

UDC 615.1

SCOPUS CODE 1106

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-18-26>

სამკურნალო საშუალებებით გამოწვეული გარემოს დაბინძურება და გლობალური რისკები

- ნანა შაშიაშვილი** ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: shashiashvilinana04@gtu.ge
- ილია გველესიანი** ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: gvelesianiilia04@gtu.ge
- ირინე მეტრეველი** ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: i.metreveli@gtu.ge
- ხათუნა წიქარიშვილი** ფარმაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kh.tsikarishvii@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ცინცაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.tsintsadzei@gtu.ge

ნ. ბოლქვაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: nona.aia@rambler.ru

ანოტაცია. სამკურნალო ნივთიერებებით გამოწვეული გარემოს დაბინძურება გლობალური მნიშვნელობის პრობლემაა, რომელიც კოორდინებულ რეაგირებას მოითხოვს. წამლების წარმოება, მოხმარება და განადგურება დაკავშირებულია ქიმიური ნაერთების წარმოქმნასთან, რომლებიც ნიადაგში, წყალსა და ჰაერში ხანგრძლივად რჩება და არასა-

სურველ გავლენას ახდენს ეკოსისტემებზე. განხილულია სამკურნალო საშუალებებით გამოწვეული გარემოს დაბინძურების წყაროები, მათი გავრცელება და ჯანმრთელობაზე შესაძლო ზემოქმედება, წარმოდგენილია სხვადასხვა ეტაპზე დაგეგმილი ინტერვენციები. არსებული მტკიცებულებები ნათლად აჩვენებს, რომ წამლების არარაციონალური გამოწერა, თვითმკურნალობა, პოლითერაპია და ნარ-

ჩენების არასწორი განადგურება სისტემურ რისკებს ქმნის როგორც ადამიანისთვის, ისე ბუნებისთვის. განსაკუთრებული საფრთხეა ანტიბიოტიკებისა და ჰორმონული პრეპარატების არსებობა გარემოში, რაც ხელს უწყობს რეზისტენტობის გავრცელებას და ბიოლოგიური წონასწორობის დარღვევას. მოცემულია ფარმაცევტული ნარჩენების გარემოზე, ზემოქმედების შემცირების მიზნით, არსებული პრაქტიკული მიდგომები და რეკომენდაციები, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს პოლიტიკის შემუშავებისა და პროფესიული პასუხისმგებლობის განსაზღვრის მიმართულებით.

საკვანძო სიტყვები: გარემოს დაბინძურება; ეკოლოგიური რისკები; სამკურნალო საშუალებები.

შესავალი

გარემოს დაბინძურება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევაა საზოგადოებისთვის. ამ პრობლემის ძირითად წყაროდ აღიარებულია ფარმაცევტული პროდუქტები. მათი ფართო გამოყენება ადამიანებსა და ცხოველებში კრიტიკულად ზრდის გარემოზე ზემოქმედების რისკს. მსოფლიოში ყოველწლიურად იყიდება ათიათასობით ტონა სამკურნალო დანიშნულებით წარმოებული პროდუქტი. განსაზღვრულია, რომ აშშ-ის შემდეგ ევროკავშირი მეორე ადგილს იკავებს სამომხმარებლო მასშტაბით.

ნიადაგში, ზედაპირულ და სარწყავ წყლებსა და სხვა ეკოსისტემებში გამოვლენილია ასობით აქტიური სამკურნალო ნივთიერება. ამ მიმართულებით წარმოიშვა ახალი მიდგომა — მწვანე ფარმაცია, რომელიც განსაზღვრავს ღონისძიებებს წამლების ეკო-

ლოგიური ზემოქმედების შესამცირებლად და ფარავს სრულ პროცესს, დაწყებულს ახალი წამლების შექმნიდან წარმოების, დისტრიბუციის, გამოყენების და განადგურების ეტაპებით დასრულებული. პროცესების წარმატება მოითხოვს ჯანდაცვის პროფესიონალების – ფარმაცევტებისა და ექიმების აქტიურ ჩართულობას, რაც ხელს უწყობს პრაქტიკაში ეკოლოგიური პასუხისმგებლობის გაუმჯობესებას.

