

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ზაალ ცინაძე

წყალმომარაგების ბუნებრივი წყაროების ხარისხის
შეფასება მდინარე მტკვარის მაგალითზე

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

აკტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა

შიფრი 0406

თბილისი

2019 წ.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგების და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის N105 დეპარტამენტში

თანახელმძღვანელები:

პროფესორი დავით გურგენიძე

პროფესორი ანატოლი გურინოვიჩი

რეცენზენტი: ზურაბ მეგრელიშვილი

რეცენზენტი: ალექსანდრე

ბაგრატიონ-დავითაშვილი

რეცენზენტი: ნიკოლოზ გონგაძე

დაცვა შედგება 2019 წლის 9 ივლისი 15:00 საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე.

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68, სტუ, კორპუსი I, აუდ. 508

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი:

პროფ. დემურ ტაბატაძე -----

ნაშრომის საერთო დახასიათება

ნაშრომის აქტუალურობა. გარემოში მიმდინარე გლობალური ცვლილებები წყლის რესურსებისადმი განსაკუთრებულ ყურადღებასა და დამოკიდებულებას მოითხოვს. მით უმეტეს თუ საქმე ეხება მდინარე მტკვარს - ტრანსსასაზღვრო მდინარეს, რომლის სხვა დამაბინძურებელ ფაქტორთა შორის ჩამდინარი წყლებიც დიდ ადგილს იკავებს. ჩამდინარ წყლებში მოხვედრილი ფარმაცევტული წარმოების ნარჩენები, ადამიანის მიერ მოხმარებული მედიკამენტები და მათი მეტაბოლიტები, დიდ საშიშროებას უქმნის მოსახლეობას და გარემოს. აღნიშნულ ნივთიერებათა სპექტრი საკმაოდ დიდია. მათი იდენტიფიკაცია, რაოდენობრივი განსაზღვრა და ნეიტრალიზაცია საქართველოს პირობებში აქტუალურია, თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ამ მიმართულებით კვლევები ჯერ არ განხორციელებულა.

მეცნიერული სიახლე. პირველად საქართველოში შესწავლილია მდინარე მტკვრის მედიკამენტოზური დაბინძურების საკითხი. განსაზღვრულია დამაბინძურებელი ფარმაცევტული პრეპარატების ძირითადი ჯგუფები. გამოკვლეულია მათი რაოდენობრივი მახასიათებლები ჩამდინარ წყლებში. შესწავლილია ფსიქოტროპულ ნივთიერებათა ჯგუფი - ბენზოდიაზეპინები. განისაზღვრა მათი რაოდენობრივი განაწილება წლის სეზონების მიხედვით. კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე რეკომენდირებულია ჩამდინარი წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიურ ციკლს დაემატოს კვანძი, რომელშიც ადსორბენტად გამოყენებული იქნება თიხები და მცენარე. აგრეთვე ზემოაღნიშნული კვანძის ჩართვა შესაძლებელია, როგორც დიდი ქალაქების, ასევე მცირე ზომის დასახლებების ჩამდინარი წყლების გამწმენდ ნაგებობებში. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ასეთი ბლოკების გამოყენება სოფლის ან სხვა ტიპის დასახლებებში, სადაც არ არსებობს წყალარინების ქსელი.

პრაქტიკული მნიშვნელობა. ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის შედეგებს აქვს შემდეგი პრაქტიკული მნიშვნელობა:

1. მდინარე მტკვარი ქ. თბილისის მიდამოებში შესაძლებელია განხილული იქნეს როგორც წყალმომარაგების პოტენციური წყარო, თუ წყლის გაწმენდის ღონისძიებებში სხვა დამაბინძურებლებთან ერთად, გათვალისწინებული იქნება ფარმაცევტული ნივთიერებების ნეიტრალიზაცია;
2. წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიურ ციკლში შემოთავაზებული კვანძის დამატება მნიშვნელოვნად შეამცირებს როგორც ბენზოდიაცინების, ასევე სხვა მედიკამენტთა ჯგუფების რაოდენობას, ზოგიერთ შემთხვევაში კი სრულად უზრუნველყოფს მათ ნეიტრალიზაციას;
3. შემოთავაზებული ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც დიდი, ასევე საშუალო და მცირე ქალაქებისთვის, აგრეთვე სოფლის და ანალოგიური ტიპის დასახლებული პუნქტების პირობებში, სადაც არ არის წყალარინების ქსელი;
4. ბუნებრივი ადსორბენტების გამოყენება წყლის გაწმენდისას მედიკამენტოზური დამაბინძურებლებისგან საკმაოდ ამარტივებს გაწმენდის პროცესს, აიაფებს მას და მნიშვნელოვნად ამცირებს გარემოზე უარყოფით ზემოქმედებას.

სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალის, სამი თავის, საერთო დასკვნების გამოყენებული ლიტერატურის (123 დასახელება) და დანართისაგან.

ნაშრომი გადმოცემულია 182 ნაბეჭდ გვერდზე, მათ შორის 28 ნახაზი და 23 ცხრილია.

ნაშრომის შინაარსი

წყალი ადამიანის ცხოვრებაში მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ როლს ასრულებს. წყლის გარეშე შეუძლებელია ორგანული სამყაროს განვითარება.

თუ XIX საუკუნის შუა წლებში, ქალაქებში ერთ ადამიანზე იხარჯებოდა დღე-ღამეში 25 ლ წყალი, ახლა იხარჯება 200-400 ლ, ხოლო მსხვილ ქალაქებში 500 ლ და მეტი.

მოსახლეობის ზრდასთან და გლობალურ დათბობასთან ერთად იზრდება სასმელი წყლის მარაგების შემცირება მთელს მსოფლიოში. ამ ფონზე სულ უფრო აქტუალური ხდება ჩამდინარი წყლების გაწმენდის საკითხი წყლის მეორადი გამოყენების მიზნით.

სამწუხაროდ, ზედაპირული წყლები დღეს ბინძურდება სხვადასხვა საშუალებით, როგორებიცაა: სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მინერალური სასუქები, მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის ფერმების ფუნქციონირების შედეგად წარმოშობილი ფეკალური მასები, ბუნებრივი რესურსების გადამამუშავებელი საწარმოები, ფაბრიკა-ქარხნები, საყოფაცხოვრებო-კომუნალური მეურნეობები, მდინარეებისა და ტბების პირას განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელები, ტურიზმი და სხვ. ამიტომ მათი გასუფთავება ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა კაცობრიობისათვის.

