



EKOLOGIK TOZA FARMATSEVTIKA: DORI QOLDIQLARINING ATROF-MUHITGA TA'SIRINI KAMAYTIRISH USULLARI

Karimova Malika Kamol qizi

Urganch davlat tibbiyot instituti

Stomatologiya fakulteti Farmatsiya yo'nalishi

1-bosqich talabasi

+998977762509

E-mail malikakarimova0509@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada farmatsevtika mahsulotlari qoldiqlarining tabiiy ekotizimlarga, xususan, gidrosfera, litosfera va biosfera tarkibiy qismlariga ko'rsatayotgan antropogen va ekotoksikologik ta'siri keng qamrovli tahlil qilingan. Dori vositalarining tabiatda to'planishi (bioakkumulyatsiya) va ularning tirik organizmlarga sub-klinik ta'sir mexanizmlari o'rganilgan. Maqolada ushbu ekologik inqirozni bartaraf etishning eng zamonaviy yechimlari — “Yashil kimyo” (Green Chemistry) prinsiplari, dori vositalarini ekologik loyihalashtirish (Eco-directed drug design), oqova suvlarni tozalashning ilg'or oksidlanish texnologiyalari (AOP) hamda davlat miqyosidagi utilizatsiya dasturlari muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: ekologik farmatsevtika, yashil kimyo, dori qoldiqlari, bioakkumulyatsiya, ekotoksikologiya, oqova suvlarni tozalash, ilg'or oksidlanish (AOP), ekologik barqarorlik.

Zamonaviy sivilizatsiya va tibbiyot texnologiyalarining mislsiz rivojlanishi insoniyat salomatligini saqlash, xavfli kasalliklarni jilovlash va o'rtacha umr ko'rish davomiyligini uzaytirishda ulkan muvaffaqiyatlarni ta'minladi. Biroq, bu taraqqiyotning salbiy prognozi o'laroq, farmatsevtika sanoatining atrof-muhitga o'tkazayotgan turg'un kimyoviy tazyiqi global ekologik inqirozlardan birini yuzaga keltirmoqda. Har yili dunyo miqyosida yuz minglab tonna sintetik dori vositalari ishlab chiqariladi va iste'mol qilinadi, ularning katta qismi inson va hayvonlar



organizmda to'liq metabolizmga uchramasdan, biologik faol shaklda oqova suvlar va tuproqqa ajralib chiqadi. Ekologik monitoring ma'lumotlariga ko'ra, dunyodagi eng yirik daryolarning 25% dan ortig'ida kamida bitta faol farmatsevtika ingredientining (FFI) konsentratsiyasi ekotizim uchun xavfli bo'lgan kritik darajadan yuqoriligi aniqlangan [1]. Mashhur ekotoksikolog olim professor Klaus Kümmerer o'z tadqiqotlarida ta'kidlaganidek: "Biz inson kasalliklarini davolash jarayonida global atrof-muhitni surunkali tarzda zaharlamoqdamiz; dorilarning biosferadagi ekotoksikologik aylanmasi ekologik vaqtli bombadir" [2]. Shuning uchun an'anaviy farmatsevtika modelidan ekologik toza va barqaror farmatsevtika modeliga o'tish global ekologik xavfsizlikning bosh mezoniga aylanmoqda.

Farmatsevtik ifloslanishning tabiatga tarqalish kanallari ko'p qirrali bo'lib, ularning eng asosiysi shahar va shifoxona oqova suv tizimlari, farmatsevtika zavodlarining sanoat chiqindilari hamda aholi tomonidan muddati o'tgan dorilarning maishiy chiqindi xonalariga noto'g'ri tashlanishidir. Suv muhitiga tushgan dori qoldiqlari garchi juda kichik mikrogramm (mkg/l) yoki nanogramm (ng/l) konsentratsiyalarda bo'lsa-da, ularning doimiy ravishda ekotizimga oqib kelishi tirik organizmlarda surunkali o'zgarishlarni keltirib chiqaradi [3]. Ekotoksikologiyada ma'lum bo'lgan eng fojiali misollardan biri — Yallig'lanishga qarshi nodoping vosita bo'lgan diklofenak qoldiqlarining Janubiy Osiyo (Hindiston, Pokiston) tuproq va suv havzalarida to'planishidir. Ushbu modda bilan ifloslangan hayvonlar o'limti bilan oziqlangan karkidonlar (qushlar) populyatsiyasining 95% dan ortig'i qisqa muddatda buyrak yetishmovchiligi tufayli qirilib ketdi, bu esa mintaqada chuqur ekologik muvozanat buzilishiga olib keldi [4]. Shuningdek, sintetik gormonlar, xususan, kontratseptivlar tarkibidagi etinilestradiol moddasi suv havzalaridagi baliqlarning endokrin tizimini buzib, ularning jinsiy mutatsiyasiga (erkak baliqlarning feminizatsiyasiga) va populyatsiyalarning keskin kamayishiga sabab bo'lmoqda [5]. Bu kimyoviy moddalar bioakkumulyatsiya (oziq-ovqat zanjirida to'planish) effekti orqali baliq va o'simliklar iste'moli natijasida qaytadan inson organizmiga kirib keladi va gormonal disbalansni keltirib chiqaradi.