ძირითადი ნაწილი

სტატიის მიზანია მწვანე ფარმაციის ჩარჩოს გააზრება და არსებული ცოდნის სინთეზი, არსებულ სამეცნიერო ლიტერატურაზე დაყრდნობით სამკურნალო ნივთიერებებით გარემოს დაბინძურების მიზეზებისა და მასშტაბების შეფასება და პრაქტიკული რეკომენდაციების მომზადება, რაც შესაძლებელს გახდის ეკოლოგიური სახის გამოწვევის თავიდან აცილებას, მომხმარებლებისა და ჯანდაცვის პროფესიონალების ჩართულობით.

კვლევის ფარგლებში გამოყენებულ იქნა სამეცნიერო მონაცემთა ბაზა. განხილული ლიტერატურა მოიცავდა რეცენზირებულ სტატიებს და საერთაშორისო ორგანიზაციების დოკუმენტებს, რომლებიც დაკავშირებულია მედიკამენტების ეკოლოგიურ ზემოქმედებასთან, მწვანე ფარმაციასა და ფარმაცევტული ნარჩენების მართვასთან. შესრულდა შინაარსობრივი ანალიზი და შედარებითი შეფასება დასკვნებისა და რეკომენდაციების ჩამოყალიბების მიზნით.

სამკურნალო საშუალებები ქიმიური ან ბუნებრივი ნივთიერებებია (ან მათი კომბინაციები), რომლებიც დაავადებების პროფილაქტიკის, მკურნალობის ან ფიზიოლოგიური ფუნქციების დასარე-

გულირებლად გამოიყენება. აქტიური ფარმაცევტული ინგრედიენტები (API) ადამიანური, ცხოველური, მცენარეული ან ქიმიური წარმოშობის ნივთიერებებია. დადგენილია, რომ ევროპის ფარმაცევტულ ბაზარზე მიმოქცევაშია 3000-მდე აქტიური ინგრედიენტი, ამავდროულად წლიური მოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე საშუალოდ 50–150 გ შეადგენს. სამკურნალო სარგებლის პარალელურად, სამკურნალო საშუალებები მნიშვნელოვან გამოწვევად შეიძლება იქცეს გარემოსთვის. გარემოში ნარჩენები ხვდება ორი ძირითადი გზით: გამოყენებული წამლების არასწორი განადგურების შემთხვევაში — როდესაც ისინი ჩაიყრება კანალიზაციაში ან ნაგავსაყრელზე ხვდება საყოფაცხოვრებო ნარჩენებთან ერთად, ან ადამიანის და ცხოველის ბიოლოგიური ექსკრეციის მეშვეობით, კვლევებით; აქტიური ნივთიერებები განსხვავებული კონცენტრაციით — ნგ/ლ-დან მმგ/ლ-მდე – ფიქსირდება ზედაპირულ და საკანალიზაციო წყლებში ან ნიადაგში. ბუნებაში არსებული ნივთიერებები ხანგრძლივი აქტიურობის უნარს ინარჩუნებს და ზიანს აყენებს ეკოსისტემებს, ბიომრავალფეროვნებას და ადამიანთა ჯანმრთელობასაც კი.

კვლევებით დოკუმენტირებულია ზოგიერთი ტიპის ზემოქმედება. ცნობილია, რომ თევზებში ესტროგენული ნაერთების ზემოქმედებით დაფიქსირდა სასქესო სისტემის დარღვევები; ანტიბიოტიკების მეშვეობით კი შექმნილია რეზისტენტული ბაქტერიების შტამები, რაც კრიტიკული მნიშვნელობის საფრთხეს ქმნის როგორც ცხოველების, ისე ადამიანებისთვის; დიკლოფენაკის არსებობამ თევზების გარკვეული სახეობის დაღუპვაც გამოიწვია [1,2].

