ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე (მისი მოსუფთავების შემდგომ). ამ მცენარეების შერჩევა მოხდა ორი პრინციპის გათვალისწინებით:

1. ისინი არიან ბალახოვანი მცენარეები და შედეგი შეგვიძლია მივიღოთ ერთ წელში;
2. ამ მცენარეების ფესვთა სისტემა არ ცდება 60სმ სიღრმეს (სწორედ ამ სიღრმემდე აკუმულირდება მძიმე მეტალები).

მცენარეების მიერ მეტალების შთანთქმის პროცესები საკმაოდ კომპლექსური და მრავალმხრივია. მათ შეიძლება სხვადასხვა მეთოდით შთანთქონ მეტალები, რაც დამოკიდებულია იმაზე, რა ტიპის მეტალია და რა

გავლენა აქვს მეტალს მცენარეზე, მათ შორის ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებზე.

ფესვთა სისტემის მიერ შთანთქმული მეტალები მიემართებიან მცენარის ტოტებსა და ფოთლებში. ეს ხდება ვასკულარული სისტემის მეშვეობით (სისტემები, რომლებიც პასუხისმგებელნი არიან წყლისა და მინერალების ტრანსპორტირებაზე). ზოგიერთი მცენარე იწოვს მეტალს, თუმცა ახერხებენ მათ განეიტრალებას და გადამუშავებას.

ხორბლის ფესვები გამოირჩევიან ტყვიის და კადმიუმის უფრო მაღალი შემცველობით, ვიდრე ფოთლები.

სტაფილოს ფესვნაყოფში მძიმე ლითონების შემცველობა იკლებს წვერიდან თავამდე. მხოლოდ რკინა გადანაწილდება თანაბრად ფესვიდან ფოთლამდე. ფესვნაყოფის ცენტრალური ნაწილი შეიცავს თუთიის და ტყვიის გააზრდილ რაოდენობას, ხოლო ქერქი-სპილენძის, მანგანუმის, კადმიუმის და რკინის რაოდენობას.

სუფრის ჭარხლის ფესვნაყოფის ქვედა ნაწილისთვის დამახასიათებელია ყველა ელემენტის გაზრდილი რაოდენობა, გარდა სპილენძისა. სპილენძის და რკინის ყველაზე ნაკლები რაოდენობა აღინიშნება ფესვნაყოფის შუა ნაწილში. ცილინდრში აღინიშნება თუთიის და ტყვიის, ხოლო ქერქში - სპილენძის, მანგანუმის, კადმიუმის და რკინის გაზრდილი რაოდენობები.

მცენარე სალათა გამოირჩევა ტყვიის ყველაზე მაღალი შემცველობით ფესვებში.

პირველ რიგში მოვასუფთავეთ ნაგავსაყრელი, რათა საშუალება გვქონოდა დაგვეთესა ჩვენს მიერ ფიტორემედიაციისთვის შერჩეული მცენარეები. მცენარეები დავთესეთ ნაგავსაყრელზე. დათესვიდან 2,5 თვის შემდეგ, მცენარეების ფესვში, ღეროში და ფოთოლში (ყველაფერი ერთად შერეული) განვსაზღვრეთ ის მძიმე მეტალები, რომლითაც დაბინძურებული აღმოჩნდა არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელის ნიადაგი. სურათებზე 6-8 ნაჩვენებია უშუალოდ ნაგავსაყრელზე მუშაობა, მიწის მომზადება და დათესილი მცენარეების მოყვანა-მოვლის პროცესი.



სურათი 5. მიწის დამუშავება



სურათი 6. მცენარე სალათის მოყვანა



სურათი 7. მცენარე ჭარხლის მოყვანა

მცენარეების მიერ (სტაფილო, ჭარხალი, სალათა და ხორბალი) ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორიიდან როგორც იყო მოსალოდნელი, მეტალები ტყვია, სპილენძი, მანგანუმი და თუთია აითვისეს განსხვავებული რაოდენობებით. მიღებული მონაცემები მგ/კგ - ში მოცემულია ცხრილი 6 -ის

სახით.