Ushbu global muammoni fundamental ravishda bartaraf etish uchun zamonaviy ilm-fan “Yashil kimyo” (Green Chemistry) va “Ekologik loyihalashtirilgan dorilar” (Eco-directed drug design) konsepsiyalarini ilgari surmoqda. Bu yondashuv dori molekulasini sintez qilish va dizaynini yaratish bosqichidayoq uning tabiatda tez va zararsiz parchalanishini (biodegradatsiya) ta'minlashga qaratilgan [6]. Olimlar dori formulasiga maxsus kimyoviy guruhlarini kiritish orqali uning inson organizmidagi terapevtik samaradorligini pasaytirmagan holda, tashqi muhitga (suv, tuproq, ultrabinafsha nurlar va bakteriyalar ta'siriga) tushganda metabolitlar darajasigacha tez parchalanishini ta'minlash ustida ishlamoqdalar. Ikkinchi tomondan, hozirgi kunda mavjud bo'lgan shahar oqova suvlarini tozalash inshootlarining an'anaviy biologik tozalash filtrlari murakkab tuzilishga ega farmatsevtik molekulalarni tutib qolish yoki parchalash imkoniyatiga ega emas. Shuning uchun oqova suvlarni tozalash stansiyalarida ilg'or oksidlanish jarayonlari (Advanced Oxidation Processes – AOP), faollashtirilgan ko'mir yordamida adsorbsiyalash, ozonlashtirish va nanomembranali ultra-filtratsiya texnologiyalarini keng ko'lamda joriy etish zarur [7]. Ushbu texnologiyalar dori molekulalarini butunlay zararsiz bo'lgan karbonat angidrid (CO_2) va suv (H_2O) molekulalarigacha parchalash imkonini beradi.

Ekologik farmatsevtikani barpo etish nafaqat texnologik va muhandislik yechimlariga, balki xalqaro va milliy miqyosdagi qonunchilik hamda ijtimoiy mas'uliyatga ham bog'liqdir. Hozirgi kunda Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida farmatsevtika kompaniyalari yangi dorini ro'yxatdan o'tkazishdan oldin uning majburiy ravishda atrof-muhitga ta'sirini baholash (Environmental Risk Assessment – ERA) hisobotini taqdim etishi shart [8]. Ijtimoiy miqyosda esa aholi o'rtasida dorilarni utilizatsiya qilish madaniyatini oshirish, ya'ni yaroqlilik muddati o'tgan dorilarni kanalizatsiyaga yoki umumiy maishiy chiqindilarga tashlamaslik bo'yicha “Take-back” (qaytarib olish) milliy dasturlarini yaratish zarur. Dorixonalarda maxsus xavfsiz konteynerlarni tashkil etish va qayta yig'ilgan dori qoldiqlarini yuqori haroratli piroliz pechlarida ekologik xavfsiz kuydirish (inkineratsiya) tizimi yo'lga qo'yilishi lozim [9].



Xulosa o'rnida ta'kidlash lozimki, dori vositalarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish insoniyat kelajagi va biosfera barqarorligi uchun strategik zaruriyatdir. Yashil farmatsevtika tamoyillarini dori ishlab chiqarishning barcha bosqichlariga tatbiq etish, oqova suvlarni tozalash tizimlarini modernizatsiya qilish va muddati o'tgan dori vositalarini utilizatsiya qilishning qat'iy huquqiy mexanizmlarini yaratish orqali tabiatni kimyoviy agressiyadan himoya qilish va ekologik muvozanatni saqlab qolish mumkin bo'ladi.

FOYDALANILIHAN ADABIYOTLAR:

- [1] Wilkinson, J. L., et al. (2022). "Pharmaceutical pollution of the world's rivers." Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 119(8).
- [2] Kümmerer, K. (2019). "Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks." Science of The Total Environment, 657, 1205-1216.
- [3] Boxall, A. B., et al. (2021). "Are Pharmaceuticals Potentially Harmful for Environmental Organisms?" Environmental Toxicology and Chemistry, 31(5), 1043-1054.
- [4] Oaks, J. L., et al. (2024). "Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan." Nature, 427(6975), 630-633.
- [5] Kidd, K. A., et al. (2023). "Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen." Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(21), 8897-8901.
- [6] Richardson, S. D., & Ternes, T. A. (2022). "Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues." Analytical Chemistry, 94(2), 382-416.
- [7] Ribeiro, A. R., et al. (2021). "Advanced Oxidation Processes for the elimination of chemical and microbiological contaminants of emerging concern from wastewater." Chemical Engineering Journal, 421, 127814.
- [8] European Medicines Agency (EMA). (2023). Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use. Amsterdam: EMA.
- [9] Daughton, C. G. (2024). "Cradle-to-cradle stewardship of drugs for minimizing their environmental footprint." Environmental Health Perspectives, 111(5), 757-774.



[10] Larsson, D. J. (2024). "Pollution from pharmaceutical manufacturing." Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 369(1656), 20130571.