წამლის მართებული გამოყენებისა და ეკოლოგიური პასუხისმგებლობის მიმართულებით აღნიშნული გამოწვევების საპასუხოდ, მნიშვნელოვანი კომპონენტია ექიმებისა და ფარმაცევტების როლის გაზრდა. გამოკვეთილია სხვადასხვა ინიციატივა, რომელიც სპეციალისტების მონაწილეობით დაფიქსირებულია, წამლის გამოყენების დროს, ეკოლოგიური ზემოქმედების შესამცირებლად. ამ კუთხით მნიშვნელოვანია მიდგომები:

- წამლების დანიშვნის პროცესში ციფრული სისტემების დანერგვა, რასაც შეუძლია შეამციროს გადაჭარბებული დოზებით გამოწერის და გამოყენების რისკი;
- კლინიკური მიზანშეწონილობის ფარგლებში მკურნალობის კურსის ხანგრძლივობის ოპტიმიზაცია;
- პერენტერალურ პრეპარატებთან შედარებით ოვალური ფორმების უპირატესობის მინიჭება. აღნიშნული მნიშვნელოვანია შეფუთვასა და ნარჩენებთან დაკავშირებული ეკოლოგიურ დატვირთვის შესამცირებლად.

სამკურნალო საშუალებებით გარემოს დაბინძურება მნიშვნელოვან გლობალურ პრობლემას ქმნის, რომელიც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ბუნებრივ ეკოსისტემებსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე. როგორც აქტიური ინგრედიენტების, ისე დამხმარე ნივთიერებებისა და გარემოში ნარჩენების უკონტროლო მოხვედრა რეალურ საფრთხეს ქმნის საზოგადოებრივი ჯანმრთელობისთვის. ამ მიმართულებით კვლევები აქტიურად მიმდინარეობს, თუმცა პრობლემის რეალური მასშტაბი სათანადოდ არ არის აღიარებული და გარდაუვალ საჭი-

როგორც რჩება მარეგულირებელი ჩარჩოს შექმნა/გამკაცრება.

წყლის სისტემებში ფარმაცევტული ნივთიერებების მოხვედრა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ეკოლოგიური გამოწვევაა. მტკნარი წყლის რესურსების დაბინძურება საფრთხეს უქმნის ბიომრავალფეროვნებას და სასმელი წყლის უსაფრთხოებას. ევროპის სხვადასხვა ქვეყანაში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ წყალში წამლის ნარჩენების კონცენტრაცია ყოველწლიურად საშუალოდ 30%-ით იზრდება. გერმანიაში, ნიდერლანდებსა და საფრანგეთში წყლის ნიმუშებში 2019 წელს გამოვლინდა 80-ზე მეტი აქტიური ნივთიერება, რომლებიც წყალმცენარეებზე, თევზებსა და მიკრობულ ეკოსისტემებზე ახდენს გავლენას. ამერიკის შეერთებულ შტატებში, 2020 წლის მონაცემებით, მტკნარი წყლის რესურსების დაახლოებით 41% სხვადასხვა ფარმაცევტულ ნივთიერებას შეიცავდა, რომელთა შორის იყო ანტიბიოტიკები, ანტიდეპრესანტები, ჰიპერტენზიის სამკურნალო პრეპარატები. აღნიშნული პროდუქტები ზრდის ეკოსისტემური დისბალანსისა და მიკრობული რეზისტენტობის რისკს [3,4].

გრძელვადიან პერიოდში სამკურნალო საშუალებების ნარჩენების ნიადაგში მოხვედრა ზიანს აყენებს ბუნებრივ რესურსებს და სასოფლო-სამეურნეო ეკოსისტემებს. 2019 წლის მონაცემებით, ჩინეთის სასოფლო-სამეურნეო მიწების დაახლოებით 15%-ზე დაფიქსირდა მედიკამენტებით დაბინძურების ფაქტი, რაც განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ხარისხის გაუარესებას და ბიომრავალფეროვნების შემცირებას. 2021 წელს, ბრაზილიის გარემოს დაცვის სააგენტოს მონაცემებით, სამკურნალო ნივთიერებების მაღალმა კონ-

ცენტრაციამ ნიადაგში უარყოფითი გავლენა იქონია მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებზე, რაც ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევაზე აისახა.