ქალაქებსა და დასახლებულ ადგილებში ჩამდინარი-საყოფაცხოვრებო წყლები მიიღება საცხოვრებელი, ადმინისტრაციული, კომუნალური და აგრეთვე, სამრეწველო საწარმოების საყოფაცხოვრებო შენობებიდან. წყალარინების სისტემის დანიშნულებაა შენობა-ნაგებობების სანიტარული მოწყობილობებიდან მიიღოს ჩამდინარი წყლები და თვითდენითი გარე ქსელით გაიყვანოს დასახლებული ადგილის გარეთ გასაწმენდად, შემდეგ ეს წყლები გააუვნებლოს გამწმენდ სადგურში ნორმატივების შესაბამისად ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში და ისე ჩაუშვას წყალსატევში.

ნორმატივების მიხედვით ცნობილია, რომ ჩამდინარი წყლები (როგორც საყოფაცხოვრებო, ისე ზედაპირული) წყალსატევში ჩაშვებამდე აუცილებლად უნდა გაიწმინდოს ამა თუ იმ დამაბინძურებელი ნივთიერების მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში. ამასთან, გაწმენდილი ჩამდინარი წყლების კონტროლს ახორციელებენ და

ამტკიცებენ სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოები და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური სადგურები.

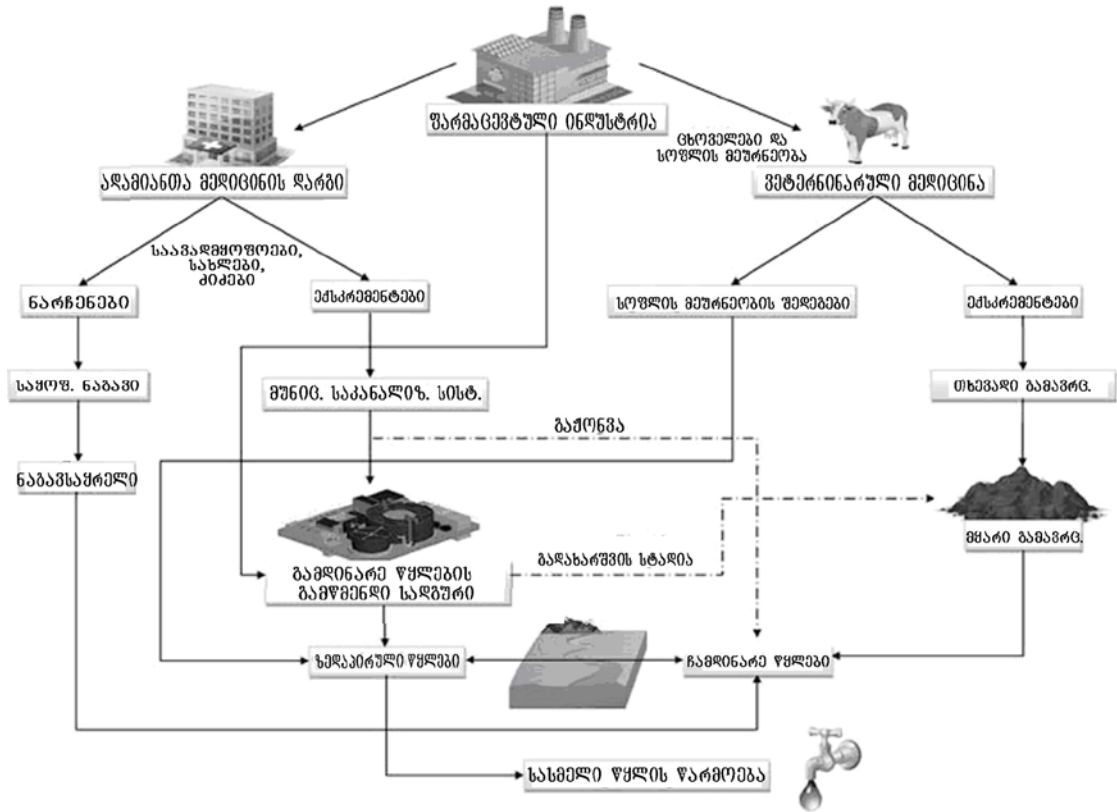
ბოლო სამი ათწლეულის განმავლობაში ქიმიური დამაბინძურებლების კვლევები ძირითადად ფოკუსირებული იყო ჩვეულებრივ „პრიორიტეტულ“ დამაბინძურებლებზე (მაგ. მუდმივი ორგანული დამაბინძურებლები - POP), განსაკუთრებით ისინი, რომლებიც ითვლებიან ტოქსიკურად და კანცეროგენულად, როგორებიცაა პოლიკულური არომატული ნახშირწყალბადები (PAH), პოლიქლორირებული დიბენზო-პ-დიოქსინები და ფურანები და მრავალი ქლორორგანული პესტიციდი, მათ შორის დიქლორო-დიფენილ ტრიქლოროთანი (DDT) და მათი მეტაბოლიტები. განვითარებული ქვეყნების უმრავლესობამ საკანონმდებლო დოკუმენტებში ასახა ზემოთხსენებულ ნაერთთა ზღვრული დასაშვები ნორმები, ამ ტიპის დამაბინძურებლების ძირითადი წყაროების მხრიდან გარემოს დაბინძურების აღსაკვეთად.

ბიოაქტიურ-ქიმიურ ნაერთთა ერთ-ერთი მრავალფეროვანი ჯგუფი, რომელიც იპყრობს მეცნიერთა ყურადღებას, არის ფარმაცევტული პრეპარატები, ფარმაცევტულად აქტიური ნაერთები და მათი მეტაბოლიტები.

წყლის ყველა ახალ დამაბინძურებელს შორის ფარმაცევტული საშუალებები იპყრობენ ყველაზე მეტ ყურადღებას. ამის მიზეზი გახლავთ ის ფაქტი, რომ ისინი ფართოდ, ძალზე დიდი რაოდენობით გამოიყენება ადამიანების სამკურნალოდ და ვეტერინარულ მედიცინაში, თანაც თითქმის სამუდამოდ რჩებიან წყლის გარემოში.

ფარმაცევტულ დამაბინძურებლებს წარმოადგენენ ადამიანებისა თუ ცხოველების მიერ ფარმაცევტული საშუალებების მიღების შემდეგ, ექსკრემენტების გზით გარემოში მოხვედრილი ქიმიურად აქტიური ნაერთები, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ნიადაგში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები. მათი ძირითადი წყაროებია

ფარმაცევტული საწარმოებიდან, საავადმყოფოებიდან, ჰოსპიტალებიდან, დისპანსერებიდან, ვეტდაწესებულებებიდან გამოდინებული ჩამდინარი წყლები. მათ გააჩნიათ სრულებით განსხვავებული გავლენა გარემოზე.