ცხრილი 6. მცენარეების მიერ ათვისებული მეტალების რაოდენობები

№	ნიმუშის დასახელება	Pb,	Zn,	Mn,	Cu
1	ხორბალი	14.0 მგ/კგ	84.5 მგ/კგ	145.9 მგ/კგ	17.3 მგ/კგ
2	სტაფილო	22.8 მგ/კგ	42.3 მგ/კგ	375.8 მგ/კგ	18.3 მგ/კგ
3	ჭარხალი	<5.0 მგ/კგ	85.4 მგ/კგ	80.3 მგ/კგ	12.9 მგ/კგ
4	სალათი	<5.0 მგ/კგ	128.3 მგ/კგ	48.6 მგ/კგ	14.5 მგ/კგ

ცხრილი 6-დან თვალნათლივ ჩანს, რომ ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მცენარეები გარკვეული რაოდენობით ითვისებენ ამა თუ იმ მეტალებს ნიადაგიდან, კერძოდ - ტყვია და მანგანუმი ყველაზე კარგად აითვისა სტაფილომ, თუთიის მაქსიმალური რაოდენობა აითვისა ხორბალმა და ჭარხალმა, ხოლო რაც შეეხება სპილენძს, ის აითვისა ყველა სახეობის მცენარემ თითქმის ერთნაირი რაოდენობით.

სპილენძი თითქმის ყველა მცენარემ თანაბარი რაოდენობით აითვისა, თუმცა ეს მაჩვენებელი არცერთის შემთხვევაში ყოფილა დიდი. აქედან გამომდინარე, მისი კონცენტრაცია ხელოვნურად გავზარდეთ ნიადაგში. ამჯერად ექსპერიმენტი ჩავატარეთ ლაბორატორიულ პირობებში. რადგან ჩვენ ვიცით, რომ მძიმე მეტალები ნიადაგში აკუმულირდება 60 სმ სიღრმეზე, ამიტომ ნაგავსაყრელზე ავიღეთ ნიადაგი სწორედ ამ სიღრმეზე (სურათი 8).



სურათი 8. ნაგავსაყრელიდან მიწის აღება

ნაგავსაყრელიდან აღებულ 1 კილოგრამ ნაგავსაყრელის ნიადაგს დავამატეთ სპილენძის სულფატის ორი განსხვავებული რაოდენობა. პირველ შემთხვევაში დავამატეთ 90 გ CuSO_4 ; ხოლო მეორე შემთხვევაში 180 გ CuSO_4 . ეს ყველაფერი გავამზადეთ მცირე ზომის ქოთნებში და მასში დავთესეთ სტაფილო, ხორბალი და ჭარხალი. იმის სანახავად, თუ როგორ შეიცვლებოდა ასათვისებელი სპილენძის მაჩვენებლების რაოდენობა მცენარეებში, ჩავატარეთ დამატებითი კვლევები. ექსპერიმენტის დროს ამოსული მცენარეები წარმოდგენილია სურათების 9-11 - ის სახით.



სურათი 9. მცენარე ჭარხალი



სურათი 10. მცენარე ხორბალი



სურათი 11. მცენარე სტაფილო

მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილი 7- ის სახით, სადაც ჩანს, რომ ნიადაგიდან, რომელსაც დამატებული ქონდა 90 გ სპილენძის სულფატი,

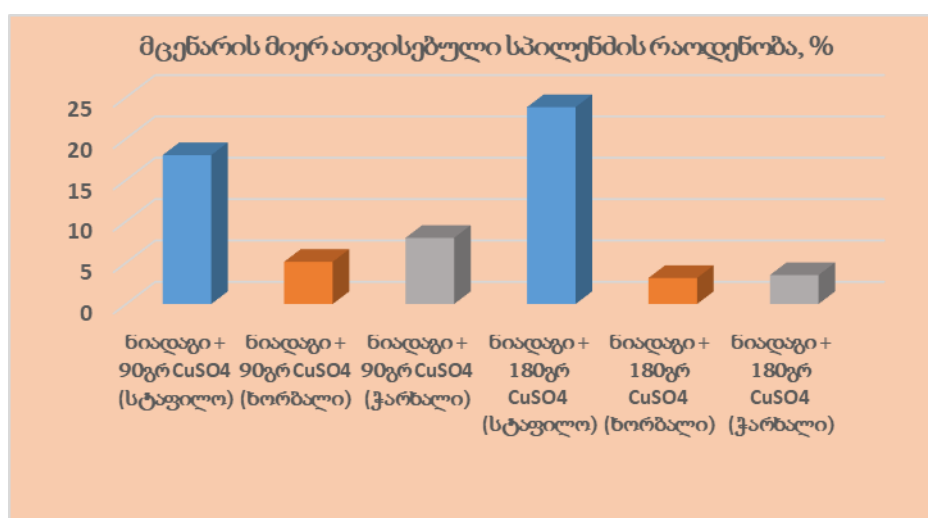
სტაფილომ აითვისა 5793მგ/კგ სპილენძი, ხორბალმა - 1647მგ/კგ სპილენძი ხოლო ჭარხალმა - 2543 მგ/კგ სპილენძი. მეორე შემთხვევაში ნიადაგიდან, რომელსაც დამატებული ქონდა 180გ სპილენძის სულფატი, სტაფილომ აითვისა 15287 მგ/კგ სპილენძი, ხორბალმა - 2016მგ/კგ სპილენძი, ხოლო ჭარხალმა - 2152 მგ/კგ ჭარხალი.