გარემოში მედიკამენტების არსებობა ადამიანის ჯანმრთელობისთვის სახიფათო შედეგებს უკავშირდება. წამლის ნარჩენები შესაძლოა გახდეს გენეტიკური ცვლილებების, ჰორმონული დისბალანსისა და ინფექციური დაავადებების რეზისტენტობის ზრდის გამომწვევი. ევროკომისიის 2020 წლის ანგარიშის მიხედვით, დაახლოებით 1 მილიონ ადამიანს ყოველწლიურად ზიანს აყენებს ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტობა, რაც ნაწილობრივ განპირობებულია ფარმაცევტული ნივთიერებების გარემოში მოხვედრასთან. 2022 წელს აშშ-ში ჩატარებულმა კვლევამ დაადასტურა წყალმომარაგების სისტემაში აღმოჩენილი ჰორმონები და ანტიდეპრესანტები, რაც ენდოკრინული დაავადებისა და რეპროდუქციული ჯანმრთელობის დარღვევების რისკებს ზრდის [5].

გარემოში სამკურნალო ნივთიერებების გავრცელება საფრთხეს უქმნის ბიომრავალფეროვნებასა და ბუნებრივ ეკოსისტემებს, რასაც ადასტურებს დიდ ბრიტანეთში ჩატარებული 2020 წლის კვლევა. გამოვლინდა, რომ ფარმაცევტული ნარჩენების – პარაცეტამოლისა და კოფეინის გავრცელება გავლენას ახდენს თევზებზე, ფრინველებსა და წყალმცენარეებზე, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად შემცირდა რამდენიმე სახეობის პოპულაცია. 2021 წელს ავსტრალიაში ჩატარებულმა კვლევამ დააფიქსირა მრავალ სახეობაზე ფარმაცევტული ნარჩენების ზემოქმედება, რაც საფრთხეს უქმნის ეკოსისტემურ სტაბილურობას.

ბოლო წლების განმავლობაში ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ სამკურნალო ნივთიერებები გარემოში მრავლად არის წარმოდგენილი. ნიადაგსა და წყლის სისტემებში (გრუნტის წყლები, ზედაპირული წყლები, სასმელი წყალი) აღმოჩენილია სხვადასხვა თერაპიული კლასის როგორც ადამიანის, ისე ვეტერინარული გამოყენების მედიკამენტები – ანტიბიოტიკები (კლარიტრომიცინი, ტეტრაციკლინი, ციპროფლოქსაცინი), ანტიფუნგალური (მიკონაზოლი, ფლუკონაზოლი), ანტივირუსული (აციკლოვირი, ოსელტამივირი), ანთების საწინააღმდეგო და ტკივილგამაყუჩებელი საშუალებები (დიკლოფენაკი, იბუპროფენი, პარაცეტამოლი), ასევე ფსიქოტროპული, ჰორმონული, ციტოსტატიკური და სხვა ჯგუფის ნივთიერებები. ბევრი სამკურნალო საშუალება აღმოჩენილია როგორც უცვლელი სახით, ისე მეტაბოლიტური ფორმით, რაც იმას მოწმობს, რომ წამლის ნარჩენები გარემოში შეიძლება მოხვდეს არა მხოლოდ წარმოებისა და გამოყენების შედეგად, არამედ განავლის, შარდისა და არასათანადო განადგურების გზით (მაგ., საპირფარეშოში ჩადვრა, ნაგავში გადაყრა). წყლის ნიმუშებში აქტიური ფარმაცევტული ინგრედიენტების კონცენტრაციები მერყეობს ნანოგრამი/ლიტრზე მიკროგრამი/ლიტრზე (ng/L-μg/L), ხოლო ცალკეულ შემთხვევებში—მილიგრამამდე/ლიტრზე (mg/L). გარემოში სამკურნალო ნივთიერებების ხშირი და მუდმივი არსებობა დაკავშირებულია ეკოლოგიურ რისკებთან [6].

მედიკამენტების დანიშვნა ჯანდაცვის პროფესიონალების ძირითადი პასუხისმგებლობაა. ფარმაცევტული პროდუქტების გარემოზე გავლენის შესამცირებლად საჭიროა რაციონალური, ოპტიმალური

და ეფექტური დანიშვნა. წამლის არარაციონალური დანიშვნა ზრდის მედიკამენტების დაგროვების და მათი ჭარბი მოხმარების რისკს, რომელზეც გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა მკურნალობის მიმართ პაციენტების მოლოდინები და მოთხოვნები (მაგალითად, ანტიბიოტიკების დანიშვნა გაციების და გრიპის დროს), ზედმეტი რაოდენობით და დოზით დანიშვნა, მკურნალობის სქემის ცვლილება, წამლის ნიმუშების უფასოდ შეთავაზება და შემთხვევები, რომლებიც შესაძლოა ბოროტად გამოყენებას უკავშირდებოდეს.