ნახ. 1. ფარმაცევტული ნაერთების ბუნებაში მოხვედრის მთავარი გზები;

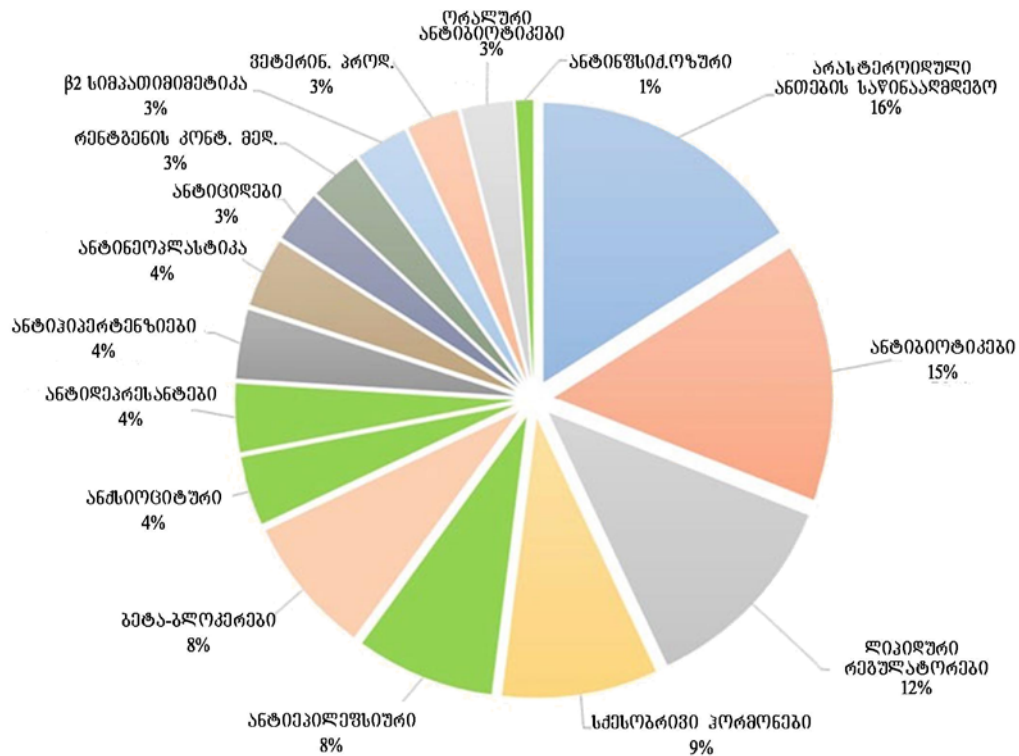
ფარმაცევტული ნაერთების უარყოფითი გავლენა ველურ ბუნებასა და ეკოსისტემაზე მეტწილად უცნობია, ვინაიდან ეს ნაერთები კანონით დადგენილი დოზებისა და მოქმედების ხანგრძლივობის თვალსაზრისით, არავის გაუტესტია. შეუსწავლეია აგრეთვე მათი გავლენა მას შემდეგ, რაც ისინი შეერევია ბუნების სხვა ელემენტებს. ბოლო რამდენიმე წელია, რაც ფარმაცევტული ნაერთები ითვლება გარემოს დაბინძურების ახლად წარმოშობილ წყაროდ.

ადამიანების მიერ ფარმაცევტული ნივთიერებები მიიღება უზარმაზარი რაოდენობით მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. თითო წამლის წლიური მოხმარება იზომება ტონებში და მათი მიღების ოდენობა განსხვავებულია სხვადასხვა ქვეყანაში. ეს „ახლადწარმოშობილი

დამაბინძურებლები“ ის ნივთიერებებია, რომელთა შემცველობას, როგორც წესი, არ ადგენენ წყლის ხარისხის შემოწმებისას. ფართო გაგებით, ისინი შეიძლება ფორმულირდეს, როგორც „ნებისმიერი სინტეტიკური ან ბუნებრივი ქიმიური ნივთიერება ან მიკროორგანიზმი, რომელთაც, როგორც წესი, არ ადგენენ თვალყურს გარემოს შესწავლისას, მაგრამ რომლებსაც გააჩნიათ პოტენციალი, რომ მოხვდნენ ბუნებაში და საფრთხე შეუქმნან ადამიანთა ჯანმრთელობას, ცნობილი ან ჯერ კიდევ შეუსწავლელი უარყოფითი ეფექტის წყალობით“. ფარმაცევტული საშუალებები წარმოადგენენ ასეთი დამაბინძურებლების მთავარ ქვეჯგუფს.

წყლის გამწმენდი რიგითი სადგურები არ არის ჯეროვნად მზადრთული ფარმაცევტული ნაერთების წყლიდან გამოსაცალკევებლად. ისინი ძირითადად შექმნილი არიან ბიოდეგრადირებადი ნახშირბადის გამოსაცლელად ისევე, როგორც აზოტისა და ფოსფორის ნაერთებისგან წყლის გასასუფთავებლად. როგორც შედეგი, ეს ფარმაცევტული ნაერთები დაუბრკოლებლად გადიან წყლის გამწმენდ სადგურებს და ხვდებიან მიწისზედა წყლებში, კერძოდ, მდინარეებში, ნაკადულებსა და ტბებში. დამატებითი დანაგვიანება მიმდინარეობს წვიმების დროს საკანალიზაციო არხებიდან დანაგვიანებული წყლების გაჟონვისას ან სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებისას, როდესაც ხდება სავარგულების განოყიერება სხვადასხვა ორგანული სასუქის საშუალებით, ძირითადად ნაკელით. როგორც შედეგი, ბუნებაში გამოსული ფარმაცევტული ნაერთები შეიძლება ინახოს მიწისზედა წყლებში, გრუნტის წყლებში და სასმელ წყალშიც კი, თუმცა ძალზე მცირე კონცენტრაციით. ფარმაცევტული ნაერთები ან მათი მეტაბოლიტები, როგორც კი მოხვდებიან გარემოში, გადიან ბუნებაში გარდაქმნის პროცესს შთანთქმის, სითხეებში გახსნის, ან დეგრადაციის გზით (როგორებიცაა ფოტოლიზი, ბიოდეგრადაცია ან სხვა ქიმიური რეაქციები), რაც დამოკიდებულია მათ ჰიდროფობიურობაზე (წყლის შიშში), ბიოდეგრადირებაზე და გარემო პირობებზე.

134 სტატიიდან შეგროვებული მონაცემების თანახმად, რომლებიც გამოცემული იყო 2000-2017 წ.წ.-ში, გარემოში ნაპოვნია ძირითადად თერაპევტული კლასის, არტერიული ანთების საწინააღმდეგო წამლები, სისხლის ლიპიდების შემამცირებელი აგენტები, ანტიბიოტიკები და სქესობრივი ჰორმონების შემცველი ფარმაცევტული ნაერთები და სხვა (იხ. ნახ. 2).



ნახ. 2. გარემოში აღმოჩენილი თერაპიული კლასების ფარმაცევტული ნაერთები;

ფარმაცევტულად აქტიური ნაერთები იწარმოება ძალიან დიდი მოცულობით და მათი გამოყენება და მრავალფეროვნება ყოველწლიურად მატულობს.