ცხრილი 7. მცენარეებში სპილენძის სხვადასხვა კონცენტრაციები

დასახელება	ნიადაგი 90გ. CuSO ₄	ნიადაგი 180გ. CuSO ₄
სტაფილო	5793 მგ/კგ	15287 მგ/კგ
ხორბალი	1647 მგ/კგ	2016 მგ/კგ
ჭარხალი	2543 მგ/კგ	2152 მგ/კგ

ნიადაგიდან, რომელზეც დამატებული იყო 90 გ. CuSO₄ სტაფილომ აითვისა 18%, ხორბალმა 5.1% და ჭარხალმა 8% სპილენძი. მიღებული შედეგების პროცენტული მაჩვენებელი წარმოდგენილია ნახაზი 6-ის სახით.

ნიადაგიდან, რომელზეც დამატებული იყო 180გ CuSO₄ სტაფილომ აითვისა 23.8%, ხორბალმა 3.15% და ჭარხალმა 3.4% (ნახაზი 6).



ნახ 6. მცენარეების მიერ ათვისებული სპილენძის რაოდენობა (%)

მიღებული შედეგებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ, რომ სპილენძის ათვისების ყველაზე მაღალი უნარი გამოავლინა სტაფილომ - 18% და 23.8%. ხოლო ხორბლისა და ჭარხლის მიერ სპილენძის ათვისების მაჩვენებლები კი ბევრად ნაკლები აღმოჩნდა. (იხ. ნახაზი 6).

ლაბორატორიულ პირობებში გაზრდილ მცენარეებში (სტაფილო,

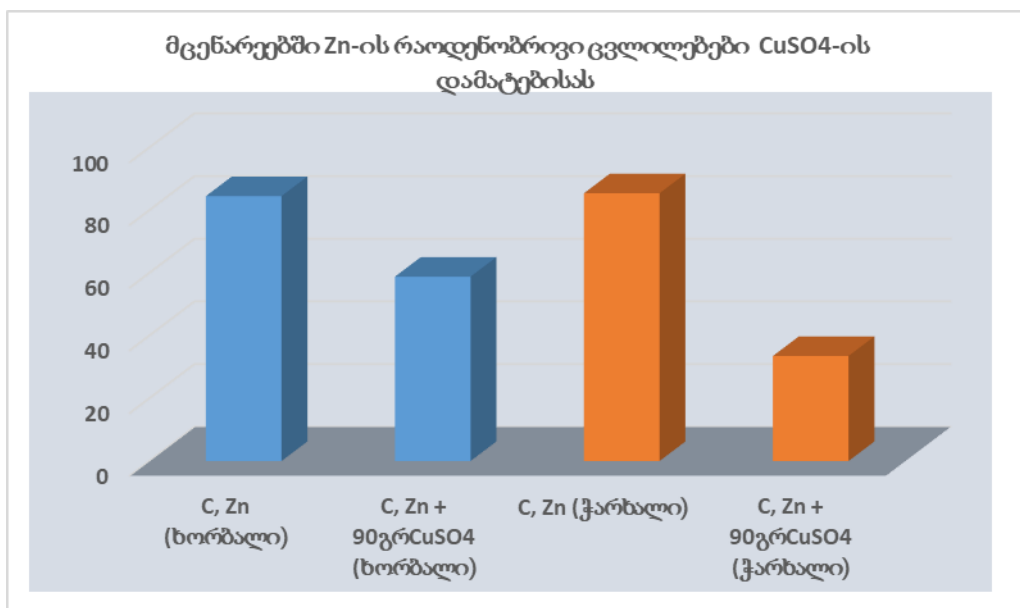
ხორბალი, ჭარხალი), რომელთა ნიადაგსაც დამატებული ქონდა 90გ და 180გ CuSO₄ გავზომეთ მეტალები: Mn; Zn და Pb. რადგან ამ მეტალებით დაბინძურებული იყო ნიადაგი. აღმოჩნდა, რომ სპილენძის სულფატის დამატებამ გავლენა მოახდინა ამ მეტალების ათვისებაზე მცენარეების მიერ. თითოეული მეტალის რაოდენობა სხვადასხვა რაოდენობით შემცირდა. მონაცემები მოცემულია ცხრილი 8-ის სახით.