სამკურნალო საშუალებების დანიშვნასთან დაკავშირებული გარემოზე ზემოქმედების შემცირებისთვის ეფექტური გზაა დოზის შემცირება. დადგენილია, რომ ხშირ შემთხვევაში თერაპიული ეფექტი მცირე დოზებითაც მიღწევადია. მაგალითად, ნალტრექსონის და მორფინის კომბინაციის გამოყენებისას შეიძლება მორფინის დაბალი დოზებითაც კი დადგეს ოპტიმალური ანალგეზიური ეფექტი, რაც ამცირებს ტოლერანტობისა და დამოკიდებულების რისკს.

ინდივიდუალური მედიკამენტური თერაპია მნიშვნელოვანი მიდგომაა, რომელიც ექიმებს ეხმარება, უზრუნველყონ წამლის „მორგება“ თავად პაციენტის სპეციფიკურ საჭიროებაზე. მიზანშეწონილია პრაქტიკაში პერსონალიზებული მედიცინის ჩარჩოს დანერგვა გენეტიკური თავისებურებების გათვალისწინებით. პერსონალიზებული მედიცინის თანამედროვე სფერო – ფარმაცოგენომიკა ექიმებს მნიშვნელოვან დახმარებას უწევს სამკურნალო საშუალებების ეფექტურ და უსაფრთხო თერაპიის პროცესში [7,8].

მნიშვნელოვანია ასევე პოლიპრაგმაზიის გადაჭარბებული გამოყენების თავიდან აცილება. ამ თვალსაზრისით, საჭიროა ექიმებმა ყურადღება გაამახვილონ ცხოვრების წესის რეკომენდაციებსა (მაგალითად, ჯანსაღი კვება, ფიზიკური აქტივობა) და იმ სამკურნალო საშუალებების შერჩევაზე, რომლებსაც მარტივად გადაამუშავებს ორგანიზმი და გამოირჩევა მაღალი ბიოშელწევადობით.

მედიკამენტების დისტრიბუციის პროცესიც, გარემოს დაბინძურების კუთხით, აქტუალურია. უფასო ან იაფფასიანი მედიკამენტები ხშირად განაპირობებს მათ გადაჭარბებულ დაგროვებას. დისტრიბუციისას, ზოგჯერ, გროვდება დაზიანებული ან დაკარგული ტვირთი, რამაც შესაძლოა მედიკამენტების ბოროტად გამოყენების ზრდა გამოიწვიოს. აღნიშნული რისკების შესამცირებლად მიზანშეწონილია მონაცემთა ბაზების შექმნა წამლის გამოყენებისა თუ დაბრუნების შესახებ, სპეციალურად გამოყოფილი ნაგავსაყრელების გამოყენება და მკაცრი რეგულაციების შემოღება იმ ქვეყნებისთვის, სადაც ინტერნეტ-აფთიაქების არსებობა კანონით დასაშვებია.

წამლით გამოწვეული ეკოლოგიური რისკების მართვაში პაციენტების როლი არანაკლებ მნიშვნელოვანია. თვითმკურნალობა, წამლების გადაჭარბებული მარაგის შენახვა, პოლიპრაგმაზია, მკურნალობის რეჟიმის დაუცველობა მნიშვნელოვანწილად ზრდის მედიკამენტების არასწორი განადგურების რისკს. პაციენტების განათლება წამლის რაციონალური მოხმარებისა და ნარჩენების მართვის შესახებ, საინფორმაციო კამპანიების დაგეგმვა, წამლის დაბრუნების სპეციალური პროგრამების ამოქმედება გადაამწყვეტია [9].