გარდა ფარმაცევტული ნაერთებისა, ტერმინი „ახლადწარმოშობილი დამბინძურებლები“ ასევე გულისხმობს მთელ რიგ საწარმოო ქიმიურ ნივთიერებებს, რომლებიც გამოიყენებიან პლასტმასის, ჰიგიენური და სარეცხი საშუალებების და პესტიციდების წარმოებისას. არის საფუძვლიანი ეჭვი, რომ ისინი იწვევენ ენდოკრინულ დაავადებებს ადამიანის ორგანიზმში.

ამრიგად, ფარმაცევტული და კერძოდ, ფსიქოტროპული პრეპარატებისგან წლის გასუფთავება აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

ბენზოდიაზეპინი მდინარე მტკვარში

ვინაიდან, მსოფლიოში მცირდება სასმელი წყლის მარაგები, ამიტომ ამ ფონზე უფრო აქტუალური ხდება ჩამდინარი წყლების გაწმენდის საკითხი წყლის მეორადი გამოყენების მიზნით. წყალარინების გამწმენდი სადგურები ითვლება წყლიდან ყველა სახის დამაბინძურებლების გაწმენდის მთავარ საშუალებად. ეს სადგურები შექმნილია იმ მიზნით, რომ გამოაცალოს წყალს უცხო მყარი ნივთიერებები, მცირე ზომის დამაბინძურებელი ნაწილაკები, ნიტრატები და წყალში გახსნილი ბიოდეგრადაციის შედეგად წარმოშობილი ორგანული ნივთიერებები. სადგურიდან გამოსული წყლის ხარისხი მოწმდება მასში დარჩენილ ჩვეულებრივ ქიმიურ ნაერთთა რაოდენობებზე.

მდინარე მტკვარს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს საქართველოსა და აზერბაიჯანისათვის. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყალი საქართველოს ფარგლებში რწყავს 315 ათ. ჰა-ზე მეტ ფართობს, აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე თითქმის 1 მლნ. ჰა-ს. ამიტომ, მისი დაბინძურების შესწავლა ერთ-ერთ პრიორიტეტული საკითხია საქართველოს ეკოლოგიური მდგრადობისთვის.

მსოფლიოში 450 მილიონ ადამიანს აწუხებს ესა თუ ის ფსიქიკური თუ ქვევითი დარღვევები და ასეთ ადამიანთა რიცხვი 2020 წლამდე კიდევ უფრო გაიზრდება. ფსიქოტროპული პრეპარატები ქმნიან განგაშის საფუძველს, მათი ტოქსიკურობის, მდგრადობისა და მზარდი მოხმარების გამო ბოლო ათწლეულის განმავლობაში; ბენზოდიაზეპინი (დზ) გახლავთ ფსიქოტროპული კლასის პრეპარატი, რომელიც წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის სელექტიურ მოდიფიკატორს და შეიძლება იქნას კლასიფიცირებული, როგორც დამამშვიდებელი საშუალება. დზ წარმოადგენს ყველაზე ხშირად მოხმარებად პრეპარატს მსოფლიოში. დასავლეთის ქვეყნების მაცხოვრებელთა 1-3% რეგულარულად იღებს დზ-ს

წლის განმავლობაში და ბრაზილიაში ექიმების მიერ გამოწერილ ამ პრეპარატს იღებს მოზარდთა 10%. კარბამაზეპინის (კზ) გაცემა ბრაზილიაში ექვემდებარება კონტროლს, ვინაიდან ის განიხილება, როგორც განწყობის სტაბილიზატორი. 2008 წელს კარბამაზეპინი, მისი ანტიკონვულსიური მოქმედების გამო იყო ბრაზილიაში ხუთ ყველაზე ხშირად მოხმარებად მედიკამენტთა შორის. კზ ნაპოვნია სასმელ წყალში მსოფლიოს 29 ქვეყანაზე მეტში. ბენზოდიაზეპინი აღმოაჩინეს წყლის გამწმენდი 20 სადგურიდან რვაში, თუმცა, შედარებით დაბალი კონცენტრაციით (< 0.04 მგ ლ⁻¹). ამ კომპონენტების ისევე, როგორც მათი ნაერთების, არსებობა წყლებში და მდინარეებში, კარგად დოკუმენტირებულია.

ფარმაცევტული საშუალებები ხვდებიან გარემოში ექსკრემენტების გზით სხვადასხვა ნაერთებისა თუ მეტაბოლიტების სახით. აგრეთვე, საყოფაცხოვრებო ნაგავში დიასახლისების მიერ გადაგებული ვადაგასული მედიკამენტებიც ხვდება გარემოში. ვადაგასული მედიკამენტები შეიძლება ასევე მოხვდეს საკანალიზაციო წყლებში, საიდანაც ისინი გადადიან წყლის გამწმენდ სადგურებში. მიუხედავად იმისა, რომ ასეთი გზებით მოშორებული ტოქსიკური ნივთიერებების გავლენა გარემოზე სრულად არ არის შესწავლილი, ბოლოდროინდელმა კვლევებმა გამოავლინა მათი გავლენა მეტაბოლიზმის პროცესებზე და წყლის ორგანიზმების ქცევებზე, მთელი ბიოლოგიური იერარქიული საფეხურის გასწვრივ, დაწყებული უჯრედებსა თუ ორგანოებზე ზემოქმედებით და დასრულებული მთელს ეკოსისტემაზე გავლენით. ბოლოდროინდელმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ფსიქოაქტიური წამლები ცვლიან თევზებისა თუ წყლის უხერხემლო ბინადართა ქცევით რეაქციებს. მატრიცების სირთულისა და წყლის სინჯებში ფარმაცევტულ ნაერთთა კონცენტრაციის სიმცირის გამო, ამ წამლების პირდაპირი ანალიზი შეუძლებელია.

ახლად წარმოშობილი ორგანული დამაბინძურებლებს იკვლევენ მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. მიუხედავად ამისა, არ არსებობს

საკანონმდებლო ბაზა, რომელიც ფარმაცევტულ ნივთიერებებს განიხილავდა მიკროდამაბინძურებლების რანგში. წამლების იდენტიფიცირებისა და რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ანალიტიკური ტექნიკა კარგად არის დამკვიდრებული სახელმწიფო სააგენტოებში. მიუხედავად ამისა, ნედლეულისა და კომერციული პროდუქტების ხარისხის განსაზღვრისათვის იყენებენ ჩვეულებრივ მეთოდოლოგიებს. შესაბამისად, სწრაფი, იაფი, მგრძობიარე და ზუსტი მეთოდების განვითარება ფარმაცევტული საშუალებების მონიტორინგისათვის, მათი კვალის დონეზე, წარმოადგენდა ბოლო წლების ანალიტიკურ ამოცანას მეცნიერთათვის. იმავდროულად, არანაკლებ აქტუალურია ისეთი საკითხებიც, როგორებიცა: სხვადასხვა თერაპიული კლასის განსხვავებული ქიმიური ბუნების მქონე ნაერთთა აღმოჩენა და ასევე მეტისმეტად დაბინძურებული წყლის გარემოში ფარმაცევტულ ნაერთთა კვალის თვალის გადევნება, მათგან წყლის გაწმენდის დროისა და ხარჯების შემცირება. ამ ახალ მეთოდოლოგიათა უმეტესობა ეფუძნება თხევად ქრომატოგრაფიას, მასის - სპექტრომეტრიასთან ტანდემში (LC-MS/MS), ამ უკანასკნელის მაღალი მგრძობიარეობისა და ნაერთთა იდენტიფიცირების დადასტურების უნარის გამო.