ცხრილი 8. სპილენძით გამდიდრებული ნიადაგიდან მცენარეების მიერ ათვისებული თუთიის, ტყვიის და მანგანუმის რაოდენობები

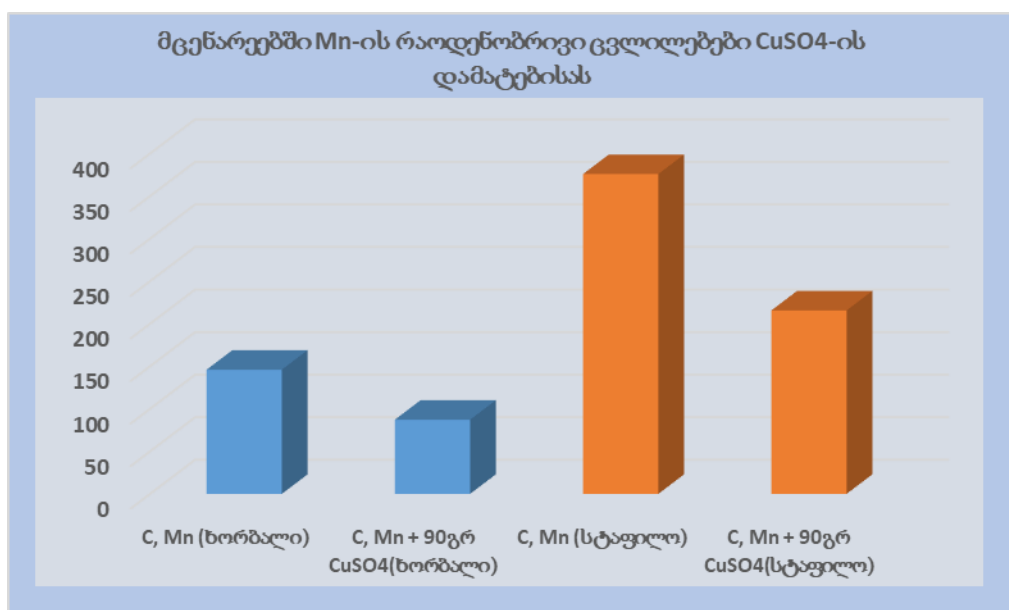
	ნიადაგი 90გ CuSO ₄			ნიადაგი 180გCuSO ₄		
	Zn	Pb	Mn	Zn	Pb	Mn
სტაფილო	58,8მგ/კგ	68,4მგ/კგ	215,5მგ/კგ	105,1მგ/კგ	28,15მგ/კგ	451,9მგ/კგ
ხორბალი	50,5მგ/კგ	37,8მგ/კგ	87,1მგ/კგ	51,2მგ/კგ	77,75მგ/კგ	248,9მგ/კგ
ჭარხალი	33,5მგ/კგ	37,1მგ/კგ	147,6მგ/კგ	23,2მგ/კგ	34,9მგ/კგ	88,9მგ/კგ

თუ შევადარებთ ცხრილ 7 და ცხრილ 8, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნიადაგში CuSO₄ დამატების შემდეგ, მცენარეებში გარდა იმისა, რომ გაიზარდა სპილენძის შემცველობა, შემცირდა ზოგიერთი სხვა მეტალების რაოდენობები. კერძოდ სტაფილოსი მანგანუმის კონცენტრაციამ იკლო 57%-ით, ხოლო ხორბალში 59%-ით. თუთიის კონცენტრაციამ ჭარხალში დაიკლო 39%-ით, ხოლო ხორბალში - 69%-ით (ნახაზი 7-8).