ფარმაცევტული ნარჩენების მართვა კომპლექსურ სტრატეგიებს მოითხოვს ეკოლოგიური ზემოქმედების შესამცირებლად. განსაკუთრებით საშიშ ნარჩენებად ითვლება მუტაგენური, ტერატოგენური და კარცინოგენური აქტივობის მქონე ციტოტოქსიკური მედიკამენტები. მათი შეგროვება მიზანშეწონილია კოდირებულ კონტეინერებში უსაფრთხო განადგურებით. ნარჩენების უმეტესობა ნადგურდება დაწვის გზით, თუმცა მიმართავენ სხვა მეთოდებსაც – ოზონაცია, ქიმიური სტერილიზაცია და სხვა.

აფთიაქები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ეკოლოგიურად პასუხისმგებლიან ფარმაცევტულ პრაქტიკაში. უნდა შემუშავდეს მედიკამენტების შეგროვების პროგრამები და გაიწეროს სტანდარტული ოპერაციული პროცედურები ნარჩენების მართვისათვის. ფარმაცევტებს უნდა ჰქონდეთ პაციენტების ინფორმირების ვალდებულება წამლის უსაფრთხო განადგურებისა და დაბრუნების შესაძლებლობების შესახებ. წამლის შეგროვების პროგრამებით, შვეიცარიაში ერთ ადამიანს საშუალოდ 237 გრამი ფარმაცევტული ნარჩენი უგროვდება წელიწადში. მნიშვნელოვანია ფარმაცევტებსა და სხვა ჯანდაცვის პროფესიონალებს შორის მჭიდრო თანამშრომლობა. სისტემამ უნდა წახალისოს ექიმებთან კომუნიკაცია და ისეთი მედიკამენტების დანიშვნა, რომელიც მინიმალურ ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე. აუცილებელია პრაქტიკული რეკომენდაციების გაანალიზება, რომლებიც მოიცავს როგორც ფარმაცევტული პოლიტიკის, ისე კლინიკური პრაქტიკის სფეროებს. ყურადღება უნდა გამახვილდეს ეკოლოგიური სტანდარტების დაცვის საჭიროებაზე, წარმოებისა და შესყიდვის ეტაპებისთვის, მწვანე ფარმაციის პრინციპების

გათვალისწინებით. პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს სამკურნალო საშუალებების მწარმოებლებს, რომლებიც გადამუშავებად შეფუთვის იყენებენ. გამოწერისა და გამოყენების ეტაპზე მიზანშეწონილია მედიკამენტების რაციონალურად, ერთჯერადი რეჟიმით გამოწერა, თუ ის კლინიკურად დასაშვებია. მომზადების ეტაპზე საჭიროა პლასტიკური შეფუთვის შემცირება და ნაკლებად დამაბინძურებელი მასალების გამოყენება. წამლის მომზადების ეტაპზე ასევე უნდა იყოს გათვალისწინებული პრინციპები, რომელიც გულისხმობს იმგვარი აქტიური ინგრედიენტების შერჩევას, რომლებიც კარგად იშლება ბუნებაში და არ იწვევს გარემოს ხანგრძლივ დაბინძურებას. წამლის მიწოდების სისტემის გაუმჯობესებაც ეკოფარმაცოლუსაფრთხოებისთვის მნიშვნელოვანი მიმართულებაა [10,11].

ზემოთ აღნიშნული ყველა ნაბიჯის შესრულება მოითხოვს პოლიტიკის, პროფესიული სტანდარტებისა და ჯანდაცვის პრაქტიკის სრულყოფას, რათა შესაძლებელი გახდეს გარემოსდაცვითი პასუხისმგებლობის ინტეგრირება წამლის მიმოქცევის ჯაჭვში.

დასკვნა

სამკურნალო ნივთიერებებით გამოწვეული გარემოს დაბინძურება გლობალური მნიშვნელობის პრობლემაა, რომელიც მოითხოვს მტკიცე და კოორდინებულ რეაგირებას. წამლების არარაციონალური გამოწერა, თვითმკურნალობა, პოლიპრაგმაზია და ნარჩენების არასწორი განადგურება სისტემურ რისკებს ქმნის როგორც ადამიანისთვის, ისე ბუნებისთვის. პრობლემის მოგვარება საჭიროებს საერთაშორისო თანამშრომლობას, რომელიც მოიცავს მწვანე ფარმაციის პრინციპების ინტეგრაციას, ეკოლოგიურად პასუხისმგებლიან პოლიტიკას, ეფექტურ კომუნიკაციას და პროფესიული სტანდარტების გაუმჯობესებას.