ბოლო ხანებში, ისევე როგორც მთელს მსოფლიოში, თბილისშიც იმატა მოსახლეობაში სტრესმა და ფსიქიურმა დარღვევებმა, რომლის დასაძლევადაც იყენებენ ბენზოდიაზეპინის კლასის ფარმაცევტულ პრეპარატებს. ამავე პრეპარატებს იყენებენ ადამიანები, რომლებიც იტანჯებიან სხვადასხვა გონებრივი დარღვევებით, ასევე ისინიც, ვინც საჭიროებს თანადგომას ალკოჰოლისა და ნარკოტიკებისგან თავის დასაღწევად. სწორედ ამიტომ ჩვენი კვლევის დაწყებისას ყურადღება გავამახვილეთ დამამშვიდებელი პრეპარატი ბენზოდიაზეპინისგან მტკვრის დაბინძურებაზე. რადგან ამ პრეპარატის მოხმარება ძლიერ გაზრდილია მოსახლეობაში.

მიუხედავად ამისა, ამ დახვეწილი და ძვირადღირებული ტექნოლოგიის გამოყენება ჯერ კიდევ არ არის ხელმისაწვდომი ყველა ლაბორატორიისთვის, ასევე საქართველოში მდებარე ლაბორატორიებისთვისაც.

ნიმუშების აღების მეთოდისა

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა დამაწყნარებელი პრეპარატის ბენზოდიაზეპინის არსებობა ჩამდინარი წყლების სინჯებში და მათი რაოდენობის განსაზღვრა შერჩეულ ნიმუშებში. თავდაპირველად შერჩეულ იქნა 10 ადგილმდებარეობა:

- 1) ორთაჭალის ჰესის მიმდებარედ (N1);
- 2) ეროვნული ბანკის მიმდებარედ (N2);
- 3) საჯარო რეესტრის მიმდებარედ (N3);
- 4) მირცხულავას ქუჩასთან წყალმიმღების მტკვართან შეერთების ადგილზე (N4);
- 5) დილომში, საავადმყოფოების მიმდებარედ (N5);
- 6) თევზის რესტორნის მიმდებარედ (N6);
- 7) ხოშარაულის ქუჩის მიმდებარედ (N7);
- 8) გოთუას ქუჩის მიმდებარედ (N8);
- 9) მდინარე ვერესა და მტკვრის შესართავთან (N9);
- 10) მდინარეების გლდანულასა და მტკვრის შესართავთან (N10);

ცხრილი 1. მდინარე მტკვარში დამაწყნარებელი პრეპარატი ბენზოდიაზეპინის სტაბილურობა

N	დისლოკაციის ადგილი	აღმოჩნდა	რეაქციის დრო (წთ)	დაახლ. რაოდ. ნგ/ლ
1.	ორთაჭალის ჰესის მიმდებარედ (N1)	X	8:00	100
2.	ეროვნული ბანკის მიმდებარედ (N2)	X	6:00	180
3.	საჯარო რეესტრის მიმდებარედ (N3)	X	9:00	100
4.	მირცხულავას ქუჩასთან წყალმიმღების მტკვართან შეერთების ადგილზე (N4)	X	9:00	100
5.	დილომში, საავადმყოფოების მიმდებარედ (N5)	X	5:50	220
6.	თევზის რესტორნის მიმდებარედ	X	5:00	200

	(N6)			
7.	ხოშარაულის ქუჩის მიმდებარედ (N7)	X	8:00	100
8.	გოთუას ქუჩის მიმდებარედ (N8)	-	-	-
9.	მდინარე ვერესა და მტკვრის შესართავთან (N9)	-	-	-
10.	მდ. გლდანულასა და მტკვრის შესართავთან (N10)	-	-	-

ნიმუშების შემოწმება

ანალიზის ასაღებად გამოყენებული იქნა ახალი სტერილური ტარა. თითოეული ანალიზისთვის ნიმუშები აღებული იქნა ცალ-ცალკე, რომელიც მოთავსებული იქნა აფთიაქში შექმნილ ანალიზისთვის განკუთვნილ სპეციალური ცილინდრული ფორმის დეზინფიცირებულ კოლბაში. ყველა ნიმუში დაუყოვნებლივ იქნა გადატანილი ლაბორატორიაში, წყლის სინჯებში ბენზოდიაცინის არსებობა შემოწმებულ იყო ტესტ-ჩხირებით Reoud Response. თითოეულ კოლბაში განთავსდა ტესტ-ჩხირი Reoud Response. ჩხირის წყალში დაყოვნების დრომ შეადგინა 5-10 წთ. ტესტ-ჩხირზე მოთავსებული ინდიკატორით გამოვლინდა ნიმუშში ბენზოდიაცინის შემცველობა. ინდიკატორის ჩვენებით ჩვენ დავასკვნით, რომ აღებულ ნიმუშებში აღმოჩენილი იქნა ნივთიერება ბენზოდიაცინი.

კვლევის მეთოდика

ნიმუშში არსებულ წყალში ბენზოდიაცინის რაოდენობის განსასაზღვრად რამოდენიმე მეთოდი არსებობს, რომლებიც გამოკვლეულია სხვადასხვა მეცნიერების მიერ. ჩვენ განვიხილავთ შემდეგ მეთოდებს: 1) თხევადი ქრომატოგრაფიისა და მასის-სპექტრომეტრული LC-MS-MS მეთოდით ანალიზი; 2) მყარი ფაზების გამოყოფის და მაღალეფექტური ქრომატოგრაფის დიოდურ-მატრიცული დეტექტორის (SPE-HPLC-DAD) მეთოდი; 3) სპექტრომეტრიის მეთოდი; 4) თხელფენიანი ქრომატოგრაფიის მეთოდი.