ამრიგად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სპილენძის სულფატი აღმოჩნდა ხელისშემშლელი ფაქტორი ზოგიერთი მცენარისათვის თუთიისა და მანგანუმის ათვისების პროცესში. ხოლო შერჩეული მცენარეებიდან, სტაფილოს აღმოაჩნდა სპილენძის ათვისების ყველაზე მაღალი უნარი.



ნახ 7. CuSO₄-ით გამდიდრებული ნიადაგიდან მცენარეების მიერ ათვისებული თუთიის რაოდენობების ცვლილებები



ნახ 8. CuSO₄-ით გამდიდრებული ნიადაგიდან მცენარეების მიერ ათვისებული მანგანუმის რაოდენობების ცვლილებები

ნაგავსაყრელზე დათესილ მცენარეებში ტყვიის რაოდენობა ჭარხალში და სალათაში აღმოცნდა თითქმის ტანაბარი რაოდენობის - 5.0მგ/კგ - ზე ნაკლები. ამიტომ ნიადაგს, ერთ შემთხვევაში დავამატეთ 50გ Pb(NO₃)₂ და მეორე შემთხვევაში 100 გ Pb(NO₃)₂. ტყვიით გამდიდრებულ ნიადაგში დათესილ იქნა ჭარხალი, რომელშიც გავზომეთ მის მიერ ათვისებული ტყვიის რაოდენობა. შედეგები ნაჩვენებია ცხრილ 9-ში.

ცხრილი 9.სალათასა და ჭარხლის მიერ ათვისებული ტყვიის რაოდენობა ნიადაგში $Pb(NO_3)_2$ დამატების შემდეგ

მცენარე	ტყვიის შემცველობა ჭარხალსა და სალათაში რეაქტივის დამატებამდე	ნიადაგი +50გ $Pb(NO_3)_2$	ნიადაგი +100გ $Pb(NO_3)_2$
ჭარხალი	<5.0მგ/კგ	543.4 მგ/კგ	1894მგ/კგ
სალათა	<5.0მგ/კგ	628 მგ/კგ	2125 მგ/კგ

როგორც ვხედავთ, ნიადაგში 50 გ. $Pb(NO_3)_2$ დამატების შემდეგ ჭარხალში ტყვიის რაოდენობა გაიზარდა თითქმის 100-ჯერ, ხოლო 100გ $Pb(NO_3)_2$ დამატების შემდეგ თითქმის 300- ჯერ და მეტად. ასეთივე ტენდენცია შეინიშნება მცენარე სალათას შემთხვევაშიც. (იხ. ცხრილი 9) ყოველივე ეს მიგვანიშნებს იმაზე, რომ სალათა და ჭარხალი საკმაოდ ადვილად ითვისებს ტყვიის მოძრავ ფორმებს ნიადაგიდან.

ნიადაგში ტყვიის ნიტრატის დამატების შემდგომ, მცენარე ჭარხალში ტყვიის კონცენტრაციის მატებასთან პარალელურად, შემცირდა სხვა მძიმე მეტალების (თუთია, სპილენძი, მანგანუმი) რაოდენობები. (იხ. ცხრილი 10)

ყოველივე ეს მიანიშნებს იმას, რომ ტყვია ნიადაგში მოხვედრისას ამცირებს მცენარის უნარს აითვისოს ისეთი ელემენტები, როგორიცაა თუთია, სპილენძი, მანგანუმი.

ცხრილი 10. ტყვიით გამდიდრებული ნიადაგიდან მცენარეების მიერ ათვისებული თუთიის, მანგანუმის და სპილენძის რაოდენობები

მცენარე	ნიადაგი + 50გ $Pb(NO_3)_2$			ნიადაგი + 100გ $Pb(NO_3)_2$		
	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu
ჭარხალი	70.1მგ/კგ	58.4მგ/კგ	9.5მგ/კგ	62.8მგ/კგ	50.2მგ/კგ	8.2მგ/კგ