ლიტერატურა

1. Ortúzar, M., Esterhuizen, M., Olicón-Hernández, D. R., González-López, J., & Aranda, E. (2022). Pharmaceutical pollution in aquatic environments: A concise review of environmental impacts and bioremediation systems. *Frontiers in Microbiology*, 13, 869332. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.869332>
2. Miettinen, T. (2022). Pharmaceutical pollution: A weakly regulated global environmental risk. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 31(3), 348–359. <https://doi.org/10.1111/reel.12463>
3. Küster, A., & Adler, N. (2014). Pharmaceuticals in the environment: Scientific evidence of risks and its regulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1656), 20130587. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0587>
4. Larsson, D. G. J. (2014). Pollution from drug manufacturing: Review and perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1656), 20130571. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0571>
5. aus der Beek, T., Weber, F. A., Bergmann, A., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A., & Küster, A. (2016). Pharmaceuticals in the environment—Global occurrences and perspectives.
6. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(4), 823–835. <https://doi.org/10.1002/etc.3339>

7. Kümmerer, K., Dionysiou, D. D., Olsson, O., & Fatta-Kassinos, D. (2018). A path to clean water. *Science*, 361(6399), 222–224. <https://doi.org/10.1126/science.aau2405>
8. Rizzo, L., Manaia, C., Merlin, C., Schwartz, T., Dagot, C., Ploy, M. C., Michael, I., & Fatta-Kassinos, D. (2013). Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: A review. *Science of the Total Environment*, 447, 345–360. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.032>
9. Nielsen, L., & Rønde, K. (2022). Minimizing the environmental impact of unused pharmaceuticals. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1077974. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1077974>
10. Väitalo, P., Kruglova, A., Mikola, A., & Vahala, R. (2017). Toxicological impacts of pharmaceuticals in the aquatic environment: A review. *Environment International*, 103, 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.03.006>
11. Wang, J., & Wang, S. (2016). Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater: A review. *Journal of Environmental Management*, 182, 620–640. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.049>
12. Zhou, L. J., Ying, G. G., Liu, S., Zhang, R. Q., Lai, H. J., & Chen, Z. F. (2012). Occurrence and fate of eleven classes of antibiotics in two typical wastewater treatment plants in South China. *Science of the Total Environment*, 452–453, 365–376. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.010>

UDC 615.1

SCOPUS CODE 1106

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-18-26>

Environmental Pollution Caused by Pharmaceuticals and Global Risks

Nana Shashiashvili	Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: shashiashvilinana04@gtu.ge
Ilia Gvelesiani	Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: gvelesianiilia04@gtu.ge
Irine Metreveli	Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: i.metreveli@gtu.ge
Khatuna Tsikarishvili	Department of Pharmacy, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str. E-mail: kh.tsikarishvii@gtu.ge

Reviewers:

T. Tsintsadze, Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU

E-mail: t.tsintsadzei@gtu.ge

N. Bolkvadze, Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU

E-mail: nona.aia@rambler.ru

Abstract. Environmental pollution caused by pharmaceutical substances is a global concern that requires coordinated action. The production, consumption, and disposal of medicines are associated with the release of chemical compounds that persist in soil, water, and air, exerting long-term and often undesirable effects on ecosystems. This article explores the sources, environmental pathways, and potential health impacts of pharmaceutical pollution and presents interventions planned at various stages of the pharmaceutical life cycle. Current evidence clearly shows that irrational prescribing, self-medication, polypharmacy, and improper disposal of pharmaceutical waste create systemic risks to both human health and the environment. A particularly serious threat is posed by the presence of antibiotics and hormonal agents in the environment, which contributes to the spread of resistance and the disruption of biological balance. The article reviews practical strategies and recommendations aimed at minimizing the environmental impact of pharmaceutical residues, which can inform both policy development and the definition of professional responsibilities.

Keywords: Environmental pollution; Ecological risks; Pharmaceuticals.

განხილვის თარიღი 16.04.2025

შემოსვლის თარიღი 28.04.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025