ჩამდინარე წყლების გასასუფთავებლად, (ბენზოდიაცინების ჯგუფის ფარმაცევტული პრეპარატებისგან) შეთავაზებული იქნა გაწმენდის

ტექნოლოგიური ციკლი ახალი კვანძის დამატებით. ახალ კვანძში რეკომენდირებულია გამოყენებული იქნას შემდეგი მეთოდები:

1. უკუ ოსმოსის მემბრანული მეთოდი;
2. ხელოვნური წყალსატევების შექმნა საწარმოო ჩამდინარი წყლების გასაწმენდად სადაც გამოყენებული იქნება ჩვეულებრივი ლერწამი (*Phragmites australis*), ლაქაში (*Typha latifolia* T. *angustifolia*) და წყლის შროშანა (დუმფარა) (*Nymphaeaceae*);
3. ბენზოდიაზეპინის გამოცლა ჩამდინარი წყლებიდან თანამედროვე მემბრანული ტექნოლოგიით, აქტივირებული ნახშირით და მიცელო-თიხის კომპლექსით;

სისტემურ-ლოგიკური კვლევის მეთოდოლოგიის საფუძველზე, შეიძლება დავასკვნათ:

1. მდინარე მტკვარი ქალაქ თბილისის მიდამოებში შესაძლებელია განხილული იქნეს, როგორც წყალმომარაგების პოტენციური წყარო, თუ წყლის გაწმენდის ღონისძიებებისას სხვა დამაბინძურებლებთან ერთად, გათვალისწინებული იქნება ფარმაცევტული ნივთიერებების ნეიტრალიზაცია;
2. წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიურ ციკლში შემოთავაზებული კვანძის დამატება მნიშვნელოვნად შეამცირებს, როგორც ბენზოდიაზეპინების, ასევე სხვა მედიკამენტთა ჯგუფების რაოდენობას, ზოგიერთ შემთხვევაში კი სრულად უზრუნველყოფს მათ ნეიტრალიზაციას;
3. შემოთავაზებული ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს, როგორც დიდი, ასევე საშუალო და მცირე ქალაქებისთვის, აგრეთვე სოფლის და ანალოგიური ტიპის დასახლებული პუნქტების პირობებში, სადაც არ არის წყალარინების ქსელი;
4. ბუნებრივი ადსორბენტების (თიხები და მცენარეები) გამოყენება წყლის გაწმენდისას მედიკამენტოზური დამაბინძურებლებისგან საკმაოდ ამარტივებს გაწმენდის პროცესს, აიაფებს მას და მნიშვნელოვნად ამცირებს გარემოზე უარყოფით ზემოქმედებას.

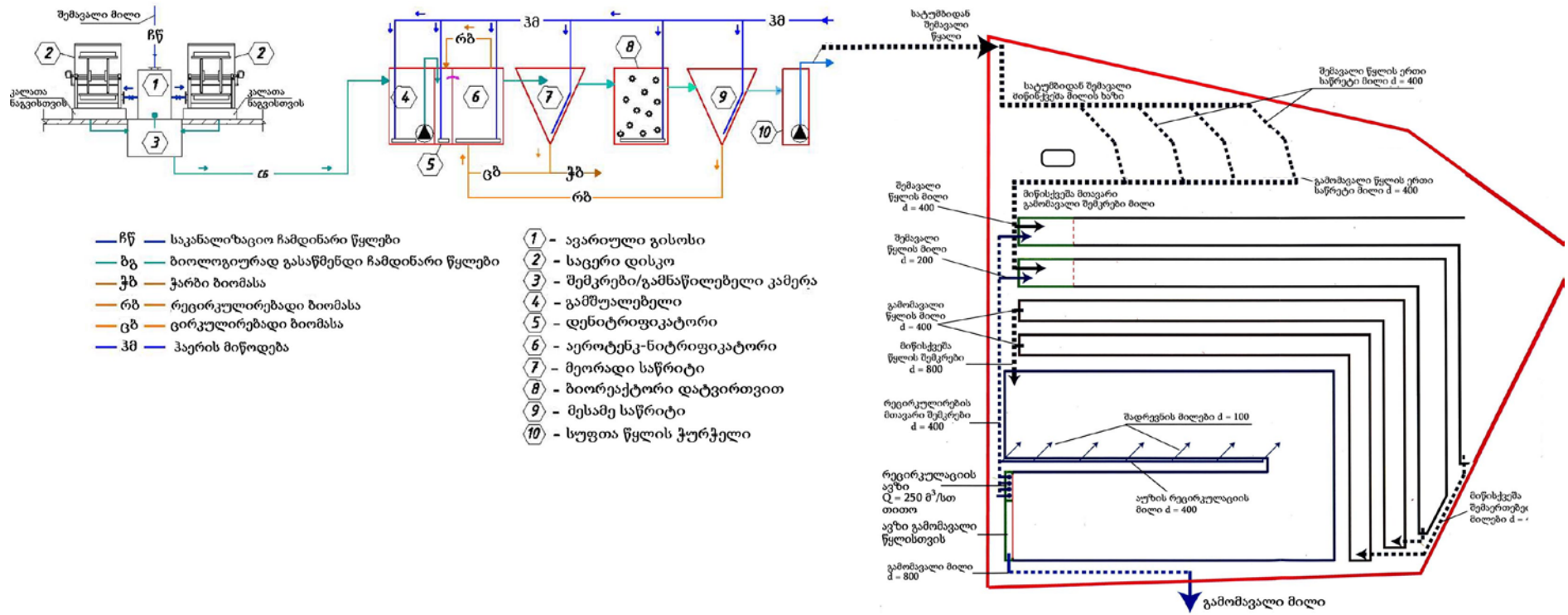
5. პირველად საქართველოში შესწავლილია მდინარე მტკვრის მედიკამენტოზური დაბინძურების საკითხი;
6. განსაზღვრულია დამაბინძურებელი ფარმაცევტული პრეპარატების ძირითადი ჯგუფები;
7. გამოკვლეულია მათი რაოდენობრივი მახასიათებლები ჩამდინარე წყლებში;
8. შესწავლილია ფსიქოტროპულ ნივთიერებათა ჯგუფი - ბენზოდიაცეპინები. განისაზღვრა მათი რაოდენობრივი განაწილება წლის სეზონების მიხედვით;

ჩამდინარი წყლების გაწმენდის შემოთავაზებული ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს, როგორც დიდი, ასევე საშუალო და მცირე ქალაქებისთვის, აგრეთვე სოფლის და ანალოგიური ტიპის დასახლებული პუნქტების პირობებში, სადაც არ არის წყალარინების ქსელი.