დასკვნა

1. დადგინდა, რომ ნაგავსაყრელის შიდა ტერიტორია დაბინძურებულია ისეთი ტოქსიკური ელემენტით, როგორიცაა ტყვია, მისი შემცველობა ნიადაგში უტოლდება 2.4 ზდკ-ს. ასევე ყველა მძიმე მეტალების კონცენტრაცია ნაგავსაყრელის ნიადაგში აჭარბებს ფონურ წერტილში მიღებულ მეტალების მნიშვნელობებს.
2. მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგებით დადასტურდა, რომ ნაგავსაყრელთან სიახლოვეში გამავალი არხის წყალი დაბინძურებულია ეშერიხია კოლის ბაქტერიებით. ხოლო ტოტალური კოლიფორმების და ფეკალური სტრეპტოკოკების კონცენტრაციები არხის წყალში მატულობს ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიასთან, რაც მიანიშნებს იმას, რომ ჩვენს მიერ შერჩეული სტიქიური ნაგავსაყრელი ახდენს უარყოფით გავლენას არხის წყალზე.
3. კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ფიტორემედიაციის მეთოდისთვის შერჩეულმა ერთწლოვანმა მცენარეებმა ნაგავსაყრელის ნიადაგიდან ამოიღეს მძიმე მეტალების გარკვეული რაოდენობები. ეს ადასტურებს, რომ ჩვენს მიერ შერჩეული მცენარეები ჭარხალი, სტაფილო, სალათა, ხორბალი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ნიადაგის ხარისხის გაუმჯობესების მიმართულებით.
4. დადასტურდა, რომ ნიადაგში მძიმე მეტალების გაზრდის შემთხვევაში (კვლევის დროს ნიადაგი გავამდიდრეთ სპილენძის სულფატით) მცენარე სტაფილოს აღმოაჩნდა ყველაზე კარგი უნარი აითვისოს ნიადაგიდან ელემენტი სპილენძი.
5. დადასტურდა, რომ მცენარეების მიერ ათვისებული ერთი მძიმე მეტალის კონცენტრაციის გაზრდის პარალელურად, იცვლება სხვა მეტალების ათვისების უნარი. მაგალითად ნიადაგის სპილენძით გამდიდრების შემთხვევაში, ის მცენარისთვის აღმოჩნდა ხელის შემშლელი კომპონენტი სხვა ელემენტების (თუთია, მანგანუმი და

ტყვია) ასათვისებლად.

6. გამოიკვეთა, რომ ნიადაგის ტყვიის ნიტრატით გამდიდრების შემთხვევაში, მცენარე სალათამ და ჭარხალმა გამოავლინა ტყვიის კონცენტრაციის ყველაზე მეტი ათვისების უნარი.
7. მათემატიკურ-სტატისტიკური მახასიათებლებით მიღებული შედეგები თანხვედრაშია ჩვენს მიერ ექსპერიმენტის დროს მიღებულ შედეგებთან.

შრომების ნუსხა

1. N.Buachidze. D.eristavi. N.Kutsiava. S.sekhniashvili. (2023) The concept of ecological status of surface waters through hydrochemical indicators. 2nd international scientific conference and seasonal school. 105.
2. Sekhniashvili S. (2023) Soil and water from uncontrolled landfills Determining the degree of pollution in the lower basin of the Aragvi river, Natakhtari. Georgian scientists. 5 (3):85-89.
3. ს. სეხნიაშვილი (2025) მძიმე მეტალებით დაბინძურებული სტიქიური ნაგავსაყრელების გაუმჯობესება ფიტორემედიაციული მეთოდით და ამ მეთოდისთვის ერთწლოვანი მცენარეების შერჩევა. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი „გონი“ N 12. 99-104
4. Eristavi D. Sekhniashvili S. (2023) European innovative technologies in enviromental engineerung. Determining the degree of soil and water pollution from uncontrolled landfills and bioremediation method their cleaning 84-93.
5. Buachidze N. Eristavi D. Sekhniashvili S. Andguladze Sh. Kutsiava N. (2024) The impact of impromptu landfills on the surrounding areas (on the example of Natakhtari landfill) and their possible purification from sone toxic components through hytoremediation. The International Scientific conference “Environmental protection and sustainable development“ dedicated to Professor Victor Eristavi,s memory work. Georgian Technical University. 54-62.
6. სეხნიაშვილი ს. ერისთავი დ. ბუაჩიძე ნ. (2025) საყოფაცხოვრებო ნარჩენის შედეგად დაზიანებული ნიადაგის ხარისხის გაუმჯობესება ფიტორემედიაციის მეთოდით. „საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მოამბე“(2)

Abstract

In Georgia, the number of uncontrolled landfills has increased significantly in recent years, especially in its eastern part. They mainly contain household waste, which is distinguished by its diversity. It should be noted that these types of landfills are mainly located in ravines on the banks of rivers, not infrequently near pastures and settlements (especially in the regions).