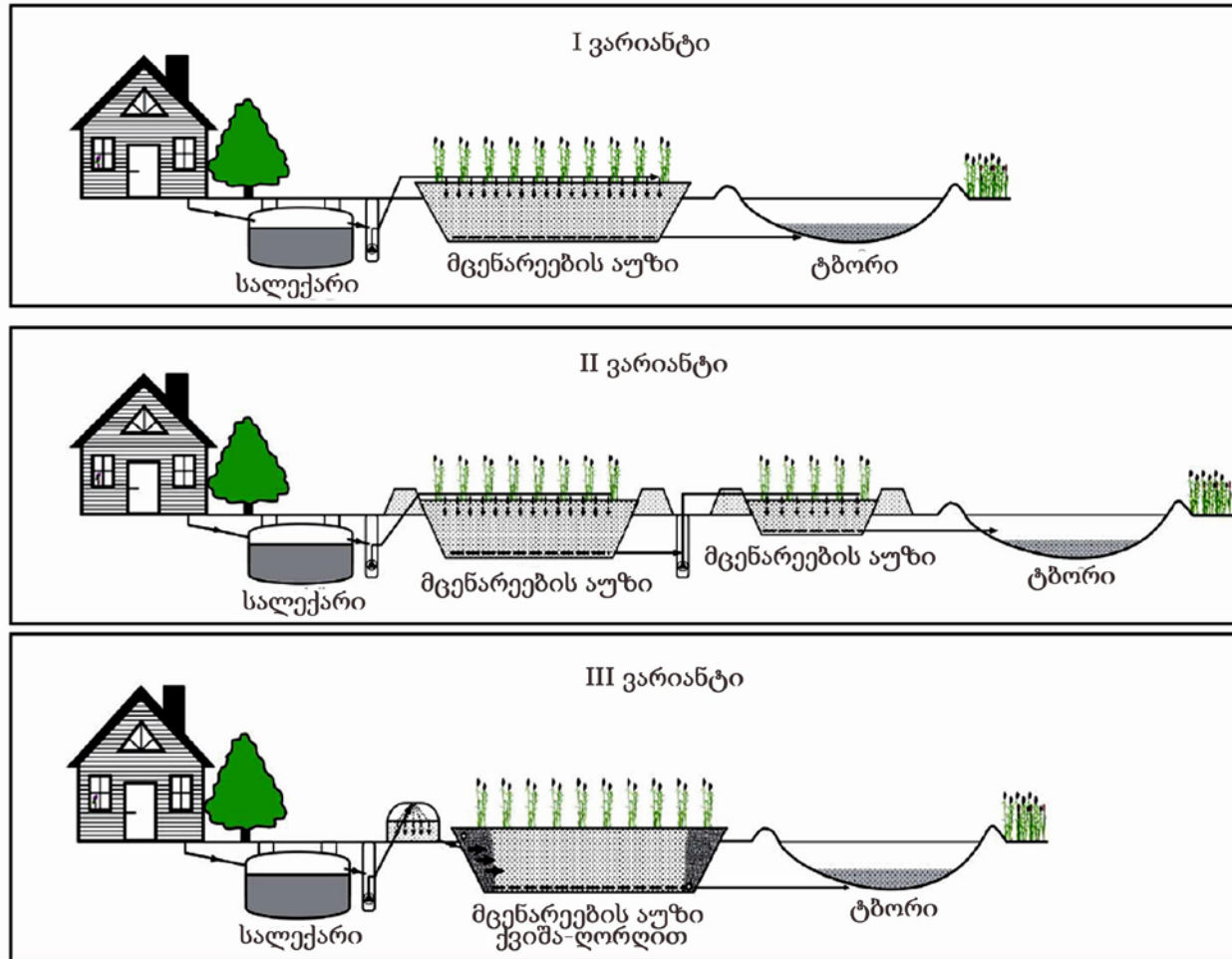
სადოქტორო დისერტაცია შედგება სამი თავისგან.

პირველ თავში განხილულია წყლის რესურსების დაბინძურების ძირითადი წყაროები და წყლის წყაროების დაბინძურებისგან დაცვის გზები და მეთოდები. ჩამდინარი წყლის გაწმენდის არსებული ტექნოლოგიები. ფართოდ არის მიმოხილული წყლის ახლადწარმოშობილი დამაბინძურებლები, რომელთაგანაც განსაკუთრებული ადგილი უკავია ადამიანისა და ცხოველების მიერ მოხმარებული ფარმაცევტული საშუალებების შედეგად წყლის გარემოს დაბინძურებას. ამავე თავში განხილულია წყლის გაწმენდის თანამედროვე პროცესები, მათ შორის:

1. გააქტიურებული ნახშირბადით;
2. მემბრანული ფილტრაციით;
3. ოქსიდანტური გაწმენდა ულტრაიისფერი დასხივებით;
4. ქლორირებით;
5. ქლორის დიოქსიდით;
6. ოზონირებით.



ნახ. 3. ჩამდინარე წყლების, ბენზოდიაზიპინების ჯგუფის ფარმაცევტული პრეპარატებისგან გაწმენდის ტექნოლოგიური ციკლი ახალი კვანძის დამატებით.



ნახ. 4. ბენზოდიამინების ჯგუფის ფარმაცევტული პრეპარატებისგან გაწმენდის ტექნოლოგიური ციკლი ახალი კვანძის დამატებით ინდივიდუალური სახლისთვის.

მეორე თავში განხილულია მდინარე მტკვრის, როგორც კვლევის ობიექტის, ზოგადი დახასიათება, მისი მნიშვნელობა რეგიონში, ჰიდროლოგიური რეჟიმი და მისი დაბინძურების ძირითადი წყაროები.

მესამე თავში განხილულია ჩატარებული კვლევების აღწერა. განსაზღვრულია ბენზოდიაზეპინის ჯგუფის პრეპარატების არსებობა მდინარე მტკვრის წყალში თბილისის მონაკვეთზე. აღწერილია წყალში ბენზოდიაზეპინების ჯგუფის პრეპარატების რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდები.

ამავე თავში აღწერილია ჩამდინარი წყლებიდან ბენზოდიაზეპინის ჯგუფის მედიკამენტების გამოცლა თანამედროვე მემბრანული ტექნოლოგიით, აქტივირებული ნახშირით და მიცელო-თიხის კომპლექსით და შეთავაზებულია ჩამდინარი წყლების, ბენზოდიაზეპინების ჯგუფის ფარმაცევტული პრეპარატებისგან გაწმენდის ტექნოლოგიური ციკლი ახალი კვანძის დამატებით.

დასკვნა

ფარმაცევტულ საშუალებათა უმეტესობა ადამიანის ორგანიზმში გადის ბიოტრანსფორმაციას, რის შედეგადაც წყლის გარემოში ხვდება სხვადასხვა სახის მნიშვნელოვანი რაოდენობის მეტაბოლიტი, რის შემდეგაც ისინი შეიძლება შემდგომ ტრანსფორმირდნენ წყლის გამწმენდ სადგურებში გასვლის პროცესში (ბიოტიკური დეგრადაცია). ფარმაცევტული საშუალებები შეიძლება განიცდიდნენ ქიმიურ დეგრადაციასაც აბიოტიკური პროცესებით, როგორებიცაა ჰიდროლიზი, ჟანგვა და ფოტოლიზი. დეგრადირების შედეგად მიღებული პროდუქტები ასევე შეიძლება იყოს განგაშის საფუძველი მათი სავარაუდო ტოქსიკურობის გამო, რომელიც, ზოგ შემთხვევებში, შეიძლება იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე მათ მშობელ ნაერთს გააჩნია.