It must be noted that it is often impossible to clean up their territories, and therefore they become one of the sources of pollution. As a result, their surrounding territories and the rivers that are located near them are polluted.

It should also be noted that this problem is particularly significant in the conditions of Georgia. Hazardous waste often ends up in natural landfills, which can cause a number of health problems for the population living in

the regions. That is why controlling their territories in terms of pollution remains a very relevant problem today.

The study area is an uncontrolled landfill located in the Aragvi River Gorge, in the village of Natakhtari, on the edge of the road, west of Chateau Natakhtari. Household, construction, and organic waste accumulate here. The gases released into the air, toxins leached into the soil, and pollutants in the water enter the human body and pose a threat to it. Of particular note is the water channel that flows through the landfill, which is just as polluted as the landfill itself. It joins the Aragvi River and consequently pollutes it as well. There are several private fish farms located in the Aragvi River gorge, and the risk of their pollution is high.

As part of the study, microbiological analysis of the canal water was conducted before the landfill and then directly in the landfill area. After passing through the landfill, the water becomes polluted. It contained large amounts of *Escherichia coli*, coliform bacteria, and streptococcus, which is twice the norm. These bacteria exist naturally in the environment, however, high concentrations are dangerous to human health, and considering that this water ends up in the river, the problem becomes more global.

As part of the research, an analysis of the landfill soil was conducted, which determined that it was contaminated with heavy metals, namely lead, manganese, zinc, and copper. The lead content in soil samples taken from the inner territory of the landfill was found to be 2.7 times higher than in samples taken from the baseline point, and exceeded the maximum permissible concentration (MPC) by 2.5 times.

Similarly, the lead content in soil samples taken from the area surrounding the landfill was found to be higher than the MPC and baseline values, namely 1.9 times and 2 times. As for the manganese content, in soil samples from both the landfill interior and the surrounding area, its values range within the MPC values, and the background value was exceeded by approximately 2.5 times. The contents of cadmium, copper and zinc were found to be within the normal range.

This poses a threat to the human body. They cause various diseases, which can even be fatal. Similar problems are known to developed countries around the world, which in recent years have resorted to bioremediation methods to eliminate similar problems.

Bioremediation is a complex of soil and water purification methods based on the use of the potential

of microorganisms (bacteria and fungi), algae, and plants. The advantage of this method is that it is based on the self-cleaning ability of living organisms and there is no secondary waste.

Bioremediation is divided into two main areas: microbial remediation and phytoremediation. The research used the phytoremediation method, which involves cleaning the soil of toxic compounds with plants. Phytoremediation research has been around the world since the 1970s. Research and experiments on this method are underway in Germany, France, China, Japan, Russia, and other leading countries around the world. It has the best potential for a number of reasons:

1. It has the ability to be irreversible.
2. Does not pose a risk to human health.
3. Covers a large area.

4.It is safe and inexpensive.

The following annual plants were selected for the phytoremediation experiment at an uncontrolled landfill: carrot, beet, wheat, and lettuce.

They were selected according to the following principle:

1.They are herbaceous annual plants and we can get results in one year.

2.Their root system does not go deeper than 60 cm, and it is at this depth that heavy metals accumulate.

2.5 months after they were planted in the landfill, the amounts of heavy metals that had contaminated the soil were determined in the plants.

The results show that these plants absorb certain amounts of a particular metal. In particular, lead and manganese were absorbed best by carrots (28.9% and 25%), while zinc was absorbed by wheat and beets (41%), and copper was absorbed by all plants in almost equal amounts.

In the second stage of the experiment, copper sulfate and lead nitrate were added to the soil taken from the landfill. The amounts of heavy metals were measured in the plants sown in it.

The results look like this: carrots showed the highest absorption rate, while beets absorbed the highest amount of lead. Based on the data obtained during the study, mathematical and statistical characteristics were processed: data median, data variation (range of dispersion), standard deviation, and mean absolute deviation. These data confirmed that the experiment is justified for all landfills and can be applied to other uncontrolled landfills.