1. გარემოში მიმდინარე გლობალური ცვლილებებით გამოწვეული წყალმომარაგების წყაროების მეჩხერიანობა დღის წესრიგში აყენებს

აქამდე არატრადიციული წყლის წყაროების გამოყენების აუცილებლობას;

2. ქ. თბილისის წყალმომარაგების წყაროდ, ზემოაღნიშნულ პირობებში, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მდინარე მტკვარი, მიუხედავად დაბინძურების მაღალი ხარისხისა;
3. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად განისაზღვრა მდინარე მტკვრის მედიკამენტოზური დაბინძურების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლები. განსაკუთრებულ საშიშროებას ადამიანისათვის წარმოადგენს ფსიქოტროპული დანიშნულების პრეპარატები - ბენზოდიაზიპინები;
4. შესწავლილია ბენზოდიაზიპინების სეზონური განაწილების საკითხები. დადგინდა, რომ მატება აღინიშნება გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, რაც განპირობებულია დაავადებათა გამწვავებით აღნიშნულ პერიოდებში;
5. დამუშავდა წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიური ციკლი ახალი კვანძის დამატებით, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩამდინარი წყლების გაწმენდისას გამოყენებული იქნეს ბუნებრივი ქიმიური და ბიოლოგიური ადსორბენტები, როგორცაა ბენტონიტური თიხა და მცენარეები (ფიტო);
6. ჩამდინარი წყლების გაწმენდის შემოთავაზებული ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც დიდი, ასევე საშუალო და მცირე ქალაქებისთვის, აგრეთვე სოფლის და ანალოგიური ტიპის დასახლებული პუნქტების პირობებში, სადაც არ არის წყალარინების ქსელი.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:

1. Hurynovich A.D. Ramanouski V.L. Klimiashvili L.D. Gurgenidze, Desinfection of water wells using ozone VIII საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“ შრომების კრებული, 1-5 ნომბერი, 2018 წელი.

2. Гвишиани З.Г., Гургенидзе Д.Р., Мгебришвили М.А., К методу очистки сточных вод г.Тбилиси, загрязненных фармацевтическими препаратами. Из серии монографий “Экология окружающей среды”, Том 1, Европейские и инновационные технологии водоснабжения и водоотведения в условиях Южного Кавказа. Под научной редакцией: А.Прангишвили, Л.Дзениса, Л.Климашвили, Д.Гургенидзе, З.Гвишиани, А.Гуриновича, Тбилиси, ГТУ, 2019

Resume

Water Quality Assessment of Natural Sources for Water Supply on the Example of the River Mtkvari

Unfortunately, surface water now is polluted by various means, so its treatment is a major problem for humanity.

Together with the growth of population and global warming, drinking water resources are reducing in the whole the world. On this background, sewage treatment is becoming more topical for the purpose of secondary use of water.

Water plays an important and multilateral role in human life. Development of organic world is impossible without water;

If in the middle of the XIX century, 25 l of water were spent on a person per day in cities, now 200-400 l is spent, and in large cities 500 and more;

The last three decades of special studies were devoted to the recent discovered chemical contaminants. One of the varied groups of pollutant compounds that attract the attention of scientists are pharmaceutical substances. Pharmaceutical compounds are produced in a very large volume and their use and diversity increases from year to year.

Pharmaceutical pollutants present as chemically active compounds in the environment through excrements that are adopted by humans or animals from pharmaceutical remedies; they have a completely different effect on the environment;

The negative influence of pharmaceutical compounds on wild nature and ecosystem is largely unknown; Wast Water Treatment Stations are not sufficiently ready for the removal of complex pharmaceutical compounds from the water;

Nowadays, the psychiatric disorders spread in the world, that caused the increase of consumption and prescriptions on drugs, especially the anti-depressants, anxiolytics, antiepileptics, antipsychotics, anticholinergics, and hypnotic/sedative.

Stress and mental disorders in the population have also increased in Tbilisi, for which benzodiazepine group of pharmaceutical preparations are largely

used. The same drugs are used by people who suffer from various mental disorders, as well as those who need help to get rid of alcohol and drugs. The consumption of this group is greatly increased in the population.

For the reason mentioned above, the research focuses on the contamination of Mtkvari River from the benzodiazepine group preparations.

The existence of sedative benzodiazepine group preparations in wastewater samples was studied. Ten dislocations were selected on the territory of Tbilisi and samples were taken from the river Mtkvari. All samples were immediately moved to the laboratory, and the presence of benzodiazepines in water samples were tested by the test stroke Reoud Response. In each chamber, the test stick is Reoud Response. The time for delay in water was 5-10 minutes. The indicator placed on the test-sticks showed the content of benzodiazepine group preparations in eight samples from ten samples.

The Thesis reviews the following methods of determining the number of pharmaceutical drugs of benzodiazepine group in water:

1. Spectrometer and thin layer chromatography method;
2. Analysis of benzodiazepines in wastewater samples using liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry (LC-MS-MS);
3. Determination of carbamazepine and diazepam with solid phases and diode-matrix detector of high efficiency chromatography (SPE-HPLC-DAD);

For the purification of waste water, (from benzodiazepinebis group of pharmaceutical preparations) the cleaning technological cycle of the new node added have been offered. In the new node it is recommended to use the following methods:

1. Reverse osmosis membrane method;
2. Creation of artificial reservoirs to clean industrial wastewater where the usual reaper (*Phragmites australis*), spots (*Typha latifolia* T. *angustifolia*) and water lily (*Nymphaeaceae*) will be used;
3. Diazepam removal by advanced membrane technology, activated carbon, and micelle-clay complex;

Based on system-logical research methodology it can be concluded, that the river Mtkvari may be considered as a potential source of water supply in Tbilisi, if the water purification measures together with other contaminants, neutralization of pharmaceutical substances will be considered:

1. Adding the proposed node in the water cycle technological cycle will reduce the number of benzodiazepines significantly, as well as the number of other medicines, and in some cases fully will neutralize them;
2. The proposed technology can be used for big, medium and small cities, besides it can be used for villages and similar settlement areas where there is no sewerage network;
3. The use of natural adsorptions (Clays and Plants) during water purification simplifies cleansing process from medicinal pollutants, makes it cheaper and significantly reduces negative impact on the environment;

4. For the first time in Georgia, the issue of medicinal pollution of the river Mtkvari was studied;
5. The major pharmaceutical groups of pollutants are defined;
6. Their quantitative characteristics are investigated in wastewater;
7. Group of psychotropic - benzodiazepines have been studied. Quantitative distribution according to the season were defined.